

PERANAN *COGNITIVE NEUROSCIENCE* DALAM DUNIA PENDIDIKAN

¹Diana S.Mandar

¹Mahasiswi S3 Universitas Negeri Jakarta

E-mail: dmandar@bundamulia.ac.id

Abstrak. *Cognitive neuroscience* adalah bidang studi yang menghubungkan otak dan aspek-aspek lain sistem saraf, khususnya otak, dengan pemrosesan kognitif dan akhirnya dengan perilaku. Sementara otak adalah organ dalam tubuh manusia yang mengontrol langsung pikiran, emosi dan motivasi kita. Pada umumnya otak dianggap berada di belahan atas hierarki tubuh, dengan beragam organ lain merespons di bawah komandonya. Namun, otak juga mendengarkan dan dipengaruhi oleh organ-organ tubuh lainnya. Oleh karena itu, dikatakan bahwa otak bersifat direktif dan reaktif.

Kata Kunci : *cognitive neuroscience, otak*

1. Latar Belakang Masalah

Manusia adalah makhluk yang selalu berpikir dengan otaknya sepanjang hayatnya. Dalam proses berpikir itulah manusia kemudian membutuhkan asupan berupa informasi dan data, yang nantinya akan dan dapat diolah maupun diproses, hingga akhirnya menghasilkan data atau informasi baru.

Terkait dengan keberadaan otak, dewasa ini berkembang satu disiplin ilmu yang khusus mengkaji masalah otak yaitu neurosains. Neurosains merupakan bidang ilmu yang mengkhususkan pada studi saintifik dari sistem syaraf. Komunitas atau Perkumpulan Neurosains didirikan pada tahun 1969, namun pembelajaran mengenai otak sudah dilakukan sejak lama. Secara tradisional disiplin ilmu ini kelihatannya merupakan cabang dari ilmu biologi. Namun, pada kenyataannya dalam perkembangannya kemudian lebih dari itu.

Perkembangan disiplin ilmu ini menunjukkan hal yang luar biasa. Implikasi positif dari perkembangan tersebut adalah dilakukannya berbagai kerja sama (kolaborasi) dengan berbagai disiplin ilmu lainnya. Sudah banyak dilakukan kerjasama penelitian antarbidang ilmu dalam kerangka neurosains, seperti disiplin ilmu psikologi-neuro dan kognitif. Perpaduan ini kemudian melahirkan disiplin ilmu *cognitive neuroscience* yang secara khusus menyelidiki bagaimana anatomi (struktur-struktur fisik tubuh) dan fisiologi (fungsi-fungsi dan proses-proses yang terjadi di dalam tubuh) saraf mempengaruhi dan dipengaruhi oleh kognisi manusia.

Tujuan utama analisis tentang otak dewasa ini adalah mempelajari lokalisasi fungsi, termasuk fungsi kognitif. Lokalisasi ini mengacu pada wilayah-wilayah spesifik otak yang mengontrol kemampuan-kemampuan atau perilaku-perilaku yang juga spesifik yang dominan mengarah pada kemampuan individu dalam ranah kognitifnya.

Untuk memaksimalkan fungsi-fungsi ini maka perawatan dan pengayaan terhadap otak merupakan suatu hal yang mutlak diperlukan, ini dimaksudkan untuk memaksimalkan fungsi dan kerja otak. Di samping itu juga untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terdapat pada jaringan saraf otak. Perawatan dan pemeliharaan otak dengan tepat diyakini dapat merangsang pertumbuhan sel-sel baru otak (neurogenesis), memperbaiki fungsinya, dan memaksimalkan kinerja otak. Dengan demikian muara akhir yang diharapkan adalah normal dan maksimalnya perkembangan jaringan otak dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

2. Rumusan Masalah

- Bagaimana peneliti mempelajari struktur dan proses utama otak?
- Apa saja gangguan-gangguan otak yang dapat mempengaruhi kemampuan kognitif pembelajar?
- Bagaimana implementasi cognitive neuroscience dalam pendidikan?

