

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi dan Fisiologi Otak

2.1.1 Korteks Serebri

Impuls-impuls di dalam korteks dihantarkan melalui rangkaian neuron-neuron dalam arah vertikal sebagai suatu kesatuan fungsional korteks serebri. Penelitian eksperimental menunjukkan bahwa pengantaran impuls dari satu bagian korteks ke bagian yang lain biasanya terjadi melalui substansia alba subkortikalis. Di dalam kesatuan elementer fungsional korteks semua komponen dasar untuk pembentukan sirkuit-sirkuit korteks yang lengkap sudah tersedia. Satu kesatuan fungsional korteks yang paling sederhana secara teoritis dapat terdiri atas satu sinapsis.¹⁷ Terdapat beberapa daerah-daerah fungsional korteks serebri yang terdiri atas :

a. Lobus Frontalis

Korteks area prefrontalis atau daerah-daerah asosiasi frontal penting dalam hal pemikiran-pemikiran abstrak, pembuatan keputusan yang matang (bijaksana), kecermatan, dan kesabaran. Korteks frontalis penting dalam pembentukan dan latihan reaksi-reaksi emosional.

b. Lobus Parietalis

Pada lobus parietalis dikenal daerah-daerah fungsional antara lain sebagai berikut

- Korteks area somatosensorik

Meliputi gyrus postcentralis dan meluas ke arah anterior sampai mencapai dasar sulcus centralis. Korteks area somatosensorik juga meluas sampai meliputi bagian medial hemispherium serebri.

Fungsi korteks area somatosensorik penting untuk menerima impuls-impuls sensorik spesifik pada talamus. Impuls-impuls yang bersangkutan dengan rasa-rasa umum tubuh, baik eksteroseptif maupun proprioseptif.

- Gyrus angularis dan gyrus supramarginalis

Impuls-impuls sensorik yang mencapai korteks serebri pada akhirnya akan mengalami integrasi terakhir di dalam gyrus angularis. Gyrus angularis menerima dan mengirimkan serat-serat asosiasi dari dan ke berbagai korteks termasuk gyrus suramarginalis.

Gyrus supramarginalis disebut area ideomotor yang tugasnya menentukan tindakan-tindakan yang diperlukan sebagai reaksi terhadap informasi yang terperinci dan yang telah mengalami koordinasi di dalam gyrus angularis.

c. Lobus occipitalis

Pada lobus occipitalis dikenal daerah-daerah fungsional yaitu korteks area penglihatan primer. Area 17 terutama terdapat pada permukaan medial lobus occipitalis sepanjang sulcus calcarinus ke arah frontal area 17 pada daerah pertemuan sulcus parietooccipitalis dengan sulcus calcarinus. Hubungan korteks area penglihatan primer terhadap sulcus calcarinus adalah konstan pada manusia yang berfungsi untuk fungsi penglihatan yang disadari. Selain itu korteks area ini juga berfungsi sebagai reaksi optokinetik mata untuk memfokuskan dan mengikuti gerakan-gerakan suatu benda secara terus-menerus.

d. Lobus temporalis

Pada lobus temporalis dikenal daerah-daerah fungsional sebagai berikut :

- Korteks area pendengaran primer. Area 41 dan 42 yang meliputi pars operkularis gyrus temporalis superior yang menerima impuls-impuls pendengaran dari *corpus geniculatum medial* melalui radiatio akustika.
- Korteks area asosiasi pendengaran. Area 22 yang menerima impuls dari area 41 dan 42 yang mempunyai hubungan-hubungan melalui serat-serat asosiasi pendek dan panjang. Fungsi daerah korteks ini adalah untuk memahami makna dan mengenal rangsangan pendengaran yang mencapai tubuh.
- Korteks area olfaktori primer. Area 28 yang meliputi bagian-bagian susunan saraf pusat yang menerima serat-serat dari bulbus olfaktorius. Daerah ini meliputi bulbus olfaktorius, traktus olfaktorius, stria olfaktorius, korteks prepiriformis dan substansia perforata anterior.

e. Formatio Hippokampus

Area ini meliputi gyrus subcallosus, gyrus supracallosus, stria longitudinalis, gyrus dentatus, dan hippocampus. Area ini bersangkutan dengan ingatan yang bersifat baru, reaksi-reaksi emosional atau pengendalian emosi, kegiatan-kegiatan visera tertentu dan pengendalian pengaruh jalur sistem retikularis asenden pada korteks serebri.

Proses perkembangan otak terdiri dari berbagai tahapan yang meliputi induksi neuroektoderm hingga pembentukan tabung saraf, lipatan cephalic, proliferasi neuron, migrasi, sinaptogenesis dan pertumbuhan sel-sel penyangga otak.¹⁸

Tabel 1. Perkembangan anatomis otak.¹⁸

Fase Perkembangan Otak	
3-4 minggu	Pembentukan tabung saraf
5-10 minggu	Fase prosencephalic, pembentukan hemisfer
8-18 minggu	proliferasi neuronal

12-24 minggu	Neuron subplate secara cepat mengadakan diferensiasi morfologis dalam bentuk reseptor neurotransmitter (GABA, asam amino eksitatori), neuropeptida dan faktor pertumbuhan.
>25 minggu	- Pembentukan sel pendukung - Arborisasi neuron - Sinaptogenesis - Apoptosis
40 minggu	Mielinisasi
4 tahun	Perkembangan sinaptogenesis
4-5 tahun	Perkembangan mielinisasi
6-7 tahun	Hubungan antarneuron
9-10 tahun	- Sinaps berlebih - Metabolisme glukosa otak meningkat - Proses mielinisasi meningkat
10-12 tahun	- Kemampuan otak berpikir secara analitis - Hubungan otak kiri dan otak kanan saling memengaruhi
19-40 tahun	Kematangan otak manusia baru tercapai

2.2 Perkembangan Anak Usia 10-12 Tahun

Masa usia 10-12 tahun ialah periode pertengahan pada anak-anak. Dalam periode ini terjadi perkembangan fisik dan perkembangan regulasi sistem saraf terjadi pada periode ini. Terdapat beberapa aspek yang terjadi pada periode ini: ¹

a. Aspek Emosi

Periode usia 10-12 tahun disebut juga tahapan operasional konkret dalam mengendalikan dan mengontrol ekspresi emosi yang meliputi kemampuan untuk mengenali emosinya sendiri, mengelola suasana hati, memotivasi diri sendiri, membangun dan mempertahankan hubungan dengan orang lain.

b. Aspek Bahasa

Terdapat dua faktor penting yang mempengaruhi perkembangan bahasa pada periode ini :

- Proses untuk berkata-kata.

