

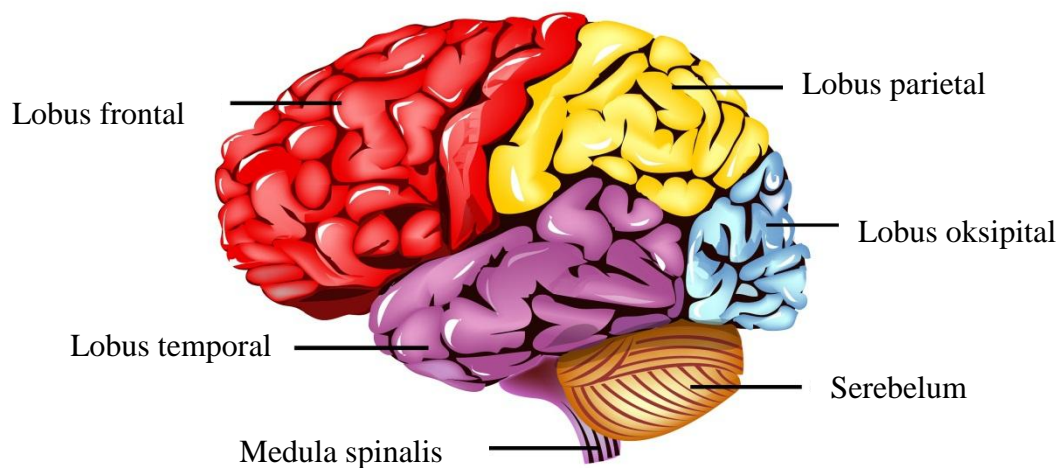
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Anatomi dan Fisiologi Otak

2.1.1. Korteks Serebri dan Area Asosiasi

Bagian fungsional korteks serebri adalah sebuah selaput tipis yang mengandung neuron-neuron yang menutupi permukaan seluruh bagian serebrum yang berbelit. Selaput ini memiliki tebal hanya 2-5 mm dimana jumlah total daerah ini kira-kira seperempat meter persegi. Seluruh korteks serebri mengandung kira-kira 100 miliar neuron²⁰.



Gambar 1. Area fungsional korteks serebri manusia

Sumber: Sherwood, L.²¹

Pada korteks serebri terdapat suatu area yang dinamakan area asosiasi dimana area-area tersebut menerima dan menganalisis sinyal secara bersamaan dari berbagai

macam region, baik dari korteks motorik, sensorik, dan struktur subkortikal. Area asosiasi yang paling penting yaitu:

A. Area asosiasi parieto-oksipitotemporal

A.1. Analisis terhadap keserasian spasial tubuh, area yang terus-menerus melakukan analisis keserasian seluruh tubuh secara spasial ini dimulai di bagian posterior korteks parietalis dan meluas ke korteks oksipitalis superior.

A.2. Area pemahaman bahasa, disebut dengan area Wernicke yang terletak di belakang korteks auditorik primer pada bagian posterior girus temporalis di lobus temporalis.

A.3. Area untuk melakukan proses membaca, yaitu girus angularis yang mengartikan kata-kata yang diterima secara visual yang akan diteruskan ke dalam area Wernicke.

A.4. Area penamaan objek, terletak di daerah paling lateral lobus oksipitalis anterior dan lobus temporalis posterior.

B. Area asosiasi prefrontal, yang fungsinya yaitu untuk merencanakan pola yang kompleks dan berurutan dari gerakan motorik. Selain itu, area asosiasi prefrontal ini berfungsi penting untuk melakukan proses berpikir dalam benak pikiran. Area ini penting dalam fungsi perluasan pikiran dan dikatakan dapat menyimpan memori kerja.

C. Area asosiasi limbik, yaitu terletak di belahan anterior lobus temporalis, bagian ventral lobus frontalis, dan di girus singulata di dalam fisura longitudinalis di

permukaan tengah setiap hemisferium serebri. Korteks limbik adalah bagian dari sistem limbik yang menghasilkan banyak sekali pengaturan emosi untuk mengaktifkan area otak lain ke dalam suatu aksi, dan bahkan menghasilkan pengaturan motivasi untuk proses belajar itu sendiri.²⁰

2.1.2. Sistem Limbik

Sistem limbik adalah keseluruhan lintasan neuronal yang mengatur tingkah laku emosional dan dorongan motivasional yang terletak di area perbatasan antara korteks serebri dan hipotalamus. Sistem limbik adalah suatu cincin struktur-struktur otak depan yang mengelilingi batang otak yang terdiri dari bagian berikut: lobus-lobus korteks serebri (terutama korteks asosiasi limbik), nukleus basal, thalamus, dan hipotalamus. Anyaman ini menjadi dasar fundamental neuralis terhadap aspek naluri, perilaku, motivasi, belajar, dan fungsi ingatan.²⁰⁻²²

Jaras dari sistem limbik atau *Circuit of Papez* ini yaitu: Nukleus amygdala → Fornix → Corpus mamilaris → traktus mamilothalamikus → thalamus (nukleus anterior) → traktus thalamokortikalis → gyrus cinguli → cingulum → nukleus amygdala.²³

