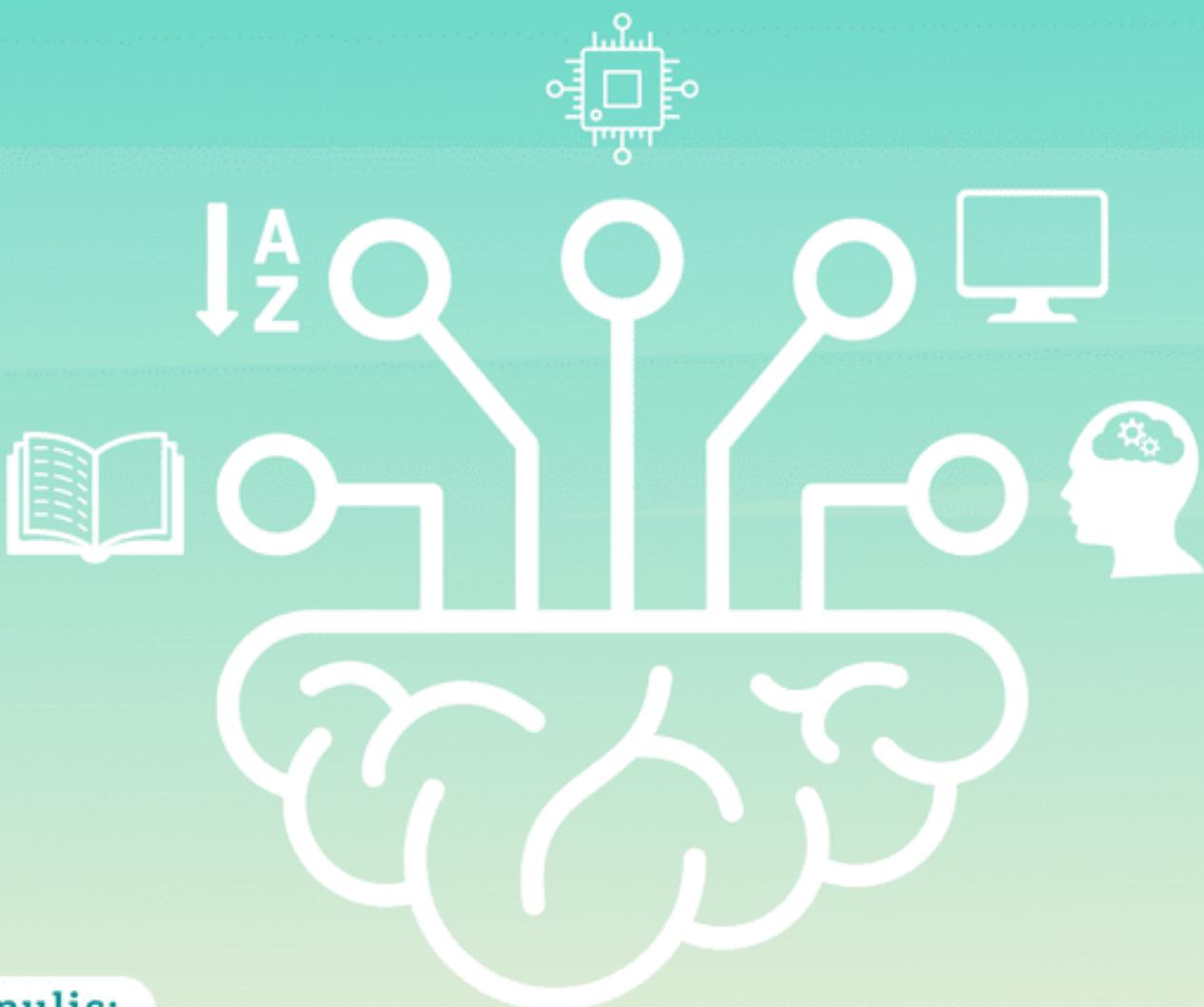


# NEUROPSIKOLOGI PENDIDIKAN DASAR:

INTEGRASI MEMORI, BAHASA,  
PERHATIAN DAN TEKNOLOGI DALAM  
MEMBANGUN PENGETAHUAN AKADEMIK



## Penulis:

- Lalu Habiburrahman
- Nurul Mahruzah Yulia
- Ahmad Rozi Hapsari
- Lalu Jaswandi
- Supriyati Fatma Rabia
- Kunti Dian Ayu Afiani
- Akhwani
- Mahardika Darmawan K. W.
- Muhammad Rusli
- Ria Alfian Rizky P.
- Mochamad Nursalim
- Diana Rahmasari



# **Neuropsikologi Pendidikan Dasar: Integrasi Memori, Bahasa, Perhatian dan Teknologi dalam Membangun Pengetahuan Akademik**

## **Penulis:**

Lalu Habiburrahman  
Nurul Mahruzah Yulia  
Akhmad Rozi Hapsari  
Lalu Jaswandi  
Supriyati Fatma Rabia  
Kunti Dian Ayu Afiani  
Akhwani  
Mahardika Darmawan Kusuma Wardana  
Muhammad Rusli  
Ria Alfian Rizkya P.  
Mochamad Nursalim  
Diana Rahmasari



Anggota APPTI Nomor : 002.018.1.09.2017  
Anggota IKAPI Nomor : 218/Anggota Luar Biasa/JTI/2019

Diterbitkan oleh  
**UMSIDA PRESS**  
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo  
ISBN: 978-623-464-132-5  
Copyright©2025  
**Authors**  
All rights reserved

**Neuropsikologi Pendidikan Dasar: Integrasi Memori, Bahasa, Perhatian dan Teknologi dalam Membangun Pengetahuan Akademik**

**Penulis :** Lalu Habiburrahman; Nurul Mahruzah Yulia; Akhmad Rozi Hapsari; Lalu Jaswandi; Supriyati Fatma Rabia; Kunti Dian Ayu Afiani; Akhwani; Mahardika Darmawan Kusuma Wardana; Muhammad Rusli; Ria Alfian Rizky P.; Mochamad Nursalim; Diana Rahmasari

**ISBN : 978-623-464-132-5**

**Editor :** Mochammad Tanzil Multazam; Wiwit Wahyu Wijayanti; Mutafarida

**Copy Editor :** Mahardika Darmawan Kusuma Wardana

**Design Sampul dan Tata Letak :** Mutafarida

**Penerbit :** UMSIDA Press

**Redaksi :** Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Mojopahit No 666B Sidoarjo, Jawa Timur

Cetakan Pertama, Desember 2025

Hak Cipta © 2025 Lalu Habiburrahman; Nurul Mahruzah Yulia; Akhmad Rozi Hapsari; Lalu Jaswandi; Supriyati Fatma Rabia; Kunti Dian Ayu Afiani; Akhwani; Mahardika Darmawan Kusuma Wardana; Muhammad Rusli; Ria Alfian Rizky P.; Mochamad Nursalim; Diana Rahmasari

Pernyataan Lisensi Atribusi Creative Commons (CC BY)

Konten dalam buku ini dilisensikan di bawah lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY).

Lisensi ini memungkinkan Anda untuk:

Menyalin dan menyebarluaskan materi dalam media atau format apa pun untuk tujuan apa pun, bahkan untuk tujuan komersial.

Menggabungkan, mengubah, dan mengembangkan materi untuk tujuan apa pun, bahkan untuk tujuan komersial. Pemberi lisensi tidak dapat mencabut kebebasan ini selama Anda mengikuti ketentuan lisensi.

Namun demikian, ada beberapa persyaratan yang harus Anda penuhi dalam menggunakan buku ini: Atribusi - Anda harus memberikan atribusi yang sesuai, memberikan informasi yang cukup tentang penulis, judul buku, dan lisensi, dan menyertakan tautan ke lisensi CC BY.

Penggunaan yang Adil - Anda tidak boleh menggunakan buku ini untuk tujuan yang melanggar hukum atau melanggar hak-hak orang lain. Dengan menerima dan menggunakan buku ini, Anda setuju untuk mematuhi persyaratan lisensi CC BY sebagaimana diuraikan di atas.

Catatan : Pernyataan hak cipta dan lisensi ini berlaku untuk buku ini secara keseluruhan, termasuk semua konten yang terkandung di dalamnya, kecuali dinyatakan lain. Hak cipta situs web, aplikasi, atau halaman eksternal yang digunakan sebagai contoh dipegang dan dimiliki oleh sumber aslinya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan **Buku Ajar Neuropsikologi Pendidikan Dasar: Integrasi Memori, Bahasa, Perhatian, dan Teknologi dalam Membangun Pengetahuan Akademik** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Kebutuhan akan bahan ajar yang komprehensif mengenai neuropsikologi pendidikan, khususnya yang mengaitkan proses kognitif dasar seperti memori, bahasa, perhatian, serta perkembangan teknologi dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar, semakin mendesak. Buku ini disusun sebagai salah satu rujukan bagi mahasiswa, pendidik, konselor, psikolog pendidikan, peneliti, maupun pemerhati dunia pendidikan untuk memahami dasar-dasar neuropsikologis yang melandasi perkembangan kemampuan akademik anak.

Penyusunan buku ini mengacu pada berbagai literatur mutakhir di bidang neurosains, psikologi perkembangan, pendidikan dasar, dan teknologi pembelajaran, serta pengalaman penulis dalam mengkaji dan mengimplementasikan konsep-konsep neuropsikologi di lingkungan pendidikan. Dengan demikian, buku ini diharapkan tidak hanya memberikan landasan teoretis, tetapi juga membantu pembaca memahami penerapan konsep-konsep tersebut dalam praktik pembelajaran di kelas.

Buku ajar ini disusun dalam sepuluh bagian yang saling berkesinambungan. Bagian awal menguraikan konsep pengetahuan akademik beserta struktur dan integritas ilmiahnya, dilanjutkan dengan pembahasan mengenai faktor-faktor internal dan eksternal yang memengaruhi kemampuan akademik anak. Uraian berikutnya menelaah proses ingatan dari aspek neurobiologis serta aplikasinya dalam pembelajaran, kemudian membahas perkembangan kemampuan berbahasa anak sekolah dasar dan hubungan erat antara memori dan bahasa dalam perspektif neuropsikologi.

Pembahasan selanjutnya menyoroti peran perhatian dalam proses belajar di sekolah dasar serta perkembangan kemampuan berpikir abstrak sebagai fondasi

penting dalam memahami konsep-konsep akademik. Buku ini juga mengkaji perkembangan neuropsikologi bahasa di era kecerdasan buatan, termasuk integrasi antara neurosains dan teknologi dalam pembelajaran. Selain itu, dipaparkan pula pendekatan *Developmentally Appropriate Practice (DAP)* sebagai salah satu strategi pembelajaran yang relevan untuk mendukung kemampuan akademik siswa sekolah dasar. Pada bagian akhir, buku ini menyajikan strategi pengembangan perhatian dan penalaran abstrak berdasarkan perspektif neuropsikologi pendidikan.

Diharapkan buku ini dapat menjadi pedoman dan referensi yang bermanfaat dalam memahami dinamika kemampuan kognitif anak serta penerapannya dalam pembelajaran. Pada akhirnya, buku ini diharapkan mampu membantu pendidik dan praktisi pendidikan dalam merancang aktivitas pembelajaran yang lebih efektif, adaptif, dan berlandaskan prinsip-prinsip neuropsikologi.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan bahan-bahan yang memperkaya penyusunan buku ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kritik dan saran sangat penulis harapkan demi penyempurnaan buku ini pada edisi berikutnya. Semoga buku ajar ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi pembaca dan berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah dasar.

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>4</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>6</b>
<b>1. PENGETAHUAN AKADEMIK.....</b>	<b>11</b>
1.1. Konsep Dasar Pengetahuan Akademik .....	11
1.1.1. Pengertian dan Karakteristik Pengetahuan Akademik .....	11
1.1.2. Perbedaan dengan Pengetahuan Sehari-Hari .....	11
1.1.3. Ciri Khas Pengetahuan Akademik .....	12
1.2. Fungsi dan Peran Pengetahuan Akademik.....	13
1.2.1. Peran dalam Pengembangan Ilmu Pengetahuan .....	13
1.2.2. Fungsi dalam Pemecahan Masalah .....	13
1.2.3. Kontribusi Terhadap Masyarakat.....	14
1.3. Sumber dan Metode Akuisisi Pengetahuan Akademik.....	15
1.3.1. Sumber Pengetahuan.....	15
1.3.2. Metode Ilmiah Sebagai Cara Memperoleh Pengetahuan Akademik yang Valid .....	16
1.4. Struktur dan Organisasi Pengetahuan Akademik.....	17
1.4.1. Definisi Ilmu .....	17
1.4.2. Interdisipliner .....	18
1.4.3. Multidisipliner; Cara Pengetahuan Disusun dan Diklasifikasikan ...	19
1.5. Etika dan Integritas dalam Pengetahuan Akademik.....	20
1.5.1. Plagiarisme.....	20
1.5.2. Fabrikasi Data .....	22
1.5.3. Pentingnya Etika Penelitian dan Publikasi.....	23
1.6. Tantangan dan Perkembangan Terkini Pengetahuan Akademik .....	24
1.6.1. Pengaruh Teknologi (Misalnya, AI) terhadap Pengetahuan Akademik	24
1.6.2. Aksesibilitas Informasi.....	25
1.6.3. Isu-Isu Kontemporer .....	27
<b>2. FAKTOR PENENTU KEMAMPUAN AKADEMIK .....</b>	<b>29</b>
2.1. Pendahuluan .....	29
2.2. Faktor Internal .....	30
2.2.1. Aspek Neurobiologis.....	31
2.2.2. Fungsi Kognitif .....	32
2.2.3. Regulasi Emosi dan Motivasi .....	33
2.2.4. Kepribadian .....	34
2.2.5. Kesehatan Fisik dan Mental .....	34
2.3. Faktor Eksternal .....	35

2.3.1. Lingkungan Keluarga.....	36
2.3.2. Teman Sebayu .....	37
2.3.3. Lingkungan Sosial-Masyarakat.....	38
2.3.4. Kondisi Sosio-Ekonomi .....	39
<b>3. INGATAN.....</b>	<b>41</b>
3.1. Kaitan Neuropsikologi dengan Ingatan.....	41
3.2. Hubungan Otak dan Ingatan.....	41
3.3. Proses Ingatan .....	42
3.4. Struktur Otak yang Berperan dalam Ingatan.....	43
3.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ingatan .....	44
3.6. Jenis-Jenis Memori .....	45
3.7. Peran Neuropsikologi dalam Masalah Ingatan .....	46
<b>4. KEMAMPUAN BAHASA ANAK SEKOLAH DASAR .....</b>	<b>47</b>
4.1. Pendahuluan .....	47
4.2. Pengertian Bahasa .....	48
4.3. Kemampuan Bahasa.....	50
4.3.1. Teori Kompetensi Komunikatif .....	50
4.3.2. Teori Linguistik Fungsional Sistemik.....	51
4.3.3. Teori Psikolinguistik .....	51
4.4. Aspek Kemampuan Berbahasa .....	52
4.4.1. Menyimak ( <i>Listening</i> ) .....	52
4.4.2. Berbicara ( <i>Speaking</i> ) .....	53
4.4.3. Membaca ( <i>Reading</i> ) .....	54
4.4.4. Menulis ( <i>Writing</i> ) .....	54
4.5. Perkembangan Bahasa Anak Sekolah Dasar.....	55
4.6. Strategi Guru Dalam Mengembangkan Kemampuan Bahasa Anak Sekolah Dasar .....	56
4.6.1. Scaffolding Bahasa.....	56
4.6.2. Dialog dan Interaksi Sosial .....	57
4.6.3. Pembelajaran Kolaboratif.....	58
4.6.4. Penggunaan Bahasa Sebagai Alat Berpikir.....	59
<b>5. HUBUNGAN KEMAMPUAN BAHASA DAN INGATAN DALAM NEUROPSIKOLOGI .....</b>	<b>61</b>
5.1. Mekanisme Hubungan Bahasa dan Ingatan .....	61
5.1.1. Peran Memori dalam Bahasa .....	61
5.1.2. Peran Bahasa dalam Pembentukan Memori.....	62
5.1.3. Aspek Neurobiologis.....	63
5.2. Relevansi Hubungan Bahasa dan Ingatan .....	65
5.2.1. Relevansi Teoretis.....	65
5.2.2. Relevansi Klinis .....	65

5.2.3. Relevansi Pendidikan dan Sosial .....	66
5.2.4. Relevansi Penelitian dan Teknologi.....	67
5.3. Kesimpulan .....	67
<b>6. PERAN PERHATIAN DI PENDIDIKAN DASAR.....</b>	<b>69</b>
6.1. Pendahuluan .....	69
6.2. Konsep Perhatian .....	69
6.2.1. Aktivasi ( <i>Activation</i> ) .....	71
6.2.2. Seleksi ( <i>Selection</i> ) .....	72
6.2.3. Kontrol Eksekutif ( <i>Executive Control</i> ) .....	72
6.3. Jenis – Jenis Perhatian.....	72
6.3.1. Perhatian Terfokus ( <i>Focused Attention</i> ) .....	73
6.3.2. Perhatian Berkelanjutan ( <i>Sustained Attention</i> ) .....	73
6.3.3. Perhatian Selektif ( <i>Selective Attention</i> ).....	74
6.3.4. Perhatian Bergantian ( <i>Alternating Attention</i> ) .....	74
6.3.5. Perhatian Terbagi ( <i>Divided Attention</i> ) .....	75
6.4. Faktor yang Mempengaruhi Perhatian.....	75
6.4.1. Faktor Internal.....	75
6.4.2. Faktor Eksternal .....	77
6.5. Tantangan Umum Perhatian di Pendidikan Dasar .....	78
6.5.1. Kesulitan Mempertahankan Perhatian atau Fokus.....	78
6.5.2. Mudah Teralihkan .....	78
6.5.3. Era Distraksi Digital (Tantangan Modern) .....	79
6.6. Strategi Praktis Meningkatkan Perhatian .....	79
6.6.1. Mengelola Lingkungan Kelas .....	79
6.6.2. Metode Penyampaian.....	80
6.6.3. Jeda Otak ( <i>Brain Breaks</i> ).....	80
6.6.4. Membuat Materi Relevan.....	81
<b>7. BERPIKIR ABSTRAK PADA JENJANG USIA SEKOLAH DASAR... 82</b>	
7.1. Manusia memiliki “Kemampuan Super” .....	82
7.2. Memahami Kemampuan Berpikir Abstrak Siswa SD .....	83
7.3. Karakteristik Berpikir Abstrak dan Implementasinya.....	86
7.3.1. Pengenalan Pola ( <i>Patterning</i> ) .....	87
7.3.2. Representasi .....	88
7.3.3. Vision Setting.....	89
7.3.4. Hipotesis dan Prediktif.....	90
7.3.5. Menggabungkan Ide (Relasional) .....	92
7.4. Urgensi Penalaran Abstrak Bagi Siswa SD .....	93
7.5. Strategi Pembelajaran berpikir Abstrak .....	94
7.5.1. Tugas yang menuntut Generaslisasi.....	95
7.5.2. Concrete Representational Abstract (CRA) .....	96