- Proses belajar, yang berarti bahwa anak yang telah matang untuk berbicara lalu mempelajari bahasa orang lain dengan jalan meniru ucapan atau kata-kata yang didengarnya.

Keterampilan berkomunikasi dengan orang lain, menyatakan isi hatinya (perasaan), memahami keterampilan mengolah informasi yang diterima, berfikir (menyatakan gagasan atau pendapat), mengembangkan kepribadiannya, seperti menyatakan sikap dan keyakinan juga terjadi pada periode 10-12 tahun.

c. Aspek motorik

Seiring perkembangan fisiknya yang beranjak matang, maka perkembangan motorik anak sudah dapat terkoordinasi dengan baik pada usia 10-12 tahun. Pada masa ini ditandai dengan kelebihan gerak atau aktivitas motorik yang lincah. Oleh karena itu, usia ini merupakan masa yang ideal untuk belajar keterampilan yang berkaitan dengan motorik ini, seperti menulis, menggambar, melukis, mengetik (komputer), berenang, main bola, dan atletik.

Perkembangan fisik yang normal merupakan salah satu faktor penentu kelancaran proses belajar, baik dalam bidang pengetahuan maupun keterampilan. Oleh karena itu, perkembangan motorik sangat menunjang keberhasilan belajar peserta didik. Pada masa usia sekolah dasar kematangan perkembangan motorik ini pada umumnya dicapainya, karena itu mereka sudah siap menerima pelajaran keterampilan.

d. Aspek intelegensi

Pada usia 10-12 tahun anak sudah dapat mereaksi rangsangan intelektual, atau melaksanakan tugas-tugas belajar yang menuntut kemampuan intelektual atau kemampuan kognitif (membaca, menulis dan menghitung). Periode ini ditandai dengan

tiga kemampuan atau kecakapan baru, yaitu mengklasifikasikan (mengelompokkan), menyusun, atau mengasosiasikan (menghubungkan atau menghitung) angka-angka atau bilangan. Di samping itu, pada masa ini anak sudah memiliki kemampuan memecahkan masalah (*problem solving*) yang sederhana. Kemampuan intelektual pada masa ini sudah cukup untuk menjadi dasar diberikannya berbagai kecakapan yang dapat mengembangkan pola pikir atau daya nalar.

Terdapat perbedaan perkembangan dari anak hingga mencapai dewasa yang dibedakan menurut teori Freud dan teori Erikson.¹

Tabel 2 . Perkembangan fisiologis anak hingga dewasa. ¹⁹

Teori	Tahap							
Erikson	<i>Trust vs Mistrust</i> (0-1 tahun) : - Rasa kepercayaan - Ketakutan minimal akan masa depan	Tahap otonomi (1-3 tahun) : - Memiliki kemauan yang berasal dari diri sendiri	Tahap inisiatif (4-5 tahun) : - rasa tanggung jawab atas perilaku mereka - perasaan bersalah mulai muncul - kemampuan motorik dan mental yang baik	Tahap tekun (6-11 tahun) : - penguasaan pengetahuan - keterampilan - intelektual	Tahap Identitas (12-20 tahun) : - Menjajaki berbagai peran - Penjajakan pilihan alternatif terhadap peran	Tahap keintiman (21-40 tahun) Relasi yang akrab dengan orang lain	Tahap bangkit dan stagnan (41-65 tahun) : - Perkembangan kemampuan - tidak peduli terhadap siapapun - sikap peduli	Tahap integrasi dan putus asa (>65 tahun) - mengevaluasi apa yang sudah dilakukan - pengikisan kemampuan
Freud	Tahap oral (0-18 bulan) : - menghisap dan mengigit - Sikap kepercayaan pada orang lain	Tahap anal (3-4 tahun) : - Menahan feces - Mampu memegang dan melakukan sesuatu	Tahap <i>phallic</i> (5-7 tahun) : anak laki-laki mulai masturbasi	Tahap laten (7-12 tahun) : periode persiapan perkembangan psikoseksual	Tahap genital > 12 tahun) : - Peningkatan dalam dorongan seksual - Menaruh perhatian terhadap lawan jenis			
Piaget	Sensorimotor (0-2 tahun): Tahap perkembangan	Preoperasional (2- 7 tahun) : - Perkembangan komunikasi dan	Operasional konkret (7-11 tahun) : - Berinteraksi dengan lingkungan	Operasional formal (11-15 tahun) : - Perkembangan mental dan kemampuan - Pemahaman dalam masalah				

	motorik dan sensorik	bahasa Penalaran logis	Peduli terhadap lingkungan sekitar	
Lawrence	Prekonvensional (0-9 tahun) : Tidak tahu membedakan benar dan salah mulai belajar berperilaku	Konvensional (9-15 tahun) : Berperilaku sesuai dengan norma Mulai belajar membedakan benar dan salah	Post-konvensional (> 16 tahun) : Menghargai orang lain dan diri sendiri Perkembangan maturitas diri Dapat memotivasi diri sendiri	

Dari tabel diatas dapat diketahui tahap-tahap perkembangan anak hingga dewasa, dan jika dilihat dari periode 0 sampai 12 tahun merupakan periode kunci untuk meningkatkan aspek kognitif, intelegensia, dan psikologis anak dengan memberikan pelatihan yang berpengaruh terhadap semua aspek perkembangan anak sehingga diharapkan anak memiliki *life skill* yang lebih baik.