Secara sederhana, stimulus didapat dari dunia luar dengan berbagai bentuk (pendengaran, penglihatan, perabaan) dan diperhalus di korteks asosiasi parieto-okspitalis (fungsi perseptuospasial). Informasi ini lalu dibawa menuju korteks asosiasi frontalis yang memiliki peran dalam perencanaan. Pintu masuk informasi melalui sistem limbik dapat melalui amygdala atau secara tidak langsung melewati formasi hipokampal, melalui area entorhinal (suatu area di medial lobus temporal

yang berfungsi sebagai penghubung di antara jaringan memori dan navigasi yang luas). Informasi yang masuk ke formasi hipokampal memungkinkan adanya kaitan dengan pengalaman-pengalaman terdahulu karena formasi hipokampal penting dalam proses ingatan dan pembelajaran (ingatan episodik).²³

Belajar adalah perolehan pengetahuan atau keterampilan sebagai konsekuensi pengalaman, instruksi, atau keduanya. Penghargaan dan penghukuman adalah bagian integral dari suatu proses pembelajaran. Apabila seekor hewan diberi hadiah karena berespon terhadap stimulus tertentu, maka besar kemungkinan hewan ini untuk berespon dengan cara yang sama terhadap stimulus yang sama sebagai konsekuensi dari pengalaman ini. Sebaliknya, bila hewan ini diberi hukuman atas responnya maka kecil kemungkinan hewan tersebut untuk mengulang respon yang sama pada stimulus yang sama. Oleh karena itu, belajar adalah perubahan perilaku yang terjadi akibat dari pengalaman dimana hal ini bergantung pada interaksi organisme dengan lingkungannya. Hanyalah keterbatasan biologis yang ditimbulkan oleh kemampuan genetikal yang membatasi pengaruh lingkungan pada belajar.²¹

Ingatan atau memori adalah penyimpanan pengetahuan yang didapat untuk dapat diingat kemudian. Belajar dan mengingat adalah dasar bagi individu untuk beradaptasi dengan lingkungan eksternal tertentu. Perubahan-perubahan saraf yang berperan dalam penyimpanan ingatan disebut dengan jejak ingatan. Sedangkan proses pemindahan dan fiksasi jejak ingatan jangka pendek menjadi simpanan ingatan jangka panjang disebut dengan konsolidasi, dimana apabila seseorang mempelajari

suatu hal yang baru maka akan terbentuk jejak ingatan atau jalur saraf yang baru pula dalam otak.²¹

2.1.3. Struktur Otak yang terlibat dalam Pembentukan Memori

Potongan-potongan spesifik dari memori diperkirakan disimpan dekat dengan bagian otak yang membutuhkannya sehingga memori baru dengan cepat dapat berhubungan dengan memori lama, contohnya, memori visual disimpan di korteks oksipital, memori musik disimpan di korteks temporal, dan sebagainya.²⁴

Berikut adalah bagaimana seseorang dapat mempelajari dan mengingat hal baru. Ketika input sensorik diproses oleh korteks-korteks asosiasi, neuron kortikal mengirimkan impuls menuju lobus temporal medial yang meliputi hipokampus dan daerah korteks temporal sekitarnya. Daerah lobus temporal ini memainkan peran utama dalam konsolidasi memori dan akses memori dengan berkomunikasi dengan thalamus dan korteks prefrontal. Korteks prefrontal dan lobus temporal medial menerima input atau masukan dari *Acetylcholine-releasing neuron* yang terletak di basal otak depan. Percikan asetilkolin inilah yang diduga memungkinkan pembentukan suatu memori. Hilangnya masukan asetilkolin yang dilepas oleh neuron basal otak inilah, misalnya pada penderita penyakit Alzheimer, yang mengganggu proses pembentukan memori baru dan pengambilan memori lama. Memori akan dapat ditarik kembali – diingat kembali – apabila seperangkat neuron yang sama seperti yang terlibat dalam pembentukan memori tersebut terstimulasi.²⁴

2.1.4. Hubungan Memori dan Inteligensia

Klasifikasi umum dari ingatan yaitu ingatan jangka pendek, ingatan jangka menengah, dan ingatan jangka panjang. Selain klasifikasi ingatan secara umum ini, berhubungan dengan lobus prefrontalis, terdapat jenis lain dari ingatan yang disebut “ingatan aktif”. Ingatan aktif ini terutama meliputi ingatan jangka pendek yang digunakan dalam proses pemikiran intelektual, namun penggunaannya berakhir saat setiap tahap permasalahan terselesaikan.

Berikut adalah mekanisme fasilitasi dari ingatan:

- a. Perangsangan terminal fasilitator bersamaan dengan terminal sensorik akan melepaskan serotonin pada sinaps fasilitator di permukaan terminal sensorik.
- b. Serotonin bekerja pada reseptor serotonin menghasilkan enzim adenililsiklase yang menyebabkan terbentuknya enzim *cyclic Adenosin Monophosphate* (cAMP).
- c. AMP siklik menghambat penjalaran kalium pada kanal.
- d. Berkurangnya penjalaran kalium menimbulkan potensial aksi yang semakin lama pada terminal presinaps, karena diperlukan aliran keluar ion kalium terminal untuk pemulihan cepat dari potensial aksi.
- e. Potensial aksi yang lama menyebabkan aktivasi yang semakin lama pada kanal-kanal kalsium yang selanjutnya meningkatkan pelepasan transmitter oleh sinaps-sinaps dan mengakibatkan fasilitasi penjalaran sinaps secara bermakna ke neuron selanjutnya.

