

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Memori

2.1.1 Definisi Memori

Memori adalah kemampuan untuk menyimpan, mempertahankan, dan mengingat informasi dari pengalaman masa lalu pada otak manusia. Memori merupakan kumpulan apa yang diingat sehingga memberikan kemampuan individu untuk belajar dan beradaptasi serta memberikan kontrol dari penggunaan pengalaman masa lalu terhadap perilaku saat ini dan pengolahan berpikir di masa yang akan datang.^{20, 21}

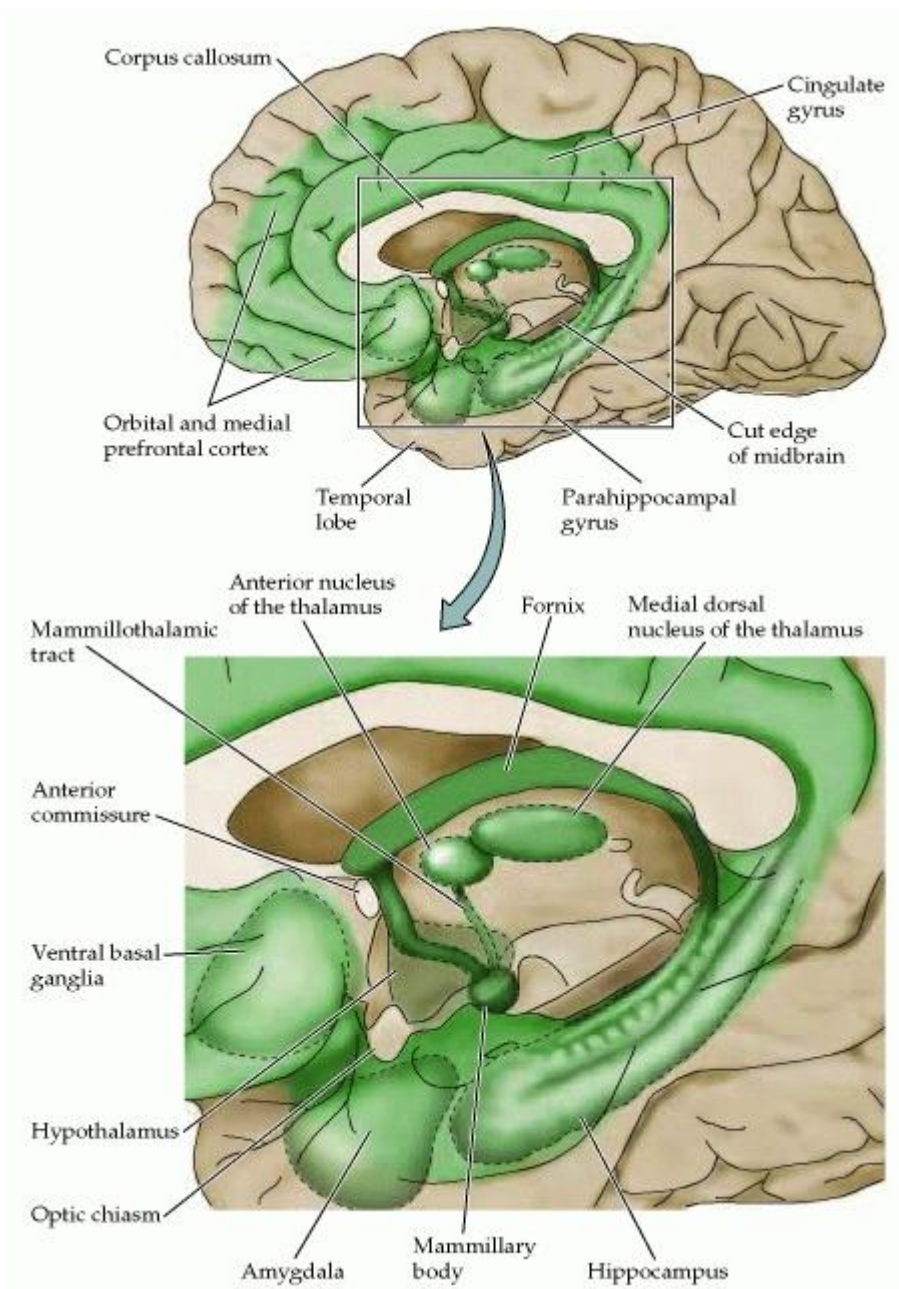
Memori merupakan salah satu bagian dari fungsi kognitif sehingga sangat penting dalam proses belajar. Individu yang memiliki fungsi memori yang baik maka pada umumnya memiliki kemampuan belajar yang baik pula.²² Kognisi atau *cognition* merujuk kepada tindakan dan proses “mengetahui”, serta kesadaran dan penilaian. Fungsi kognitif memuat kemampuan berpikir rasional termasuk proses belajar, mengingat, menilai, orientasi, persepsi dan memperhatikan. Hal ini meliputi : bagaimana seseorang memperoleh informasi, bagaimana informasi itu kemudian direpresentasikan dan ditransformasikan sebagai pengetahuan, bagaimana pengetahuan itu disimpan di dalam ingatan kemudian dimunculkan kembali, dan bagaimana pengetahuan itu digunakan seseorang untuk mengarahkan sikap-sikap dan

perilaku-perilakunya.^{21, 23} Secara garis besar fungsi kognitif terdiri dari beberapa fungsi, antara lain:^{24,25}

- a. Fungsi reseptif, yang melibatkan kemampuan untuk mendapatkan informasi.
- b. Fungsi memori dan belajar, dimana informasi yang telah didapat disimpan dan dapat dipanggil kembali.
- c. Fungsi berpikir, yaitu cara mengorganisasi informasi.
- d. Fungsi ekspresif, dimana informasi yang telah diperoleh kemudian diinformasikan dan digunakan.