2.3 Performa Akademik

Performa akademik didefinisikan sebagai prestasi akademik, keterlibatan dalam kegiatan yang bertujuan pendidikan, perolehan pengetahuan, keterampilan dan kompetensi yang diinginkan, serta ketekunan dalam proses belajar.¹⁷ Performa akademik berhubungan dengan kegiatan pembelajaran baik berupa pengetahuan maupun keterampilan yang diperoleh dari belajar dan berlatih. Dalam pustaka yang lain disebutkan bahwa performa akademik adalah evaluasi hasil belajar dari suatu proses yang biasanya dinyatakan dalam bentuk kuantitatif (angka) yang khusus dipersiapkan untuk evaluasi, misalnya nilai pelajaran, nilai ujian, dan lain sebagainya.²⁰

Performa akademik seseorang dapat diketahui dengan melakukan pengukuran dan penilaian terhadap hasil pendidikan yang diberikan.^{20,21} Pada praktik pendidikan di sekolah, pengukuran dan penilaian yang dilakukan untuk mengetahui performa akademik siswa adalah dengan memberikan tes atau ujian.²² Penilaian melalui tes yang diberikan adalah untuk memantau proses kemajuan dan perbaikan akademik peserta didik secara berkesinambungan.²⁰⁻²² Hasil dari tes atau ujian ini biasanya dinyatakan dalam bentuk nilai atau rapor setiap mata pelajaran. Beberapa penelitian yang sudah ada menggunakan mata pelajaran bidang eksakta seperti Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Bahasa sebagai sumber nilai.²³ Hasil dalam rapor dapat memperlihatkan tinggi atau rendahnya performa akademik siswa.

Selain melalui penilaian kognitif, performa akademik juga dapat diukur melalui *intelligence quotient* (IQ).²⁴ Pengukuran melalui tes IQ meliputi keseluruhan kapasitas yang dimiliki seseorang untuk bertindak secara terarah, berpikir secara rasional, dan beradaptasi secara efektif terhadap lingkungan atau pengetahuan umum, kemampuan berbahasa, kemampuan analisis dan sintesis dalam tataran konseptual maupun praktis,

kemampuan memecahkan masalah secara konseptual maupun praktis, fleksibilitas berpikir, kemampuan konsentrasi, serta kemampuan dasar numerik atau hitung menghitung.²⁵

Jadi dapat disimpulkan bahwa penilaian performa akademik dapat dilakukan berdasarkan pengukuran dan penilaian terhadap hasil pendidikan yang diwujudkan berupa angka-angka atau huruf dalam rapor, dan juga dapat diukur melalui tes IQ.

2.3.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Performa Akademik

Terdapat beberapa macam faktor yang dapat mempengaruhi performa akademik. Secara garis besar faktor-faktor tersebut dibagi menjadi dua yaitu internal yang berasal dari dalam diri siswa dan eksternal yang berasal dari luar diri siswa.²⁶ Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi performa akademik :

2.3.1.1 Faktor Internal

Faktor yang timbul atau berasal dari diri masing – masing individu. Berikut yang termasuk kedalam faktor internal.

a. Aspek Fisiologis

Kondisi fisik sangat berpengaruh terhadap performa akademik. Tingkat utama fokus dari fisiologi adalah pada tingkat organ dan sistem. Kondisi organ tubuh yang lemah dapat menurunkan kualitas kognitif sehingga materi yang dipelajarinya kurang atau tidak berbekas.²⁷ Kondisi organ tubuh seperti tingkat kesehatan, indera pendengar, dan indera penglihat, juga sangat mempengaruhi kemampuan siswa dalam menyerap informasi dan pengetahuan.

Penelitian oleh Lindsey et.al pada 6022 anak Amerika kelas 3 sampai kelas 8 menyebutkan bahwa terdapat korelasi positif antara kebugaran fisik terhadap performa akademik. Dari penelitian tersebut juga didapatkan korelasi positif pada hasil tes matematika dan bahasa.²⁸

b. Aspek Psikologis

Aspek psikologis merupakan hal yang berkaitan dengan tingkah laku yang mempengaruhi performa akademik. Aspek psikologis terdiri dari :

- **Kecerdasan / intelegensi**

Kecerdasan atau intelegensi merupakan kemampuan umum seseorang untuk bertindak dengan tujuan tertentu, berfikir secara rasional, dan menyesuaikan diri dengan cara yang tepat. Tingkat intelegensi pada manusia dapat diukur dan hasilnya dapat terbagi dalam beberapa kategori.^{29,30} Tinggi rendahnya intelegensi dapat menunjukkan kemampuan atau kecakapan sesuai dengan tingkat perkembangan sebaya.

Pengukuran tes intelegensi secara umum ialah dengan *Stanford-Binet Intelligence Test* dan *Weschler Intelligence Scale for Children (WISC)*. tes intelegensi Stanford Binet dapat mengukur aspek kecerdasan anak-anak umur 6 – 14 tahun. Pengukuran dengan Stanford-Binet Intelligence Test dapat menilai kemampuan pemecahan masalah, informasi umum, pemecahan masalah numerik, analisis informasi, dan transformasi informasi baru dalam memori jangka pendek. Sedangkan pengukuran dengan *Weschler Intelligence Scale for Children (WISC)* mengukur aspek kecerdasan pada umur 6-16 tahun. WISC dapat menilai Verbal (informasi, pengertian, hitungan, persamaan, perbendaharaan kata, rentangan angka), dan menilai tingkat *performance* (melengkapi gambar, mengatur gambar, rancangan balok, merakit obyek, dan simbol).³¹

Penelitian oleh Chandra et.al pada 614 pelajar yang berumur 13 sampai 17 tahun menyebutkan bahwa intelegensi mempengaruhi prestasi akademik siswa secara signifikan. Dalam penelitian tersebut juga diungkapkan bahwa anak dengan intelegensi tinggi memiliki prestasi akademik yang lebih baik daripada anak dengan intelegensi rata-rata.³²

- **Bakat**

Bakat merupakan potensi yang dimiliki oleh seseorang sebagai bawaan sejak lahir. Seseorang yang belajar ditunjang dengan bakat yang sama akan menghasilkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan seseorang yang tidak memiliki bakat tersebut.³³ Jadi bakat juga berperan dalam menentukan performa akademik seseorang.