7.5.3. Pemecahan Masalah Terbuka.....	96
7.5.4. Diskusi Metakognitif.....	97
<b>8. PERKEMBANGAN NEUROPSIKOLOGI BAHASA DI ERA AI .....</b>	<b>98</b>
8.1. Pendahuluan .....	98
8.2. Evolusi Neuropsikologi Menuju Era Digital .....	100
8.3. Bahasa dalam Perspektif Neurosains dan NLP .....	103
8.4. Ingatan dan Jaringan Hippocampus–Prefrontal Cortex .....	107
8.5. Sinergi Bahasa dan Memori dalam Neuropsikologi Digital .....	110
8.6. Tantangan dan Etika Neuropsikologi Digital.....	113
8.7. Kesimpulan .....	116
<b>9. DEVELOPMENTALLY APPROPRIATE PRACTICE (DAP) SEBAGAI SALAH SATU BEST PRACTICE KEMAMPUAN AKADEMIK SISWA SD 120</b>	
9.1. Pendahuluan .....	120
9.2. Konsep dan Perspektif Etimologi <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP) .....	121
9.3. Landasan Teori <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP) .....	123
9.4. Analisis Kelebihan dan Kelemahan <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP) pada Kemampuan Akademik Siswa SD .....	124
9.5. Kerangka Implementasi <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP). 127	
9.6. Tantangan Implementasi <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP) pada Kemampuan Akademik Siswa SD .....	130
9.7. Strategi Guru dalam Mengatasi Tantangan Implementasi <i>Developmentally Appropriate Practice</i> (DAP) .....	131
<b>10. PENGEMBANGAN ATTENTION DAN ABSTRACT REASONING DALAM PERSPEKTIF NEUROPSIKOLOGI PENDIDIKAN .....</b>	<b>133</b>
10.1. Pendahuluan .....	133
10.2. Landasan Neuropsikologis Attention dan Abstract Reasoning.....	135
10.2.1. Neural Architecture of Attention .....	135
10.2.2. Neural Basis of Abstract Reasoning .....	135
10.2.3. The Nexus: Attention dan Abstract Reasoning.....	136
10.3. Evidence-Based Strategies untuk Pengembangan Attention pada Anak Sekolah Dasar.....	137
10.3.1. Attention Training Programs.....	138
10.3.2. Mindfulness-Based Interventions NFLAS .....	138
10.3.3. Cognitive Load Management.....	139
10.3.4. Physical Activity dan Executive Function .....	139
10.3.5. Technology-Enhanced Attention Training.....	140
10.4. Evidence-Based Strategies untuk Pengembangan Abstract Reasoning pada Anak Sekolah Dasar .....	140

10.4.1. Concrete-Representational-Abstract (CRA) Approach.....	140
10.4.2. Analogical Reasoning dan Comparison .....	141
10.4.3. Scaffolded Problem-Solving .....	141
10.4.4. Collaborative Learning dan Mathematical Discourse.....	142
10.4.5. Formative Assessment dan Adaptive Instruction.....	142
10.5. Panduan Praktis: Dari Neurosains ke Kelas.....	143
<b>REFERENSI.....</b>	<b>145</b>
<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>166</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>169</b>

## 1. PENGETAHUAN AKADEMIK

### 1.1. Konsep Dasar Pengetahuan Akademik

#### 1.1.1. Pengertian dan Karakteristik Pengetahuan Akademik

Pengetahuan akademik merupakan suatu bentuk pengetahuan yang diperoleh melalui proses pembelajaran formal di institusi pendidikan, seperti sekolah dan perguruan tinggi. Menurut Suyanto (2013), pengetahuan akademik adalah pengetahuan yang bersifat teoritis dan sistematis, yang biasanya diajarkan dalam konteks disiplin ilmu tertentu. Pengetahuan ini tidak hanya mencakup informasi, tetapi juga pemahaman yang mendalam tentang konsep, teori, dan prinsip yang mendasari suatu bidang studi.

Dalam konteks pendidikan tinggi, pengetahuan akademik dihasilkan melalui penelitian dan analisis kritis. Hal ini berbeda dengan pengetahuan umum yang sering kali bersifat praktis dan diperoleh dari pengalaman sehari-hari. Misalnya, seorang mahasiswa kedokteran tidak hanya mempelajari fakta-fakta medis, tetapi juga memahami mekanisme biologis yang kompleks dan bagaimana cara menerapkan pengetahuan tersebut dalam praktik klinis (Hidayati, 2018).

#### 1.1.2. Perbedaan dengan Pengetahuan Sehari-Hari

Perbedaan utama antara pengetahuan akademik dan pengetahuan sehari-hari terletak pada cara pengumpulan, pengolahan, dan penyajian informasi. Pengetahuan sehari-hari sering kali bersifat intuitif dan berdasarkan pengalaman pribadi, sedangkan pengetahuan akademik dihasilkan melalui metode ilmiah yang sistematis. Misalnya, seseorang mungkin tahu bahwa mengonsumsi makanan sehat baik untuk kesehatan, tetapi pengetahuan akademik akan menjelaskan secara rinci tentang nutrisi, metabolisme, dan dampak jangka panjang dari pola makan tertentu (Santoso, 2020).

Statistik menunjukkan bahwa tingkat pemahaman masyarakat tentang isu-isu kesehatan sering kali rendah, meskipun informasi tersebut mudah diakses. Menurut survei yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada

tahun 2021, hanya 30% responden yang mampu menjelaskan dengan benar tentang pentingnya gizi seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan sehari-hari tidak selalu mencerminkan pemahaman yang akurat atau komprehensif, yang menjadi keunggulan pengetahuan akademik.

### **1.1.3. Ciri Khas Pengetahuan Akademik**

Pengetahuan akademik memiliki beberapa ciri khas yang membedakannya dari bentuk pengetahuan lainnya. Pertama, pengetahuan akademik bersifat sistematis. Artinya, pengetahuan ini disusun dalam suatu kerangka yang terorganisir, memungkinkan individu untuk memahami hubungan antar konsep secara lebih jelas. Sebagai contoh, dalam ilmu psikologi, terdapat berbagai teori yang saling terkait, seperti teori perilaku, kognitif, dan humanistik, yang semuanya membentuk pemahaman yang lebih utuh tentang perilaku manusia (Riyanto, 2019).

Kedua, pengetahuan akademik bersifat objektif. Ini berarti bahwa pengetahuan tersebut tidak dipengaruhi oleh opini pribadi atau bias individu. Penelitian yang dilakukan dalam konteks akademik umumnya mengikuti prosedur yang ketat untuk memastikan bahwa hasilnya dapat diandalkan dan dapat diuji ulang. Sebagai contoh, dalam penelitian medis, uji klinis dilakukan untuk menguji efektivitas suatu obat, di mana hasilnya harus dapat direproduksi oleh peneliti lain (Prabowo, 2020).

Ketiga, pengetahuan akademik teruji. Pengetahuan ini dihasilkan melalui proses penelitian yang melibatkan pengumpulan data, analisis, dan evaluasi. Hasil penelitian akademik biasanya dipublikasikan dalam jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer-review, memastikan bahwa hanya penelitian yang berkualitas yang diterima. Menurut data dari Scopus, terdapat lebih dari 200.000 jurnal ilmiah yang terdaftar di seluruh dunia, menunjukkan betapa banyaknya penelitian yang dilakukan untuk memperkaya pengetahuan akademik (Kementerian Riset dan Teknologi, 2021). Pengetahuan akademik tidak hanya penting untuk pengembangan individu, tetapi juga untuk kemajuan masyarakat secara keseluruhan. Melalui pendidikan dan penelitian,

pengetahuan akademik dapat digunakan untuk memecahkan berbagai masalah sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dihadapi oleh masyarakat saat ini.

## **1.2. Fungsi dan Peran Pengetahuan Akademik**

### **1.2.1. Peran dalam Pengembangan Ilmu Pengetahuan**

Pengetahuan akademik memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Sebagai fondasi dari semua disiplin ilmu, pengetahuan akademik memungkinkan para peneliti dan akademisi untuk mengembangkan teori, metode, dan praktik yang baru. Dalam konteks ini, pengetahuan akademik tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai alat untuk menciptakan pengetahuan baru. Misalnya, dalam bidang sains, penemuan baru sering kali didasarkan pada penelitian sebelumnya yang telah dipublikasikan dalam jurnal akademik. Menurut laporan dari World Economic Forum (2020), sekitar 80% dari semua penemuan ilmiah didasarkan pada penelitian yang sudah ada, menunjukkan betapa pentingnya pengetahuan akademik dalam menciptakan inovasi.

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan, kolaborasi antar disiplin juga menjadi kunci. Pengetahuan akademik memungkinkan peneliti dari berbagai bidang untuk berkolaborasi dan berbagi informasi, yang sering kali menghasilkan kemajuan yang lebih cepat daripada jika mereka bekerja secara terpisah. Contoh nyata dari kolaborasi ini dapat dilihat pada proyek Human Genome, di mana ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu seperti biologi, genetika, dan komputer bekerja sama untuk memetakan genom manusia. Proyek ini tidak hanya memperluas pemahaman kita tentang genetika, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan terapi gen dan pengobatan penyakit yang lebih efektif (Collins et al., 2003).

### **1.2.2. Fungsi dalam Pemecahan Masalah**

Pengetahuan akademik memiliki fungsi yang signifikan dalam pemecahan masalah. Dalam dunia yang semakin kompleks, banyak tantangan

yang dihadapi masyarakat, seperti perubahan iklim, ketidakadilan sosial, dan krisis kesehatan. Pengetahuan akademik memberikan kerangka kerja dan metodologi yang diperlukan untuk menganalisis masalah ini secara mendalam. Misalnya, dalam studi perubahan iklim, para ilmuwan menggunakan data dan model matematis untuk memprediksi dampak dari berbagai skenario emisi gas rumah kaca. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang penyebab dan efek perubahan iklim, pembuat kebijakan dapat merumuskan strategi mitigasi yang lebih efektif (IPCC, 2021).

Secara gampang, pengetahuan akademik juga berperan dalam pengembangan solusi inovatif. Dalam bidang teknologi, misalnya, penelitian akademik sering kali menghasilkan penemuan yang dapat diterapkan dalam industri. Contoh yang relevan adalah pengembangan teknologi informasi dan komunikasi, yang telah merevolusi cara kita berinteraksi dan berkomunikasi. Menurut data dari Statista (2022), pengguna internet di seluruh dunia telah mencapai lebih dari 4,9 miliar, yang menunjukkan dampak signifikan dari inovasi yang didorong oleh penelitian akademik.

### **1.2.3. Kontribusi Terhadap Masyarakat**

Kontribusi pengetahuan akademik terhadap masyarakat tidak dapat diabaikan. Melalui penelitian dan pengembangan, pengetahuan akademik membantu meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Misalnya, dalam bidang kesehatan, penelitian akademik telah menghasilkan vaksin dan pengobatan yang menyelamatkan jutaan nyawa. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2021), vaksinasi telah mengurangi kematian akibat penyakit menular secara signifikan, menunjukkan bagaimana pengetahuan akademik dapat diterjemahkan menjadi manfaat nyata bagi masyarakat.

Selanjutnya, pengetahuan akademik dapat berkontribusi dalam pendidikan dan pemberdayaan masyarakat. Dengan menyediakan akses ke informasi dan pendidikan berkualitas, pengetahuan akademik membantu menciptakan masyarakat yang lebih terdidik dan berdaya. Program-program pendidikan yang berbasis penelitian, seperti yang dilakukan oleh Universitas

Indonesia dalam program pengabdian masyarakat, menunjukkan bagaimana pengetahuan akademik dapat diintegrasikan ke dalam praktik nyata untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Universitas Indonesia, 2022). Dalam konteks yang lebih luas, pengetahuan akademik juga berperan dalam membentuk kebijakan publik. Penelitian yang dilakukan oleh akademisi sering kali menjadi dasar bagi pengambilan keputusan oleh pemerintah dan lembaga swasta. Dengan menyediakan data dan analisis yang dapat diandalkan, pengetahuan akademik membantu memastikan bahwa kebijakan yang diambil adalah berbasis bukti dan dapat memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat.

### **1.3. Sumber dan Metode Akuisisi Pengetahuan Akademik**

#### **1.3.1. Sumber Pengetahuan**

Pengetahuan akademik diperoleh dari berbagai sumber yang memiliki kredibilitas dan relevansi. Salah satu sumber utama adalah penelitian ilmiah. Penelitian ini dilakukan melalui proses sistematis yang meliputi pengumpulan data, analisis, dan interpretasi untuk menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah tertentu. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2022), jumlah publikasi penelitian di Indonesia meningkat sebesar 15% dalam lima tahun terakhir, menunjukkan peningkatan minat dan investasi dalam penelitian akademik di berbagai bidang. Penelitian ini tidak hanya terbatas pada jurnal ilmiah, tetapi juga mencakup disertasi, tesis, dan laporan penelitian yang dihasilkan oleh institusi pendidikan tinggi.

Otoritas ahli juga menjadi sumber pengetahuan yang penting. Para ahli, baik dari kalangan akademisi maupun praktisi, sering kali diundang untuk memberikan wawasan dan pengetahuan berdasarkan pengalaman serta keahlian mereka di bidang tertentu. Misalnya, dalam bidang kesehatan, dokter dan peneliti terkemuka sering menjadi rujukan dalam pengembangan kebijakan kesehatan publik. Sebuah studi oleh World Health Organization (WHO, 2021)

menunjukkan bahwa keterlibatan ahli dalam pengambilan keputusan dapat meningkatkan efektivitas program kesehatan masyarakat.

Pengalaman nyata juga merupakan sumber pengetahuan yang tak kalah penting. Pengalaman individu atau kelompok dalam menghadapi situasi tertentu dapat memberikan wawasan yang berharga. Misalnya, dalam konteks pendidikan, guru yang memiliki pengalaman bertahun-tahun dalam pengajaran sering kali memiliki pemahaman yang lebih baik tentang strategi pembelajaran yang efektif. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Universitas Pendidikan Indonesia (UPI, 2020), guru dengan pengalaman lebih dari 10 tahun mampu mengadaptasi metode pengajaran mereka lebih baik dibandingkan dengan guru baru. Kombinasi antara penelitian, otoritas ahli, dan pengalaman menciptakan kerangka pengetahuan yang komprehensif. Sumber-sumber ini saling melengkapi dan memberikan perspektif yang lebih luas dalam memahami fenomena akademik. Misalnya, dalam pengembangan kurikulum pendidikan, input dari penelitian terbaru, pandangan ahli, dan pengalaman praktis guru dapat menghasilkan kurikulum yang lebih relevan dan efektif.

### **1.3.2. Metode Ilmiah Sebagai Cara Memperoleh Pengetahuan Akademik yang Valid**

Metode ilmiah merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan akademik yang valid. Proses ini dimulai dengan perumusan hipotesis, yang merupakan dugaan awal yang akan diuji. Selanjutnya, peneliti melakukan eksperimen atau pengamatan untuk mengumpulkan data yang relevan. Menurut Creswell (2014), metode ilmiah tidak hanya bergantung pada pengamatan subjektif, tetapi juga pada data kuantitatif dan kualitatif yang dapat diukur dan dianalisis secara objektif.

Salah satu contoh penerapan metode ilmiah adalah penelitian tentang dampak perubahan iklim terhadap pertanian. Peneliti mengumpulkan data dari berbagai lokasi, menganalisis pola cuaca, dan mengorelasikannya dengan hasil panen. Hasil penelitian tersebut kemudian dipublikasikan dalam jurnal ilmiah dan dapat digunakan oleh pembuat kebijakan untuk merumuskan

strategi adaptasi yang lebih baik. Menurut laporan dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022), penelitian berbasis metode ilmiah ini memberikan dasar yang kuat untuk tindakan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Metode ilmiah menekankan pentingnya replikasi dan verifikasi. Penelitian yang valid harus dapat direproduksi oleh peneliti lain dengan hasil yang serupa. Hal ini memastikan bahwa pengetahuan yang dihasilkan tidak hanya akurat, tetapi juga dapat diandalkan. Sebagai contoh, penelitian tentang efektivitas vaksin COVID-19 yang dilakukan oleh berbagai lembaga di seluruh dunia menunjukkan hasil yang konsisten, memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap vaksinasi (Gavi, 2021).

Metode ilmiah dapat mendorong peneliti untuk bersikap skeptis dan kritis terhadap temuan mereka sendiri dan temuan orang lain. Proses peer review, di mana penelitian ditinjau oleh ahli lain sebelum dipublikasikan, merupakan langkah penting dalam menjaga kualitas dan integritas penelitian. Hal ini menciptakan standar yang tinggi untuk publikasi ilmiah dan membantu mengurangi penyebaran informasi yang salah atau tidak akurat. Dengan menggunakan metode ilmiah, pengetahuan akademik yang dihasilkan menjadi lebih valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Ini memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan teori, praktik, dan kebijakan dalam berbagai disiplin ilmu. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang metode ilmiah sangat penting bagi para akademisi dan peneliti dalam upaya mereka untuk berkontribusi pada pengembangan pengetahuan yang bermanfaat bagi masyarakat.

## **1.4. Struktur dan Organisasi Pengetahuan Akademik**

### **1.4.1. Definisi Ilmu**

Disiplin ilmu merupakan kategori utama dalam struktur pengetahuan akademik yang mengorganisir berbagai bidang kajian berdasarkan metode, objek, dan tujuan penelitian yang berbeda. Setiap disiplin ilmu memiliki

karakteristik unik yang membedakannya dari disiplin lain. Misalnya, disiplin ilmu sosial seperti sosiologi dan psikologi berfokus pada perilaku manusia dan interaksi sosial, sementara disiplin ilmu alam seperti fisika dan biologi lebih menekankan pada fenomena alam dan hukum-hukum yang mengatur dunia fisik. Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, terdapat lebih dari 30 disiplin ilmu yang diakui secara resmi, yang mencakup berbagai bidang dari humaniora hingga ilmu eksakta (Kemdikbud, 2020).

Dalam konteks pendidikan tinggi, pemahaman tentang disiplin ilmu sangat penting bagi mahasiswa untuk mengarahkan fokus studi mereka. Disiplin ilmu tidak hanya menentukan metode penelitian yang digunakan, tetapi juga cara berpikir dan pendekatan analitis yang diadopsi oleh para akademisi. Misalnya, pendekatan kuantitatif yang sering digunakan dalam ilmu statistik sangat berbeda dari pendekatan kualitatif yang umum dalam ilmu sosial. Hal ini menunjukkan bagaimana struktur pengetahuan akademik dibangun berdasarkan kerangka disiplin yang berbeda.

Statistik menunjukkan bahwa pemilihan disiplin ilmu dapat mempengaruhi karir dan peluang kerja. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021, lulusan dari disiplin ilmu teknik memiliki tingkat penyerapan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan lulusan dari disiplin ilmu seni. Ini menunjukkan bahwa pemahaman tentang struktur dan organisasi pengetahuan akademik sangat penting dalam menentukan masa depan profesional individu.

#### **1.4.2. Interdisipliner**

Interdisipliner merujuk pada pendekatan yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu untuk memahami dan menyelesaikan masalah kompleks yang tidak dapat dijelaskan secara menyeluruh oleh satu disiplin saja. Pendekatan ini semakin populer dalam penelitian akademik, terutama dalam konteks isu-isu global seperti perubahan iklim, kesehatan masyarakat, dan pembangunan berkelanjutan. Misalnya, penelitian tentang perubahan iklim

memerlukan kolaborasi antara ilmuwan lingkungan, ekonom, dan ahli kebijakan untuk menghasilkan solusi yang efektif (UNESCO, 2019).

Salah satu contoh konkret dari pendekatan interdisipliner adalah program studi yang mengintegrasikan ilmu lingkungan dengan ilmu sosial. Dalam program ini, mahasiswa tidak hanya belajar tentang aspek ilmiah dari lingkungan, tetapi juga tentang dampak sosial dan ekonomi dari perubahan lingkungan. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengembangkan solusi yang lebih komprehensif dan berkelanjutan. Menurut laporan dari World Economic Forum, kolaborasi interdisipliner dapat meningkatkan inovasi dan kreativitas dalam penelitian, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan global saat ini (World Economic Forum, 2020).