Secara tidak langsung, peningkatan sensitivitas perangsangan yang lama pada terminal sensorik menimbulkan jejak ingatan, dimana jejak ingatan inilah yang berperan dalam proses pemikiran intelektual seseorang yang penggunaannya berakhir saat setiap tahap permasalahan terselesaikan.

2.1.5. Dasar Molekuler Pembentukan Memori

Studi pada manusia di tingkat molekuler sangatlah susah, akan tetapi pada studi pada hewan didapatkan dasar molekuler pembentukan memori sebagai berikut:

- a. Isi dari RNA neuron mengalami alterasi dan mRNA yang baru disintesis dihantarkan menuju akson dan dendrit
- b. Ujung-ujung dendrit berubah bentuk
- c. Protein ekstraseluler yang unik disimpan pada sinaps yang terlibat dalam pembentukan *long-term memory*
- d. Jumlah dan ukuran dari presinaptik terminal dapat meningkat
- e. Neuron presinaps melepaskan lebih banyak neurotransmitter

Setiap perubahan ini merupakan aspek dari *Long-term Potentiation* (LTP) dimana peningkatan kekuatan sinaps telah terbukti sangat krusial dalam proses pembentukan memori. LTP pertama kali diidentifikasi pada neuron hipokampal yang menggunakan asam amino glutamat sebagai neurotransmiternya. Salah satu jenis reseptor glutamat, yaitu reseptor *N-methyl D-aspartate* (NMDA), dapat bertindak sebagai kanal kalsium dan menginisiasi perubahan seluler yang membawa LTP.²⁴

2.2. Inteligensia

2.2.1. Definisi dan Ciri Inteligensia

Inteligensia adalah faktor yang berbeda antara individu dan berasosiasi dengan tingkat kemampuan umum yang diperagakan dalam melakukan aneka ragam tugas yang berbeda dan banyak variasinya. *American Psychological Association* (APA) mendefinisikan inteligensia bahwa “setiap individu memiliki perbedaan satu dengan yang lainnya dalam kemampuan memahami situasi kompleks, beradaptasi secara efektif dalam suatu lingkungan, belajar dari pengalaman, berpikir dengan berbagai bentuk penalaran, dan mengatasi suatu masalah dengan mengambil pemikiran.”²⁵

Dengan demikian, ciri-ciri inteligensia antara lain: ²⁶

- a. Inteligensia adalah suatu kemampuan mental yang dapat diamati secara langsung yang melibatkan proses berpikir secara rasional
- b. Inteligensia dapat tercermin dari bagamiana seseorang bertindak secara terarah pada penyesuaian diri terhadap lingkungan dan pemecahan masalah yang timbul darinya.

Teori yang cukup banyak dianut adalah bahwa inteligensia terdiri dari suatu faktor G (*general factor*) dan berbagai factor S (*specific factor*). Faktor G bukanlah sekedar penjumlahan dari faktor-faktor S dimana masing-masing adalah suatu kesatuan yang memiliki kualitas sendiri.²⁷

2.2.2. Faktor yang mempengaruhi inteligensia

Berbagai faktor yang mempengaruhi inteligensia yaitu:²⁶

a. Faktor bawaan

Terbukti pada suatu penelitian bahwa korelasi nilai tes IQ dari suatu keluarga sekitar 0,50. Korelasi yang tinggi ditemukan pada dua anak kembar yaitu dengan hasil tes IQ sekitar 0,90. Bahkan pada anak kembar yang dibesarkan secara terpisah menunjukkan korelasi IQ yang tinggi, walaupun mereka tidak saling kenal. Hal ini berarti bahwa inteligensia bersifat herediter.

b. Faktor lingkungan

Lingkungan sanggup menimbulkan perubahan-perubahan yang berarti walaupun ada ciri-ciri yang sudah dibawa sejak lahir. Inteligensia tidak dapat terlepas dari otak dimana perkembangan otak itu sendiri bergantung pada gizi yang dikonsumsi serta rangsangan-rangsangan kognitif emosional dari lingkungan.

c. *Intelligence Quotient* (IQ)

IQ tidaklah sama dengan inteligensia. IQ atau merupakan skor yang didapatkan dari alat tes kecerdasan. Dengan begitu, IQ hanyalah menggambarkan sedikit indikasi mengenai taraf kecerdasan seseorang dan bukanlah secara keseluruhan.

d. Faktor kematangan

Setiap organ fisik maupun psikis dikatakan matang apabila telah mencapai kesanggupan menjalankan fungsinya.

e. Faktor pembentukan

Pembentukan adalah segala faktor yang berasal dari luar individu yang mempengaruhi perkembangan inteligensia.

f. Minat dan perkembangan yang khas

Di dalam diri manusia terdapat dorongan untuk berinteraksi dengan dunia luar.

g. Kebebasan

Kebebasan memiliki arti bahwa metode-metode tertentu dapat dipilih oleh manusia dalam memecahkan berbagai masalah. Keseluruhan pribadi juga ikut menentukan inteligensia seseorang dimana keseluruhan pribadi ini dapat dilihat dalam tindakan manusia dalam mengambil keputusan. Faktor yang turut berpengaruh dalam mengambil keputusan dapat menjadi pedoman dalam menentukan inteligensia seseorang.