Bakat seseorang dapat diukur dengan tes bakat. Tes bakat adalah tes yang dirancang untuk mengukur kemampuan potensial seseorang dalam suatu jenis aktivitas dispesialisasikan dan dalam rentangan tertentu. Metode pengukuran tes bakat yaitu *Differential Aptitude Test (DAT)*, *General Aptitude Test Battery (GATB)*, *Flanagan Aptitude Classification Test (FACT)*, *Armed Services Vocational Aptitude Battery (ASVAB)*, *Scholastic Aptitude Test (SAT)*. Diantara semuanya itu pengukuran bakat spesifik ialah dengan tes DAT.³¹

Penelitian oleh Scientific Learning Corporation pada pelajar sekolah dasar di Tennessee menyebutkan bahwa pelajar sekolah dasar yang sudah mempunyai bakat dalam membaca menunjukkan peningkatan kemampuan kognitif, kemampuan membaca dan tingkat akademik yang baik. Pengukuran bakat dalam penelitian tersebut menggunakan *aptitude test*.³⁴

- **Motivasi**

Motivasi adalah alasan yang mendasari sebuah perbuatan yang dilakukan oleh seorang individu. Vansteenkiste (2009) menyatakan bahwa salah satu faktor penting dalam mencapai performa akademik adalah motivasi. Motivasi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu motivasi intrinsik yang bersumber dari dalam diri seseorang yang atas dasarnya kesadaran pribadi untuk melakukan kegiatan belajar dan motivasi ekstrinsik yang berasal dari luar diri seorang siswa untuk melakukan kegiatan belajar.³⁵

2.3.1.2 Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah faktor - faktor yang dapat mempengaruhi performa akademik yang sifatnya dari luar diri siswa,yaitu seperti pengalaman, keadaan keluarga, lingkungan sekitar, dan sebagainya yang mana faktor-faktor tersebut dapat merupakan stimulasi yang berpengaruh dalam perkembangan akademik dan kecerdasan. Faktor eksternal terdiri dari :

a. Keluarga

Keadaan keluarga mempengaruhi individu anak. Banyak faktor yang bersumber dari keluarga yang dapat menimbulkan perbedaan individual seperti kultur di dalam keluarga, tingkat pendidikan orang tua, tingkat ekonomi, hubungan antar kedua orang tua, sikap keluarga terhadap masalah-masalah sosial, realitas, kehidupan, dan lain-lain.³⁶ Faktor-faktor ini akan memberikan pengalaman kepada peserta didik dan menimbulkan perbedaan dalam minat, apresiasi, sikap, pemahaman ekonomis, perbendaharaan bahasa, abilitas berkomunikasi dengan orang lain, modus berpikir, kebiasaan berbicara, dan pola hubungan kerja sama dengan orang lain. Muhammad (2013) dalam penelitiannya

terhadap 150 anak kelas 9 SD menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara keterlibatan orang tua terhadap peningkatan performa akademik.³⁷

b. Sekolah

Selain keluarga, sekolah juga berperan penting dalam pendidikan pada anak. Hal yang dapat berperan dalam menentukan performa akademik pada siswa adalah metode mengajar guru, kurikulum pendidikan, relasi guru dengan siswa, relasi siswa dengan siswa, disiplin sekolah, alat pengajaran, waktu sekolah, standar belajar, keadaan gedung sekolah, metode belajar dan tugas rumah. Hal-hal tersebut saling berkaitan dengan faktor internal anak juga.³⁸

Penelitian oleh Sultana et.al membandingkan 600 pelajar kelas lima SD yang berasal dari 300 sekolah swasta dan 300 sekolah negeri menyatakan bahwa 300 siswa yang berasal dari sekolah swasta yang memiliki lingkungan sekolah yang disiplin, nyaman, dan tidak gaduh memberikan performa akademik yang lebih baik dibandingkan dengan 300 siswa yang berasal dari sekolah negeri yang memiliki lingkungan sebaliknya.³⁹

c. Lingkungan

Disamping orang tua dan sekolah, lingkungan juga merupakan salah satu faktor yang tidak sedikit pengaruhnya terhadap hasil akademik siswa dalam proses pelaksanaan pendidikan. Lingkungan alam sangat besar pengaruhnya terhadap perkembangan pribadi anak, sebab dalam kehidupan sehari-hari anak akan lebih banyak bergaul dengan lingkungan dimana anak itu berada.⁴⁰ Apabila lingkungan sekitarnya tidak mendukung untuk belajar maka secara tidak langsung anak dapat terpengaruh juga.

Stimulasi adalah kegiatan merangsang kemampuan anak agar anak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.⁴¹ Telah diteliti bahwa semakin banyak stimulasi yang diterima seorang anak di lingkungan rumah maupun formal akan mempengaruhi performa akademik anak. Stimulasi yang diberikan pada umur berapa pun dapat secara bermakna mempengaruhi performa akademik.

Penelitian di London pada 111 anak usia 7-8 tahun selama 6 bulan yang diberikan stimulasi kognitif didapatkan peningkatan prestasi belajar dalam kemampuan membaca, berhitung, dan menulis.⁴² Hasil yang sama juga didapatkan pada penelitian di New York pada 122 anak usia 6-12 tahun yang mengalami gangguan pemusatan pikiran dan perhatian menunjukkan bahwa stimulasi sensorik, motorik, dan aerobik yang berhubungan dengan *training* akademik menunjukkan korelasi positif terhadap peningkatan kemampuan membaca, berhitung, mengeja tulisan, dan kemampuan ekspresi oral.⁴³

Stimulasi untuk meningkatkan performa akademik dapat diberikan dengan berbagai variasi, contohnya ialah stimulasi musik, stimulasi gelombang otak, permainan game, dan stimulasi aerobik yang berhubungan dengan training akademik seperti senam otak.

2.4 Senam Otak

Senam otak dikenal di Amerika, dengan tokoh yang menemukannya yaitu Paul E. Denison Ph.D seorang ahli dan pelopor dalam penerapan penelitian otak. Senam otak merupakan kumpulan gerakan-gerakan sederhana dan bertujuan untuk menghubungkan atau menyatukan pikiran dan tubuh.⁴⁴ Senam otak merupakan bagian dari proses edukasi kinesiologi. Kata '*education*' berasal dari kata latin '*educare*' yang artinya 'menarik keluar'. *Kinesiology* berasal dari bahasa Yunani '*kinesis*' yang artinya gerakan.