Meskipun pendekatan interdisipliner menawarkan banyak manfaat, ada juga tantangan yang harus dihadapi. Salah satunya adalah perbedaan bahasa dan metodologi antara disiplin ilmu yang berbeda, yang dapat menghambat komunikasi dan kolaborasi. Oleh karena itu, penting bagi akademisi untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan pemahaman lintas disiplin agar dapat bekerja sama secara efektif. Sebuah studi oleh Universitas Gadjah Mada menunjukkan bahwa pelatihan interdisipliner dapat meningkatkan kemampuan kolaborasi di antara mahasiswa (UGM, 2021).

#### **1.4.3. Multidisipliner; Cara Pengetahuan Disusun dan Diklasifikasikan**

Pendekatan multidisipliner melibatkan penggunaan beberapa disiplin ilmu secara bersamaan, tetapi tetap mempertahankan batasan masing-masing disiplin. Dalam konteks ini, pengetahuan disusun dan diklasifikasikan berdasarkan area spesifik, namun tetap memungkinkan adanya interaksi antara disiplin yang berbeda. Misalnya, dalam bidang kesehatan, ilmu kedokteran, farmasi, dan ilmu gizi dapat berkolaborasi untuk memberikan perawatan yang lebih holistik kepada pasien, tetapi masing-masing disiplin tetap mempertahankan metodologi dan fokusnya sendiri (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

Dalam sistem pendidikan, struktur multidisipliner memungkinkan mahasiswa untuk mengambil mata kuliah dari berbagai disiplin yang relevan dengan minat mereka. Hal ini memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran dan memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan perspektif yang lebih luas. Data dari survei pendidikan tinggi di Indonesia menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengikuti program multidisipliner cenderung memiliki keterampilan yang lebih baik dalam berpikir kritis dan analitis (Lembaga Riset Pendidikan Tinggi, 2021).

Namun, tantangan dalam pendekatan multidisipliner terletak pada pengelolaan dan integrasi pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu. Diperlukan kebijakan dan strategi yang jelas untuk memastikan bahwa pengetahuan yang diperoleh dari berbagai disiplin dapat disusun dengan baik dan saling melengkapi. Sebuah penelitian oleh Universitas Indonesia menunjukkan bahwa pengembangan kurikulum yang mengintegrasikan pendekatan multidisipliner dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan relevansi lulusan di pasar kerja (UI, 2020). Pemahaman tentang struktur dan organisasi pengetahuan akademik, baik dalam konteks disiplin, interdisipliner, maupun multidisipliner, sangat penting untuk mengembangkan pendekatan yang efektif dalam pendidikan dan penelitian. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan kualitas pendidikan tinggi di Indonesia, tetapi juga mempersiapkan lulusan untuk menghadapi tantangan global di masa depan.

## **1.5. Etika dan Integritas dalam Pengetahuan Akademik**

### **1.5.1. Plagiarisme**

Plagiarisme merupakan salah satu isu paling serius dalam dunia akademik yang dapat merusak reputasi individu maupun institusi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh McCabe dan Pavela (2004), sekitar 70% mahasiswa mengakui bahwa mereka pernah melakukan plagiarisme dalam bentuk yang berbeda, mulai dari menyalin teks tanpa atribusi hingga mempresentasikan ide orang lain sebagai milik mereka sendiri. Di Indonesia,

kasus plagiarisme juga menjadi perhatian serius, terutama di kalangan mahasiswa dan dosen. Misalnya, pada tahun 2020, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia meluncurkan program anti-plagiarisme untuk mengurangi angka plagiarisme di kalangan akademisi (Kemdikbud, 2020).

Plagiarisme tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga dapat merusak integritas akademik secara keseluruhan. Sebuah studi yang dilakukan oleh Lathrop dan Foss (2005) menunjukkan bahwa institusi yang memiliki kebijakan tegas terhadap plagiarisme cenderung memiliki tingkat integritas akademik yang lebih tinggi. Dalam konteks ini, penting bagi institusi pendidikan untuk menerapkan alat deteksi plagiarisme dan memberikan pendidikan yang memadai mengenai pentingnya atribusi yang tepat.

Dalam praktiknya, plagiarisme dapat terjadi dalam berbagai bentuk, termasuk plagiarisme langsung, plagiarisme mosaik, dan plagiarisme ide. Plagiarisme langsung adalah menyalin teks secara utuh dari sumber lain tanpa memberikan atribusi, sedangkan plagiarisme mosaik adalah mencampurkan berbagai sumber tanpa pengakuan yang tepat. Plagiarisme ide, di sisi lain, terjadi ketika seseorang mengambil ide atau konsep dari orang lain tanpa memberikan pengakuan. Menurut Turnitin (2021), lebih dari 40% karya akademik yang diperiksa mengandung unsur plagiarisme, menunjukkan betapa pentingnya kesadaran akan isu ini.

Pendidikan tentang plagiarisme harus dimulai sejak dini, dengan mengintegrasikan pelajaran mengenai etika akademik dalam kurikulum. Banyak universitas di luar negeri, seperti Harvard dan Stanford, telah mengembangkan program pendidikan yang efektif untuk mengatasi plagiarisme. Di Indonesia, beberapa universitas juga mulai menerapkan pelatihan etika akademik untuk mahasiswa baru sebagai langkah preventif (Universitas Indonesia, 2022).

Menghadapi tantangan plagiarisme, kolaborasi antara institusi pendidikan, mahasiswa, dan peneliti sangatlah penting. Dengan menciptakan lingkungan akademik yang mendukung integritas, diharapkan plagiarisme

dapat diminimalisir. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang plagiarisme harus menjadi prioritas dalam pengembangan pengetahuan akademik.

### **1.5.2. Fabrikasi Data**

Fabrikasi data adalah tindakan yang sangat serius dalam dunia akademik, di mana peneliti menciptakan data palsu atau memanipulasi data yang ada untuk mencapai hasil yang diinginkan. Menurut laporan dari Office of Research Integrity (ORI) di Amerika Serikat, fabrikasi data merupakan salah satu bentuk pelanggaran etika yang paling umum terjadi dalam penelitian. Sebuah studi yang dilakukan oleh Fanelli (2009) menunjukkan bahwa sekitar 2% peneliti mengakui bahwa mereka telah memanipulasi data dalam penelitian mereka, sementara 14% lainnya mengaku telah melakukan praktik yang meragukan.

Di Indonesia, kasus fabrikasi data juga tidak jarang terjadi. Misalnya, pada tahun 2018, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi mengungkapkan bahwa ada beberapa penelitian yang terpaksa dicabut karena terbukti melakukan fabrikasi data. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada upaya untuk menjaga integritas penelitian, masih banyak tantangan yang harus dihadapi.

Fabrikasi data tidak hanya merugikan peneliti itu sendiri, tetapi juga dapat mengakibatkan dampak negatif yang luas bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan. Penelitian yang didasarkan pada data yang tidak valid dapat menghasilkan kesimpulan yang salah, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kebijakan publik dan praktik klinis. Misalnya, studi yang menunjukkan efektivitas obat tertentu dapat menyebabkan penggunaan obat tersebut secara luas, meskipun data yang mendasarinya tidak valid (Ioannidis, 2005).

Untuk mengatasi masalah fabrikasi data, penting bagi institusi akademik untuk menerapkan kebijakan yang ketat dan memberikan pendidikan yang memadai mengenai etika penelitian. Beberapa universitas di luar negeri

telah mengembangkan program pelatihan etika penelitian yang komprehensif, yang mencakup aspek-aspek seperti integritas data dan pengelolaan informasi (Stanford University, 2020). Di Indonesia, langkah-langkah serupa perlu diambil untuk memastikan bahwa peneliti memahami konsekuensi dari fabrikasi data dan pentingnya menjaga integritas penelitian.

Dalam rangka menciptakan lingkungan akademik yang sehat, kolaborasi antara peneliti, institusi, dan badan pengawas sangatlah penting. Dengan meningkatkan kesadaran tentang risiko dan konsekuensi dari fabrikasi data, diharapkan integritas penelitian dapat terjaga dan kepercayaan publik terhadap hasil penelitian dapat dipulihkan.

### **1.5.3. Pentingnya Etika Penelitian dan Publikasi**

Etika penelitian dan publikasi merupakan aspek fundamental dalam dunia akademik yang tidak dapat diabaikan. Etika ini mencakup prinsip-prinsip yang harus diikuti oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian dan mempublikasikan hasilnya. Menurut Resnik (2011), etika penelitian bertujuan untuk memastikan bahwa penelitian dilakukan dengan cara yang adil dan bertanggung jawab, serta menghormati hak dan martabat semua individu yang terlibat dalam penelitian.

Pentingnya etika penelitian dan publikasi dapat dilihat dari dampak yang ditimbulkan oleh pelanggaran etika. Sebuah studi oleh Van Noorden (2011) menunjukkan bahwa kasus penarikan publikasi akibat pelanggaran etika meningkat secara signifikan dalam dekade terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakpatuhan terhadap etika penelitian dapat merusak reputasi peneliti dan institusi, serta mengurangi kepercayaan publik terhadap ilmu pengetahuan.

Di Indonesia, kesadaran akan pentingnya etika penelitian dan publikasi mulai meningkat. Kementerian Riset dan Teknologi telah mengeluarkan pedoman etika penelitian yang harus diikuti oleh peneliti di seluruh Indonesia. Selain itu, banyak universitas yang mulai mengintegrasikan pelajaran mengenai etika penelitian dalam kurikulum mereka, sehingga mahasiswa dapat memahami pentingnya etika sejak dini (Universitas Gadjah Mada, 2021).

Namun, tantangan tetap ada, terutama dalam hal pengawasan dan penegakan hukum terhadap pelanggaran etika. Banyak peneliti yang masih kurang memahami konsekuensi dari tindakan tidak etis, sehingga pendidikan dan sosialisasi mengenai etika penelitian harus terus ditingkatkan. Penelitian yang dilakukan oleh Steneck (2006) menunjukkan bahwa pendidikan etika yang efektif dapat mengurangi pelanggaran etika di kalangan peneliti, sehingga meningkatkan integritas akademik. Penting bagi semua pemangku kepentingan dalam dunia akademik untuk bekerja sama dalam menciptakan lingkungan yang mendukung etika penelitian dan publikasi. Dengan meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang etika, diharapkan integritas akademik dapat terjaga, dan hasil penelitian dapat memberikan manfaat yang maksimal bagi masyarakat.

## **1.6. Tantangan dan Perkembangan Terkini Pengetahuan Akademik**

### **1.6.1. Pengaruh Teknologi (Misalnya, AI) terhadap Pengetahuan Akademik**

Era digital saat ini, teknologi informasi dan komunikasi, khususnya kecerdasan buatan (AI), telah mengubah cara kita memperoleh dan memproses pengetahuan akademik. Menurut laporan dari McKinsey Global Institute (2021), sekitar 70% organisasi telah mengadopsi beberapa bentuk AI, yang berdampak signifikan pada cara penelitian dan pengajaran dilakukan. AI tidak hanya mempermudah akses ke informasi, tetapi juga membantu dalam analisis data besar yang sebelumnya sulit dilakukan. Misalnya, dalam bidang kesehatan, AI digunakan untuk menganalisis data genomik yang memungkinkan peneliti untuk menemukan pola yang tidak terlihat dalam penelitian sebelumnya (Topol, 2019).

Penggunaan AI dalam pendidikan juga membawa tantangan tersendiri. Salah satunya adalah masalah etika dan keadilan. Sebuah studi oleh Holstein et al. (2019) menunjukkan bahwa algoritma AI sering kali mencerminkan bias yang ada dalam data yang digunakan untuk melatihnya, yang dapat menyebabkan ketidakadilan dalam penilaian akademik. Oleh karena itu,

penting untuk mengembangkan kebijakan yang memastikan bahwa penggunaan AI dalam pendidikan tidak hanya efektif tetapi juga adil dan transparan.

Lebih lanjut, AI juga telah mempengaruhi cara pengajaran dilakukan. Misalnya, platform pembelajaran online yang didukung AI dapat memberikan rekomendasi materi belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa. Hal ini dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan membantu siswa untuk mencapai hasil yang lebih baik (Luckin et al., 2016). Namun, ada kekhawatiran bahwa ketergantungan pada teknologi ini dapat mengurangi kemampuan kritis siswa. Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pendidikan harus dilakukan dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap perkembangan keterampilan berpikir kritis siswa.

Pada konteks ini, penting juga untuk melibatkan pendidik dalam proses pengembangan dan penerapan teknologi. Sebuah penelitian oleh Zhao et al. (2020) menunjukkan bahwa keterlibatan guru dalam penggunaan teknologi dapat meningkatkan penerimaan dan efektivitasnya di kelas. Dengan demikian, kolaborasi antara pengembang teknologi, pendidik, dan pembuat kebijakan sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi, termasuk AI, digunakan secara optimal dalam pengetahuan akademik. Secara keseluruhan, pengaruh teknologi, terutama AI, terhadap pengetahuan akademik sangat besar. Meskipun ada tantangan yang harus dihadapi, peluang yang ditawarkan oleh teknologi ini juga sangat menjanjikan. Oleh karena itu, penting bagi semua pemangku kepentingan untuk bekerja sama dalam mengatasi tantangan ini dan memanfaatkan potensi teknologi untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan penelitian.

### **1.6.2. Aksesibilitas Informasi**

Aksesibilitas informasi merupakan salah satu aspek krusial dalam pengetahuan akademik. Di era digital, informasi seharusnya dapat diakses oleh siapa saja, di mana saja, dan kapan saja. Menurut laporan dari UNESCO

(2020), meskipun akses ke internet telah meningkat secara signifikan, masih terdapat kesenjangan digital yang signifikan, terutama di negara-negara berkembang. Sekitar 3,7 miliar orang di seluruh dunia masih tidak memiliki akses ke internet, yang membatasi kemampuan mereka untuk mengakses informasi akademik yang diperlukan untuk pendidikan dan penelitian.

Salah satu inisiatif untuk meningkatkan aksesibilitas informasi adalah Open Access (OA), yang bertujuan untuk menyediakan akses gratis dan terbuka terhadap publikasi akademik. Menurut Suber (2012), model OA telah terbukti meningkatkan visibilitas dan dampak penelitian, karena artikel yang tersedia secara gratis lebih sering dibaca dan dirujuk. Di Indonesia, beberapa jurnal telah beralih ke model OA, tetapi masih banyak tantangan yang dihadapi dalam implementasinya, termasuk masalah pendanaan dan kualitas publikasi.

Selain itu, aksesibilitas informasi juga dipengaruhi oleh literasi informasi. Menurut penelitian oleh Head dan Eisenberg (2010), banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam menavigasi informasi yang tersedia secara online. Mereka sering kali tidak tahu cara mengevaluasi sumber informasi, yang dapat mengarah pada penyebaran informasi yang salah. Oleh karena itu, penting untuk memasukkan pendidikan literasi informasi ke dalam kurikulum akademik, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk mengakses dan mengevaluasi informasi secara kritis.

Aksesibilitas informasi juga berkaitan erat dengan isu hak cipta. Dalam banyak kasus, penelitian yang didanai oleh publik tidak dapat diakses oleh masyarakat umum karena biaya langganan yang tinggi untuk jurnal akademik. Hal ini menimbulkan pertanyaan etis tentang hak atas pengetahuan. Sebuah laporan oleh PLOS (2016) menunjukkan bahwa lebih dari 90% penelitian yang didanai oleh pemerintah seharusnya dapat diakses secara gratis oleh publik. Oleh karena itu, reformasi dalam kebijakan hak cipta dan akses informasi sangat diperlukan untuk memastikan bahwa pengetahuan akademik dapat diakses oleh semua orang. Secara keseluruhan, aksesibilitas informasi adalah tantangan yang kompleks dalam pengetahuan akademik. Meskipun ada

kemajuan dalam menyediakan informasi secara terbuka, masih banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua individu memiliki kesempatan yang sama untuk mengakses pengetahuan. Dengan meningkatkan literasi informasi dan memperjuangkan kebijakan yang lebih inklusif, kita dapat menciptakan lingkungan akademik yang lebih adil dan setara.

### **1.6.3. Isu-Isu Kontemporer**

Konteks pengetahuan akademik, isu-isu kontemporer menjadi semakin relevan. Salah satu isu utama adalah perubahan iklim, yang membutuhkan perhatian dan penelitian yang mendalam dari berbagai disiplin ilmu. Menurut laporan IPCC (2021), perubahan iklim telah menyebabkan dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan masyarakat, dan penelitian akademis memiliki peran penting dalam memahami dan mengatasi tantangan ini. Pengetahuan akademik dapat memberikan dasar ilmiah untuk kebijakan dan tindakan yang diperlukan untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Isu kesehatan global, seperti pandemi COVID-19, telah mengubah cara kita memahami dan mendekati pengetahuan akademik. Pandemi ini telah memperlihatkan pentingnya penelitian interdisipliner dan kolaborasi internasional dalam menghadapi krisis kesehatan. Sebuah studi oleh The Lancet (2020) menunjukkan bahwa kolaborasi antara ilmuwan, pemerintah, dan masyarakat sipil sangat penting untuk merespons pandemi secara efektif. Pengetahuan akademik harus dapat diakses dan diterapkan secara cepat untuk memberikan solusi yang tepat dalam situasi darurat.

Isu ketidaksetaraan sosial juga menjadi perhatian dalam pengetahuan akademik. Penelitian menunjukkan bahwa akses terhadap pendidikan dan sumber daya akademik sering kali dipengaruhi oleh faktor ekonomi, ras, dan gender. Menurut laporan dari World Bank (2020), anak-anak dari latar belakang yang kurang mampu sering kali tidak memiliki akses yang sama terhadap pendidikan berkualitas. Oleh karena itu, penting bagi akademisi dan

pembuat kebijakan untuk bekerja sama dalam mengatasi ketidaksetaraan ini dan memastikan bahwa semua individu memiliki kesempatan yang sama untuk mendapatkan pendidikan yang berkualitas.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi juga membawa tantangan baru dalam pengetahuan akademik. Misalnya, penyebaran informasi yang salah atau hoaks dapat mempengaruhi pemahaman masyarakat tentang isu-isu penting. Dalam konteks ini, literasi media menjadi semakin penting. Penelitian oleh Lewandowsky et al. (2017) menunjukkan bahwa individu yang memiliki keterampilan literasi media yang baik lebih mampu membedakan informasi yang valid dari yang tidak valid. Oleh karena itu, pendidikan literasi media harus menjadi bagian integral dari kurikulum akademik. Secara keseluruhan, isu-isu kontemporer mempengaruhi pengetahuan akademik dalam berbagai cara. Untuk menghadapi tantangan ini, kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, serta antara akademisi, pembuat kebijakan, dan masyarakat, sangat penting. Dengan demikian, pengetahuan akademik dapat berkontribusi secara signifikan terhadap penyelesaian masalah yang dihadapi oleh masyarakat saat ini.