2.2.3. Aspek Biologi Inteligensia

Otak terdiri dari jutaan saraf yang bereaksi terhadap interaksi kimia maupun elektrik. Aktivitas listrik otak diukur terutama dengan *Electroencephalogram* (EEG). Dijelaskan bahwa semakin tinggi suatu IQ yang dimiliki seseorang maka semakin efisien waktu yang digunakan untuk memproses informasi serta ditemukan pada sebuah penelitian bahwa subyek dengan IQ yang lebih tinggi memiliki amplitudo yang lebih kecil dibanding subjek dengan IQ lebih rendah karena otak akan menggunakan lebih sedikit neuron untuk memproses informasi sehingga dapat menyimpan lebih banyak energi, atau dapat dikatakan lebih efisien.²⁸

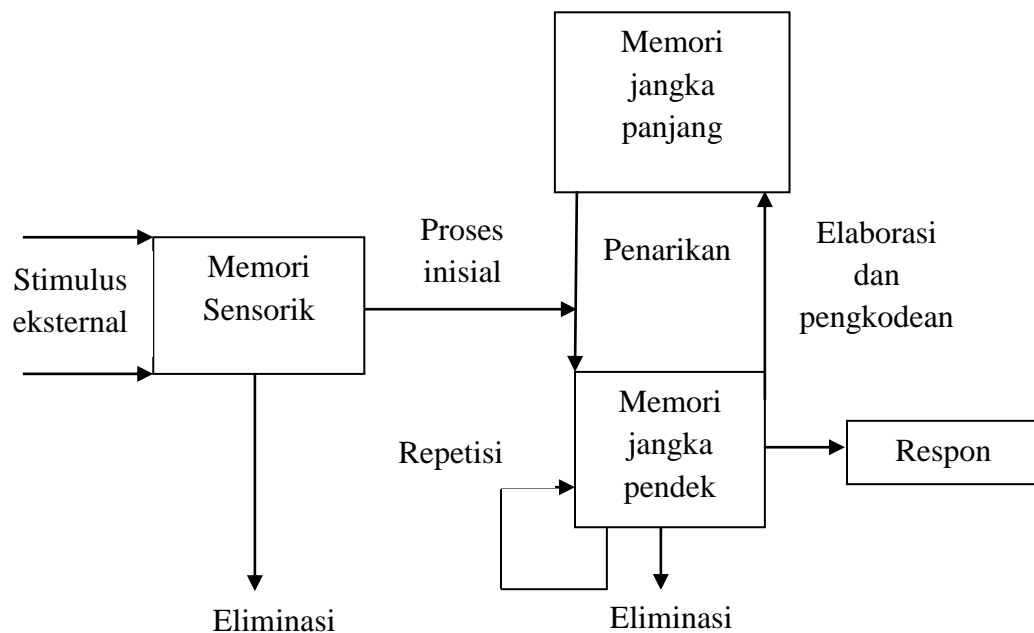
Era penelitian selanjutnya yang dilakukan yaitu melihat hubungan antara nilai IQ dengan volume dari korteks atau *grey matter* dan *white matter*. Pada teknik ini digunakanlah *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) sebagai modalitasnya dibantu dengan *Voxel Based Morphometry* (VBM) dan *Diffusion Tensor Imaging* (DTI) dimana DTI dapat menunjukkan jaras dari *white matter* dengan jelas. Hal yang mengejutkan ialah ditemukannya fakta bahwa laki-laki lebih menggunakan bagian posterior otak sedangkan wanita lebih menggunakan bagian frontal dalam menjalankan fungsi yang berkaitan dengan inteligensia.²⁹

Pada penelitian terbaru, semakin banyak hasil yang membuktikan bahwa proses pengolahan informasi pada wanita dan laki-laki berbeda. Semakin banyak studi mengenai inteligensia yang terus berkembang, salah satunya yaitu bahwa inteligensia dipengaruhi oleh faktor genetik. Korelasi antara inteligensia dan keseluruhan volume otak dapat dijelaskan secara utuh dengan adanya kesamaan seperangkat gen yang mempengaruhi fenotip kedua, dalam kata lain seperangkat gen yang menghasilkan fenotip pada volume otak memiliki cetak yang sama dengan seperangkat gen yang menghasilkan inteligensia.³⁰

2.2.4. Dasar *Information Processing*

Model sistematis mengenai memori, kognisi, dan cara berpikir barulah berkembang pada abad ke-20 dimana model yang paling sering digunakan adalah *Information Processing Model* atau IPM yang berkembang pada tahun 1950an. IPM terdiri dari 3 komponen yaitu *sensory memory* atau memori sensorik, *working memory* atau memori kerja, dan *long-term memory* atau memori jangka panjang.

Memori sensorik dan memori kerja memungkinkan manusia untuk menerima dan mengelola informasi dalam batas tertentu pada awal proses, sementara memori jangka panjang berfungsi sebagai tempat penyimpanan permanen bagi semua pengetahuan yang pernah diproses.³¹



Gambar 2. *Information Processing Model*

Sumber: Lutz ST³²

2.2.4.1. *Sensory Memory* atau **Memori Sensorik**

Memori sensorik memproses informasi yang masuk secara berurutan hanya dalam waktu yang singkat, yaitu biasanya $\frac{1}{2}$ hingga 3 detik. Tujuan utama dari memori sensorik yaitu untuk menyaring stimulus yang masuk untuk hanya memproses stimulus yang paling relevan saja.