Educational Kinesiology adalah suatu sistem yang dapat mengubah semua pelajar, umur berapa saja, dengan cara menarik keluar atau menampilkan potensi yang terkunci di dalam tubuhnya, melalui gerakan-gerakan sederhana yang memungkinkan orang menguasai bagian otak yang semula terkunci tersebut.⁴⁵

Senam otak dapat mendukung perkembangan fungsi otak, mengaktifasi hemisfer otak kiri dan kanan, serta membantu koordinasi otak depan dan otak belakang.⁴⁶ Senam otak diperlukan untuk anak-anak yang mengalami kesulitan belajar seperti membaca, menulis, berhitung, dan verbalisasi.⁴⁵ Gerakan-gerakan dalam senam otak membuat segala macam pelajaran menjadi lebih mudah, dan terutama sangat bermanfaat bagi kemampuan akademik.

Konsep dalam senam otak ialah lateralisasi, atensi, dan pemusatan pikiran. Lateralisasi bertanggung jawab dalam koordinasi hemisfer kiri dan kanan, yang penting untuk membaca, menulis, mendengar, dan kemampuan berpikir dan bertindak secara spontan. Konsep atensi ialah mampu mengatur koordinasi otak depan dan otak belakang, yang penting untuk berpikir secara komprehensif dan fokus. Sedangkan pemusatan pikiran ialah untuk menyeimbangkan tingkat emosi dan pikiran yang rasional.⁴⁷

Berbagai penelitian telah dilakukan menggunakan Senam Otak, misalnya Andrea (2014) melakukan senam otak terhadap anak autisme pada usia 7 sampai 9 tahun. Tiap murid kemudian melakukan gerakan senam otak 3 kali perminggu selama 2 bulan. Di akhir penelitian, kemampuan murid diukur dengan *percent academic engagement* seluruh murid menunjukkan peningkatan konsentrasi, kemampuan fokus dalam mengerjakan tugas, dan peningkatan pemahaman bacaan.¹³ Hal serupa juga dinyatakan dalam penelitian Dinie (2012) melakukan stimulasi senam otak pada 25 anak autisme di Sekolah Luar Biasa (SLB) Semarang selama 10 kali dalam 5 minggu. Di akhir penelitian,

didapatkan peningkatan yang signifikan terhadap kemampuan kognitif berupa atensi, fokus, pemahaman, konsentrasi dan ingatan jangka pendek.⁴⁸

Thompson (2007) mempraktekkan senam otak setiap hari pada kelompok anak kelas 4 SD selama 7-10 menit selama 3 bulan. Di akhir penelitian, dengan pemeriksaan *STAR reading test* didapatkan peningkatan pemahaman komprehensif tentang suatu bacaan dibandingkan sebelum mempraktekkan senam otak.⁴⁹

Senam otak juga bermanfaat untuk memperbaiki masalah tingkah laku yang berhubungan dengan stres emosional. Karen (2002) memberikan senam otak pada anak kelas 5 SD setiap hari selama 7 bulan. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengukuran terhadap kemampuan membaca, tingkat stres dan emosional, dan penilaian terhadap tingkah laku. Di akhir penelitian, terdapat peningkatan hasil yang signifikan terhadap kemampuan membaca, dan terdapat penurunan tingkat hiperaktifitas pada anak yang mengalami gangguan pemusatan pikiran dan perhatian. Di samping itu, melalui penilaian secara psikologis, anak yang diberikan senam otak mampu menyeimbangkan masalah interpersonal yang dihadapi.⁵⁰

Selain pada anak, senam otak juga ditemukan bermanfaat pada orang lanjut usia. Drabben (2002) memberikan senam otak pada pasien Alzheimer selama 8 minggu setiap hari. Ditemukan semua subjek mengalami kenaikan bermakna dalam konversi angka, pengulangan daftar kata-kata, dan kemampuan mengingat benda-benda sebelumnya. Terdapat peningkatan sebanyak 79% pada tes *repeated word lists*, *shopping test* 21%, *conversion of numbers* 18%, serta *word list* sebanyak 13%.¹⁴

2.4.1 Prinsip Gerakan Senam Otak

a. Hubungan Otak-Tubuh

Selain kebugaran kognitif melalui berbagai jenis gerakan juga mempertimbangkan kebugaran fisik. Latihan hubungan otak-tubuh dapat dilakukan melalui peningkatan pernapasan, kelenturan, keseimbangan, panca indra, dan emosional. Gerakan-gerakan yang dilakukan tubuh akan merangsang kerja sama belahan otak dan antar bagian-bagian otak. Gerakan akan memicu aliran darah ke otak, sehingga nutrisi otak terpenuhi maka proses pembelajaran akan lebih baik.⁵¹

b. Pembelajaran Gerak

Gerakan dalam senam otak yang membutuhkan gerakan tubuh dan ekstremitas secara *volunteer* yang mempunyai tujuan. Dalam setiap gerakan yang dilakukan komponen terpenting ialah perhatian dan konsentrasi. Gerakan ini dilakukan secara lambat dengan penuh perasaan gembira sambil memperhatikan dan menghayati sikap setiap anggota tubuh, mengenali dimana posisi anggota tubuh berada dan menyentuh bagian anggota tubuh dengan lambat.⁵²

C. Integrasi sensoris

Integrasi sensoris adalah kemampuan otak mengorganisasi informasi sensoris dari lingkungan sekitar dan dari tubuh sendiri. Salah satu asumsi dari teori integrasi sensoris didasari oleh pengetahuan bahwa otak adalah suatu organ yang berfungsi secara integrasi tetapi juga atas struktur yang terorganisasi secara *hierarkis*.⁵³ Tingkat yang lebih luhur yaitu korteks mempunyai fungsi luhur yaitu abstraksi, logika, bahasa dan juga tiap area mempunyai fungsi spesifik. Teori integrasi sensoris mencakup proses neurologis yang memungkinkan untuk menerima, modulasi, dan interpretasi sebuah informasi yang datang dari indra ke otak.⁵⁴