## 2. FAKTOR PENENTU KEMAMPUAN AKADEMIK

### 2.1. Pendahuluan

Kemampuan akademik pada dasarnya merupakan hasil dari berbagai proses yang saling berkaitan dalam diri siswa dan lingkungannya. Dalam kajian neuropsikologi pendidikan, kemampuan akademik tidak hanya dipandang sebagai nilai atau prestasi akhir, tetapi sebagai gambaran dari bagaimana otak bekerja ketika siswa belajar, memusatkan perhatian, mengingat informasi, serta mengatur emosi dan perilakunya. Dengan kata lain, kemampuan akademik adalah hasil dari interaksi antara kondisi biologis, kemampuan kognitif, faktor psikologis, serta dukungan lingkungan belajar.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kemampuan akademik dipengaruhi oleh dua kelompok besar faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup kondisi otak, perkembangan fungsi kognitif seperti memori dan perhatian, kemampuan bahasa, motivasi, serta kemampuan mengelola emosi. Semua aspek tersebut menentukan bagaimana seorang siswa menyerap, mengolah, dan menggunakan informasi selama proses pembelajaran. Studi neuropsikologi dalam lima tahun terakhir menegaskan bahwa kemampuan memori kerja, perhatian berkelanjutan, dan fungsi eksekutif memiliki hubungan yang kuat dengan keberhasilan akademik pada berbagai jenjang pendidikan (Li & Han, 2021; Zhang & Chen, 2023).

Kemampuan akademis siswa juga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor di luar diri siswa, atau biasa disebut faktor eksternal. Faktor ini meliputi lingkungan keluarga, lingkungan sekolah, maupun lingkungan masyarakat. Semua elemen pendukung ini berperan krusial dalam menciptakan kesiapan mental dan kemampuan belajar siswa.

Lingkungan sekolah memiliki peran terhadap perkembangan kemampuan akademik siswa. Beberapa komponen dalam faktor ini seperti, kompetensi guru, metode pembelajaran, suasana kelas, gaya hidup, akses teknologi, dan budaya sekolah. Anak akan terbentuk dari apa yang didapatkan di sekolah. Hal ini dikarenakan hampir 1/3 waktu dari kehidupan anak dihabiskan di sekolah.

iklim sekolah yang positif memiliki pengaruh langsung terhadap peningkatan prestasi belajar (Suryani & Kurniawan, 2020). Adapun untuk akses teknologi, tak ubahnya seperti pisau bermata dua, yang dapat membantu proses belajar, tetapi penggunaan berlebihan, juga dapat mengganggu konsentrasi dan regulasi diri.

Pendekatan neuropsikologi memberikan gambaran faktor-faktor yang saling terkait dan bekerja secara simultan mempengaruhi kemampuan akademik. Pengalaman belajar, interaksi sosial, dan lingkungan yang positif ternyata berperan besar dalam menguatkan koneksi saraf di otak siswa melalui mekanisme yang disebut neuroplastisitas. Oleh karena itu, penting bagi guru, orang tua, dan lembaga pendidikan untuk mempelajari hal ini lebih dalam, terutama saat mereka menyusun strategi pembelajaran yang benar-benar responsif terhadap kebutuhan unik siswa. Bab ini akan menguraikan dan memberikan argumen mengenai berbagai faktor yang memengaruhi kemampuan akademik, baik dari aspek internal maupun eksternal, serta kaitannya yang erat dengan praktik pendidikan di Indonesia.

## 2.2. Faktor Internal

Kemampuan siswa di bidang akademik bukan muncul secara kebetulan, melainkan ia muncul dari interaksi rumit antara berbagai aspek internal. Dalam kerangka neuropsikologi pendidikan, faktor-faktor internal didefinisikan sebagai hal unik/ variabel yang bersumber dari struktur biologis, proses mental, dan dinamika kepribadian pada setiap individu. Pada akhirnya, aspek-aspek tersebut berinteraksi untuk membentuk cara belajar. Kontribusi faktor ini sangat signifikan. Sebab mereka memengaruhi langsung sistem neurokognitif. Neurokognitif sendiri merupakan bagian dari otak yang bertugas mengatur bagaimana siswa menyerap, memproses, dan menerapkan pengetahuan baru.

Berdasarkan referensi yang dikaji, terdapat 5 aspek berperan dalam membentuk kualitas kemampuan akademik dan memberikan dasar bagi variasi kemampuan belajar antarindividu. Dengan memahami faktor-faktor ini,

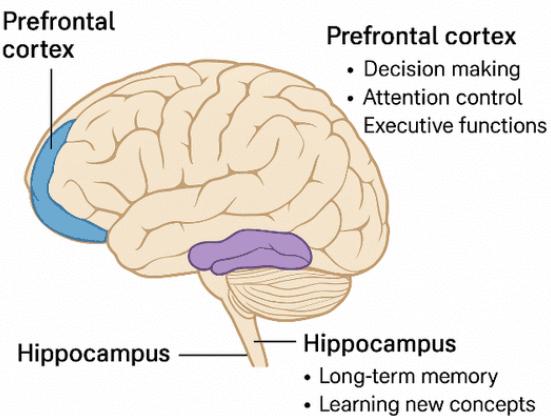
pendidik dan peneliti dapat merancang pendekatan pembelajaran yang lebih sesuai dengan kondisi peserta didik secara holistik:

### **2.2.1. Aspek Neurobiologis**

Aspek neurobiologis merupakan aspek yang secara menyeluruh mengendalikan proses belajar. Kegiatan belajar berlangsung melalui aktivitas sistem saraf pusat. Perkembangan struktur dan konektivitas neuron, kualitas transmisi sinaptik, dan aktivitas area otak tertentu berpengaruh langsung terhadap performa belajar.

Prefrontal cortex yang berperan dalam pengambilan keputusan, kontrol perhatian, dan fungsi eksekutif memiliki kontribusi tinggi terhadap kemampuan akademik. Fungsi area ini memengaruhi kemampuan merencanakan tugas, mengontrol impuls, serta mengelola beban kognitif selama belajar. Selain itu, perkembangan volume otak, terutama area-area tertentu, berkorelasi dengan prestasi akademik pada anak dan remaja (misalnya membaca, menulis, dan matematika). (Hashimoto et al., 2022) Volume otak yang lebih “optimal” atau perubahan tertentu dalam volume dekat dengan peningkatan prestasi akademik (Chaddock et al., 2010) menunjukkan bahwa perkembangan neuroanatomis tidak hanya hasil dari faktor genetik, tetapi juga dipengaruhi oleh penggunaan aktif otak dalam pembelajaran.

Selain itu, hippocampus, yang berfungsi dalam konsolidasi memori jangka panjang, berperan penting dalam penguasaan konsep baru. Siswa dengan perkembangan hippocampus yang optimal cenderung lebih mudah memahami materi berbasis hafalan maupun konsep berjenjang. Studi neuroimaging terbaru menunjukkan bahwa aktivitas hippocampus meningkat ketika siswa mengerjakan tugas yang menuntut pemahaman relasional (Tanguay et al., 2023)



Faktor neurobiologis juga dipengaruhi oleh kondisi nutrisi dan neurotransmitter. Kekurangan asupan tertentu seperti omega-3 dan zat besi berkaitan dengan penurunan fungsi kognitif, terutama atensi dan memori. Penelitian menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara kadar ferritin rendah dan penurunan performa akademik pada usia sekolah (Hakim et al., 2025). Aspek neurobiologis membentuk dasar fisiologis yang dapat menentukan kapasitas siswa untuk mengelola proses belajar.

### 2.2.2. Fungsi Kognitif

Fungsi kognitif adalah rangkaian mekanisme mental yang digunakan siswa ketika belajar: memperhatikan, menyimpan informasi, berpikir, dan menggunakan kembali pengetahuan. Anggota fungsi kognitif ini sangat berpengaruh pada bagaimana siswa menyerap materi pelajaran akademik.

#### 2.2.2.1. Fungsi Eksekutif

Fungsi eksekutif mencakup berbagai kemampuan seperti pengaturan diri (regulasi diri), memori kerja, inhibisi (kontrol impuls), dan fleksibilitas kognitif. Dalam penelitian pendidikan di Indonesia, Susanti, Hasmira & Putri (2023) menyebut bahwa fungsi eksekutif (inhibition, working memory, cognitive flexibility) berkembang seiring usia anak dan merupakan faktor penting dalam kesiapan akademik (Susanti et al., 2023).

Dengan demikian, executive function (EF) adalah bagian neuropsikologis yang menempati posisi krusial bagi tugas akademik.

Rasionalisasi arumen ini didasari pada kebutuhan siswa dalam mengontrol pemikiran, hambatan/ distraksi, dan pemecahan masalah.

#### 2.2.2.2. Memori Kerja dan Memori Jangka Panjang

Memori kerja memungkinkan siswa menahan dan menyusun informasi saat mengerjakan tugas akademik (misalnya menyelesaikan soal matematika kompleks atau mengingat instruksi guru). Tanpa memori kerja yang cukup baik, siswa akan kesulitan mengaitkan langkah-langkah dalam proses berpikir mereka. Sementara itu, konsolidasi ke memori jangka panjang (yang sebagian besar melalui hippocampus) memungkinkan pengetahuan yang dipelajari tersimpan dan digunakan kembali. Hubungan volume hippocampus dengan memori (sebagaimana meta-analisis) menegaskan pentingnya struktur neurobiologis dalam mendukung memori yang kuat (Botdorf et al., 2022).

#### 2.2.2.3. Metakognisi

Metakognisi adalah kemampuan berpikir tentang proses berpikir sendiri—misalnya strategi menyelesaikan masalah, mengevaluasi pemahaman diri, dan merencanakan langkah selanjutnya. Lobus prefrontal berperan vital dalam metakognisi, karena bagian ini adalah pusat “kontrol eksekutif” otak (Fitri, 2017).

Kemampuan metakognisi yang tinggi membuat siswa dapat memilih strategi belajar tepat dengan kesadaran yang penuh. Bahkan siswa dapat menyadari kesalahan dan menyesuaikan situasi dan kondisi sehingga siswa dapat berhasil.

### 2.2.3. Regulasi Emosi dan Motivasi

Belajar tidak hanya soal kecerdasan kognitif, tetapi juga pengelolaan emosi dan motivasi. Emosi memengaruhi bagaimana siswa merespons tekanan akademik, sedangkan motivasi menentukan seberapa gigih mereka belajar.

Stres dapat berdampak negatif terhadap working memory siswa. Kondisi ini melibatkan korteks prefrontal dan hippocampus (Almarzouki, 2024). Saat tertekan, lonjakan hormon stres (glukokortikoid) akan menghambat fungsi otak di area yang bertanggung jawab mengatur ingatan dan

kemampuan berpikir. Ketika hal itu terjadi, kemampuan akademik siswa pun otomatis melemah.

Motivasi intrinsik dan ekstrinsik juga memiliki peran penting. Namun dalam topik ini, motivasi instrinsik, seperti kesadaran dan kemaman untuk berkembang ke arah positif tentu berpengaruh pada kemampuan akademik siswa. konsep regulasi diri (self-regulation) dalam fungsi eksekutif berkaitan erat dengan motivasi: siswa yang percaya diri, memiliki tujuan yang jelas, dan strategi coping cenderung menggunakan fungsi eksekutif mereka dengan lebih baik untuk mengarahkan proses belajar.

#### **2.2.4. Kepribadian**

Kepribadian memberikan pengaruh penting terhadap cara siswa merespons tuntutan akademik, baik dalam mengelola tugas, menghadapi kesulitan, maupun menjaga konsistensi belajar. Meskipun kajian neurosains tidak selalu menautkan secara langsung model kepribadian seperti Big Five dengan mekanisme neurobiologis tertentu, penelitian pendidikan menunjukkan bahwa beberapa karakter dapat secara langsung berpengaruh terhadap capaian akademik. Anak dengan kepribadian yang unggu. Tentu lebih mudah memanage dirinya.

Siswa dengan kepribadian yang stabil lebih mudah mengontrol diri terhadap beban yang diterima. Manajemen diri membuat siswa lebih rapi terhadap tugas, respon, maupun problem solvednya.

#### **2.2.5. Kesehatan Fisik dan Mental**

Kesehatan fisik dan mental adalah pondasi yang memungkinkan semua proses neurokognitif berfungsi optimal. Jika kondisi kesehatan buruk, kapasitas belajar bisa sangat terganggu.

Asupan nutrisi yang baik berkontribusi penting terhadap perkembangan otak dan prestasi belajar siswa sekolah dasar. Anak-anak yang kekurangan nutrisi mikro (misalnya zat besi, vitamin) bisa mengalami hambatan dalam perkembangan struktur otak yang penting untuk belajar.

Di samping itu, kesehatan mental seperti stres dan kecemasan akademik sangat memengaruhi fungsi kerja otak (Simões de Almeida et al., 2025). Stres kronis atau tinggi dapat merusak fungsi PFC dan hippocampus (sebagaimana telah dijelaskan dalam tinjauan neuroscience) dan mengurangi kapasitas memori kerja dan kontrol eksekutif (Ankri et al., 2020). Karena itu, manajemen stres dan dukungan psikologis menjadi bagian penting dari strategi pendidikan neuropsikologis.

### 2.3. Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan elemen-elemen di luar individu siswa yang berpengaruh signifikan terhadap kemampuan akademik. Dalam kerangka neuropsikologi pendidikan, meskipun struktur otak dan fungsi kognitif berasal dari dalam diri, lingkungan luar—keluarga, sekolah, teman sebaya, serta masyarakat—memberi kondisi stimulasi, dukungan, atau tekanan yang akan mengarahkan bagaimana potensi neurokognitif tersebut digunakan. Dengan memetakan faktor eksternal secara sistematis, pendidik dan pengambil kebijakan dapat merancang intervensi yang tidak hanya menyesuaikan strategi kognitif, tetapi juga menyentuh tingkat sosial dan struktural sistem pendidikan.



### **2.3.1. Lingkungan Keluarga**

#### **2.3.1.1. Dukungan Orang Tua**

Peran orang tua dalam pendidikan anak sangat menentukan. Lingkungan keluarga yang mendukung baik secara emosional maupun praktis guna menyediakan dasar bagi suasana belajar yang kondusif. Penelitian oleh Ilyas (2024) menemukan bahwa dukungan emosional dan interaksi aktif orang tua dengan anak memiliki korelasi positif signifikan terhadap prestasi belajar siswa di sekolah menengah (Wardiansyah Ilyas, 2024).

#### **2.3.1.2. Stabilitas Emosional Keluarga**

Kondisi internal keluarga, seperti konflik rumah tangga atau kurangnya komunikasi, bisa menciptakan stres bagi anak. Stres dari rumah bisa mengalihkan fokus belajar dan mengganggu regulasi emosi anak, yang kemudian merusak performa akademik. Sebuah penelitian di sekolah dasar menunjukkan bahwa kecerdasan emosional dipengaruhi oleh lingkungan keluarga; anak dengan pola asuh yang lebih hangat dan komunikasi yang baik lebih mampu mengelola emosinya dengan baik (Ernilah et al., 2022).

#### **2.3.1.3. Lingkungan Sekolah**

Sekolah adalah arena utama belajar formal dan menjadi “rumah kedua” bagi siswa (Aziz et al., 2020). Lingkungan sekolah meliputi struktur fisik, budaya sekolah, kualitas guru, dan iklim kelas.

#### **2.3.1.4. Fasilitas dan Sarana Belajar**

Fasilitas sekolah seperti ruang kelas yang memadai, perpustakaan, dan materi pembelajaran sangat mempengaruhi kenyamanan dan efektivitas belajar. Lingkungan sekolah yang kondusif - dilengkapi dengan sarana memadai - berkontribusi pada prestasi belajar siswa karena menciptakan situasi di mana siswa bisa fokus dan mudah mengakses sumber belajar (Siregar et al., 2022).

#### **2.3.1.5. Kompetensi dan Perilaku Guru**

Guru bukan hanya menyampaikan materi tetapi juga fasilitator kognitif dan emosional. Guru yang mampu memberikan penguatan positif, bimbingan bertahap, serta menciptakan suasana kelas yang aman secara sosial akan

meningkatkan keterlibatan siswa. Siswa yang merasa nyaman terhadap guru akan lebih percaya dalam berinteraksi aktif di kelas. Ketika interaksi siswa dan guru efektif, maka kondisi ini berpengaruh besar terhadap keberhasilan akademik (Sutrisno et al., 2022; Sutrisno & Yulia, 2022).

#### 2.3.1.6. Budaya dan Iklim Sekolah

Iklim sekolah memberi warna pada cara siswa belajar dan berkembang. Suasana yang dibangun melalui aturan, ekspektasi akademik, dukungan sosial, serta pola interaksi sehari-hari sering kali menentukan apakah siswa merasa nyaman untuk mencoba hal baru atau justru menahan diri. Ketika lingkungan sekolah terasa aman dan memberi ruang bagi anak untuk bertanya, mengemukakan pendapat, dan melakukan kesalahan sebagai bagian dari proses belajar, mereka cenderung lebih berani terlibat dan menunjukkan usaha yang lebih stabil.

Lingkungan yang terlalu menonjolkan kompetisi tanpa pendampingan emosional dapat menimbulkan beban psikologis. Tekanan semacam ini sering muncul dalam bentuk kecemasan atau rasa takut salah. Dari sudut pandang neuropsikologi, kondisi stres yang berulang dapat mengganggu area otak yang bertugas mengatur kontrol diri, fokus, serta pemrosesan informasi. Ketika respons stres meningkat, kemampuan siswa untuk menggunakan fungsi eksekutif—seperti merencanakan langkah belajar atau mempertahankan perhatian—menjadi kurang optimal. Situasi ini berdampak pada cara mereka menyerap pelajaran dan menyelesaikan tugas-tugas akademik sehari-hari

#### 2.3.2. Teman Sebaya

Teman sebaya memiliki peran sosial dan emosional penting dalam proses belajar. Anak dan remaja sangat dipengaruhi oleh teman-temannya dalam hal nilai, motivasi, dan perilaku belajar.

Teman dengan budaya belajar positif (misalnya rajin mengerjakan tugas, diskusi pelajaran) bisa menjadi motivator kuat. Lingkungan teman sebaya memiliki pengaruh positif signifikan terhadap prestasi akademik siswa

— dalam studi mereka, teman sebaya, keluarga, dan motivasi bersama-sama memengaruhi prestasi belajar siswa (Wati & Isroah, 2019).

Dari perspektif neuropsikologi, dukungan sosial dari teman sebaya dapat membantu siswa lebih terlibat secara kognitif. Hubungan yang positif biasanya mendorong mereka untuk lebih teratur merencanakan langkah belajar dan mengendalikan diri ketika menghadapi tugas yang menantang.

Sebaliknya, pergaulan dengan teman yang kurang memberi perhatian pada kegiatan akademik, atau bahkan menunjukkan perilaku yang tidak mendukung belajar, dapat melemahkan motivasi dan kedisiplinan siswa. Beberapa temuan di madrasah ibtidaiyah menunjukkan bahwa kebiasaan belajar yang kurang baik dalam kelompok sebaya sering kali menular dan berdampak pada turunnya minat belajar serta terganggunya suasana kelas.

Jika seorang siswa lebih banyak berinteraksi dengan kelompok yang tidak memiliki orientasi belajar yang jelas, kondisi tersebut dapat menciptakan tekanan sosial yang akhirnya mengalihkan fokus mereka dari kegiatan akademik.

### **2.3.3. Lingkungan Sosial-Masyarakat**

Lingkungan masyarakat juga memengaruhi kemampuan akademik siswa. Lingkungan masyarakat dapat melahirkan budaya yang membentuk individu dalam lingkup sosial tersebut. Keberadaan masyarakat dalam lingkungan tertentu dapat menjadi ruang sosial yang juga berpengaruh terhadap kemampuan siswa. Melalui norma sosial, dukungan masyarakat, dan sumber daya sosial siswa dapat bertumbuh dan memiliki kemampuan akademik.

#### **2.3.3.1. Nilai Sosial dan Harapan Komunitas**

Kepercayaan masyarakat terhadap pentingnya pendidikan, norma sosial, dan harapan orang dewasa di komunitas (misalnya tetangga, pemuka agama) memberi efek psikologis pada siswa. Lingkungan masyarakat (misalnya tetangga dan komunitas lokal) termasuk dalam faktor eksternal yang

memengaruhi prestasi belajar (Purwanto, 2016). Jika masyarakat mendukung pendidikan siswa mendapat dorongan sosial ekstra untuk belajar.