Para peneliti setuju bahwa memori sensorik bekerja terlalu cepat sehingga terjadi di luar kesadaran manusia. Hanya informasi yang relevan, familiar, dan yang menjadi subjek *automatic processing* (pemrosesan otomatis) sajalah yang paling mungkin disadari untuk diproses oleh memori sensorik dan diteruskan menuju *working memory* (memori kerja atau memori jangka pendek).³³

2.2.4.2. Working Memory atau Memori Kerja

Setelah stimulus memasuki memori sensorik, mereka akan baik diteruskan ke *working memory* atau memori kerja maupun dihapus dari sistem pemrosesan informasi. Memori kerja adalah istilah yang merujuk pada sistem memori sementara multikomponen dimana informasi yang masuk dinilai bermakna, terkait dengan informasi lain, maupun ditarik kesimpulan darinya.^{32,34}

Untuk mencapai proses kognisi yang efisien dalam memori kerja maka dikembangkanlah istilah-istilah berikut:

- a. *Limited attentional resources* (perhatian yang terbatas), yaitu sifat terbatasnya suatu pengolahan informasi. Semua individu memiliki batasan karena adanya sumber daya kognitif yang terbatas. Seringkali perbedaan antara satu orang dengan lainnya yaitu bukan pada kuantitas sumber daya kognitif melainkan seberapa efisien sumber daya tersebut digunakan.
- b. *Automaticity* (otomatisitas), yaitu mampu melakukan suatu tugas dengan sangat cepat dan efisien karena adanya pengulangan tugas tersebut. Suatu aktivitas atau tugas yang dilakukan berulang-ulang akan membutuhkan kemampuan kognitif yang lebih sedikit. Bahkan keterampilan yang sangat

kompleks seperti mengendarai mobil pada kecepatan 120 km/jam akan menjadi mudah apabila dilakukan berulang kali.

- c. *Selective processing* (pemrosesan selektif), yaitu tindakan yang dengan sengaja hanya memfokuskan kemampuan kognitif yang terbatas pada satu stimulus yang relevan. Seorang pelajar yang sangat efektif dapat berhasil dalam mencapai target karena ia mampu mengidentifikasi stimulus mana yang penting dan mana yang tidak.³²

2.2.4.3. Long-term Memory atau Memori Jangka Panjang

Memori jangka panjang berbeda dengan memori sensorik dan memori kerja. Memori jangka panjang tidak dibatasi oleh kapasitas dan adanya keterbatasan perhatian. Peran memori jangka panjang adalah sebagai gudang penyimpanan yang tak terbatas untuk semua fakta dan pengetahuan dalam memori. Kebanyakan peneliti percaya bahwa memori jangka panjang mampu memegang jutaan potongan informasi untuk waktu yang sangat lama.³⁵

Tabel 2. *Information Processing Model*

Jenis Memori	Tujuan	Kapasitas	Durasi Retensi
Memori sensorik	Memproses stimulus awal	3-7 unit diskret	0.5-3 detik
Memori kerja	Menilai arti stimulus dan menyambungkan potongan-potongan informasi.	7-9 unit informasi	5-15 menit tanpa latihan
Memori jangka panjang	Menyediakan tempat penyimpanan permanen untuk berbagai jenis pengetahuan.	Tak terbatas	Permanen

Sumber: Schraw, G.³⁶

2.2.5. Jenis-jenis Inteligensia

Terdapat banyak sekali teori mengenai inteligensia, tetapi 2 teori yang patut diketahui karena merupakan teori yang paling banyak dianut adalah teori inteligensia menurut Cattell-Horn-Carroll dan teori inteligensia multipel menurut Howard Gardner.

Menurut Cattell-Horn-Carroll, yang selanjutnya akan disebut sebagai teori CHC, inteligensi terbagi menjadi 2 jenis yaitu:³⁷

- a. *Crystalized intelligence*, yaitu inteligensia yang melibatkan pengetahuan dari proses pembelajaran sebelumnya yang berdasar pada fakta dan berakar pada pengalaman. Seiring waktu, semakin banyak pengalaman dan pembelajaran yang diperoleh. Jenis inteligensia ini relatif stabil dan menetap. Dengan kata lain, *crystalized intelligence* pun akan semakin kuat dan meningkat seiring bertambahnya usia dan cenderung tidak mudah berubah tingkatannya.

b. *Fluid intelligence*, yaitu melibatkan kemampuan berpikir secara logika dan abstrak serta memecahkan masalah. Inteligensia jenis ini dianggap terlepas atau independen dari pembelajaran, pengalaman, dan pendidikan. Contohnya yaitu bagaimana seorang anak laki-laki menyelesaikan *puzzle* dengan berbagai strategi pemecahan masalahnya. Berbeda dengan *crystalized intelligence*, kemampuan inteligensia ini dapat ditingkatkan apabila dilatih terus-menerus karena lebih merupakan pola pikir seseorang terlepas dari berbagai pengetahuan maupun pengalaman sepanjang hidup seperti pada *crystalized intelligence*.