2.1.2 Bagian Otak yang Berperan dalam Memori

Dari berbagai penelitian didapatkan bahwa ternyata memori tidak dapat dihubungkan dengan bagian otak tertentu yang spesifik, bagian utama pada otak yang berperan penting dalam terbentuknya memori adalah sistem limbik dan hipokampus, struktur-struktur di lobus temporalis medial, serebelum, korteks prefrontalis, dan bagian lain korteks serebri.^{21, 26-28}



Gambar 1. Sistem limbik.

Sumber: Purves²⁹

2.1.2.1 Korteks Serebri

Korteks serebri tersusun menjadi lapisan-lapisan dan kolom-kolom fungsional. Neuron-neuron di dalam kolom tertentu berfungsi sebagai satu kesatuan misalnya berfungsi dalam pemrosesan suatu persepsi rangsangan dari lokasi yang sama. Perbedaan fungsional dari berbagai area korteks ditimbulkan oleh perbedaan pola pembentukan lapisan di dalam kolom dan perbedaan koneksi masukan-keluaran. Bagian dari korteks yang berfungsi dalam memori adalah neuron yang melapisinya. Tipe struktur dari neuron tersebut adalah:^{21,30}

a. Granuler (Stelata)

Berperan untuk mentransmisikan sinyal jarak pendek sehingga berperan dalam pemrosesan awal masukan sensorik ke korteks.

b. Fusiform

Berperan dalam proses output, memiliki jaras yang panjang sehingga dapat menghubungkan ke area serebri lain.

c. Piramidal

Berperan dalam proses output seperti halnya fusiform, menghubungkan dengan area serebri lain.

Neuron-neuron yang berperan dalam memori tersebar di seluruh daerah subkorteks dan korteks sehingga jumlah dan luas kerusakan pada korteks serebri berhubungan dengan gangguan memori. Selanjutnya diketahui bahwa lobus temporalis serebri dapat menyimpan dan membangkitkan memori seseorang. Hal tersebut diketahui akibat rangsangan listrik yang diberikan pada lobus temporalis

dapat menimbulkan ingatan-ingatan yang hidup berbeda halnya apabila rangsangan diberikan selain di lobus temporalis yang mana hal-hal seperti ini tidak dapat ditemukan. Lobus frontalis yang merupakan suatu daerah korteks asosiasi yang luas menurut penelitian berhubungan dengan memori tentang peristiwa yang bersifat baru. Pada area ini terjadi proses elaborasi kumpulan pikiran yang masuk ke serebri yang nantinya akan menjadi memori jangka pendek.²⁸

2.1.2.2 Area Asosiasi

Area asosiasi merupakan area pada korteks serebri yang menghubungkan setiap bagian struktur otak satu sama lain. Area ini berfungsi untuk menerima dan menganalisis sinyal dari setiap regio otak. Area asosiasi di otak diantaranya:³¹

1. Area asosiasi parieto-okspitotemporal
 - a. Area analisis keserasian spasial tubuh, dimulai dari korteks parietal bagian posterior kemudian ke korteks oksipitalis superior.
 - b. Area pemahaman bahasa atau area Wernicke. Area ini terletak di belakang korteks auditorik primer di lobus temporalis.
 - c. Area proses membaca. Area ini termasuk girus angularis yang mengartikan kata-kata yang diterima secara visual yang diteruskan ke dalam area Wernicke.
 - d. Area penamaan objek, area ini terletak di bagian lateral lobus oksipitalis anterior dan lobus temporalis posterior.
2. Area asosiasi prefrontal, area ini berfungsi untuk merencanakan pola yang kompleks dan berurutan dari gerakan motorik, melakukan proses berpikir, fungsi perluasan pikiran dan memori kerja.

3. Area asosiasi limbik, area ini berfungsi dalam pengaturan emosi untuk mengaktifkan area otak lain dan menghasilkan motivasi belajar.

2.1.2.3 Sistem Limbik

Sistem limbik merupakan suatu cincin struktur otak depan yang mengelilingi batang otak dan saling berhubungan melalui jalur neuron rumit. Struktur ini mencakup lobus korteks serebri (terutama korteks asosiasi limbik), nukleus basal, thalamus, dan hipotalamus. Sistem ini berhubungan dengan emosi, mempertahankan kelangsungan hidup, pola perilaku sosioseksual, motivasi, memori, dan belajar. Sistem limbik mencakup:^{21, 29, 31, 32}

- a. Mesokorteks/Korteks Paralimbik
- b. Allokorteks/Korteks Limbik
- c. Formatio Hippocampus yang terdiri dari Hippocampus, Gyrus Parahippocampalis, dan Gyrus Dentatus dimana struktur ini penting untuk belajar dan memori.
- d. Korteks Olfaktori primer
- e. Area Kortikal

Sistem Limbik juga memiliki 2 fundamental koneksi, yaitu:

- a. Jaras Intrakortikal yang digunakan untuk emosi, perhatian, dan memori.
- b. Jaras Subkortikal yang melawati hipotalamus dan batang otak untuk mengatur homeostasis dan tingkah laku sosial.

Secara singkat stimulus dari luar masuk ke dalam korteks asosiasi parietookipitalis yang berfungsi sebagai perseptuospasial. Kemudian informasi ini

akan diarahkan ke korteks asosiasi frontalis sebagai fungsi perencanaan dan akan memasuki sistem limbik. Jalan masuk sistem limbik ini dapat melalui amigdala dan formatio hipokampus. Jarak dari sistem limbik atau *Circuit of Papez* ini yaitu:

Nucleus amygdala → Fornix → Corpus mamilaris → traktus mamilothalamikus → thalamus (nucleus anterior) → traktus thalamocorticalis → gyrus cinguli → cingulum → nucleus amigdala.