3. Tujuan Penulisan

- Mengetahui metode yang dipergunakan peneliti dalam mempelajari struktur-struktur dan proses-proses utama otak.
- Mengetahui jenis-jenis gangguan otak yang dapat mempengaruhi kemampuan kognitif pembelajar.
- Mengetahui implementasi *cognitive neuroscience* dalam pendidikan.

4. Pembahasan

4.1. Metode analisis struktur dan proses-proses otak.

Para ilmuwan mempergunakan banyak cara dalam mempelajari otak manusia. Metode-metode ini meliputi postmortem, in vivo, rekaman listrik, pencitraan statis dan pencitraan metabolis. Masing-masing teknik ini menyediakan informasi yang penting mengenai struktur dan fungsi otak manusia. Dalam makalah ini dibahas metode yang paling sering digunakan yaitu rekaman listrik

Tampilan dari aktivitas ini muncul sebagai gelombang-gelombang dengan lebar (frekuensi) dan tinggi (intensitas) yang berbeda-beda. Metode ini menggunakan teknik Electroencephalogram (EEG) yaitu rekaman-rekaman tentang frekuensi dan intensitas listrik otak yang hidup, biasanya direkam di sebuah periode yang relatif lama (Picton&Mazaheri, 2003). Untuk mendapatkan rekaman EEG ini elektroda-elektroda harus dipasangkan di beberapa titik kulit kepala, kemudian merekam aktivitas listrik dari area-area otak yang mendasar. Oleh karena itu, informasi yang diperoleh tidak dialokasikan pada sel-sel tertentu. Sebaliknya, sangat sensitif terhadap perubahan di periode waktu tertentu. Melalui EEG dimungkinkan untuk mempelajari aktivitas gelombang otak yang mengindikasikan perubahan kondisi-kondisi mental seperti tidur lelap atau bermimpi. Teknik ini hanya dapat memberikan informasi yang minim tentang

aktivitas otak, diakibatkan oleh terbatasnya penempatan elektroda-elektroda di kulit kepala sehingga mengakibatkan resolusi spasialnya rendah.

Umumnya informasi yang diperoleh dikategorikan dalam bentuk gelombang beta, alfa, theta dan delta.

a. Gelombang Beta: Waspada, Konsentrasi.

Kondisi gelombang otak Beta (12-25 Hz pendapat lain dari 13-30 Hz) menjaga pikiran tetap tajam dan terfokus. Dalam kondisi Beta, otak akan mudah melakukan analisis dan penyusunan informasi, membuat koneksi, menghasilkan solusi-solusi serta ide-ide baru. Beta sangat bermanfaat untuk produktivitas kerja, belajar untuk ujian, persiapan presentasi, atau aktivitas lain yang membutuhkan konsentrasi dan kewaspadaan tinggi.

b. Gelombang Alpha: Kreativitas, Relaksasi, Visualisasi

Gelombang otak Alpha (8-13 Hz) sangat kontras dibandingkan dengan kondisi Beta. Kondisi relaks mendorong aliran energi kreativitas dan perasaan segar, sehat. Kondisi gelombang otak Alpha ideal untuk perenungan, memecahkan masalah, dan visualisasi, bertindak sebagai gerbang kreativitas kita.

c. Gelombang Theta: Relaksasi mendalam, Meditasi, Peningkatan Memori

Lebih lambat dari Beta, kondisi gelombang otak Theta (4-8 Hz) muncul saat bermimpi pada tidur ringan. Atau juga sering dinamakan sebagai mengalami mimpi secara sadar. Frekuensi Theta ini dihubungkan dengan pelepasan stress dan pengingatan kembali memori yang telah lama. Kondisi “senjakala” (twilight) dapat digunakan untuk menuju meditasi yang lebih dalam, menghasilkan peningkatan kesehatan secara keseluruhan, kebutuhan kurang tidur, meningkatkan kreativitas dan pembelajaran.

d. Gelombang Delta: Penyembuhan, Tidur lebih dalam (Deep sleep). Kondisi Delta (0.5-4 Hz), saat gelombang otak semakin melambat, sering dihubungkan dengan kondisi tidur yang sangat dalam. Beberapa frekuensi dalam jangkauan Delta ini diiringi dengan pelepasan hormon pertumbuhan manusia (Human Growth Hormone), yang bermanfaat dalam penyembuhan. Kondisi Delta, jika dihasilkan dalam kondisi terjaga, akan menyediakan peluang untuk mengakses aktivitas bawah sadar, mendorong alirannya ke pikiran sadar. Kondisi Delta juga sering dihubungkan dengan manusia-manusia yang memiliki perasaan kuat terhadap empati dan intuisi.