Sedangkan menurut Howard Gardner, terdapat 9 tipe inteligensia yaitu:³⁸

- a. *Verbal-linguistic intelligence*: keterampilan verbal yang berkembang dengan baik serta kepekaan terhadap suara, arti, dan irama dari kata-kata.
- b. *Logical-mathematical intelligence*: kemampuan untuk berpikir secara konseptual dan abstrak serta kapasitas untuk melihat pola-pola logis dan numerik.
- c. *Spatial-visual intelligence*: kapasitas untuk memikirkan suatu gambar dan memvisualisasikannya secara abstrak dan akurat.
- d. *Bodily-kinesthetic intelligence* : kemampuan untuk mengontrol pergerakan tubuh dan menangani objek dengan terampil.
- e. *Musical intelligence*: kemampuan untuk memproduksi dan memahami ritme, nada serta warna nada.

- f. *Interpersonal intelligence*: kapasitas untuk memberi respon yang tepat terhadap suasana perasaan, motivasi, dan kehendak serta keinginan orang lain.
- g. *Intrapersonal intelligence*: kapasitas untuk menyadari diri sendiri selaras dengan perasaan batin, nilai-nilai, kepercayaan, dan proses berpikir.
- h. *Naturalist intelligence*: kemampuan untuk mengenali dan mengategorikan tumbuhan, hewan, dan obyek lain di alam.
- i. *Existential intelligence*: kepekaan dan kapasitas untuk memahami keberadaan manusia, mengapa manusia ada, apa yang seharusnya dilakukan oleh manusia, dsb.

2.2.6. Pengukuran Inteligensia

Tes inteligensia mengukur kemampuan intelektual seseorang yang termasuk ke dalam *psychometric test*. *Psycho* = *mind* = pikiran dan *metric* = *measurement* = pengukuran, sehingga *psychometric* secara sederhana berarti pengukuran pikiran atau pola piker.³⁹ Beberapa tes yang umum digunakan untuk mengukur inteligensi yaitu:

1. *Weschler Intelligence Test*

Terdapat berbagai macam tes yang dibagi sesuai dengan golongan usia:

- a. *Weschler Adult Intelligence Scale* (WAIS-III), yaitu untuk dewasa
- b. *Weschler Intelligence Scale for Children* (WISC-IV), yaitu untuk anak-anak
- c. *Weschler Preschool and Primary Scale of Intelligence* (WPPSI-III), yaitu usia yang lebih muda lagi

David Weschler merancang tes sebagai 2 kategori subtes yaitu *verbal* dan *performance (nonverbal)*. Akan tetapi seiring perkembangan pengetahuan dan

penelitian, saat ini terdapat 4 skor indeks yang dinilai dalam tes ini dimana data yang dikumpulkan bersifat normatif ⁴⁰:

- a. *Verbal Comprehension Index*, yaitu mengukur pembentukan konsep verbal dan penalaran verbal
- b. *Perceptual Reasoning Index*, yaitu mengukur *fluid reasoning*, *spatial processing*, dan *visual-motor integration*
- c. *Working Memory Index*, yaitu mengukur kapasitas dalam menyimpan, mentransformasi, dan memanggil kembali informasi dan data di dalam *short-term memory*
- d. *Processing Speed Index*, yaitu mengukur kemampuan untuk secara cepat dan akurat memproses suatu informasi hafalan

2. *Stanford-Binet Intelligence Test*

Stanford-Binet edisi ke-5, atau yang selanjutnya disebut SB5, berbeda dengan *Weschler Intelligence Test*. SB5 tidak terbagi ke dalam 3 kategori usia seperti Weschler, melainkan hanyalah satu tes tunggal yang dapat diberikan di segala usia. Skor indeks yang dinilai dalam SB5 ialah: ⁴⁰

- a. *Fluid reasoning*, yaitu kemampuan untuk memecahkan masalah baru
- b. *Knowledge*, yaitu informasi umum yang terakumulasi dari waktu ke waktu melalui pengalaman pribadi termasuk pendidikan, keluarga, dan lingkungan
- c. *Quantitative reasoning*, yaitu kemampuan untuk memecahkan masalah numeric

- d. *Visual-spatial processing*, yaitu kemampuan untuk menganalisis informasi secara visual, termasuk hubungan di antara obyek-obyek, orientasi ruang / spasial, mengabungkan suatu teka-teki gambar hingga menjadi utuh, dan mendeteksi pola-pola visual
- e. *Working memory*, yaitu kemampuan untuk bertahan dan mentransformasikan suatu informasi dalam memori jangka pendek

Masing-masing dari kelima kategori ini terbagi menjadi dua bagian yaitu verbal dan nonverbal. Secara keseluruhan, Weschler telah dikenal dan dipakai secara lebih umum dibandingkan dengan SB5, akan tetapi S5 tetap memiliki posisi yang juga dihargai dan tetap bertahan popularitasnya selama satu abad terakhir.