Ayres (1972) menyatakan bahwa anak yang mempunyai disfungsi dalam integrasi sensoris akan bermanifestasi terhadap kemampuan akademik seperti kesulitan mempelajari sesuatu hal yang baru, kesulitan mengatur diri sendiri, tidak mampu fokus dalam menerima pelajaran, dan cenderung pasif.⁵⁵

Terapi integrasi sensoris digunakan sebagai terapi okupasi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan anak untuk berpartisipasi di aktifitas harian dan meningkatkan fungsi kognitif seperti konsentrasi, percaya diri, kontrol diri, kemampuan organisasi, kemampuan belajar akademis, kemampuan berpikir secara abstrak.⁵³⁻⁵⁵

Smith (2008) melakukan penelitian terapi okupasi integrasi sensoris terhadap anak autis. Hasil penelitian didapatkan korelasi positif antara teori terapi okupasi integrasi sensoris terhadap fungsi okupasi harian anak, seperti mulai belajar berinteraksi dengan lingkungannya, anak mulai belajar untuk fokus, dan cenderung tidak pasif dari biasanya.⁵⁶

Dalam metode terapi integrasi sensori mampu memperbaiki kesulitan belajar yang secara statistik sangat bermakna. Latihan ini memadukan gerakan dengan stimulasi sensoris seperti pendengaran (*auditoris*), penglihatan (*visual*), perabaan dan keseimbangan. Integrasi antara sebanyak mungkin pusat-pusat sensoris, selain banyak area otak yang aktif juga memberikan peningkatan potensi dan sumber daya otak

a. Menyilang Garis Tengah Tubuh

Salah satu cara terbaik untuk meningkatkan integrasi kedua hemisfer otak adalah dengan gerakan-gerakan fisik dengan prinsip gerakan menyilang. Gerakan tersebut menggerakkan ekstremitas pada satu sisi tubuh menyilang garis tengah dan berkoordinasi dengan ekstremitas pada sisi tubuh yang lain sehingga kedua hemisfer digunakan pada saat yang bersamaan. Jika terdapat komunikasi yang baik di antara kedua hemisfer maka

didapatkan gambaran yang terintegrasi. Semakin sering kedua hemisfer dipakai akan makin teraktivasi sehingga semakin banyak koneksi terjadi melalui korpus kalosum.⁵⁰ Ketika proses koneksi di antara kedua hemisfer semakin cepat maka semakin banyak fungsi intelegensi yang dapat digunakan.

b. Merayap dan Merangkak

Gerakan merayap dan merangkak dibuktikan sebagai gerakan alternansi yang dapat meningkatkan kemampuan otak tengah dan korteks serebri. Gerakan merayap dan merangkak dapat menstimulasi otak tengah yang merupakan pusat untuk kemampuan perhatian, kewaspadaan, kebersamaan, dan berkelompok.⁵⁷

Hannaford (1995) menyatakan bahwa gerakan merayap dan merangkak tidak hanya meningkatkan kemampuan otak tengah tetapi juga mampu mengaktifasi kedua hemisfer otak secara seimbang dan mengaktifasi lobus frontal, parietal, temporal, dan oksipital. Gerakan ini akan membangunkan dan mengaktifasi kapasitas mental, mengintegrasikan informasi baru dalam sistem saraf, serta merupakan hal yang vital untuk mengekspresikan proses pikir dan pemahaman diri.⁵⁸

c. Pengamatan dan Ikuti Jejak Penglihatan

Pengamatan dan ikuti jejak penglihatan akan mengaktifasi kedua bola mata bergerak dari satu arah ke arah lain. Gerakan ini dapat mengintegrasikan kedua belahan otak dan sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan membaca. Atensi visual akan memodulasi aktifitas otak bagian parietal, prefrontal, dan area sensori visual yang berperan dalam meningkatkan perhatian.⁵⁹

2.5 Hubungan Stimulasi Senam Otak dengan Neurotransmitter

Stimulasi otak secara keseluruhan dapat mempengaruhi neurotransmitter dan fungsi neuron yang berdampak pada proses transmisi dan neurogenesis. Proses neurotransmitter yang dikeluarkan oleh neuron-neuron berfungsi untuk mengomunikasikan satu sel dengan sel yang lainnya. Neurotransmitter dapat memengaruhi sel prekursor yang berfungsi dalam proses neurogenesis dengan mengarakterisasikan dinamika seluler melalui proses persinyalan neurotransmitter.⁶⁰

a. Dopamin

Afferen dopaminergik berasal dari substansia nigra pars kompakta. Dopamin berfungsi sebagai prekursor di subventrikular zone (SVZ) yang mengatur proses amplifikasi sel dan neuroblastosis. Target terapeutik dalam sistem dopaminergik meliputi : biosintesis, metabolisme, penyimpanan, reuptake dan reseptor (presinaps dan prasinaps) dopaminergik. Stimulasi dopamin tidak hanya dapat mengaktifkan proses proliferasi yang tergantung oleh *Ciliary neurotrophic factor* (CNTF) yang berfungsi untuk mendukung proliferasi di SVZ tetapi juga berfungsi untuk mengeluarkan faktor *Epidermal Growth Factor* (EGF) yang berfungsi untuk proliferasi sistem neuron.⁶⁰

b. GABA

GABA adalah jenis neurotransmitter inhibitor yang dikeluarkan oleh interneuron dan oleh astrosit. GABA diketahui mempunyai efek depolarisasi sel progenitor dan berperan dalam maturitas neuron. Pada daerah SVZ GABA juga mengatur proses persinyalan dengan proses migrasi neuroblastosis GABA non-sinap, non-vesikuler yang mengaktifasi persinyalan sel progenitor. Selain itu, aktivasi reseptor GABA di daerah SVZ menginduksi proses fosforilasi histon yang melakukan mediasi efek inhibitori GABA dalam siklus sel. Sel progenitor daerah SVZ juga berdampak pada *diazepam-binding inhibitor* yang mengikat subunit reseptor GABA dan efek GABA dikeluarkan dalam

proses neurogenesis. Fungsi GABA dapat meningkatkan penyembuhan fungsional daerah injuri melalui sifat inhibisi GABA dan peran stimulasi dapat memberi manfaat penyembuhan fungsional di daerah injuri.⁶⁰