#### 2.3.3.2. Infrastruktur dan Akses Belajar di Masyarakat

Masyarakat dengan akses sarana pendidikan yang lengkap cenderung memperkuat kesempatan siswa untuk berkembang. Contohnya akses jalan yang mudah, sekolah yang berkualitas, sarana dan prasarana desa yang mendukung pendidikan. Tentu ini memudahkan siswa dalam berprestasi secara akademik.

Sebaliknya, lingkungan yang terpencil dengan minimnya infrastruktur pendukung dapat bertindak sebagai hambatan eksternal dalam proses pengembangan diri. Data dari berbagai penelitian yang mengambil konteks pedesaan sering menggarisbawahi bahwa ketiadaan fasilitas belajar yang memadai di tingkat komunitas berkontribusi pada rendahnya kemampuan akademik siswa.

### 2.3.4. Kondisi Sosio-Ekonomi

Status ekonomi orang tua dan keluarga adalah faktor luar yang dapat mempengaruhi kemampuan akademik siswa. Meski banyak siswa dari keluarga pas-pasan yang berhasil, namun lebih banyak pula siswa yang kurang beruntung pada kemampuan akademik sekaligus pada sosio-ekonominya. Argumentasi sederhananya, yakni keluarga yang sudah seatle, maka dapat memberikan dukungan akademik yang tepat dan berlaku pula sebaliknya.

#### 2.3.4.1. Pendapatan dan Sumber Daya Keluarga

Status ekonomi menentukan kemampuan keluarga menyediakan fasilitas pembelajaran seperti buku, gadget, ruang belajar, dan bimbingan tambahan (les/tutor). Sebuah studi Edunomic oleh Febianti & Joharudin (2017) menemukan bahwa faktor eksternal seperti keluarga (ekonomi), sekolah, dan masyarakat secara signifikan memengaruhi prestasi belajar mahasiswa.

#### 2.3.4.2. Ekonomi Orang Tua

Kondisi ekonomi orang tua juga berpengaruh pada harapan pendidikan anak. Misalnya, penelitian Rahmawati (dalam JPAK) menunjukkan bahwa

kondisi ekonomi orang tua dan lingkungan sekolah berpengaruh signifikan terhadap minat siswa melanjutkan ke perguruan tinggi (Rahmawati, 2015).

### 3. INGATAN

#### 3.1. Kaitan Neuropsikologi dengan Ingatan

Neuropsikologi sangat terkait dengan studi memori karena bidang ini melihat bagaimana berbagai struktur otak beroperasi dalam pembentukan dan pengorganisasian memori. Salah satu struktur utama yang terlibat dalam mekanisme ini adalah hippocampus, yang sangat penting dalam konsolidasi memori jangka panjang. Jika hippocampus rusak, kemampuan seseorang untuk mengingat pengalaman masa lalu dan memodulasi perilaku berdasarkan pengalaman tersebut dapat terganggu.

#### 3.2. Hubungan Otak dan Ingatan

Ingatan sebagai produk dari otak bisa dilihat dari cara kerja otak dalam menyimpan perbufatan serta informasi menggunakan koneksi antar neuron dalam bentuk sinaps. Di bidang neurosains, memori dibagi menjadi tiga kategori yang mengatur seluruh proses pengingatan, yakni: memori sensorik, memori jangka pendek, dan memori jangka panjang. Memori sensorik bertugas untuk menangkap setiap rangsangan dari pancaindra, walaupun itu dalam waktu yang sangat singkat. Memori jangka pendek berfungsi untuk menyimpan sebagian informasi sementara, tanpa memori jangka pendek pun memori jangka panjang tidak akan berfungsi. Memori jangka pendek secara umum bertahan selama 15-30 detik dan untuk pengulangan informasi secara aktif diharuskan selama 30 detik untuk transfer informasi ke memori jangka panjang.

Kemampuan mengingat berhubungan langsung dalam proses pembelajaran karena pembelajaran dapat disimpan dan diakses di waktu yang akan datang. Memori jangka panjang berfungsi menyimpan setiap memori yang diperkaya dengan beragam pengalaman berharga yang didapat individu dalam durasi panjang, kisaran dari hari, minggu, tahun, hingga seumur hidup. Dalam proses penyimpanan data, memori sangat dipengaruhi oleh hippocampus yang bertugas sebagai gerbang informasi untuk disimpan secara

permanen atau sebaliknya. Kognitif dari informasi akan diseleksi dan yang tidak dianggap relevan tidak akan diproses lebih lanjut.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa memori tidak hanya terkait dengan proses belajar, tetapi kegiatan belajar sendiri sangat ditentukan oleh kemampuan otak dalam mengolah dan mempertahankan informasi. Sinergi antara otak dan sistem memori inilah yang menjadi dasar cara manusia memahami, mempelajari, dan menyimpan pengalaman dalam kehidupan sehari-hari.

### **3.3. Proses Ingatan**

Proses memori berlangsung melalui tiga tahap utama, yaitu perekaman (encoding), penyimpanan (storage), dan pengambilan kembali (retrieval). Ketiga tahapan ini dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk kondisi emosional—melalui peran dopamin—serta berbagai proses kognitif lainnya. Temuan dalam neuropsikologi memberikan pemahaman lebih dalam tentang bagaimana kerusakan atau gangguan pada area tertentu di otak dapat berdampak langsung pada kemampuan mengingat.

Tahapan perekaman (encoding) merupakan langkah pertama ketika sebuah informasi baru diterima oleh indra dan diubah menjadi bentuk yang dapat disimpan ke dalam sistem memori. Perekaman dapat dipengaruhi oleh emosi. Pengalaman yang memunculkan reaksi emosional yang kuat akan lebih mudah terekam. Hal ini disebabkan oleh neurotransmitter yang berfungsi memperkuat jejak memori, seperti dopamin. Mengalami peristiwa yang disertai emosi positif dan negatif akan membantu informasi tersebut dipasangi “marker” oleh dopamin, menjadikan memori tersebut terkuat dan lebih mudah dipanggil kembali di masa yang akan datang.

Setelah pergi melalui proses perekaman, apa yang pernah diproses oleh otak akan melalui proses penyimpanan (storage). Proses ini menjadikan informasi dipindah tangankan ke dalam memori jangka pendek atau jangka panjang. Berhasil atau tidaknya menyimpan memori tergantung pada beberapa perkara, seperti perhatian, konsentrasi, dan kondisi otak secara umum. Proses

penyimpanan ini pun dapat terganggu jika terdapat kelainan neurologis, seperti penyakit Alzheimer. Hal ini tentunya akan banyak memengaruhi aktivitas sehari-hari seseorang.

Tahap terakhir adalah pemanggilan kembali (retrieval), yaitu proses ketika seseorang mengambil informasi yang telah tersimpan untuk digunakan kembali. Efektivitas retrieval dapat dipengaruhi oleh keadaan emosional dan kognitif saat proses pengambilan informasi berlangsung. Sebagai contoh, seseorang mungkin lebih mudah mengingat sesuatu ketika berada dalam kondisi emosional yang mirip dengan saat informasi tersebut dipelajari. Riset neuropsikologi menemukan bahwa keterlibatan berbagai struktur otak—seperti hippocampus dan amigdala—sangat penting untuk memastikan proses retrieval berjalan optimal.

Dengan demikian, proses mengingat bukanlah mekanisme yang sederhana, melainkan hasil interaksi kompleks antara emosi, fungsi kognitif, dan berbagai struktur otak. Penelitian neuropsikologi terus berkontribusi dalam memperluas pemahaman tentang bagaimana faktor-faktor tersebut membentuk pengalaman memori setiap individu.

#### **3.4. Struktur Otak yang Berperan dalam Ingatan**

Salah satu bagian otak yang memiliki peran penting dalam proses memori adalah hippocampus. Struktur ini sangat berperan dalam membentuk memori, terutama dalam mengonversi ingatan jangka pendek menjadi ingatan jangka panjang. Selain fungsi tersebut, hippocampus turut membantu dalam kemampuan navigasi dan orientasi ruang, sehingga individu dapat mengingat lokasi serta pengalaman yang berkaitan dengan lingkungan sekitarnya. Jika area ini mengalami kerusakan, seseorang dapat mengalami hambatan dalam menyimpan maupun mengingat informasi atau peristiwa baru.

Struktur penting lainnya yang terlibat dalam memori adalah korteks prefrontal. Bagian otak yang berada di area frontal ini bertanggung jawab atas berbagai fungsi kognitif tingkat tinggi, seperti pembuatan keputusan dan perencanaan. Korteks prefrontal juga sangat berkaitan dengan memori kerja,

yaitu kemampuan menyimpan dan memproses informasi sementara yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas. Peran area ini mencakup pengaturan ulang informasi, pengambilan kembali ingatan, serta membantu individu membuat keputusan berdasarkan memori yang relevan.

Kedua struktur tersebut bekerja saling melengkapi dan berinteraksi, sehingga mendukung kemampuan seseorang dalam menyimpan, mengakses, dan menggunakan informasi dalam aktivitas sehari-hari.

### **3.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ingatan**

Beberapa faktor kunci yang mempengaruhi kemampuan seseorang untuk mengingat termasuk tingkat perhatian, makna dari informasi yang diterima, serta jumlah kali informasi diulang. Pertama, perhatian memainkan peran penting dalam proses penyimpanan memori. Informasi yang diberikan perhatian penuh lebih mudah diproses dan disimpan sebagai memori jangka panjang. Sebaliknya, informasi yang tidak menerima perhatian yang memadai cenderung memudar atau cepat terlupakan.

Di luar perhatian, makna juga sangat dipengaruhi dari suatu informasi terhadap daya ingat. Suatu informasi yang relevan atau berkaitan dengan pengalaman serta pengetahuan sebelumnya biasanya akan lebih mudah dipahami dan disimpan. Kemampuan seseorang untuk mengaitkan informasi baru dengan konsep yang sudah dimiliknya, akan membuat pengingatan jadi lebih efektif. Karena itu, konteks dan hubungan antar informasi menjadi penentu dalam pembelajaran.

Memori juga akan semakin kuat dengan menambah Frekuensi pengulangan. Dengan pengulangan informasi, sebuah informasi akan lebih mudah untuk diingat di masa yang akan datang, karena sudah menguatkan sebuah jalur yang berkaitan dengan informasi tersebut dalam otak. Peningkatan retensi memori bisa juga didapatkan dengan pengulangan informasi yang terstruktur maupun latihan aktif.

Di luar ketiga faktor yang disebutkan, emosional juga menjadi faktor yang sangat berpengaruh. Kenangan yang didampingi dengan emosi akan lebih

kuat tertanam dalam ingatan karena emosi yang disertakan bisa membuat pengalaman menjadi lebih terperhatikan dan lebih berkesan. Kenangan emosional, seperti senang, sedih, atau takut, akan lebih teringat dibanding kenangan yang tidak didampingi dengan emosi.

Dengan demikian, untuk meningkatkan daya ingat, seseorang perlu memberikan perhatian penuh saat mempelajari sesuatu, memahami makna informasi tersebut, dan melakukan pengulangan secara konsisten. Menghubungkan informasi dengan pengalaman emosional juga dapat menjadi strategi efektif dalam memperkuat memori.

### **3.6. Jenis-Jenis Memori**

Dari segi lokasi penyimpanannya, ada tiga jenis memori, yaitu memori sensorik, memori kerja, dan memori jangka panjang. Memori sensorik menjadi tahap paling awal di mana memori ini menyimpan informasi dari lingkungan, namun hanya untuk beberapa waktu singkat saja sebelum diolah lebih lanjut. Memori kerja berfungsi menyimpan informasi untuk sementara waktu, dan informasi tersebut sementara sedang diolah. Memori jangka panjang adalah tempat menyimpan informasi yang sudah diolah dan berfungsi untuk menyimpan informasi tersebut dalam waktu yang lama.

Memori sensorik memproses semua rangsangan inderawi input seperti gambar, suara, dan sentuhan. Ia memberi input ke semua jenis memori lain. Memori sensorik merupakan jenis memori yang paling besar, namun karena kapasitasnya terbatas, tanpa perhatian yang berkelanjutan memori ini hanya akan bertahan dalam hitungan detik.

Memori kerja merupakan jenis memori yang memproses dan mengolah informasi yang sedang digunakan, yang biasa juga dinamakan memori jangka pendek. Memori kerja juga memudahkan penggunaanya dalam melakukan perhitungan mental, perumusan langkah-langkah instruksi, dan pengingat informasi sementara yang bertujuan untuk menyelesaikan suatu tugas. Jika informasi yang digunakan memori kerja, tidak secara aktif digunakan maka

informasi tersebut akan memudar, karena kapasitas memori kerja lebih terbatas, digunakan dengan mengingat informasi secara aktif.

Memori jangka panjang adalah jenis memori yang paling stabil dan tahan lama. Memori ini bisa bertahan seumur hidup. Memori jangka panjang memuat pengalaman pribadi, pengetahuan, dan keterampilan yang didapat, juga beragam fakta yang sudah dipelajari. Memori jangka panjang relatif lebih mudah untuk diakses kembali jika informasi tersebut tidak mudah diingat, diulang, dan dipresentasikan ke dalam pikiran dalam bentuk representasi.

Memahami ketiga jenis memori ini memberikan gambaran tentang bagaimana otak mengelola, memproses, dan mempertahankan informasi, serta bagaimana strategi pembelajaran dapat dioptimalkan agar proses mengingat menjadi lebih efektif.

### **3.7. Peran Neuropsikologi dalam Masalah Ingatan**

Neuropsikologi memberikan kontribusi yang sangat signifikan dalam memahami dan juga menangani masalah yang berhubungan dengan lupa. Dalam rehabilitasi neuropsikologi, berbagai bentuk intervensi yang berfokus pada perbaikan eksekutif dan juga ingatan dilakukan. Intervensi rehabilitatif ini sangat menunjang orang yang memiliki kesulitan kognitif dalam mengakses memori dan juga dalam menjalani aktivitas sehari-hari.

Intervensi rehabilitasi neuropsikologi dengan training memodifikasi kognitif seperti mengajarkan pasien untuk mengingat dengan penggunaan alat bantu seperti rekaman suara. Intervensi ini, dan juga disertai dengan teknik yang lain seperti verbal di tujuan, berupaya untuk mengingat dan mengatasi masalah yang ada. Banyak penelitian yang menunjukkan efektivitas keterampilan kognitif yang ada pada orang dengan fungsi eksekutif yang hilang termasuk ingatan.

## 4. KEMAMPUAN BAHASA ANAK SEKOLAH DASAR

### 4.1. Pendahuluan

Kemampuan bahasa merupakan aspek fundamental dalam perkembangan anak, terutama pada jenjang sekolah dasar ketika anak mulai memasuki lingkungan akademik yang sistematis. Selain digunakan untuk berinteraksi, bahasa berperan penting dalam membantu individu mengolah dan mengembangkan pemikiran, membangun konsep, serta berinteraksi sosial dalam konteks pembelajaran. Pada masa ini, perkembangan bahasa anak mengalami peningkatan signifikan baik dari segi kosakata, struktur kalimat, kemampuan memahami informasi, maupun keterampilan mengekspresikan gagasan secara logis (Cameron, 2001). Karena itu, pengembangan kemampuan berbahasa menjadi fondasi utama yang mendukung keberhasilan siswa dalam mempelajari berbagai bidang studi.

Dari sudut pandang psikologi perkembangan, bahasa memegang fungsi kognitif yang penting sebagai sarana untuk memproses informasi, mengatur perilaku, dan meningkatkan kemampuan berpikir serta memecahkan masalah (Vygotsky, 1978). Anak dengan keterampilan bahasa yang baik biasanya dapat mengikuti pembelajaran lebih optimal karena mampu memahami instruksi, berpartisipasi dalam percakapan, serta melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar mereka dengan lebih mendalam. Sebaliknya, keterlambatan bahasa dapat berdampak pada hambatan akademik maupun sosial-emosional di sekolah (Snow, Burns, & Griffin, 1998).

Pembelajaran di sekolah dasar menuntut anak menguasai empat keterampilan berbahasa, yaitu menyimak, berbicara, membaca, dan menulis, yang semuanya saling berhubungan dan mendukung perkembangan literasi secara menyeluruh. Selain itu, interaksi di kelas seperti diskusi kelompok, kolaboratif, dan penggunaan media pembelajaran yang bervariasi turut memberikan kontribusi besar terhadap pengembangan kompetensi bahasa anak. Dengan demikian, penguatan kemampuan bahasa anak sekolah dasar harus menjadi prioritas utama dalam pendidikan karena berpengaruh langsung

terhadap keberhasilan belajar dan pembentukan karakter sosial anak sebagai komunikator yang kompeten

#### **4.2. Pengertian Bahasa**

Bahasa adalah jendela pertama bagi anak untuk memahami dunia di sekitarnya. Melalui bahasa, anak belajar mengekspresikan pikiran, perasaan, dan imajinasinya, sekaligus berlatih memahami orang lain. Pada jenjang sekolah dasar, keterampilan berbahasa merupakan dasar penting yang menunjang perkembangan kognitif maupun sosial anak. Setiap tuturan, tulisan, dan bacaan yang mereka temui menjadi bagian dari proses bertahap menuju kemampuan berpikir yang lebih matang.

Dengan demikian, pengembangan bahasa sejak usia dini bukan hanya soal mengenalkan huruf atau kosakata, tetapi juga upaya menumbuhkan kepekaan, memperkuat rasa ingin tahu, serta membangun ketertarikan anak terhadap pengetahuan dan pengalaman hidup.. Menurut Tarigan (2008) Sebagai sistem yang digunakan untuk berinteraksi, bahasa terdiri atas simbol bunyi yang diproduksi oleh alat bicara manusia. Tarigan menekankan bahwa bahasa menjadi perangkat komunikasi yang paling fundamental bagi manusia dan diekspresikan melalui tanda-tanda bunyi. Fungsi bahasa ialah untuk berkomunikasi, mengekspresikan diri, berinteraksi sosial, dan menyampaikan pikiran. Bahasa adalah sistem lambang bunyi yang arbitrer yang digunakan oleh masyarakat untuk bekerja sama, berkomunikasi, dan mengidentifikasi diri. Bahasa memiliki fungsi sosial, yaitu memperkuat kerja sama dan identitas kelompok. Dengan bahasa, manusia tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga menunjukkan siapa dirinya dan dari mana ia berasal (Pateda, 2011).

Maka melalui bahasa, manusia dapat membangun interaksi sosial, mempererat kerja sama, serta menumbuhkan rasa kebersamaan dalam suatu kelompok masyarakat. Bahasa menjadi media pembentuk identitas diri dan identitas kolektif, karena melalui cara seseorang berbicara, memilih kata, dan berinteraksi, tercermin nilai, budaya, serta latar belakang sosialnya. Selain fungsi praktisnya dalam komunikasi, bahasa memiliki peranan besar dalam

perjalanan peradaban manusia. Melalui bahasa, berbagai nilai, aturan sosial, dan pengetahuan dapat diwariskan dari generasi sebelumnya kepada generasi berikutnya. Bahasa juga memberi kemampuan bagi manusia untuk berpikir secara abstrak, menalar, serta menyusun pengalaman hidup dalam simbol-simbol yang memiliki makna. Dengan demikian, bahasa bukan sekadar sarana komunikasi, tetapi merupakan perangkat sosial, budaya, dan intelektual yang menjadi fondasi utama dalam berbagai aktivitas manusia. Dalam konteks pendidikan, pemahaman terhadap fungsi bahasa ini menjadi landasan penting untuk menumbuhkan kemampuan berbahasa yang tidak hanya komunikatif, tetapi juga reflektif, kritis, dan berakar pada nilai-nilai budaya masyarakat.