2.3. Brain Training

2.3.1. Plastisitas Otak

Plastisitas otak atau neuroplastisitas adalah kemampuan otak untuk terus berubah sepanjang hidup dengan melakukan reorganisasinya sendiri dengan membentuk koneksi dan sinaps baru di antara sel-sel neuron. Plastisitas otak merupakan suatu proses fisik dimana substansia grisea dapat mengalami pengecilan, penebalan, koneksi antar neuron yang menguat maupun melemah hingga terputus.⁴¹

Perubahan fisik yang terjadi pada otak ini bermanifestasi sebagai perubahan kemampuan sehari-hari. Contohnya, ketika seseorang mempelajari langkah dan cara menari yang baru, hal tersebut akan tercermin pada otak dimana terbentuklah “kabel” atau jalur saraf yang baru yang menginstruksikan tubuh bagaimana untuk bergerak sesuai langkah tersebut. Sebaliknya, ketika kita melupakan nama seseorang, maka

“kabel” yang tadinya terhubung pada memori di otak kita terdegradasi bahkan terputus. Hal ini berarti bahwa perubahan pada otak dapat meningkatkan keterampilan maupun melemahnya kemampuan.⁴²

Neuroplastisitas dapat terjadi saat :

- a. Pada awal kehidupan, yaitu dimana otak yang masih imatur mengorganisasi dirinya sendiri
- b. Ketika terjadi cedera otak, yaitu untuk mengkompensasi fungsi yang hilang atau memaksimalkan fungsi yang masih ada
- c. Selama masa dewasa, yaitu ketika mempelajari atau mengingat sesuatu yang baru

2.3.2. Brain Training

Brain training adalah suatu latihan yang diberikan pada otak dengan soal-soal tertentu maupun cara-cara tertentu yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan kognitif seseorang yang dianalogikan dengan kekuatan fisik yang dapat ditingkatkan dengan melakukan olahraga. *Brain training* dipercaya dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan mental seseorang sehingga kini makin sering digunakan sebagai salah satu cara menangani pasien depresi hingga Alzheimer.⁴³

Semakin banyak aplikasi *brain training* yang kian bermunculan dari berbagai perusahaan dan penelitian. Lumosity™, yang menawarkan tugas berbasis web yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan kognitif seperti memori dan perhatian meraih 50 juta pelanggan. Cogmed™ mengklaim sebagai "solusi berbasis komputer

untuk masalah perhatian yang disebabkan oleh memori kerja yang buruk , " dan BrainHQ™ akan membantu " membuat sebagian besar otak yang unik".⁴⁴

Hingga saat ini masih bersifat kontroversial apakah *brain training* sungguh dapat meningkatkan kemampuan kognitif orang yang memainkannya. Hal ini sesuai dengan teori bahwa memori bekerja membutuhkan proses otomatisitas, yaitu kemampuan melakukan suatu tugas dengan sangat cepat dan efisien karena adanya pengulangan tugas tersebut. Hal ini berarti bahwa tugas lain dalam kehidupan sehari-hari belum tentu dapat ditingkatkan fungsinya melalui *brain training* karena hanya tugas yang dilatih sajalah yang akan terpeta dengan lebih baik jarasnya di otak. Para peneliti hingga saat ini masih memperdebatkan apakah proses transfer, yang memungkinkan peningkatan kemampuan kognitif sehari-hari setelah dilakukannya *brain training*, sungguh dapat terjadi.³⁴

2.3.3. Transfer

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, transfer itu sendiri mengacu pada pengertian bahwa terdapat efek yang nyata ketika seseorang menjalankan tugas lain yang tidak terprediksi dan tidak dilatih sebelumnya yang berbeda latihan pada *brain training*.⁴⁵

Penelitian yang dilakukan oleh Bastian dan Oberauer di University of Zurich, Jerman, menunjukkan bahwa efek transfer berhubungan langsung dengan perbaikan pada tugas-tugas yang diberikan dalam latihan otak. Perbaikan ini hanya terlihat dan teramati pada daerah-daerah yang menjadi target dari latihan otak dan hasilnya masih dapat terlihat 6 bulan setelah latihan otak ini diberikan.⁴⁶

Penelitian lain yang dilakukn di Columbia *University*, New York, bahkan membuktikan bahwa terdapat perbaikan *fluid intelligence* pada peserta latihan otak bahkan pada area-area yang tidak terkait dengan latihan otak ini, dengan tambahan bahwa perbaikan ini bersifat *dosage-dependant*. Hal ini berarti bahwa semakin banyak latihan yang dilakukan, maka semakin banyak manfaat yang terlihat.⁸

2.4. Haselbauer Intelligence Test dan Carter Intelligence Test

Haselbauer Intelligence Test adalah tes inteligensia yang diambil dari buku berjudul “*What’s your IQ?*” yang oleh Nathan Haselbauer, yaitu pendiri *International High IQ Society*©, sebuah organisasi intelektual *high IQ* yang berkembang sangat pesat yang berasal dari New York, Amerika Serikat. Buku ini terdiri atas berbagai jenis tes inteligensia antara lain: *social intelligence assasement* (penilaian inteligensia social), *emotional intelligence* (inteligensia emosional), *multiple intelligence* (inteligensia multiple), *aptitude test* (tes bakat), *level of assertiveness* (tingkat ketegasan), *leadership skills* (keterampilan kepemimpinan), *working memory* (memori kerja atau memori jangka pendek), *mathematical intelligence* (inteligensia matematis), *logical intelligence* (inteligensia logis), *visual-spatial intelligence* (inteligensia visual spasial), *verbal intelligence* (inteligensia verbal), *lateral thinking* (berpikir lateral), dan *12 minutes IQ test* (tes IQ 12 menit).¹⁴