4.2. Demensia (gangguan kognitif)

Kognitif pada umumnya merupakan hal yang berhubungan dengan semua aspek struktur intelek yang dipergunakan untuk mengetahui sesuatu. Proses yang dilakukan kognisi adalah memperoleh pengetahuan dan memanipulasi pengetahuan melalui aktivitas mengingat, menganalisis, memahami, menilai, menalar, membayangkan dan berbahasa. Kapasitas atau kemampuan kognisi biasa diartikan sebagai kecerdasan atau inteligensi. Dalam menjalankan fungsinya ini, kognitif menurut Piaget melalui beberapa fase perkembangan sesuai dengan usia individu. Perkembangan ini berpengaruh terhadap perkembangan konsep kecerdasan, yang bagi Piaget, berarti kemampuan untuk secara lebih tepat merepresentasikan dunia dan melakukan operasi logis dalam representasi konsep yang berdasar pada kenyataan.

Tahap perkembangan kognitif menurut Piaget yaitu:

1. Periode sensorimotor (usia 0–2 tahun)
2. Periode praoperasional (usia 2–7 tahun)
3. Periode operasional konkrit (usia 7–11 tahun)
4. Periode operasional formal (usia 11 tahun sampai dewasa)

Tidak berlangsungnya perkembangan kognitif secara normal dalam tiap periode menandakan adanya gangguan yang terjadi di dalam otak, karena bagaimanapun pengolahan sistem kognitif berpusat pada otak. Gangguan pada otak secara umum yang terkait dengan fungsi kognitif disebut dengan istilah demensia. Demensia mengandung tiga pemahaman:

- (a) gangguan kognitif.
- (b) gangguan tadi harus melibatkan berbagai aspek fungsi kognitif dan bukan sekedar penjelasan defisit neuropsikologik.
- (c) pada penderita tidak terdapat gangguan kesadaran.

Definisi lain tentang demensia adalah hilangnya fungsi kognisi secara multidimensional dan terus menerus, disebabkan oleh kerusakan organik sistem syaraf pusat, tidak disertai dengan penurunan kesadaran secara akut. Demensia terdiri dari gangguan memori, afasia, apraksia, agnosia, gangguan fungsi eksekutif, dan gejala-gejala lainnya.

1. Gangguan memori, terjadi dalam bentuk ketidakmampuan untuk belajar tentang hal-hal yang baru, atau lupa akan hal-hal yang baru saja dikenal, dikerjakan atau dipelajari. Pembelajar dengan gangguan ini akan sering sekali lupa di mana tempat meletakkan alat-alat belajarnya, lupa mengerjakan tugas-tugas, bahkan akan selalu merasa asing dengan teman-temannya. Pada fase lanjut penderita akan menjadi lupa akan pekerjaannya, sekolah, tanggal lahir, anggota keluarga bahkan lupa pada namanya sendiri.
2. Afasia, dapat dalam bentuk kesulitan menyebut nama orang atau benda. Pembelajar dengan gangguan ini seringkali berbicara dengan samar-samar atau terkesan hampa, dengan ungkapan kata-kata yang panjang. Sering menggunakan istilah-istilah yang tidak menentu misalnya “anu”, “itu”, “apa itu”. Pada tahap lanjut dapat berakibat terganggunya bahasa tulis, menjadi bisu atau mengalami gangguan pola bicara yang dicirikan oleh ekolalia (menirukan apa yang dia dengar) atau palilalia (mengulang kata atau suara terus menerus).
3. Apraksia, ketidakmampuan melakukan gerakan meskipun hanya kemampuan motorik, fungsi sensorik dan pengertian yang diperlukan tetap baik. Pembelajar yang menderita gangguan ini dapat mengalami kesulitan dalam menggunakan benda tertentu misalnya tidak dapat menyisir rambut, mengenakan pakaian, menggambar atau bahkan tidak dapat melambaikan tangannya.
4. Agnosia, ketidakmampuan untuk mengenali atau mengidentifikasi benda meskipun fungsi sensoriknya utuh. Penderita tidak dapat mengenali kursi, tidak mengenal anggota keluarga, bahkan tidak dapat mengenal dirinya yang tampak pada cermin.
5. Gangguan fungsi eksekutif, merupakan gangguan dalam memfungsikan kemampuan berfikir abstrak, merencanakan, mengambil inisiatif, membuat urutan, memantau dan menghentikan kegiatan yang kompleks.