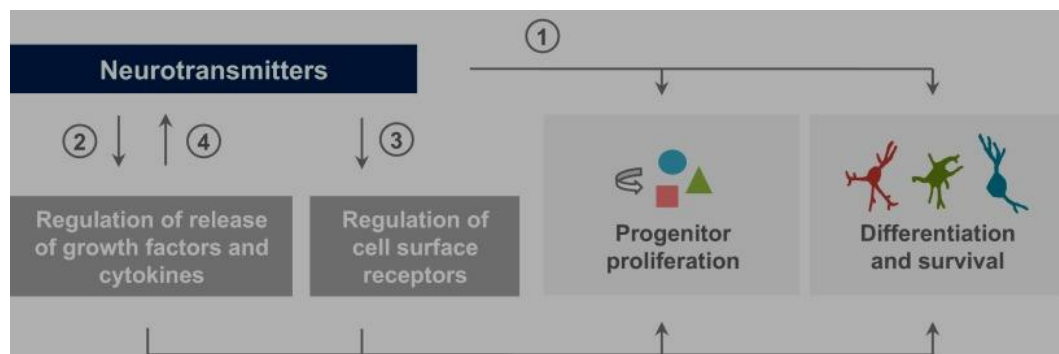
c. Glutamat

Fungsi glutamat dalam proses neurogenesis berhubungan dengan hippocampus. Glutamatergik berasal dari tiga sumber utama yaitu (1) sel granula dental; (2) korteks entorhinal melalui gyrus dentata; dan (3) serabut *mossy* di lapisan dalam molekuler. Terdapat reseptor glutamat yaitu reseptor antagonis *N-methyl-D-aspartate* (NMDA) yang meningkatkan proliferasi sel progenitor. Korteks entorhinal berperan dalam peningkatan proliferasi sel, dan input glutamatergik berasal dari korteks entorhinal. Terdapat beberapa reseptor glutamat yang berperan dalam sel progenitor hippocampus yaitu Reseptor G protein, mGluR3, mGluR4 dan mGluR5. Efek glutamat juga terdapat dalam proses neurogenesis pada daerah injuri. Reseptor mGlu berperan dalam mengurangi proliferasi daerah injuri pada daerah gyrus dentata. Pada daerah SVZ reseptor glutamat berperan dalam proses amplifikasi sel. Persinyalan glutamat dapat menginduksi ekspresi faktor neurotrofik seperti *Brain-derived neurotrophic factor* (BDNF), *nerve growth factor* dan *fibroblast growth factor* (FGF).⁶⁰

2.5.1 Interaksi Proses Stimulasi dalam Proses Neurotransmitter dan Neurogenesis

Peran stimulasi dalam proses neurotransmitter yang berdampak pada proses neurogenesis ialah reseptor dopamin akan menstimulasi pengeluaran BDNF yang meningkatkan proliferasi dan jumlah diferensiasi sel. Maturasi neuron diaktifkan oleh persinyalan reseptor dopamin yang berhubungan dengan produksi BDNF melalui

persinyalan Ca^{2+} . Di otak, BDNF ditemukan aktif di hippocampus dan korteks yang merupakan area vital dalam proses belajar, mengingat, dan proses berpikir. *Neurotrophin* merupakan zat kimia yang membantu menstimulasi dan mengontrol neurogenesis.⁶⁰ BDNF meningkatkan fosforilasi sinaps melalui aktivasi reseptor sehingga mengakibatkan pengeluaran neurotransmitter.



Gambar 1. Proses neurotransmitter untuk regulasi sel.⁴⁹

Persinyalan dopamin juga dapat mengekspresikan reseptor *Epidermal Growth factor* (EGF) di daerah SVZ yang meningkatkan proliferasi SVZ. Persinyalan dopamin juga berhubungan dengan *Ciliary neurotrophic factor* (CNTF) yang berfungsi untuk mekanisme pertahanan neuron dan proliferasi SVZ. CNTF diekspresikan oleh astrosit di daerah SVZ yang akan meningkatkan jumlah FGF2 mRNA. FGF berfungsi dalam persinyalan parakrin yang menstimulasi proliferasi dan diferensiasi sel-sel hippocampal, dan efek stimulasi akan meningkatkan astrosit hippocampal yang berimplikasi pada neurogenesis.⁶⁰

2.6 Senam Otak untuk Meningkatkan Performa Akademik

Sudah diketahui bahwa performa akademik menjadi suatu penentu kualitas individu dalam setiap jenjang pendidikan dan merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan

dari prestasi belajar. Performa akademik selain ditentukan oleh fungsi afektif, kognitif, psikomotor juga bergantung dari fungsi intelegensi anak. Intelegensi merupakan aplikasi dari aspek kognitif pada proses belajar, sedangkan proses kognitif bergantung dari fungsi-fungsi otak seperti perhatian, konsentrasi, memori, visuospasial, dan fungsi eksekutif. Untuk meningkatkan fungsi-fungsi otak sehingga diharapkan terjadi peningkatan performa akademik, maka diperlukan stimulasi yang merangsang kemampuan anak agar anak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.

Hal-hal yang akan terpengaruh melalui stimulus senam otak terhadap performa akademik meliputi:

a. Fungsi Afektif, Kognitif, dan Psikomotor

Latihan senam otak memadukan gerakan dengan stimulasi sensoris seperti pendengaran (*auditoris*), penglihatan (*visual*), perabaan dan keseimbangan. Integrasi antara sebanyak mungkin pusat-pusat sensoris, selain banyak area otak yang aktif juga memberikan peningkatan potensi dan sumber daya otak.