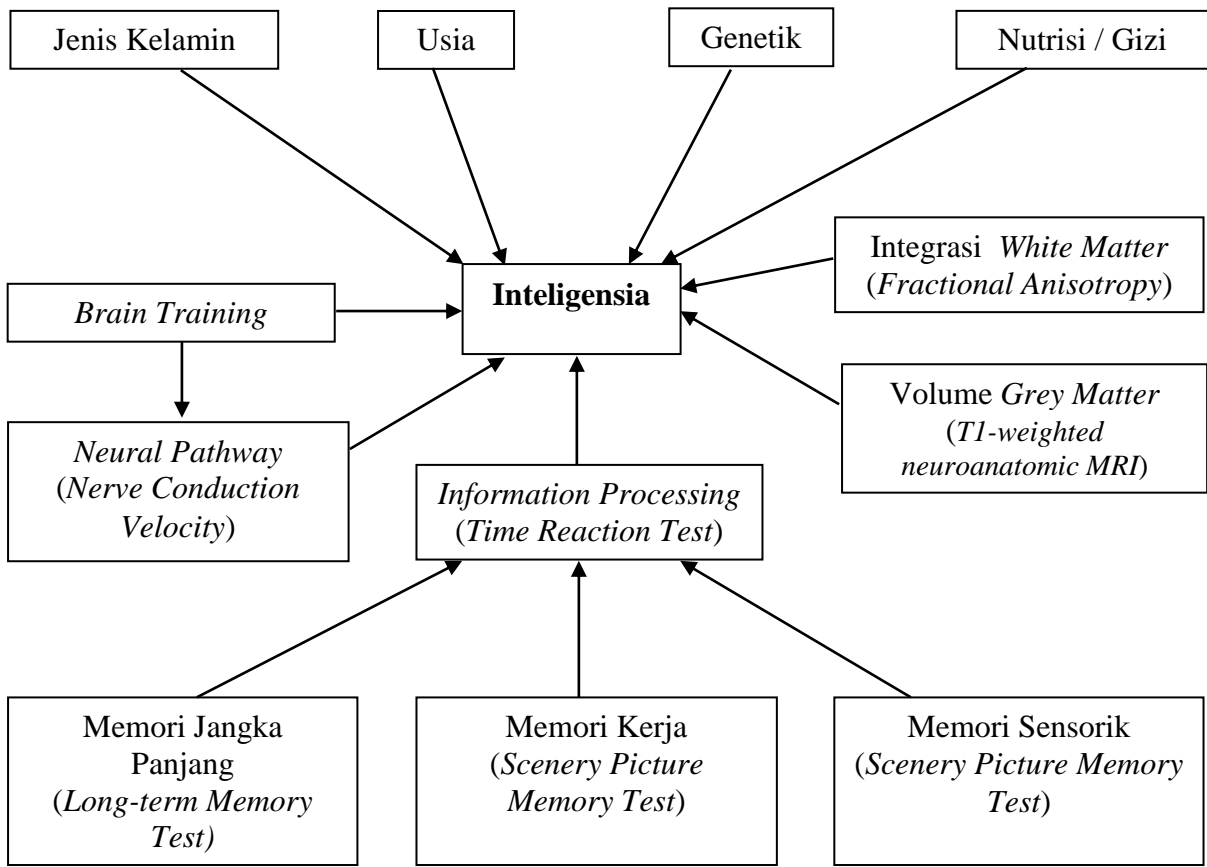
Berbagai jenis tes inteligensia di atas dapat digolongkan menjadi *crystalized intelligence test* dan *fluid intelligence test*, dan seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya yaitu bahwa *crystalized intelligence* cenderung untuk stabil , tidak mudah berubah, dan menetap nilainya sedangkan *fluid intelligence* lebih mungkin

untuk ditingkatkan nilainya karena merupakan pola pemikiran dan penalaran masing-masing individu terlepas dari *general knowledge* yang diketahui menurut pengalaman,³⁷ maka hanya *fluid intelligence test* sajalah yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Fluid intelligence tests yang terdapat dalam buku ini yaitu *working memory*, *mathematical intelligence*, *logical intelligence*, *visual-spatial intelligence*, dimana yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *working memory test* (tes memori kerja atau memori jangka pendek) dan *visual-spatial intelligence test* (tes inteligensia visual spasial).

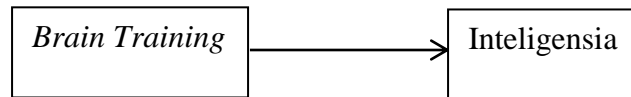
Carter Intelligence Test adalah tes inteligensia yang diambil dari buku berjudul “*The complete Book of Intelligence Test*” yang ditulis oleh Philip Carter, dimana Carter adalah seorang ahli inteligensia yang terus-menerus memperbaharui dan menulis buku-buku tes inteligensia dengan berbagai macam jenis soal. Soal-soal yang terdapat pada buku ini terbagi menjadi *aptitude test* (tes bakat), *logical reasoning test* (tes penalaran logis) termasuk *progressive matrices test*, *creativity test* (tes kreativitas) termasuk *problem solving test* (tes pemecahan masalah), *emotional intelligence test* (tes inteligensia emosional), dan *memory test* (tes memori).¹⁵ Jenis tes inteligensia yang tergolong *fluid intelligence test* yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *logical reasoning* (penalaran logis) dan *problem solving tests* (tes pemecahan masalah).

2.5. Kerangka teori



Gambar 3. Kerangka teori

2.6. Kerangka konsep



Gambar 4. Kerangka konsep

2.7. Hipotesis

Terdapat perbedaan tingkat inteligensia diukur dengan *Haselbauer* dan *Carter Intelligence Test* sebelum dan sesudah *brain training*.