Konteks penggunaan bahasa, dan pengalaman komunikatif memiliki peran krusial dan lebih kompleks dalam perkembangan bahasa anak. Pendekatan tugas sosial-interaksionis menegaskan bahwa lingkungan sosial dan pengalaman interaktif anak sangat mendukung akuisisi bahasa. Untuk materi sekolah dasar, ini berarti guru, teman sekelas, orang tua, lingkungan sekolah semuanya berperan penting (Ghani, 2022). Pada usia 6–12 tahun anak berada pada tahap operasional konkret, di mana mereka mulai mampu berpikir logis terhadap objek dan kejadian nyata. Bahasa berkembang seiring dengan kemampuan berpikir logis. Misalnya anak mulai memahami tata bahasa yang lebih kompleks, mampu menggunakan kalimat majemuk dan memahami makna kiasan sederhana dan bahasa digunakan untuk memecahkan masalah dan menjelaskan konsep konkret Menurut (Piaget, 1952)

Dengan kata lain, kemampuan berbahasa pada anak sekolah dasar tumbuh melalui perpaduan antara rangsangan sosial dan perkembangan kognitif yang semakin matang. Anak memperoleh bahasa dari pengalaman sehari-hari, interaksi dengan orang lain, serta proses berpikir yang terus berkembang dan saling mendukung. Karena itu, guru dan lingkungan sekolah memegang peran penting dalam menyediakan suasana belajar yang mendorong komunikasi, pemikiran mendalam, serta penggunaan bahasa dalam konteks nyata sehingga perkembangan bahasa anak dapat berkembang secara maksimal, baik pada aspek sosial maupun intelektual.

## 4.3. Kemampuan Bahasa

### 4.3.1. Teori Kompetensi Komunikatif

Teori Kompetensi Komunikatif dikembangkan sebagai kritik terhadap pandangan linguistik Chomsky yang membatasi kompetensi bahasa pada aspek tata bahasa atau grammatical competence semata. Hymes (1972) berargumen bahwa dalam kehidupan nyata, keberhasilan komunikasi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan membentuk kalimat yang benar secara gramatikal, tetapi juga kemampuan menggunakan bahasa secara tepat dalam konteks sosial. Oleh karena itu, kompetensi berbahasa mencakup kemampuan memahami apa yang harus dikatakan, kepada siapa, kapan, dan bagaimana cara mengatakannya. Pandangan ini menempatkan bahasa sebagai praktik sosial yang erat kaitannya dengan norma budaya dan interaksi manusia.

Teori ini kemudian diperkaya oleh Canale dan Swain (1980) yang memperluas konsep menjadi empat komponen utama:

1. Kompetensi gramatikal (kemampuan memahami struktur Bahasa)
2. Kompetensi sosiolinguistik (kemampuan menyesuaikan bahasa dengan konteks sosial dan budaya).
3. Kompetensi strategi (kemampuan mengatasi hambatan komunikasi dengan strategi Bahasa).
4. Kompetensi diskursus (kemampuan menyusun teks yang koheren dan kohesif).

Keempat komponen ini menegaskan bahwa komunikasi yang efektif menuntut lebih dari sekadar kemampuan linguistik formal; seseorang harus dapat mencapai tujuan komunikatif dalam situasi nyata. Dalam konteks pembelajaran bahasa, teori ini menjadi dasar untuk menggeser pendekatan tradisional berbasis struktur menuju pendekatan komunikatif yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam penggunaan bahasa secara otentik (Richards & Rodgers, 2014). Dengan demikian, Teori Kompetensi Komunikatif mendorong pendidikan bahasa yang lebih holistik, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan komunikasi di dunia nyata.

#### **4.3.2. Teori Linguistik Fungsional Sistemik**

Teori Linguistik Fungsional Sistemik (*Systemic Functional Linguistics/SFL*) yang dikembangkan oleh Halliday berangkat dari asumsi bahwa bahasa merupakan sumber daya untuk membangun makna, bukan sekadar sistem aturan tata bahasa (Halliday & Matthiessen, 2014). Bahasa dilihat sebagai alat komunikasi sosial yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam konteks interaksi sosial. Oleh karena itu, bahasa selalu terkait dengan tujuan (fungsi) dan konteks penggunaannya (Eggins, 2004).

Halliday menekankan bahwa setiap kali bahasa digunakan, selalu terdapat tiga metafungsi yang bekerja secara simultan, yaitu:

1. Ideational: digunakan untuk merepresentasikan pengalaman dan dunia sekitar.
2. Interpersonal: digunakan untuk berinteraksi dan membangun hubungan sosial.
3. Textual: membantu menata pesan agar koheren dalam konteks tertentu (Halliday, 1994).

Dalam perspektif ini, bahasa tidak bersifat netral; sebaliknya, bahasa mengonstruksi realitas sosial dan identitas pengguna bahasa (Fairclough, 1995). Oleh karena itu, analisis bahasa harus melibatkan hubungan antara struktur, makna, dan konteks sosial budaya tempat bahasa itu digunakan (Martin & Rose, 2007).

Melalui argumentasi tersebut, dapat ditegaskan bahwa Teori Linguistik Fungsional Sistemik merupakan pendekatan linguistik yang aplikatif, relevan, dan transformatif, karena tidak hanya berfokus pada aspek struktural bahasa, tetapi juga pada bagaimana bahasa berfungsi sebagai praktik sosial yang memengaruhi kehidupan manusia.

#### **4.3.3. Teori Psikolinguistik**

Psikolinguistik merupakan disiplin ilmu yang mengkaji hubungan antara bahasa dan proses mental, khususnya bagaimana manusia memperoleh,

memproduksi, dan memahami bahasa. Bidang ini berangkat dari keyakinan bahwa bahasa tidak hanya sekadar sistem struktur formal, tetapi juga manifestasi dari proses kognitif di dalam otak manusia (Field, 2003). Dalam perspektif ini, bahasa dipahami sebagai aktivitas mental yang kompleks dan melibatkan berbagai mekanisme seperti persepsi, memori, perhatian, dan inferensi sosial (Traxler, 2012).

Pendekatan psikolinguistik menegaskan bahwa pemerolehan bahasa pada anak tidak terjadi secara mekanis melalui imitasi, melainkan melalui proses internal kognitif yang memfasilitasi pembentukan tata bahasa mental (mental grammar), sebagaimana dikemukakan oleh Chomsky melalui hipotesis Language Acquisition Device (Chomsky, 2006). Selain itu, psikolinguistik juga menjelaskan bagaimana pemahaman bahasa berlangsung secara bertahap melalui proses pengodean semantik, sintaksis, hingga interpretasi pragmatik dalam konteks sosial (Snowling & Hulme, 2012).

Dengan demikian, kajian Psikolinguistik tidak hanya memperkaya wawasan mengenai bahasa sebagai proses mental, tetapi juga menyediakan landasan ilmiah untuk merancang pembelajaran bahasa yang selaras dengan mekanisme kerja otak. Berdasarkan pemikiran tersebut, Psikolinguistik dapat dipandang sebagai pendekatan yang menyatu, mudah diterapkan, dan sangat mendasar dalam memahami kemampuan berbahasa manusia serta dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang mendukung perkembangan kognitif dan linguistik peserta didik secara maksimal.

#### **4.4. Aspek Kemampuan Berbahasa**

##### **4.4.1. Menyimak (*Listening*)**

Menyimak merupakan keterampilan berbahasa yang bersifat reseptif dan mendasari perkembangan kemampuan berbahasa lainnya. Kemampuan ini tidak hanya melibatkan proses mendengar bunyi bahasa, tetapi juga memahami, menafsirkan, mengevaluasi, serta merespon pesan yang diterima melalui ujaran (Tarigan, 2008). Dalam perspektif psikolinguistik, menyimak

adalah proses kognitif kompleks yang mencakup pengenalan kata, aktivasi memori, pengolahan makna, dan penarikan kesimpulan berdasarkan konteks sosial dan situasional (Vandergrift & Goh, 2012). Dengan demikian, keterampilan menyimak merupakan dasar utama bagi terjadinya komunikasi yang efektif karena memungkinkan pertukaran makna secara tepat antara pembicara dan pendengar.

Dalam pembelajaran di sekolah dasar, kemampuan ini memegang peranan penting dalam mengembangkan kesadaran fonologis, memperkaya kosakata, serta meningkatkan pemahaman terhadap teks atau ujaran. Kemampuan menyimak yang baik membuat siswa lebih mudah memahami arahan guru, terlibat dalam diskusi, membaca dengan lebih mendalam, dan menulis dengan alur gagasan yang lebih runtut (Nation & Newton, 2009).

Sebaliknya, kelemahan dalam keterampilan menyimak dapat menjadi hambatan bagi perkembangan akademik maupun interaksi sosial anak. Oleh sebab itu, kemampuan menyimak harus dianggap sebagai keterampilan dasar yang membutuhkan strategi pembelajaran khusus, evaluasi yang terencana, serta pendampingan yang konsisten. Penguatan kemampuan ini sejak tahap awal akan membantu siswa mengembangkan komunikasi yang lebih efektif, baik dalam kegiatan pembelajaran maupun dalam kehidupan sosial sehari-hari.

#### **4.4.2. Berbicara (*Speaking*)**

Berbicara merupakan keterampilan berbahasa produktif yang memungkinkan seseorang menyampaikan pikiran, perasaan, dan informasi secara lisan kepada orang lain. Keterampilan ini tidak hanya melibatkan kemampuan artikulasi bunyi bahasa, tetapi juga kemampuan mengorganisasi pesan, memilih kosakata yang tepat, serta menyesuaikan gaya bahasa dengan konteks sosial (Brown, 2007). Secara psikolinguistik, berbicara adalah proses kompleks yang memerlukan koordinasi antara perencanaan pesan mental, struktur bahasa, dan produksi ujaran secara spontan (Levelt, 1993). Karena itu,

kemampuan berbicara sangat terkait dengan kelancaran kognitif dan ketepatan linguistik.

Dalam perspektif komunikatif, berbicara menjadi sarana utama untuk membangun hubungan sosial melalui proses interaksi dua arah. Keberhasilan komunikasi ditentukan tidak hanya dari kebenaran struktur bahasa, tetapi juga kemampuan bernegosiasi makna, menyampaikan argumen, dan merespon lawan bicara (Richards, 2008). Oleh karena itu, berbicara merupakan penentu penting dalam efektivitas komunikasi dan partisipasi individu dalam masyarakat.

Dengan demikian, keterampilan berbicara memiliki nilai strategis dalam perkembangan komunikasi dan akademik peserta didik. Penguatan keterampilan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan bahasa, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan karakter, kolaborasi, dan kompetensi sosial dalam kehidupan

#### **4.4.3. Membaca (*Reading*)**

Membaca adalah salah satu kemampuan berbahasa yang bersifat reseptif dan menjadi fondasi penting dalam perkembangan pengetahuan serta literasi peserta didik. Aktivitas ini tidak hanya terbatas pada pengenalan huruf atau kata, tetapi juga melibatkan proses memahami, menafsirkan, serta mengevaluasi informasi yang terdapat dalam suatu teks (Grabe & Stoller, 2013). Dalam perspektif psikolinguistik, membaca dipandang sebagai kegiatan kognitif yang menghubungkan simbol-simbol visual dengan makna melalui pemanfaatan kemampuan berbahasa dan pengalaman yang telah dimiliki pembaca (Snowling & Hulme, 2014). Oleh karena itu, membaca dapat dipahami sebagai proses interaktif antara pembaca dan teks untuk membangun pemahaman yang mendalam dan bermakna.

#### **4.4.4. Menulis (*Writing*)**

Menulis merupakan keterampilan berbahasa produktif yang memungkinkan seseorang mengungkapkan ide, pengetahuan, perasaan, serta

informasi secara tertulis dengan tujuan komunikatif tertentu. Keterampilan menulis tidak hanya melibatkan kemampuan menyusun huruf dan kata, tetapi juga kemampuan mengorganisasi gagasan, menyusun kalimat yang efektif, serta mengembangkan wacana secara koheren dan kohesif (Hyland, 2016). Dari perspektif psikolinguistik, menulis merupakan proses kognitif yang kompleks yang mencakup perencanaan, penyusunan, revisi, dan evaluasi teks sehingga menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi (Flower & Hayes, 1981). Dalam konteks pendidikan, menulis memiliki peran yang sangat penting karena menjadi sarana bagi siswa untuk mengekspresikan pemahaman terhadap konsep pelajaran dan mengembangkan kemampuan literasi akademik.

#### **4.5. Perkembangan Bahasa Anak Sekolah Dasar**

Perkembangan bahasa anak sekolah dasar merupakan fase penting yang menandai peralihan dari komunikasi konkret menuju kemampuan berbahasa yang lebih abstrak dan akademik. Pada usia ini, kemampuan bahasa anak berkembang pesat karena meningkatnya pengalaman belajar di sekolah dan interaksi sosial yang lebih luas (Owens, 2016). Bahasa tidak hanya berperan sebagai sarana untuk berinteraksi, tetapi juga menjadi medium berpikir yang mempengaruhi kemampuan kognitif anak dalam memahami konsep serta memecahkan berbagai persoalan (Vygotsky, 1978).

Secara linguistik, anak usia sekolah dasar mulai mengalami perkembangan pada aspek fonologi, morfologi, sintaksis, semantik, dan pragmatik. Pada fase ini, mereka mulai mampu menggunakan struktur kalimat yang lebih rumit, memperkaya perbendaharaan kata, serta menyesuaikan penggunaan bahasa dengan konteks sosial dan tujuan komunikasi (Berk, 2018).

Sekolah memegang peranan besar dalam mengembangkan kemampuan literasi dasar, terutama keterampilan membaca dan menulis yang menjadi landasan penting bagi keberhasilan belajar pada jenjang berikutnya (Garton & Pratt, 2009). Dari sudut pandang psikolinguistik, perkembangan bahasa pada anak sekolah dasar muncul dari kombinasi antara kesiapan biologis dan interaksi sosial yang mereka alami. Anak tidak hanya menyalin ucapan orang

di sekitarnya, tetapi juga mengolah masukan bahasa secara aktif melalui proses mental, sehingga pembelajaran bahasa sangat bergantung pada kemampuan kognitif seperti memori, perhatian, dan penalaran (Hulme & Snowling, 2014). Karena itu, penyediaan berbagai bentuk stimulasi Bahasa misalnya melalui kegiatan diskusi, membaca bersama, dan aktivitas literasi yang bermakna menjadi kunci untuk mengoptimalkan perkembangan kemampuan bahasa mereka.

Selain itu, peningkatan kemampuan berbahasa turut berkontribusi pada rasa percaya diri anak, kualitas interaksi sosial, serta prestasi akademiknya.. Anak yang mengalami hambatan berbahasa seringkali kesulitan dalam berinteraksi maupun memahami materi pelajaran. Karena itu, guru perlu memberikan pendampingan dan intervensi sejak dini bagi siswa yang menunjukkan keterlambatan atau masalah bahasa agar perkembangan mereka tidak terhambat (Scarborough, 2011).

Berdasarkan argumentasi tersebut, perkembangan bahasa anak sekolah dasar merupakan proses multidimensi yang memerlukan dukungan simultan dari keluarga, sekolah, dan lingkungan sosial. Optimalisasi perkembangan bahasa akan sangat menentukan keberhasilan anak dalam berkomunikasi, belajar, dan berinteraksi di sepanjang kehidupannya.

#### **4.6. Strategi Guru Dalam Mengembangkan Kemampuan Bahasa Anak Sekolah Dasar**

##### **4.6.1. Scaffolding Bahasa**

Scaffolding bahasa merupakan strategi pedagogis yang bertujuan memberikan dukungan bertahap kepada peserta didik dalam proses pemerolehan dan penggunaan bahasa hingga mereka mampu mandiri. Gagasan ini berlandaskan pada teori *Zona Perkembangan Proksimal* (ZPD) yang diperkenalkan oleh Vygotsky, yang menjelaskan bahwa pembelajaran berlangsung secara optimal ketika siswa memperoleh bantuan untuk menyelesaikan tugas yang belum mampu mereka lakukan secara mandiri namun dapat dicapai dengan dukungan orang yang lebih ahli (Vygotsky, 1978).

Dalam proses perkembangan bahasa, scaffolding memberikan ruang bagi anak untuk memahami bentuk serta fungsi bahasa melalui interaksi sosial yang bermakna. Menurut Gibbons (2015), penerapan scaffolding dalam pembelajaran bahasa harus diwujudkan melalui dukungan linguistik yang terstruktur, seperti menyediakan model bahasa yang tepat, memperkaya kosakata, mengarahkan penggunaan pola kalimat, dan memberi bantuan ketika siswa berusaha memahami teks atau menghasilkan tuturan maupun tulisan. Dalam konteks ini, guru berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa bergerak dari kemampuan awal menuju tuntutan berbahasa yang lebih tinggi.

Selain mendorong peningkatan keterampilan bahasa, scaffolding juga memperkuat kemampuan kognitif, termasuk menafsirkan informasi, mengorganisasi ide, dan memecahkan masalah (Wood, Bruner, & Ross, 1976). Pendekatan ini sangat relevan dalam pembelajaran literasi di sekolah dasar karena bahasa merupakan alat utama bagi siswa untuk membangun pemahaman akademik. Seiring dukungan diberikan secara bertahap lalu dikurangi, siswa akan berkembang menjadi pengguna bahasa yang lebih mandiri dan mampu menyesuaikan komunikasinya dalam berbagai konteks sosial maupun akademik.

Dengan kata lain, scaffolding bahasa adalah strategi pembelajaran yang bersifat transformatif karena tidak hanya meningkatkan kemampuan linguistik, tetapi juga menumbuhkan kompetensi akademik serta rasa percaya diri anak dalam berkomunikasi.

#### **4.6.2. Dialog dan Interaksi Sosial**

Dialog dan interaksi sosial menjadi fondasi utama dalam perkembangan bahasa anak usia sekolah dasar karena bahasa tidak hanya dipelajari sebagai sistem simbol, tetapi juga sebagai alat komunikasi yang terus dilatih melalui interaksi dengan lingkungan sosial. Dalam perspektif sosiokultural Vygotsky, bahasa berkembang melalui aktivitas komunikasi yang dilakukan anak berbasis *guided participation* dan *social interaction* bersama orang dewasa maupun teman sebaya (Vygotsky, 1978). Interaksi sosial memiliki peran penting dalam

membantu anak mengembangkan kemampuan pragmatik, memahami struktur kalimat yang lebih kompleks, serta memperluas kosakata mereka.

Di jenjang sekolah dasar, siswa aktif terlibat dalam berbagai aktivitas seperti diskusi kelas, kerja kelompok, berbagi cerita, dan permainan sosial. Kegiatan ini melatih mereka mengenali aturan komunikasi—misalnya pergiliran berbicara, penggunaan intonasi yang sesuai, dan memberikan respons yang tepat (Cameron, 2001). Melalui dialog inilah anak menginternalisasi bahasa sehingga keterampilan berbahasa mereka berkembang secara komprehensif.

Selain itu, bentuk interaksi yang bermakna dapat meningkatkan rasa percaya diri, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan sosial siswa (Mercer & Littleton, 2007). Peran guru menjadi sangat penting untuk menciptakan suasana dialog yang setara, sehingga siswa tidak hanya menjadi pendengar, tetapi juga aktif berpartisipasi. Pendekatan ini sejalan dengan pembelajaran bahasa yang menekankan kerja sama, proses negosiasi makna, dan penggunaan bahasa dalam konteks nyata. Oleh karena itu, kemajuan kemampuan berbahasa pada anak sekolah dasar sangat ditentukan oleh frekuensi serta kualitas interaksi sosial yang mereka alami.