6. Gejala-gejala lainnya. Dapat berupa gangguan orientasi ruang, dengan demikian penderita akan kesulitan untuk melakukan kegiatan di dalam ruangan. Ciri utama pembelajar dengan gangguan ini adalah sulit untuk menyatakan pendapat dan wawasannya menjadi sempit. Halusinasi, psikososial (sering berkunjung ke rumah sakit).

Gangguan ini secara umum dapat memicu kesulitan belajar kognitif anak. Di mana kesulitan belajar kognitif ini merupakan salah satu bentuk kesulitan belajar yang bersifat perkembangan (*developmental learning*) atau kesulitan belajar preakademik (*preacademic learning disabilities*). Artinya, kesulitan belajar ini harus mendapat perhatian yang serius, dicarikan upaya penyelesaiannya secepat mungkin, karena bagaimanapun juga sebagian besar dari proses pembelajaran akademik terkait erat dengan kemampuan (ranah) kognitif.

Pada siswa gangguan kognitif ini bias diamati dalam keseharian siswa di sekolah maupun di rumah. Jika anak terindikasi mengalami demensia, maka langkah yang dapat ditempuh berikutnya adalah:

1. Pemeriksaan memori, dapat dilakukan dengan meminta siswa untuk mencatat, menyimpan, mengingat, dan mengenal informasi. Penderita diminta untuk mengulang kata-kata (*registration*), mengingat kembali informasi tadi setelah istirahat beberapa menit (*retention, recall*), dan mengenal kata-kata dari banyak daftar (*recognition*).
2. Pemeriksaan kemampuan berbahasa, penderita yang teridentifikasi diminta untuk menyebut nama benda di dalam ruangan atau bagian dari anggota tubuh, mengikuti aba-aba/perintah atau mengulang ungkapan.
3. Pemeriksaan apraksia, meminta penderita melakukan gerakan tertentu, misalnya memperlihatkan bagaimana cara menyisir, menggosok gigi, memasang/menyusun balok-balok atau menyusun tongkat dalam desain tertentu.
4. Pemeriksaan daya abstraksi, menyuruh penderita berhitung sampai angka sepuluh, menyebut seluruh alfabet, menghitung dengan kelipatan lima atau tujuh, menyebut nama binatang sebanyak-banyaknya dalam waktu satu menit dan ataumennulis huruf m dan n secara bergantian.
5. Mini mental state examination (MMSE), pemeriksaan dengan menggunakan kuisioner yang terdiri dari 30 pertanyaan dan harus dikerjakan dalam jangka waktu 10-15 menit. Subyek normal biasanya akan memperoleh skor 27-30, skor 9-27 menunjukkan subyek mengalami gejala depresi dengan gangguan kognitif.

Untuk meminimalisir pengaruh-pengaruh negatif yang diakibatkan oleh gangguan otak pada pembelajar dapat diusahakan *Cognitive-Behavioral Therapy* (CBT), yaitu salah satu bentuk konseling yang bertujuan untuk membantu siswa agar dapat menjadi lebih sehat, memperoleh pengalaman yang memuaskan dan dapat memenuhi gaya hidup tertentu dengan memodifikasi pola pikir dan perilaku tertentu. Terapi ini digunakan dalam rangka membantu menangani berbagai masalah yang sering dihadapi pembelajar seperti: depresi, kecemasan dan gangguan panik, atau kematian, perceraian orang tua (*broken home*), kecacatan, pengangguran, masalah yang berhubungan dengan anak-anak pada umumnya dan stres.