Hipokampus dalam proses memori berperan dalam pengulangan, penyusunan, dan konsolidasi ingatan sebelumnya. Seseorang yang kedua hipokampusnya mengalami kerusakan atau telah diangkat tidak akan memiliki masalah untuk mengingat informasi sebelum kerusakan atau pengangkatan hipokampusnya, namun orang tersebut tidak akan mampu untuk mengubah memori jangka pendeknya untuk menjadi memori jangka panjang atau dengan kata lain orang tersebut tidak dapat untuk mengadakan ingatan baru.^{26, 32, 33}

2.1.3 Fisiologi Memori

Mekanisme memori atau ingatan merupakan suatu mekanisme yang kompleks. Untuk memproses suatu pengalaman atau informasi ke dalam ingatan maka sistem saraf harus menciptakan kembali pola perangsangan yang sama di dalam susunan saraf pusat di masa yang akan datang. Untuk mengingat suatu informasi yang diterima seseorang harus melalui tiga tahap sebagai berikut:^{25, 32, 34}

- a. Belajar / *learning* berupa *encoding*, penyandian atau mencatat informasi.
- b. Retensi / *retention* berupa penyimpanan informasi yang telah diperoleh (*storage*).

c. Retrieval / *retrieval* berupa pencarian kembali informasi yang telah disimpan (*decoding*).

2.1.3.1 Komunikasi Neuron

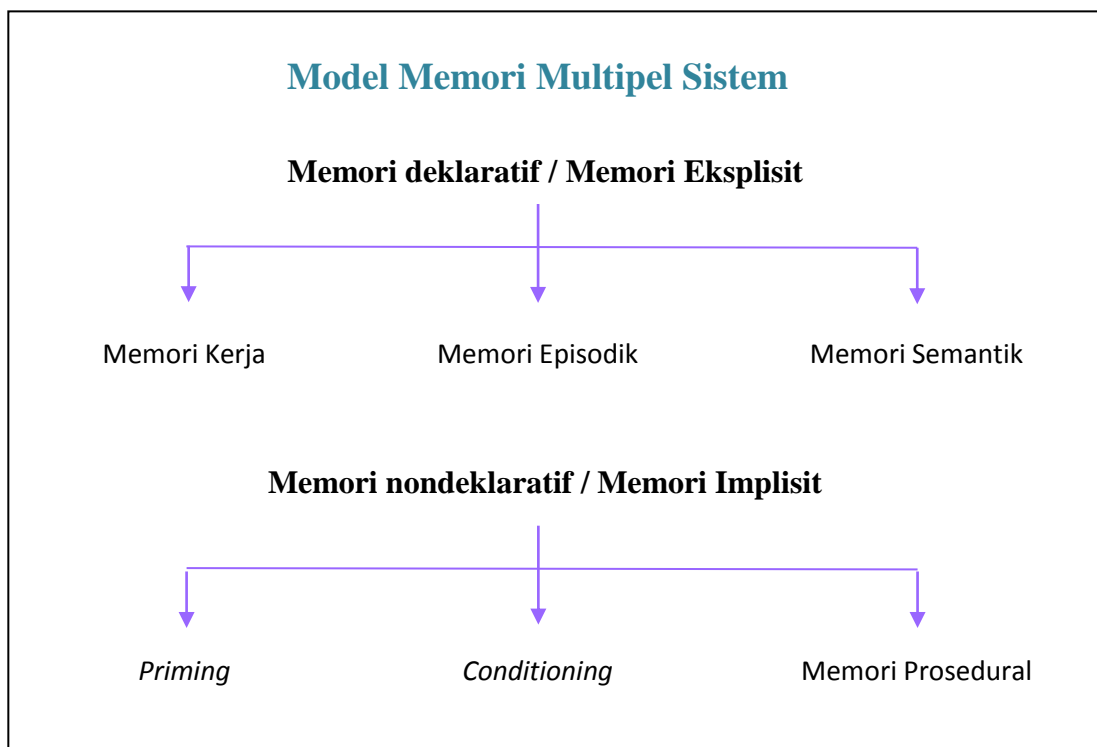
Memori disimpan dalam otak dengan mengubah sensitivitas dari transmisi antar sinaps neuron sehingga menghasilkan aktivitas neural. Transmisi yang terfasilitasi ini dinamakan *Memory traces* atau jejak ingatan dan diperantarai oleh aktivitas elektrik dan kimiawi. Memori dapat dipanggil kembali apabila bagian otak yang sama menciptakan transmisi yang sama sehingga *memory trace* terbentuk kembali. Dasar cara kerja memori pada umumnya:^{21, 26, 35}

1. Stimulasi pada terminal presinaps memicu dikeluarkannya neurotransmitter yang berada dalam vesikel-vesikel presinaptik.
2. Neurotransmitter yang dikeluarkan berikatan dengan reseptor di membran terminal. Reseptor kemudian akan mengaktifasi enzim *adenyl cyclase* pada membran. *Adenyl cyclase* kemudian akan membentuk *Cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) yang terdapat pada terminal sinaps sensorik.
3. cAMP akan mengaktifasi protein kinase yang menyebabkan fosforilasi pada protein yang merupakan bagian dari kanal potasium pada membran sinaps terminal sensori, hal ini menyebabkan hambatan pada K^+ .
4. Kekurangan konduksi pada potasium menyebabkan aksi potensial dengan durasi panjang di sinaps terminal sensori karena pengeluaran potasium penting untuk pemulihan aksi potensial.

5. Durasi aksi potensial yang lama menyebabkan aktivasi kanal kalsium yang lama, sehingga kalsium dapat masuk ke sinaps sensori terminal. Ion kalsium menyebabkan peningkatan pelepasan neurotransmitter sehingga memfasilitasi peningkatan sensitivitas eksitatori pada terminal sensorik dan membentuk *memory trace*.

2.1.4 Klasifikasi Memori

Memori merupakan suatu kesatuan dalam sirkuit neuroanatomikal yang mana tidak dapat bekerja sendiri. Memori dibagi menjadi memori deklaratif dan memori non-deklaratif.³⁶



Gambar 2.Model Memori

Sumber: May³⁶

2.1.4.1 Memori Deklaratif

Memori deklaratif atau memori eksplisit merupakan suatu sistem memori yang dikendalikan secara sadar, sengaja, dan fleksibel. Memori deklaratif umumnya melibatkan beberapa niat dan upaya. Beberapa penelitian menyatakan bahwa fungsi memori deklaratif menurun seiring dengan usia.