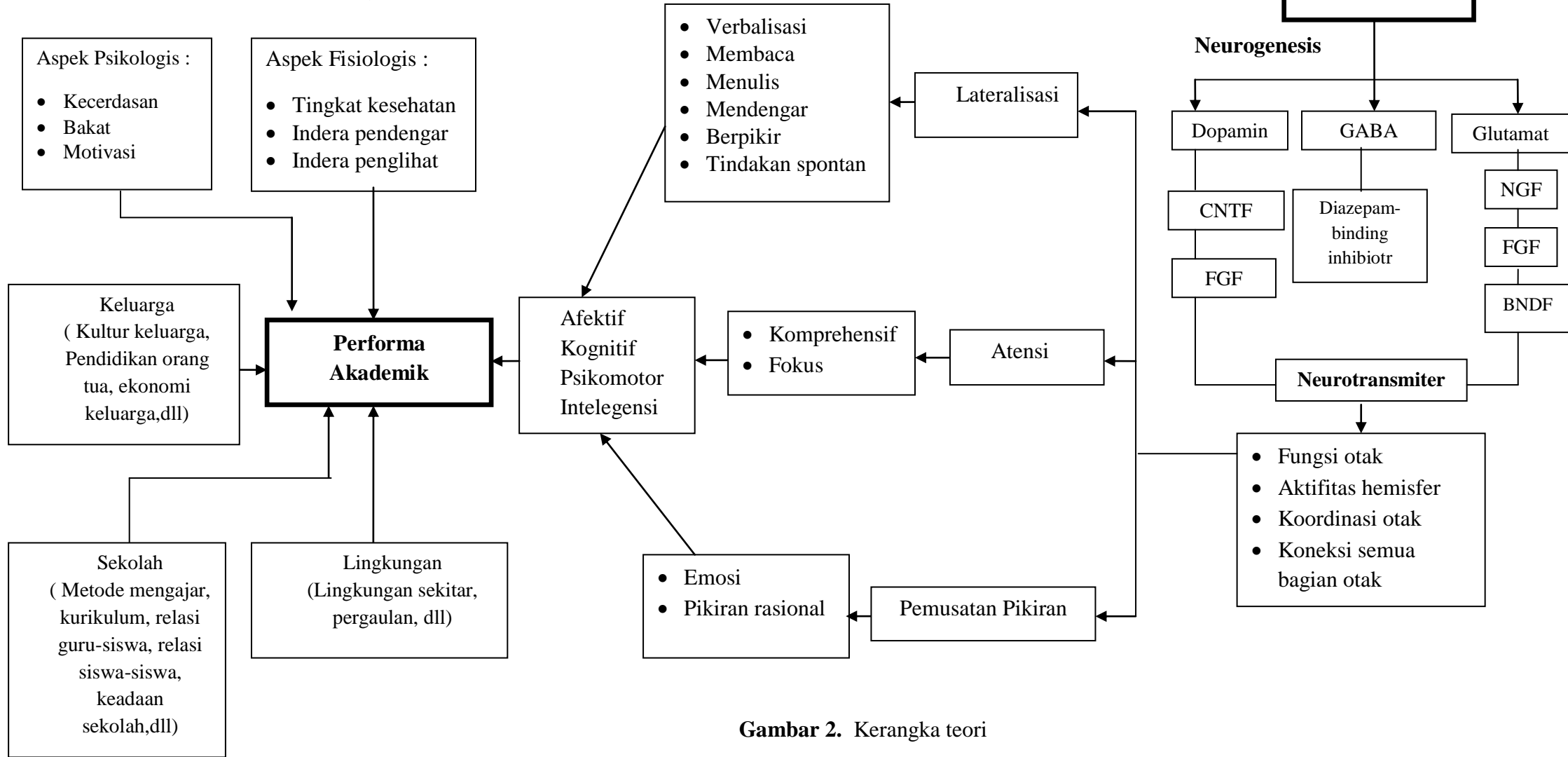
Fungsi afektif, kognitif, dan psikomotor berkaitan dengan konsep-konsep yang digunakan dalam senam otak seperti :

- Lateralisasi bertanggung jawab dalam koordinasi hemisfer kiri dan kanan, yang penting untuk membaca, menulis, mendengar, dan kemampuan berpikir dan bertindak secara spontan.
- Konsep atensi ialah mampu mengatur koordinasi otak depan dan otak belakang, yang penting untuk berpikir secara komprehensif dan fokus.
- Pemusatan pikiran ialah untuk menyeimbangkan tingkat emosi dan pikiran yang rasional

b. Fungsi Intelegensi

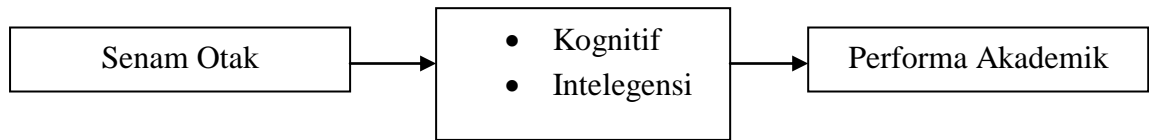
Senam otak akan mendukung perkembangan fungsi otak, mengaktifasi hemisfer otak kiri dan kanan, serta membantu koordinasi otak depan dan otak belakang.¹² Gerakan-gerakan yang dilakukan dalam senam otak akan merangsang kerja sama belahan otak dan antar bagian-bagian otak. Gerakan akan memicu aliran darah ke otak, sehingga nutrisi otak terpenuhi maka proses pembelajaran akan lebih baik. Senam otak juga berpengaruh terhadap fungsi korteks seperti abstraksi, logika, bahasa dan juga tiap area mempunyai fungsi spesifik. Jika terdapat komunikasi yang baik di antara kedua hemisfer maka didapatkan gambaran yang terintegrasi. Semakin sering kedua hemisfer dipakai akan makin teraktivasi sehingga semakin banyak koneksi terjadi melalui korpus kalosum.⁴⁷ Ketika proses koneksi di antara kedua hemisfer semakin cepat maka semakin banyak fungsi intelegensi yang dapat digunakan.

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka konsep

Faktor fisiologis dan psikologis tidak dimasukkan tetapi diamati secara fisik dan bila ada tanda-tanda kelainan fisiologis dan psikologis anak dieksklusi. Faktor lingkungan dan keluarga tidak dimasukkan dan merupakan keterbatasan penelitian. Faktor lateralisasi, atensi, dan pemusatan pikiran dimasukkan kedalam aspek kognitif dan intelegensi yang akan diukur.

2.9 Hipotesis

Senam otak dapat meningkatkan performa akademik pada anak usia 10-12 tahun