4.3. Implementasi cognitive neuroscience dalam dunia pendidikan.

Dewasa ini paradigma pembelajaran yang baru adalah apa yang disebut dengan *Brain based Learning* (BBL) yaitu mengelola pembelajaran berbasis kemampuan otak yang melibatkan pembelajar secara penuh, dimana pola pembelajaran dirubah dari rileks menjadi pola pembelajaran aktif sehingga setiap simpul-simpul dalam otak dapat memainkan perannya masing-masing secara utuh.

Perencanaan BBL melalui tujuh tahapan yaitu:

- (1) pra-perencanaan.
- (2) persiapan.
- (3) inisiasi dan akuisisi.
- (4) elaborasi.
- (5) inkubasi dan memasukkan memori.
- (6) verifikasi dan pengecekan keyakinan.
- (7) perayaan dan integrasi.

Model pembelajaran ini diyakini banyak pihak secara langsung juga berperan terhadap proses pengayaan (*enrichment*) terhadap otak. Karena memang otak sebaiknya dan seharusnya diperkaya dengan pengalaman-pengalaman baru yang mampu merangsang pertumbuhan dan perkembangan sel-sel otak. Diyakini bahwa otak mengalami pertumbuhan sel-sel baru tiap 20 menit sekali.

Minimal ada lima kunci untuk pengayaan otak ini:

Pertama, stimulus yang ada haruslah baru.

Kedua, stimulusnya haruslah sesuatu yang bersifat menantang.

Ketiga, stimulusnya haruslah yang koheren dan bermakna.

Keempat, pembelajarannya harus terjadi sepanjang waktu.

Kelima, haruslah ada sebuah cara bagi otak untuk belajar dari stimuli yang baru dan menantang yang berarti harus ada umpan balik.

Pelaksanaan BBL didasarkan pada tujuh ragam kecerdasan :

1. Linguistik. Kemampuan terkait dengan bahasa yang menggunakan kata secara efektif, secara lisan dan tertulis. Kecerdasan ini meliputi kemampuan memanipulasi tata bahasa atau struktur, fonologi, semantik dan pragmatik. Penggunaan bahasa ini mencakup retorika, mnemonik atau hafalan, eksplanasi, dan metabahasa.
2. Matematis logis. Kemampuan menggunakan angka dengan baik dan melakukan penalaran. Meliputi kepekaan pada pola hubungan logis, pernyataan dan dalil, fungsi logis dan abstraksi lain. Proses yang digunakan yaitu: katagorisasi, pengambilan keputusan, generalisasi, perhitungan dan pengujian hipotesis.
3. Spasial. Kemampuan mempersepsikan dunia spasial-visual secara akurat dan mentransformasikan persepsi dunia spasial-visual dalam bentuk tertentu. Kecerdasan ini meliputi kepekaan terhadap warna, garis, bentuk, ruang dan hubungan antarunsur tersebut. Kecerdasan ini meliputi kemampuan membayangkan, mempresentasikan ide secara visual atau spasial dan mengorientasikan diri secara tepat dalam matriks spasial.

4. Kinestetis Jasmani. Kemampuan menggunakan seluruh tubuh untuk mengekspresikan ide dan perasaan dan keterampilan menggunakan tangan untuk menciptakan atau mengubah sesuatu. Kecerdasan ini meliputi kemampuan fisik spesifik seperti koordinasi, keseimbangan, keterampilan, kekuatan, kelenturan, kecepatan atau kemampuan menerima rangsangan (proprioceptive) dan hal yang berkaitan dengan sentuhan (tactile dan haptic).
5. Musikal. Kemampuan menangani bentuk musikal dengan cara mempersepsikan, membedakan, mengubah dan mengekspresikan. Kecerdasan ini meliputi kepekaan terhadap irama, pola nada, melodi, warna nada atau suara suatu lagu. Seseorang dapat memiliki pemahaman musik figural atau “atas-bawah” (global, intuitif), pemahaman formal atau “bawah-atas” (analisis, teknis dan keduanya).
6. Interpersonal. Kemampuan mempersepsikan dan membedakan suasana hati, maksud, motivasi, serta perasaan orang lain. Kecerdasan ini meliputi kepekaan terhadap ekspresi wajah, suara, gerak-isyarat. Kemampuan membedakan berbagai macam tanda interpersonal dan kemampuan menanggapi secara efektif tanda tersebut dengan tindakan pragmatis tertentu.
7. Intrapersonal. Kemampuan memahami diri sendiri dan bertindak berdasarkan pemahaman tersebut. Kecerdasan ini meliputi kemampuan memahami diri secara akurat mencakup kekuatan dan keterbatasan. Kesadaran akan suasana hati, maksud, motivasi, temperamen, keinginan, disiplin diri, memahami dan menghargai diri.
8. Naturalis. Keahlian mengenali dan mengkatagorikan spesies, flora dan fauna di lingkungan sekitar. Kecerdasan ini meliputi kepekaan pada fenomena alam. Bagi mereka yang tinggal di daerah perkotaan, kemampuan membedakan benda mati seperti mobil, rumah, dan sampul kaset (CD).