Memori deklaratif berhubungan dengan hipokampus dan lobus frontalis dimana kerusakan pada bagian ini akan mempengaruhi memori deklaratif. Orang yang mengalami kerusakan pada hipokampus akan mengalami kesulitan dalam membentuk memori jangka panjang yang baru dan orang yang mengalami kerusakan lobus frontalis akan mengalami gangguan pada memori kerja.^{28, 36}

a. Memori Kerja

Working memory atau memori kerja yang belakangan sering disamakan dengan memori jangka pendek merupakan suatu sistem memori yang memungkinkan kita untuk merencanakan dan melaksanakan suatu tindakan. Misalnya saat menyelesaikan masalah aritmatika tanpa menggunakan kertas, menyimpulkan suatu pendapat yang panjang, memproses informasi yang didapat di kelas dan mengaksesnya untuk belajar dan mengasosiasikan untuk mendapatkan informasi baru.

b. Memori Episodik

Memori episodik merupakan suatu memori jangka panjang yang menyimpan informasi tentang suatu kejadian spesifik yang berhubungan dengan kehidupan seseorang. Memori ini digunakan untuk mengingat kejadian masa lalu misalnya

mengingat film yang ditonton minggu lalu atau nama buku yang disarankan oleh dosen dan lain sebagainya.

c. Memori Semantik

Memori semantik merupakan suatu memori jangka panjang yang menyimpan pengetahuan umum, misalnya kosa kata dan fakta-fakta.

2.1.4.2 Memori Non-deklaratif

Memori non-deklaratif atau memori implisit merupakan sebuah sistem memori yang mempengaruhi persepsi dan tingkah laku individu tanpa melihat pengetahuan, kesadaran, ataupun keinginan. Memori ini tidak membutuhkan usaha ataupun keinginan. Berbeda dengan memori deklaratif, memori non-deklaratif cenderung tidak dipengaruhi dengan usia.

Memori non-deklaratif diperantai oleh daerah korteks, cerebellum, dan ganglia basalis. Kerusakan pada hipokampus dan lobus frontalis selain dapat mempengaruhi memori deklaratif juga karena mengganggu area korteks visual dan mengganggu *visual priming*. Kerusakan pada cerebellum dan ganglia basalis dapat merusak *classical conditioning* dan memori prosedural.

a. *Priming*

Priming merupakan sebuah proses otomatis yang dilakukan tanpa kesadaran yang memungkinkan individu dapat meningkatkan ketepatan dan kecepatan respon sebagai hasil dari pengalaman masa lalu. *Priming* merangsang asosiasi atau keterkaitan antar memori sehingga proses *retrieval* atau pengambilan kembali

memori menjadi lebih efisien. Misalnya adalah saat ingin mengucapkan suatu kata yang sulit untuk pertama kalinya misalnya “*pretzel*” maka waktu yang dibutuhkan pertama kali untuk membaca kata tersebut akan lebih lama dibandingkan ketika ingin mengucapkan kata tersebut untuk kedua kalinya.

b. Memori Prosedural

Memori prosedural berkaitan dengan proses menyelesaikan suatu tugas setelah sebelumnya tugas tersebut telah dipelajari dan menjadi suatu keotomatisan. Misalnya saat seorang pemain piano memainkan pianonya atau saat seorang petenis memukul bola tenis.

c. *Classical conditioning*

Classical conditioning atau pengkondisian klasik merupakan sistem memori yang mengasosiasikan atau menghubungkan dua stimulus tertentu. Misalnya pada eksperimen dengan anjing dan makanan, tepat sebelum memberikan anjing makanan maka peneliti membunyikan lonceng. Kemudian setelah sekian waktu anjing akan belajar bahwa pembunyian lonceng mengindikasikan pemberian makanan dan setiap mendengar bunyi lonceng maka secara otomatis anjing akan memproduksi saliva yang berlebih. Pada manusia hal ini diterapkan dengan penggunaan nada dering tertentu untuk penelepon tertentu.

2.1.4.3 Klasifikasi Memori Lain

Selain klasifikasi memori diatas, banyak ahli fisiologi mengklasifikasikan memori menjadi tiga jenis, yaitu:^{24, 26, 36}

a. Memori Sensoris

Memori sensoris merupakan kemampuan untuk menyimpan isyarat sensoris di daerah sensoris otak untuk jangka waktu yang sangat singkat setelah pengalaman sensoris yang sebenarnya. Isyarat ini tetap tersedia selama beberapa ratus milidetik untuk dianalisis dan diteliti sehingga dapat digunakan untuk pengolahan informasi selanjutnya yang akan menentukan apakah informasi akan diproses atau dilupakan. Dengan kata lain memori sensoris merupakan stadium awal dalam proses memori.

Memori sensoris spesifik untuk indera tertentu dan dengan waktu yang sangat singkat pula:

1. Memori ikonik untuk informasi visual, durasi 150-500 mdetik
2. Memori ekoik untuk informasi auditorial, durasi 1-2 detik

Informasi yang disimpan dari memori sensoris tidak berarti kecuali apabila informasi tersebut diproses. Tujuan dari memori sensoris adalah untuk menyimpan informasi di sekitar walaupun hanya untuk waktu yang singkat untuk diproses lebih lanjut. Pengolahan informasi ini membutuhkan waktu dan akan sangat memudahkan apabila informasi tersebut terus tersedia atau terus dipertahankan selama durasi tersebut.

b. Memori Jangka Pendek atau *Short-term Memory*

Memori jangka pendek atau *short term memory* atau memori kerja (*working memory*) merupakan ingatan tentang fakta, kata, bilangan, huruf, atau informasi kecil lainnya yang bertahan selama beberapa detik sampai satu menit atau lebih pada suatu waktu. Contoh penggunaan memori jangka pendek adalah ketika seseorang ingin mengingat nomor telepon dalam jangka waktu yang singkat dari buku telepon. Namun memori jangka pendek biasanya hanya terbatas pada tujuh informasi kecil, sehingga apabila beberapa informasi baru dimuat ke dalam simpanan jangka pendek maka informasi lama akan tergantikan. Jadi setelah seseorang mengingat nomor telepon untuk kedua kalinya, maka nomor yang pertama biasanya sudah terlupakan. Pada memori jangka pendek informasi yang dibutuhkan langsung tersedia sehingga seseorang tidak perlu mencari informasi tersebut di ingatannya seperti halnya memori jangka panjang.