Semakin banyak anak terlibat dalam dialog bermakna, semakin berkembang pula kemampuan bahasa dan sosial mereka sebagai komunikator yang kompeten.

#### **4.6.3. Pembelajaran Kolaboratif**

Pembelajaran kolaboratif merupakan pendekatan yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses belajar melalui kerja sama dan interaksi dengan teman sebaya. Dalam konteks perkembangan bahasa anak sekolah dasar, pendekatan ini sangat penting karena bahasa berkembang secara optimal melalui komunikasi yang bermakna di lingkungan sosial. Interaksi yang terjalin selama kegiatan kolaboratif membantu anak mengembangkan aspek linguistik seperti kosakata, struktur kalimat, dan kefasihan berbicara

sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep (Gibbons, 2002).

Melalui pembelajaran kolaboratif, anak belajar menegosiasikan makna, memberikan pendapat, bertanya, dan menyampaikan gagasan dengan lebih terstruktur. Aktivitas komunikasi tersebut menstimulasi perkembangan kemampuan pragmatik yaitu kemampuan menggunakan bahasa sesuai konteks sosial seperti giliran berbicara, sopan santun berbahasa, dan respons terhadap lawan bicara (Gillies, 2016). Selain itu, kerja sama kelompok memungkinkan adanya dukungan peer tutoring, di mana siswa yang lebih kompeten membantu siswa lain melalui penggunaan bahasa yang lebih sederhana dan dekat dengan pengalaman anak, sehingga memudahkan pemahaman (Slavin, 2014).

Pendekatan ini sejalan dengan gagasan konstruktivisme sosial yang menegaskan bahwa perkembangan belajar terjadi melalui interaksi sosial yang bermakna dalam suatu komunitas pembelajaran (Vygotsky, 1978). Dalam praktik pembelajaran, guru berfungsi sebagai fasilitator yang merancang suasana kolaboratif dengan komunikasi yang aktif, sekaligus memberi perhatian pada proses dialog, bukan hanya pada hasil akhir pembelajaran. Karena itu, model pembelajaran kolaboratif mampu meningkatkan motivasi siswa dalam berbahasa, menumbuhkan rasa percaya diri untuk berbicara di hadapan teman, serta mempererat hubungan dan kebersamaan di dalam kelas..

Oleh karena itu, pembelajaran kolaboratif bukan hanya strategi pedagogik, namun juga merupakan sarana pengembangan kemampuan bahasa secara komprehensif melalui penggunaan bahasa dalam konteks nyata, bermakna, dan interaktif.

#### **4.6.4. Penggunaan Bahasa Sebagai Alat Berpikir**

Bahasa merupakan instrumen kognitif yang tidak hanya berfungsi sebagai sarana komunikasi, tetapi juga sebagai alat berpikir yang membentuk proses mental anak. Ketika anak memasuki usia sekolah dasar, kemampuan berbahasa mereka berkembang sejajar dengan kemampuan berpikir logis dan abstrak. Menurut Vygotsky (1978), bahasa berfungsi sebagai mediator dalam

proses berpikir; interaksi sosial yang berupa dialog eksternal kemudian diinternalisasi menjadi pembicaraan batin (inner speech) yang membantu anak dalam merencanakan, memecahkan masalah, serta mengendalikan perilakunya.

Dengan bahasa, anak mampu mengelompokkan objek, membuat generalisasi, dan mengaitkan pengalaman baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bahasa sangat berperan dalam perkembangan kognitif anak (Piaget, 1964). Proses berpikir seperti menganalisis, menilai, dan menyimpulkan dipandu oleh kemampuan anak dalam menggunakan bahasa untuk mengekspresikan gagasan secara runtut dan logis.

Dalam pembelajaran di sekolah dasar, penggunaan bahasa sebagai alat berpikir tampak jelas dalam aktivitas seperti diskusi, membaca pemahaman, pemecahan masalah matematis yang disertai penjelasan verbal, hingga kegiatan menulis reflektif. Kemampuan metakognitif anak juga berkembang ketika mereka mampu berbicara tentang apa yang sedang dipikirkan, yang menunjukkan bahwa bahasa menjadi jembatan untuk menyadari dan mengelola proses kognitifnya sendiri (Mercer & Littleton, 2007).

Dengan demikian, semakin kaya kemampuan bahasa yang dimiliki anak, semakin tinggi pula kualitas proses berpikir yang dapat mereka lakukan. Hal ini menegaskan bahwa pengembangan bahasa di sekolah dasar tidak hanya berfokus pada keterampilan linguistik, tetapi juga pada penguatan kapasitas berpikir melalui bahasa sebagai alat intelektual.

## **5. HUBUNGAN KEMAMPUAN BAHASA DAN INGATAN DALAM NEUROPSIKOLOGI**

### **5.1. Mekanisme Hubungan Bahasa dan Ingatan**

Hubungan antara kemampuan bahasa dan ingatan merupakan salah satu aspek sentral dalam neuropsikologi kognitif yang tidak dapat dipisahkan. Interaksi ini tidak hanya menentukan bagaimana manusia memahami dan menghasilkan bahasa, tetapi juga bagaimana pengalaman tersimpan dalam sistem memori. Memori menyediakan ruang bagi bahasa untuk beroperasi, sementara bahasa memberikan struktur dan makna bagi penyimpanan memori. Hal ini berarti bahwa tanpa memori yang kuat, kemampuan bahasa tidak akan berfungsi dengan optimal. Sebaliknya, tanpa bahasa, proses penyimpanan dan pengambilan memori akan mengalami kesulitan. Kintsch (1974) menjelaskan bahwa hubungan ini sangat kompleks dan melibatkan banyak komponen yang saling berinteraksi.

#### **5.1.1. Peran Memori dalam Bahasa**

Memori kerja atau working memory, memegang peranan penting dalam pemrosesan bahasa, terutama dalam memahami kalimat kompleks. Azzahra, Gunawan, dan Pratomo (2025) menjelaskan bahwa kapasitas working memory yang tinggi memungkinkan anak mengingat serta memahami kosakata baru dengan lebih efisien. Misalnya, ketika seorang anak mendengarkan cerita, ia harus dapat menyimpan informasi tentang karakter, setting, dan plot secara bersamaan untuk memahami keseluruhan narasi. Komponen phonological loop dalam model memori kerja memungkinkan penyimpanan sementara terhadap informasi verbal, sehingga mendukung pemahaman sintaksis dan semantik secara simultan. Ini sangat penting dalam proses belajar bahasa, di mana anak-anak sering kali harus mengingat dan mengaitkan kata-kata baru dengan makna yang tepat.

Selain itu, memori jangka panjang berkontribusi besar pada kemampuan berbahasa. Memori semantik menyimpan makna dan pengetahuan linguistik, sementara memori episodik berperan dalam penggunaan konteks

dan narasi dalam komunikasi (Nurhayati et al., 2022). Contohnya, ketika seseorang berbicara tentang pengalaman liburan, ia tidak hanya mengandalkan kosakata yang dimiliki, tetapi juga memori episodik yang menyimpan rincian tentang peristiwa tersebut, seperti tempat yang dikunjungi dan perasaan yang dirasakan. Dengan kata lain, bahasa tidak mungkin berfungsi optimal tanpa dukungan sistem memori yang kuat, di mana kedua jenis memori ini saling melengkapi dalam proses komunikasi.

### **5.1.2. Peran Bahasa dalam Pembentukan Memori**

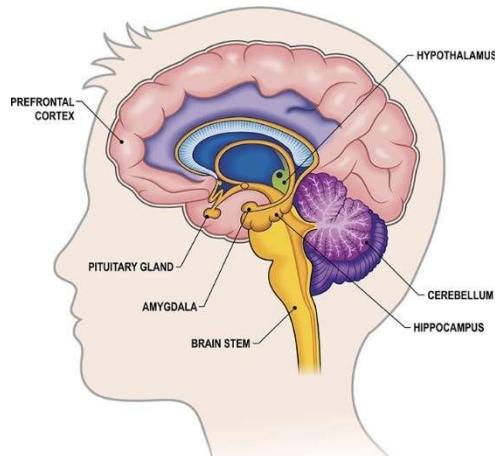
Bahasa tidak hanya bergantung pada memori, tetapi juga memengaruhi bagaimana memori terbentuk. Melalui representasi verbal, pengalaman diubah menjadi struktur yang lebih terorganisasi dan mudah diingat (Sari & Widayati, 2022). Ketika seseorang mengalami sesuatu yang baru, bahasa membantu untuk memberi label dan makna pada pengalaman tersebut, sehingga memudahkan proses encoding dan retrieval. Misalnya, jika seseorang mengalami peristiwa traumatis, kemampuan untuk mendeskripsikan pengalaman tersebut dalam kata-kata dapat membantu dalam proses pemulihan, karena narasi yang terbentuk dapat memperkuat ingatan dan membantu individu untuk memahami peristiwa tersebut dalam konteks yang lebih luas.

Anisah (2019) menegaskan bahwa narasi merupakan bentuk alami dari hubungan antara bahasa dan memori. Ketika individu menarasikan pengalaman hidupnya, ia tidak hanya mengingat peristiwa, tetapi juga menata ulang pengalaman tersebut dalam struktur linguistik yang koheren, memperkuat autobiographical memory. Ini menunjukkan bahwa bahasa tidak hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, tetapi juga sebagai alat untuk mengorganisasi dan memperkuat ingatan. Sebagai ilustrasi, seorang penulis mungkin menggunakan pengalaman pribadinya sebagai inspirasi untuk karya sastra, di mana bahasa yang digunakan untuk mendeskripsikan perasaan dan peristiwa membantu memperkuat ingatan akan pengalaman tersebut.

### 5.1.3. Aspek Neurobiologis

Secara neurobiologis, sistem bahasa dan memori saling beririsan. Area Broca dan Wernicke yang berperan dalam pemrosesan bahasa bekerja berdekatan dengan hippocampus dan lobus temporal medial yang berperan dalam konsolidasi memori (Syifa et al., 2024; Sholihah, 2022). Ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang sangat erat antara kemampuan berbahasa dan fungsi memori dalam otak. Model Declarative/Procedural yang dijelaskan oleh Ullman (dalam Kintsch, 2014) menyebutkan bahwa memori deklaratif menyimpan kosakata dan makna, sedangkan memori prosedural mengatur tata bahasa dan aturan penggunaan. Dalam konteks ini, penting untuk memahami bahwa kemampuan berbahasa tidak hanya bergantung pada penguasaan kosakata, tetapi juga pada pemahaman tentang bagaimana kata-kata tersebut dapat diatur dalam struktur yang benar.

Penelitian neuroimaging mutakhir menunjukkan bahwa kedua sistem ini berkomunikasi secara intensif melalui jalur koneksi antara lobus temporal dan prefrontal (Hepi Andini et al., 2023). Hal ini menegaskan bahwa bahasa dan memori bukan dua fungsi terpisah, melainkan bagian dari jaringan neurokognitif terpadu yang bekerja secara sinergis. Misalnya, saat seseorang berbicara, aktivitas di area Broca dan Wernicke berkolaborasi dengan aktivitas di hippocampus untuk mengakses memori yang relevan, sehingga memungkinkan individu untuk merespons dengan tepat. Proses ini menunjukkan betapa pentingnya interaksi antara berbagai area otak dalam mendukung kemampuan bahasa dan memori.



**Gambar 5.1.3. Sistem Limbik**

(Sumber: <https://qbi.uq.edu.au/brain/brain-anatomy/limbic-system>)

Gambar ini memperlihatkan struktur-struktur utama otak yang berperan penting dalam proses neurobiologis terkait bahasa, ingatan, dan fungsi kognitif lainnya. Korteks prefrontal merupakan pusat pengendalian eksekutif yang mengatur perencanaan, pengambilan keputusan, dan pemrosesan bahasa kompleks. Hippocampus berperan sentral dalam konsolidasi memori jangka panjang dan navigasi ruang, sementara amigdala terlibat dalam pengolahan emosi yang mempengaruhi pembentukan ingatan. Bagian-bagian ini bekerja secara sinergis untuk memungkinkan proses kognitif yang kompleks, termasuk pengolahan bahasa dan penyimpanan informasi.

Selain itu, struktur seperti hypothalamus dan kelenjar pituitari mengatur respons hormonal dan homeostasis yang dapat memengaruhi kondisi mental dan kemampuan belajar. Cerebellum, meskipun dikenal untuk fungsi motorik, juga terlibat dalam pemrosesan kognitif dan bahasa. Brain stem menghubungkan otak dengan sistem saraf pusat dan berperan dalam pengaturan fungsi dasar vital. Pemahaman terhadap peran masing-masing struktur ini sangat penting untuk menjelaskan bagaimana neurobiologi mendasari hubungan erat antara kemampuan bahasa dan ingatan.

## **5.2. Relevansi Hubungan Bahasa dan Ingatan**

### **5.2.1. Relevansi Teoretis**

Hubungan antara bahasa dan memori menjadi fondasi penting dalam teori kognitif modern. Kintsch (1974) menjelaskan bahwa representasi makna dalam memori merupakan inti dari pemahaman bahasa. Dengan kata lain, kemampuan bahasa sangat bergantung pada bagaimana makna disimpan dan diakses dalam memori jangka panjang. Pemahaman ini memperkaya model pemrosesan informasi dan mempertegas pandangan bahwa fungsi kognitif manusia bersifat saling bergantung. Misalnya, dalam konteks pembelajaran, pemahaman tentang bagaimana informasi baru diintegrasikan dengan pengetahuan yang sudah ada di memori dapat membantu dalam merancang strategi pengajaran yang lebih efektif.

### **5.2.2. Relevansi Klinis**

Dalam praktik neuropsikologi klinis, gangguan bahasa sering kali disertai dengan defisit memori. Pasien afasia mengalami kesulitan dalam mengakses kosakata karena lemahnya memori semantik, sedangkan pasien Alzheimer menunjukkan penurunan kemampuan linguistik akibat kerusakan hippocampus (Resende et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa gangguan dalam satu sistem dapat berdampak signifikan pada sistem lainnya. Terapi yang menggabungkan pendekatan linguistik dan memori telah terbukti efektif. Misalnya, semantic feature analysis dan verbal rehearsal memanfaatkan mekanisme bahasa untuk memperkuat ingatan (Nurhayati et al., 2022). Pendekatan integratif seperti ini menunjukkan bahwa rehabilitasi kognitif paling efektif bila memanfaatkan sinergi kedua sistem tersebut, di mana terapi yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan bahasa juga dapat membantu memperbaiki fungsi memori.

### 5.2.3. Relevansi Pendidikan dan Sosial

Dalam konteks pendidikan, bahasa dan memori merupakan dua pilar utama pembelajaran. Sari dan Widayati (2022) menyatakan bahwa pembelajaran yang melibatkan aktivitas verbal, diskusi, dan narasi mampu memperkuat retensi memori siswa. Hasil penelitian oleh Sankalaite et al. (2023) juga menunjukkan bahwa *working memory* yang baik berkorelasi dengan prestasi akademik yang lebih tinggi. Misalnya, siswa yang terlibat dalam diskusi kelompok tentang materi pelajaran cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik dan dapat mengingat informasi lebih lama dibandingkan dengan siswa yang hanya membaca materi secara mandiri. Di ranah sosial, kemampuan bahasa dan memori berkontribusi pada pembentukan identitas dan hubungan interpersonal. Fikria et al. (2025) menyoroti bahwa bahasa memungkinkan penyimpanan dan transmisi memori kolektif, yang menjadi dasar pembentukan budaya dan nilai sosial. Ini menunjukkan bahwa kemampuan berbahasa tidak hanya penting untuk komunikasi individu, tetapi juga untuk menjaga dan meneruskan warisan budaya dalam masyarakat.



**Gambar 5.2.3.** Proses Neuropsikologis Bahasa, Ingatan, dan Sosial-Pendidikan  
(Sumber: diadaptasi dari konsep penulis berdasarkan Kintsch (2014); Nurhayati, Suryana, & Abdurrahmansyah (2022); Sari & Widayati (2022))

Diagram ini menggambarkan alur kerja sistem neuropsikologis dalam mengintegrasikan bahasa dan ingatan dalam konteks sosial dan pendidikan.

Proses dimulai dari penerimaan stimulus verbal, kemudian diolah oleh korteks temporal dan area Broca untuk membentuk representasi linguistik. Informasi tersebut disimpan dan dikonsolidasikan dalam hippocampus, yang berperan dalam penguatan memori jangka panjang. Aktivitas sosial dan pembelajaran kontekstual memperkuat koneksi neural tersebut, menghasilkan pemahaman, retensi pengetahuan, serta pembentukan identitas sosial dan kognitif individu.

#### **5.2.4. Relevansi Penelitian dan Teknologi**

Keterkaitan antara bahasa dan memori juga mendorong perkembangan teknologi pendidikan dan kecerdasan buatan. Penggunaan interactive digital whiteboard terbukti meningkatkan motivasi dan daya ingat siswa dalam pembelajaran bahasa (Bautista-Vallejo et al., 2020). Teknologi ini memungkinkan siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar, di mana mereka dapat berinteraksi dengan materi secara langsung. Selain itu, pendekatan *brain-based learning* menunjukkan bahwa stimulasi simultan sistem bahasa–memori dapat meningkatkan performa akademik (ElAdl & Eissa Saad, 2019; Harerimana, 2019). Riset terkini di bidang kecerdasan buatan (AI) meniru mekanisme kerja otak dalam membangun “memori semantik” untuk memahami dan menghasilkan bahasa (Amira, 2024). Hal ini memperkuat relevansi neuropsikologi dalam menjembatani riset otak dan teknologi, di mana pemahaman tentang bagaimana otak manusia bekerja dapat diterapkan dalam pengembangan sistem AI yang lebih canggih.

### **5.3. Kesimpulan**

Bahasa dan ingatan adalah dua kemampuan kognitif yang saling menopang dan berinteraksi secara kompleks. Bahasa bergantung pada sistem memori untuk memahami dan menyimpan makna, sementara memori bergantung pada bahasa untuk mengodekan dan mengekspresikan pengalaman. Keduanya beroperasi melalui jaringan neural yang saling terhubung, terutama pada hippocampus dan lobus temporal, yang menunjukkan bahwa pemrosesan bahasa dan memori tidak dapat dipisahkan. Pemahaman tentang hubungan ini

memiliki relevansi luas: dari penjelasan teoritis mengenai cara kerja otak, penerapan klinis dalam terapi gangguan neuropsikologis, hingga inovasi dalam pendidikan dan teknologi. Dengan demikian, studi mengenai hubungan kemampuan bahasa dan ingatan menjadi kunci untuk memahami dasar biologis berpikir, belajar, dan berkomunikasi manusia di era modern. Penelitian lebih lanjut dalam bidang ini diharapkan dapat membuka jalan bagi pengembangan metode yang lebih efektif dalam pendidikan, terapi, dan teknologi, serta memberikan wawasan yang lebih dalam tentang kompleksitas otak manusia.

## 6. PERAN PERHATIAN DI PENDIDIKAN DASAR

### 6.1. Pendahuluan

Semua guru di pendidikan dasar pasti pernah mengalami kejadian seperti seorang siswa yang menatap ke luar jendela dan pikirannya tampak mengembawa jauh dari pelajaran matematika, siswa yang lain tidak bisa berhenti mengetuk pensilnya di meja. Selanjutnya, seorang siswa yang duduk di barisan depan mungkin terlihat menyimak, tetapi ketika ditanya, mereka tidak mengingat instruksi yang baru saja diberikan. Fenomena ini bukanlah sekedar masalah “kenakalan” atau “kurangnya minat”, akan tetapi ini adalah manifesti dari proses kognitif yang paling fundamental dan krusial dalam pembelajaran yaitu perhatian.