5. Kesimpulan

- Penelitian tentang struktur dan fungsi otak umumnya dilakukan dengan lima metode yaitu metode postmortem, in vivo, rekaman listrik, pencitraan statis dan pencitraan metabolis.
- Gangguan otak yang terkait dengan fungsi kognitif biasa disebut dengan demensia. Demensia terdiri dari beberapa jenis yaitu gangguan memori, afasia, apraksia, agnosia, gangguan system eksekutif dan gejala-gejala lainnya.
- Hasil penelitian cognitive neuscience dewasa ini telah diaplikasikan dalam dunia pendidikan terkait dengan asumsi kecemerlangan otak kiri-otak kanan yang dijelmakan dalam IQ.

6. Daftar Pustaka

- Abdurrahman, Mulyono. 2003. Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar. Rineka Cipta. Jakarta.
- Adolphs, R. 2003. Amygdala. Nature Publishing Group. England.
- Putro, Agfianto eko. Apa Itu Neurosains. 25 desember 2009. <http://www.northwestern.edu/nuin/fac/index.htm>

- Sudrajat, Ahmad. Terapi Kognitif-Behavioral. 6 september 2009. <http://akhmadsudrajat.wordpress.com/author/akhmadsudrajat>
- Carrick institute. Cognitive Neuroscience. 19 September 2009. <http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Orphan>.
- Harsono, 2007. Kapita Selekta Neurologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Herry. Ulasan Kritis Mengenai Kecerdasan Berbasis Neuroscince: IQ,EQ dan SQ. 21 Juni 2005. <http://suluk.blogsome.com/category/jurnal/>
- Ikatan sarjana TP Indonesia. Kecerdasan Ganda dan Gaya Belajar. 17-06-2008. <http://istpi.wordpress.com/2008/06/17/kecerdasan-ganda-dan-gaya-belajar/>
- Jensen, Eric. 2008. Brain-Based Learning, Cara Baru dalam Pengajaran dan Pelatihan. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Kusumoputro, 2007. Fungsi Luhur. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Malsbury, 2003. Hypothalamus. Nature Publishing Group. England.
- Pedak, Mustamin dan Maslichan. 2009. Potensi Kekuatan Otak Kanan dan Kiri Anak. Rineka Cipta. Jakarta.
- Picton, TW&Mazaheri. Electrocephalography. 2003. <http://Electrocephalography.about.com/od/a/keyconcepts.htm>
- Rinriga. Optimalisasi otak Dalam Pembelajaran. 12 Mei 2009. file:///D:/showthread.php.htm
- Rockland. 2000. Brain. American Psychological Association. Washington.
- Sarter, M Bruno. 2003. Reticular Activating System. Nature Publishing Group. England.
- Ugurbil, 1999. Magnetic Resonance Imaging. MIT Press. Cambridge.
- Wikipedia. Neurosains Kognitif. 13 Maret 2009. <http://id.wikipedia.org/w/index.php>
- Wikipedia. Sistem Saraf Pusat. 11 Juli 2009. <http://wapedia.mobi/id>
- O'keefe & Nadel,L. 1978., The Hyppocampus as a Cognitive Map. Oxford University Press. New York.