Memori jangka pendek merupakan suatu sistem memori yang digunakan untuk menyimpan dan memproses informasi yang sedang dipikirkan seseorang.. Informasi dari memori sensorik yang telah diterima kemudian akan ditransfer ke penyimpanan memori selanjutnya. Berbeda dengan memori sensorik yang memiliki kapasitas yang sangat besar, memori jangka pendek memiliki kapasitas yang lebih kecil. Seluruh informasi dari memori sensorik baik yang ikonik maupun ekoik tidak seluruhnya menjadi memori jangka pendek, namun informasi ini akan dipilah dan diproses untuk menjadi memori jangka pendek. Selain itu berbeda dengan memori

sensorik yang tidak membutuhkan kesadaran, memori jangka pendek membutuhkan kesadaran.

Karakteristik memori jangka pendek:²⁴

- a. Informasi pada memori jangka pendek merupakan memori yang disadari.
- b. Kapasitas memori jangka pendek kecil yaitu sekitar 7 ± 2 *item*, nomor telepon, password.
- c. Informasi cepat diakses.
- d. Durasi pada memori jangka pendek sangat singkat, tanpa adanya rangsangan tertentu maka informasi akan hilang setelah 18 detik.
- e. Kehilangan informasi dapat dicegah apabila dilakukan pengulangan.
- f. Informasi biasanya disandikan dalam bentuk suara.
- g. Informasi dapat dipotong atau diubah menjadi hal yang lebih familiar agar meningkatkan kapasitas.

Model Baddeley untuk memori jangka pendek:³⁶⁻³⁸

- a. *Phonological loop*, merupakan penyimpanan verbal jangka pendek dimana informasi dapat tetap aktif apabila dilakukan pengulangan dengan suara atau vokal.
- b. *Visuospatial sketchpad*, merupakan penyimpanan visual dan spasial jangka pendek. Hal ini dipercaya esensial untuk *mental imagery* dan *spatial reasoning*.

- c. *Episodic buffer* adalah penyimpanan sementara yang menghubungkan informasi dari *phonological loop*, *visuospatial sketchpad*, dan memori jangka panjang.
- d. *Central executive* adalah komponen utama yang mengkoordinasi aktivitas antara *phonological loop*, *visuospatial sketchpad*, dan *episodic buffer*. *Central executive* dipercaya untuk mengalokasi atensi dan kognitif, hal ini diperantarai oleh lobus frontalis otak.

Tahapan pada memori jangka pendek, seperti memori pada umumnya terdiri dari tiga tahapan yaitu *encoding*, *storage*, dan *retrieval*:

1. *Encoding*

Pada tahap ini informasi akan diseleksi dari memori sensorik, individu akan memilih apa yang ingin diingat. Apabila informasi tersebut tidak diperhatikan maka informasi tersebut tidak dapat diingat kembali.

- a. *phonological coding* : sesuai dengan model Baddeley, informasi dibuat menjadi kode dalam bentuk suara atau nama (vokal).
- b. *visual coding* : informasi dibuat menjadi kode dalam bentuk gambar atau visual. Hal ini sering disebut dengan memori fotografis.

2. *Storage*

Kapasitas memori jangka pendek terbatas sekitar 7 ± 2 *item* namun beberapa orang dapat mengingat 5-9 *item*. Tidak ada angka pasti untuk kapasitas memori jangka pendek karena hal ini tergantung pada memori jangka panjang.

Memori jangka pendek yang tidak diberikan suatu perlakuan seperti pengulangan terus menerus maka akan terhapus dalam jangka waktu tertentu.

3. *Retrieval*

Menurut penelitian, semakin banyak *item* yang disimpan maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk mengingat kembali data tersebut. Memori jangka pendek selain berfungsi untuk menyimpan informasi yang dibutuhkan untuk waktu yang pendek dan berperan sebagai ruang kerja untuk perhitungan mental juga berfungsi sebagai stasiun pemberhentian sebelum menjadi memori jangka panjang. Salah satu teori yang membahas transfer memori dari memori jangka pendek menjadi memori jangka panjang dinamakan *dual memory model*. Hal ini menyatakan bahwa informasi pada memori jangka pendek dapat dipertahankan dengan pengulangan atau hilang karena pergeseran atau peluruhan.

c. Memori Jangka Panjang atau *Long-term Memory*

Memori jangka panjang atau *long term memory* merupakan ingatan yang disimpan di otak dan dapat diingat kembali di masa yang akan datang. Ingatan ini dibagi menjadi dua jenis yaitu ingatan sekunder dan ingatan tersier. Ingatan sekunder disimpan dalam jejak ingatan yang lemah sampai sedang sehingga mudah dilupakan dan kadang sulit untuk diingat kembali. Sedangkan ingatan tersier merupakan suatu ingatan yang sangat melekat di dalam pikiran sehingga dapat bertahan seumur hidup dan merupakan jenis ingatan yang memungkinkan informasi dapat tersedia dalam sekejap.

2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Memori Jangka Pendek

2.2.1 Usia

Banyak literatur yang menyatakan bahwa terjadi penurunan fungsi memori seiring dengan bertambahnya usia. Namun hal ini hanya berpengaruh terhadap tipe memori tertentu. Hasil yang didapat dari sebuah penelitian menyatakan bahwa terdapat penurunan angka yang signifikan terhadap kapasitas memori jangka pendek pada usia lanjut dan memori mulai memburuk pada usia 30 tahun sampai dengan 90 tahun. Terjadi penurunan *Homovanilic acid* (HVa) yang berpengaruh terhadap memori secara bertahap dari usia 30 tahun sampai dengan pertengahan 60 tahun kemudian penurunan terjadi secara tajam.³⁹⁻⁴¹

2.2.2 Genetik

Genetik memiliki pengaruh yang besar terhadap fungsi kognitif dan memori. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh *National Institutes of Health* menyatakan bahwa pasien yang memiliki gen “met” *Brain-derived Neurotrophic Factor* (BDNF) memiliki fungsi memori episodik yang lebih rendah dibandingkan pasien yang tidak memiliki gen tersebut. Gen “met” BDNF adalah sekuens asam amino metionin di lokasi yang seharusnya ditempati oleh valine. Penelitian lain menyatakan bahwa gen *Zinc Finger Protein 80A* (ZNF80A) berpengaruh terhadap memori episodik dan memori jangka pendek.^{42, 43}

2.2.3 Jenis Kelamin

Jenis kelamin berpengaruh terhadap fungsi kognitif dan memori. Perbedaan dalam aspek memori pada pria dan wanita dibuktikan dengan penelitian yang menyatakan pria cenderung memiliki kemampuan memori spasial yang lebih baik dibandingkan wanita dan wanita memiliki kemampuan memori verbal dan lokasi objek yang lebih baik dibandingkan pria. Penelitian dengan menggunakan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menyatakan bahwa pria memiliki amigdala dan thalamus yang lebih besar dibandingkan wanita, sedangkan wanita memiliki ukuran hipokampus yang lebih besar dibandingkan pria. Kemudian juga pada wanita ditemukan jumlah reseptor androgen di amigdala dan reseptor estrogen di hipokampus yang lebih tinggi dibandingkan pria. Selain hal itu menurut penelitian lain perbedaan memori pada wanita dan pria juga dikarenakan oleh perbedaan hormonal dan kadar HVa yang ditemukan. Kadar HVa ditemukan lebih rendah pada pria dibandingkan pada wanita.^{40, 44}

2.2.4 Hormon

Berbagai jenis hormon dapat mempengaruhi fungsi kognitif, salah satunya memori. Kadar hormon estrogen yang didapat dari penelitian pada wanita menopause mempengaruhi fungsi kognitif, hormon testosteron yang diberikan pada pria usia lanjut oleh suatu penelitian menunjukkan dapat meningkatkan fungsi kognitif, hormon kortikosteroid dapat mempengaruhi plastisitas hipokampus dan mempengaruhi memori, hormon tiroid yaitu T3 dan T4 dapat mempengaruhi tingkah laku,

intelegensi, dan perkembangan neuron, *growth hormone releasing factor* (GHRH) dapat meningkatkan fungsi kognitif baik pada pasien *Mild Cognitive Impairment* MCI atau pada kelompok dewasa sehat.⁴⁵⁻⁴⁹

2.2.5 Nutrisi

Apabila terjadi malnutrisi dalam tubuh terutama kekurangan protein maka hal ini dapat menginduksi perubahan baik struktural, neurokimia, dan fungsional pada sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan perubahan dalam perkembangan kognitif. Suatu penelitian menyatakan bahwa anak dengan malnutrisi atau gizi buruk menunjukkan hasil yang kurang baik pada tes atensi, memori jangka pendek, dan kemampuan visuospasial. Defisiensi seng dan besi juga dapat menyebabkan gangguan memori, defisiensi seng menyebabkan gangguan hantaran impuls dan defisiensi besi dapat menyebabkan menurunnya kemampuan belajar. Penelitian lain juga menunjukkan terdapat pengaruh hemoglobin (Hb) dan fungsi kognitif pada anak.^{41, 50, 51}

2.2.6 Stimulasi

Stimulasi mempengaruhi fungsi kognitif dan memori. Stimulasi yang diberikan akan membuat koneksi-koneksi baru yang akan meningkatkan ketebalan dari korteks otak serta meningkatkan volume selnya. Stimulasi yang diberikan dapat secara bermakna memperbaiki fungsi memori.^{52, 53}

2.2.7 Kelainan otak

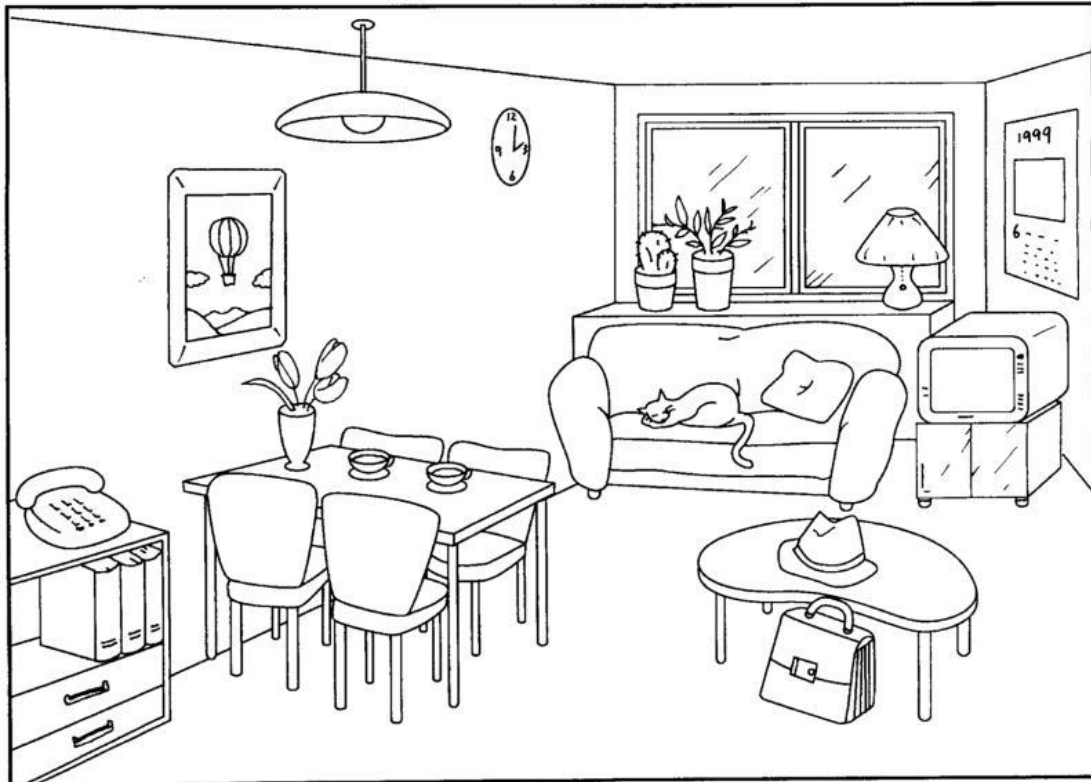
Kelainan otak seperti trauma, kelainan cerebrovaskular, infeksi sistem saraf pusat, epilepsi, gangguan metabolik, alkohol, dan intoksikasi logam berat dapat menyebabkan kerusakan otak, sehingga fungsi kognitif dan memori akan sangat terganggu apabila terdapat suatu kelainan pada otak.^{54, 55}

2.2.8 Gangguan psikologis

Stress dapat mengakibatkan gangguan kognitif, sulit konsentrasi, dan gangguan dalam mengorganisir pikiran secara logis. Stress yang terus menerus dapat menyebabkan atrofi dendrit, menekan neurogenesis dan dapat menyebabkan atrofi hipokampus sehingga dapat mengganggu *spatial learning* dan memori.⁵⁶

2.3 Scenery Picture Memory Test

Scenery Picture Memory Test (SPMT) adalah suatu tes kognitif yang digunakan sebagai deteksi dini penyakit Alzheimer. Tes ini dapat melihat kapasitas memori visual seperti memori jangka pendek. Cara melakukan tes ini adalah dengan memberikan gambar ruangan yang terdiri dari 23 objek yang sering digunakan dan dilihat sehari-hari kemudian menginstruksikan subjek yang akan diperiksa untuk mengingat objek-objek tersebut dalam 1 menit. Setelah 1 menit, dilakukan tes *forward digit span* untuk mengecek subjek sampai dengan 7 digit. Kemudian subjek diminta untuk menyebutkan objek yang sebelumnya dilihat. Fungsi memori dikatakan baik apabila jumlah objek yang disebutkan dengan benar ≥ 12 objek.¹⁹



Gambar 3. Contoh gambar yang digunakan pada *Scenery Picture Memory Test*.

Sumber: Takechi¹⁹

2.4 Brain Training

Brain training merupakan latihan yang dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan otak dan keterampilan neurokognitif tertentu.^{8, 9} Banyak perusahaan yang mempromosikan berbagai aplikasi atau *software brain training* dengan menyatakan bahwa dengan digunakannya aplikasi tersebut maka proses berpikir seseorang seperti atensi, memori, pemikiran, pertimbangan, dan pengambilan keputusan akan meningkat. Beberapa contoh dari *brain training* yang marak di masyarakat adalah *LumosityTM*, *BrainmetrixTM*, *Brainage NintendoTM*, *FitbrainsTM* dan *NeuronationTM*.

Brain training sering disajikan dengan mengemas beragam tes untuk mengukur fungsi kognitif yang dikembangkan menjadi serangkaian permainan sederhana, misalnya meminta penggunanya untuk mengingat gambar atau pola yang disajikan, melacak objek bergerak, mengenali pola yang kompleks, dan mendeteksi dengan cepat keberadaan suatu benda yang ada dalam lapangan pandang. Seiring dengan meningkatnya level seseorang saat menggunakan *brain training*, maka permainan yang diberikan akan semakin memaksa otak penggunanya untuk menggunakan kemampuan maksimalnya sehingga dapat terus memicu perkembangan otak.⁸

Setiap *brain training software* membagi pelatihannya menjadi aspek-aspek tertentu sehingga setiap latihan yang diberikan berfokus untuk meningkatkan aspek tertentu pula. Beberapa contoh tugas yang diberikan untuk meningkatkan aspek memori diantaranya meminta penggunanya untuk:

- a. mengingat pola dan lokasi tertentu
- b. menghubungkan antara nama dan wajah
- c. mengingat urutan suatu objek dan gerakan.

Ada pula *brain training* yang menyajikan pelatihan otak yang terpersonalisasi dan beradaptasi terhadap penggunanya. Oleh karena itu, latihan yang diberikan dapat disesuaikan dengan keinginan penggunanya untuk meningkatkan suatu aspek tertentu dan tingkat kesulitan setiap tantangan secara otomatis disesuaikan dengan tingkat kemampuan penggunanya yang akan terus meningkat seiring dengan dilakukannya latihan.

Banyak *software brain training* juga mengatakan dapat meningkatkan kemampuan memori sehingga kemampuan memproses informasi, membuat keputusan yang rasional, dan mengacuhkan gangguan akan menjadi lebih cepat. Selain itu dikatakan juga bahwa semakin sering melatih otak menggunakan aplikasi ini maka orang tersebut akan semakin pintar.

2.5 Pengaruh *Brain Training* terhadap Memori

Seperti yang sudah dijelaskan diatas bahwa memori dipengaruhi oleh salah satu faktor yaitu stimulasi. Stimulasi yang diberikan akan membuat koneksi-koneksi baru yang akan meningkatkan ketebalan dari korteks otak serta meningkatkan volume selnya sehingga dapat memperbaiki fungsi memori. Hal ini merupakan konsep dari *brain training* yang menyatakan bahwa seiring dilakukannya latihan maka fungsi dari aspek neurokognitif tertentu akan meningkat.^{7, 52, 53}

Menurut berbagai penelitian *brain training* dapat meningkatkan fungsi otak. Namun hal ini tidak lepas terhadap aspek apa yang diharapkan meningkat dari suatu latihan yang diberikan. Seseorang yang mendapat latihan visuospasial misalnya, maka kemungkinan besar tidak akan memberikan peningkatan terhadap fungsi memorinya.⁸

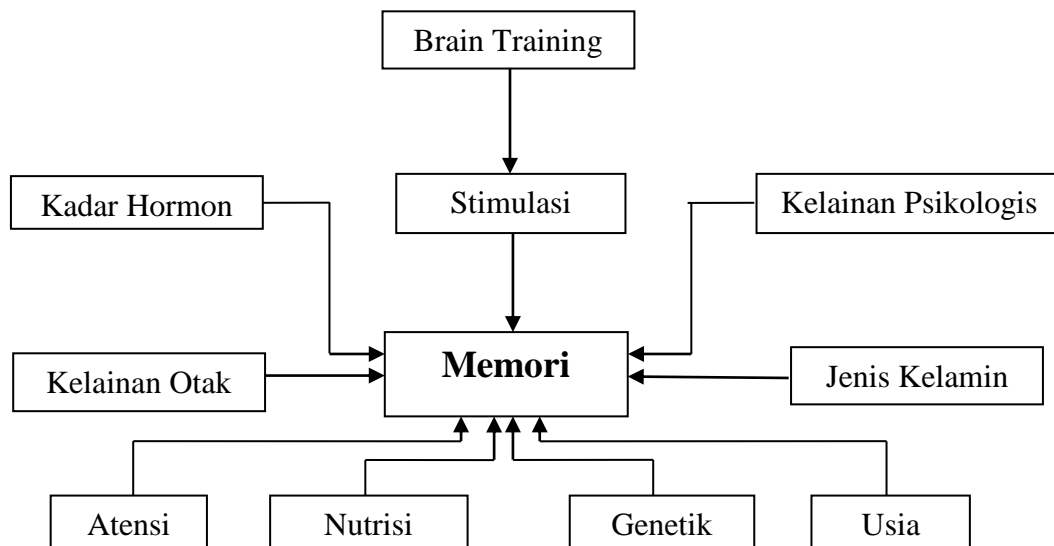
Rangsang visual yang diterima di sistem saraf sensoris bagian visual akan masuk ke dalam korteks asosiasi parietookspitalis sebagai perseptuospasial kemudian diteruskan ke korteks asosiasi frontalis dimana menurut Model Baddeley *Visuospatial sketchpad* dikoordinasi oleh *Central Executive* di lobus frontalis otak

yang merupakan korteks asosiasi yang sangat besar sehingga dalam prosesnya terjadi alokasi atensi dan kognitif, setelah diteruskan dari korteks asosiasi frontalis maka rangsangan akan memasuki sistem limbik yang dapat dilewati melalui amigdala dan hipokampus. Amigdala menerima sinyal neuronal dari semua bagian korteks terutama dari area asosiasi auditorik dan visual. Hipokampus menentukan penting atau tidaknya suatu rangsang sensoris sehingga memungkinkan proses penyusunan dan konsolidasi ingatan. Dengan kata lain memori sensoris yang dianggap penting akan disensitisasi dan akan diproses menjadi memori jangka pendek sedangkan memori sensoris yang dianggap tidak penting akan dihabituisasi. Seluruh aktivitas ini berhubungan dengan komunikasi antar neuron dan neurotransmitter yang sudah dibahas sebelumnya.^{21, 26, 31-33, 35-38}

Salah satu penelitian dengan sampel 1.260 orang dengan usia antara 66 tahun sampai dengan 77 tahun, membagi sampelnya menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang diberi perlakuan *brain training* dan kelompok kontrol. Pada penelitian ini ditemukan bahwa terdapat peningkatan fungsi otak sebanyak 25% pada kelompok yang diberi perlakuan *brain training* dibandingkan dengan kelompok kontrol.⁵⁷

Sebuah penelitian lain membandingkan efek *Brain Training Game (Brain AgeTM)* dan game *Puzzle (TetrisTM)* pada kelompok dewasa muda menyatakan bahwa *puzzle* dapat meningkatkan atensi dan kemampuan visuo-spasial yang lebih besar dibandingkan dengan *Brain Training Game*, sedangkan *Brain Training Game* dapat meningkatkan fungsi kognitif yang terdiri dari fungsi eksekutif, memori dan cepat reaksi yang lebih besar dibandingkan dengan *Puzzle*.^{11, 13}

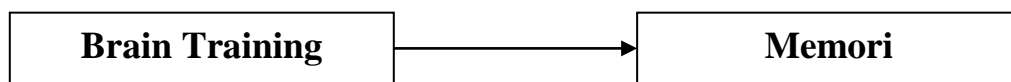
2.6 Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

2.7 Kerangka Konsep

Pada penelitian ini variabel lain yang tidak diikutsertakan diantaranya adalah kelainan psikologis sehingga kriteria yang ditetapkan untuk subjek penelitian yaitu tidak memiliki kelainan psikologis sebelumnya, kelainan otak sehingga kriteria yang ditetapkan untuk subjek penelitian yaitu tidak memiliki riwayat kelainan pada otak, jenis kelamin sehingga jumlah subjek penelitian antara laki-laki dan perempuan disamakan, usia sehingga kriteria yang ditetapkan untuk subjek penelitian yaitu kelompok dewasa muda dengan usia antara 17-22 tahun karena menurut penelitian sebelumnya pada rentang usia ini fungsi memori masih dalam proses mencapai puncak dan belum terjadi proses penurunan fungsi memori, nutrisi sehingga subjek penelitian diminta untuk mengkonsumsi makanan yang optimal dan tidak melakukan suatu diet tertentu, atensi, faktor genetik dan faktor hormon sulit untuk dilakukan karena membutuhkan biaya yang besar dan tidak adanya instrumen yang dapat digunakan. Sehingga Kerangka Konsep yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Kerangka Konsep

2.8 Hipotesis

2.8.1 Hipotesis Mayor

Brain Training dapat meningkatkan fungsi memori.

2.8.2 Hipotesis Minor

Fungsi memori setelah dilakukan *Brain Training* lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan *Brain Training*.