Dalam konteks neuropsikologi, perhatian bukanlah tombol ON atau OFF di dalam otak, akan tetapi perhatian adalah sebuah sistem jaringan yang kompleks, melibatkan berbagai area di otak yang bekerja sama untuk menyaring, memilih, dan mempertahankan fokus. Bagi siswa di sekolah dasar kondisi plastisitas otak sedang berada di puncaknya, sehingga kemampuan mengatur perhatian adalah kunci keberhasilan akademik dan sosial siswa di pendidikan dasar.

Buku ini dirancang untuk menjembatani temuan-temuan ilmiah dari bidang neurosains dengan penerapan praktis sehari-hari di ruang kelas. Kita akan membahas secara mendalam mekanisme perhatian, mengidentifikasi mengapa proses tersebut sering mengalami kendala pada anak usia sekolah dasar, dan yang terpenting adalah menyajikan strategi efektif bagi pendidik serta orang tua untuk mendukung dan mengoptimalkan fungsi atensi tersebut.

### 6.2. Konsep Perhatian

Secara sederhana, kita sering menyamakan perhatian dengan "mendengarkan" atau "melihat". Namun, dari sudut pandang neuropsikologi, definisi ini terlalu dangkal. Perhatian (*attention*) adalah proses kognitif yang

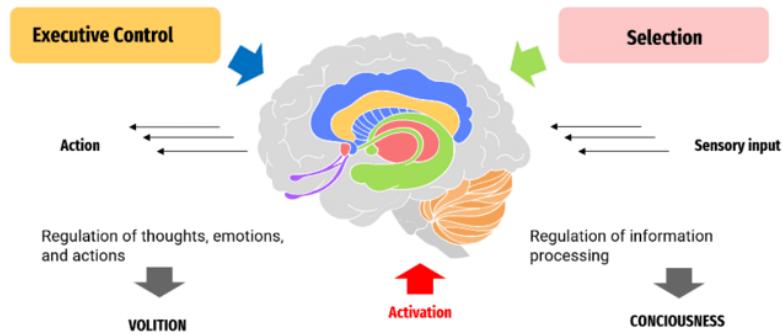
memungkinkan kita memilih stimulus tertentu dari lautan informasi sensorik yang kita terima setiap detik, dan mengabaikan stimulus lainnya.

William James, salah satu bapak psikologi modern, menggambarkannya sebagai, "Menguasai pikiran, dalam bentuk yang jelas dan gamblang, salah satu dari sekian banyak objek atau alur pemikiran yang mungkin muncul secara bersamaan" (James, 1890). Menurut (Posner & Petersen, 1990) perhatian merupakan sistem kerja otak yang berfungsi untuk memilih, memusatkan, dan mengatur pemrosesan informasi sehingga individu dapat merespons secara efektif terhadap rangsangan yang relevan. Selanjutnya, menurut (Sternberg & Sternberg, 2017) sebagai cara kita memproses secara aktif sejumlah informasi terbatas dari sejumlah besar informasi yang tersedia. Informasi ini datang melalui indera kita, ingatan kita yang tersimpan, dan proses kognitif lainnya. Perhatian, dalam pandangan ini, adalah mekanisme alokasi sumber daya kognitif yang terbatas.

Secara neurobiologis, perhatian bukanlah satu lokasi tunggal di otak. Ia adalah sebuah sistem terdistribusi yang mengkoordinasikan berbagai area, termasuk korteks parietal dan frontal (Posner & Rothbart, 2007). Saat seorang anak memfokuskan perhatian pada penjelasan guru, otaknya tidak hanya memproses suara (di korteks pendengaran). Otaknya secara aktif menekan (menghambat) suara lain, seperti obrolan teman di sebelahnya atau suara pendingin ruangan.

Proses penyaringan aktif inilah inti dari perhatian. Ia adalah "penjaga gerbang" kesadaran dan pembelajaran. Tanpa perhatian, informasi tidak dapat diolah secara mendalam untuk disimpan sebagai pengetahuan atau ingatan jangka panjang.

Mekanisme perhatian adalah menyalurkan dan mengatur aliran informasi, agar kita bisa secara sadar dan sukarela mengendalikan apa yang kita pikirkan, rasakan, dan lakukan. Mekanisme perhatian menurut (Rueda et al., 2023) bisa disajikan pada gambar berikut:



**Gambar 6.2.** Mekanisme Perhatian

Berdasarkan Gambar 6.2. perhatian melibatkan tiga fungsi utama, yaitu aktivasi (*activation*), seleksi (*selection*), dan kontrol eksekutif (*executive control*) yang saling berhubungan. Tiga fungsi utama tersebut mempunyai tugas sebagai berikut:

### 6.2.1. Aktivasi (*Activation*)

Aktivasi diatur oleh otak yang disebut batang otak (*brainstem*), secara khusus sistem ini disebut *Reticular Activating System (RAS)*. Proses kerja aktivasi ini seperti listrik atau baterai yang membuat seluruh sistem perhatian ini menyala (*ON*). Aktivasi ini merupakan “sumber tenaga” dalam sistem perhatian. Saat kondisi tidur, otak tidak bisa melakukan proses seleksi dan kontrol, namun saat bangun tidur sistem aktivasi ini menyala dari 0% sampai 70% sehingga siap untuk berinteraksi dengan dunia. Tugas dari aktivasi ini sebagai Tingkat kesiagaan otak untuk siap menerima, memproses, dan merespon informasi. Apabila aktivasi terlalu rendah seperti mengantuk, bosan, lelah maka sistem perhatian tidak akan bekerja dengan baik. Sebaliknya, jika aktivasi terlalu tinggi seperti panik, cemas, terlalu bersemangat maka sistem perhatian juga akan kacau atau “*nge-blank*”. Aktivasi merupakan fondasi dalam sistem perhatian, karena tanpa aktivasi yang optimal sebaik apapun kemampuan seleksi dan kontrol eksekutif seorang anak, sistem perhatiannya tidak akan bekerja dengan baik.

### **6.2.2. Seleksi (*Selection*)**

Proses seleksi ini adalah kemampuan otak untuk menyaring informasi, sehingga dinamakan “penjaga pintu”. Setiap detik pastinya kita menerima input sensorik seperti suara guru, suara pendingin ruangan, bahkan suara teman yang mengobrol. Otak tidak mungkin memproses semua sensorik yang masuk, sehingga fungsi seleksi ini bertugas memilih mana sensorik yang penting. Misalkan suara guru dianggap penting sehingga diproses dan mengabaikan suara-suara yang tidak penting. Selanjutnya mengarah pada regulasi pemrosesan informasi, sehingga ketika informasi berhasil diseleksi akan masuk pada kesadaran (*consciousness*). Setelah melalui proses ini, anak baru sadar akan sesuatu setelah otak memilih untuk memperhatikannya.

### **6.2.3. Kontrol Eksekutif (*Executive Control*)**

Jika seleksi merupakan “penjaga pintu”, maka control eksekutif merupakan “manajer atau bos” yang mengambil keputusan. Setelah informasi masuk setelah melalui penyaringan, misalnya sadar bahwa guru sedang memberikan tugas, maka fungsi inilah yang merencanakan, memutuskan dan memberi perintah untuk melakukan tindakan (contoh: ambil pensil, tulis di buku, atau angkat tangan untuk bertanya). Selanjutnya proses ini mengarah pada regulasi pikiran, emosi dan tindakan. Hal ini yang membantu kita untuk mengendalikan diri (misalnya anak ingin main gadget tetapi tau harus belajar sehingga mengontrol dirinya untuk tetap belajar). Kontrol eksekutif inilah yang menahannya, sehingga menghasilkan kemauan atau kehendak (*volition*). Kemauan atau kehendak ini adalah kemampuan untuk secara sukarela memilih apa yang seharusnya dilakukan.

## **6.3. Jenis – Jenis Perhatian**

Salah satu model perhatian yang paling fungsional dan banyak digunakan dalam rehabilitasi kognitif diajukan oleh McKay Sohlberg dan Catherine Mateer. Model ini sangat relevan bagi pendidik karena menguraikan perhatian sebagai sebuah hirarki yakni sebuah tangga di mana setiap anak tangga harus

dipijak sebelum bisa mencapai anak tangga berikutnya (Sohlberg & Mateer, 1989). Model ini membagi perhatian menjadi lima jenis yang berbeda:

### **6.3.1. Perhatian Terfokus (*Focused Attention*)**

Perhatian terfokus adalah level paling dasar, merupakan kemampuan untuk merespons secara spesifik terhadap rangsangan tertentu, baik secara visual, auditori, dan taktil. Hal ini merupakan kemampuan sadar dan hadir. Misalnya siswa merespons saat Namanya dipanggil, siswa menoleh ketika guru mengetuk meja. Semua proses ini menjadi fondasi untuk semua jenis perhatian lainnya.

### **6.3.2. Perhatian Berkelanjutan (*Sustained Attention*)**

Perhatian berkelanjutan sering juga disebut konsentrasi (*vigilance*). Konsentrasi (*vigilance*) ini adalah fondasi dari perhatian, tanpa kemampuan ini tugas-tugas yang lebih kompleks akan sulit dilakukan. Perhatian berkelanjutan adalah kemampuan untuk mempertahankan fokus pada satu aktivitas secara terus-menerus dan berulang dalam jangka waktu tertentu. Misalnya, saat menyetir mobil jarak jauh di jalan tol selama 2 jam, kita harus terus-menerus memperhatikan jalan, rambu, spion, dan mobil lain dan tidak bisa melamun selama 2 menit saja. Hal ini adalah tugas perhatian berkelanjutan klasik. Bagi anak-anak sekolah dasar, kemampuan untuk terus memusatkan perhatian pada satu hal atau tetap fokus, hal ini seringkali menjadi perjuangan terbesar mereka. Kita bisa melihat betapa beratnya tantangan ini, terutama selama masa belajar jarak jauh di Indonesia. Seperti yang ditemukan oleh peneliti (Latifah & Supena, 2021) belajar dari rumah sangat menguji fokus anak-anak. Tanpa bimbingan langsung dan suasana kelas yang mendukung, ditambah dengan banyaknya gangguan di rumah, menjaga perhatian tetap utuh menjadi jauh lebih sulit.

### 6.3.3. Perhatian Selektif (*Selective Attention*)

Perhatian selektif adalah kemampuan untuk mempertahankan fokus pada tugas sambil mengabaikan distraksi (pengalih perhatian) yang tidak relevan. Bagi seorang anak di dalam kelas, ada begitu banyak hal yang seolah bersahutan memanggil perhatian mereka. Di satu sisi, ada teman yang asyik berbisik, ada suara pendingin ruangan yang mendengung, ada suara dari dalam diri mereka sendiri seperti perut yang kercongan, atau pikiran yang sudah tidak sabar ingin bermain. Di tengah semua itu, anak tersebut harus berusaha mengabaikan semua gangguan tadi dan memilih untuk memusatkan seluruh perhatiannya hanya pada suara guru. Ini adalah sebuah perjuangan yang nyata. Seperti yang ditekankan oleh penelitian (Wahyudi & Neviyarni, 2021), keberhasilan belajar seorang anak sangat bergantung pada kemampuan mereka untuk menyeleksi dan memutuskan mana yang penting untuk didengarkan.

### 6.3.4. Perhatian Bergantian (*Alternating Attention*)

Perhatian bergantian adalah kemampuan untuk memindahkan fokus perhatian bolak-balik antara dua atau lebih tugas yang memiliki tuntutan kognitif yang berbeda. Ini adalah jenis perhatian yang lebih kompleks karena melibatkan fleksibilitas mental. Hal ini adalah keterampilan krusial di sekolah dasar yang sering dianggap remeh. Saat kita berganti fokus atau pindah tugas, otak kita perlu waktu jeda sejenak untuk beradaptasi. Bagi otak kita, berpindah fokus itu tidaklah "gratis". Selalu ada "biaya" mental yang harus dibayar. Saat kita sedang fokus menulis cerita, tiba-tiba kita harus berhenti untuk mendengarkan guru. Otak kita tidak bisa langsung ganti fokus begitu saja. Ia perlu waktu untuk "menutup" tugas menulis, baru kemudian "membuka" tugas mendengarkan. Jeda untuk beradaptasi inilah yang menguras energi mental kita. Proses transisi ini, sekecil apa pun itu, selalu membutuhkan usaha dan waktu dari otak kita (Monsell, 2003).

### **6.3.5. Perhatian Terbagi (*Divided Attention*)**

Perhatian terbagi adalah level tertinggi dan paling kompleks, di mana seseorang harus merespons secara bersamaan terhadap beberapa tugas atau tuntutan sekaligus. Secara neurobiologis, otak manusia tidak benar-benar melakukan *multitasking*. Apa yang kita anggap sebagai "perhatian terbagi" sebenarnya adalah *alternating attention* yang terjadi sangat cepat (Posner & Rothbart, 2007). Saat seorang siswa mencoba mendengarkan guru sambil menggambar di bukunya, otaknya tidak melakukan keduanya secara bersamaan. Otaknya beralih bolak-balik dengan sangat cepat, dan setiap perpindahan ini memakan "biaya" kognitif, yang berujung pada pemahaman yang dangkal untuk kedua tugas tersebut.

## **6.4. Faktor yang Mempengaruhi Perhatian**

### **6.4.1. Faktor Internal**

#### **6.4.1.1. Kondisi Fisiologis**

Perhatian adalah proses kognitif Tingkat tinggi yang sangat bergantung pada kondisi fisik, seperti kurang tidur atau kelelahan, kelaparan, dan kesehatan. Hal ini juga dinyatakan oleh (Slameto, 2008) bahwa proses belajar seseorang akan terganggu jika kesehatan seseorang terganggu, selain itu ia juga akan cepat lelah, kurang bersemangat, mudah pusing, sehingga bahan pelajaran yang diajarkannya tidak dapat dipahaminya.

#### **6.4.1.2. Minat dan Motivasi Instrinsik**

Perhatian bukanlah sesuatu yang pasif tetapi siswa secara aktif memilih ke mana harus mengarahkan fokus mereka. Adanya Minat memicu pelepasan dopamin, yang meningkatkan fokus dan memori dan keinginan internal untuk menguasai materi (motivasi intrinsik) akan mempertahankan perhatian lebih lama daripada siswa yang termotivasi oleh nilai atau hukuman (motivasi ekstrinsik). Menurut (Djamarah, 2021) minat adalah kecenderungan yang menetap untuk memperhatikan dengan mengenang beberapa aktivitas,

sehingga seseorang yang berminat terhadap suatu aktivasi akan memperhatikan aktivitas secara konsisten dengan rasa.

#### 6.4.1.3.Kondisi Emosional dan Aktif

Keadaan emosional bertindak sebagai filter untuk semua informasi yang masuk. Emosi negatif dapat membajak sumber daya kognitif yang seharusnya digunakan untuk belajar, seperti cemas, stress, trauma, dan suasana hati (*mood*). Hal ini juga dijelaskan oleh (Pekrun, 2006) bahwa emosi internal seperti cemas saat ujian, bosan saat pelajaran atau antusiasme muncul secara langsung akan mengambil alih peran perhatian.

#### 6.4.1.4.Kognitif dan Metakognitif

Perhatian itu merupakan sumber daya kognitif yang terbatas. Seseorang dalam mengelola sumber daya ini (metakognisi) dan seberapa besar beban yang ditanggung (beban kognitif) sangatlah penting. Beban kognitif seperti tugas yang terlalu sulit dan disajikan dengan cara yang membingungkan. Selanjutnya kurangnya pengetahuan awal sehingga siswa kesulitan menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki, sejalan dengan (Ormrod & Jones, 2018) bahwa pembelajaran bermakna ketika siswa menghubungkan informasi baru dengan hal-hal yang sudah mereka ketahui, jika mereka tidak dapat menemukan koneksi mereka akan kehilangan perhatian dan akan beralih. Selain itu metakognitif dan regulasi diri juga mempengaruhi perhatian.

#### 6.4.1.5.Keyakinan Diri

Keyakinan diri tentang kemampuan diri sendiri secara langsung mempengaruhi upaya dan perhatian. Keyakinan diri ini seperti efikasi diri yakni keyakinan seseorang dapat berhasil dalam tugas tertentu. Menurut (Schunk et al., 2014) bahwa keyakinan siswa terhadap kemampuannya secara langsung mempengaruhi kemauan mereka untuk memperhatikan dan bertahan pada tugas. Selanjutnya adalah pola pikir juga mempengaruhi perhatian seperti *Fixed mindset* (Pola Pikir Tetap) yaitu menganggap kemampuan itu bawaan lahir, sehingga pola pikir tersebut menjadi tidak berkembang, sebaliknya

*Growth Mindset* (Pola Pikir Bertumbuh) yang menganggap kemampuan bisa dilatih membuat pola pikir menjadi berkembang.

#### **6.4.2. Faktor Eksternal**

##### **6.4.2.1. Guru dan Desain Instruksional**

Guru yang memberikan instruksi yang jelas, berbicara dengan antusias, dan menggunakan metode yang bervariasi seperti diskusi, visual, aktivitas lebih efektif dalam menarik dan mempertahankan perhatian. Manajemen beban kognitif yakni jika pelajaran terlalu rumit, disajikan dengan buruk, atau memiliki terlalu banyak informasi yang tidak relevan, memori kerja sehingga akan kelebihan beban. Akibatnya, siswa akan kehilangan fokus karena secara kognitif tidak mampu lagi memproses informasi. Selanjutnya umpan balik yang spesifik dan tepat waktu sebagai stimulus eksternal yang dapat mengarahkan kembali perhatian. Hal ini juga selaras dengan penelitian dari (Pekrun, 2006) bahwa faktor eksternal seperti desain tugas atau umpan balik guru memicu emosi seperti kecemasan, kebosanan yang secara langsung mengalihkan perhatian siswa.

##### **6.4.2.2. Lingkungan (Visual, Auditori, Digital)**

Lingkungan juga sangat mempengaruhi perhatian dari sisi visual, auditori dan digital. Lingkungan visual seperti pengaturan tempat duduk, tampilan PPT yang terlalu ramai, kondisi meja berserakan barang, hal ini sependapat dengan penelitian (Fisher et al., 2014a) menunjukkan bahwa lingkungan kelas yang terlalu ramai secara visual dapat mengganggu perhatian anak. Lingkungan auditori seperti suara bising obrolan teman atau suara mendengung pendingin ruangan. Lingkungan digital seperti penggunaan gawai atau perangkat teknologi yang lain seperti penelitian (Kuznekoff & Titsworth, 2013) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat digital yang tidak terkait dengan tugas selama pembelajaran secara signifikan mengganggu perhatian dan akibatnya menurunkan pemahaman materi dan nilai tes.

##### **6.4.2.3. Relevansi Tugas dan Konteks**

Kebermanfaatan pemberian tugas dilihat sebagai hal yang relevan atau bernilai dengan kehidupan sehari-hari sehingga membuat siswa lebih cenderung ketertarikan untuk memperhatikan. Hal ini juga dijelaskan oleh (Schunk et al., 2014) bahwa ketika siswa melihat nilai guna atau manfaat dalam suatu tugas membuat motivasi dan perhatian mereka meningkat.

## **6.5. Tantangan Umum Perhatian di Pendidikan Dasar**

### **6.5.1. Kesulitan Mempertahankan Perhatian atau Fokus**

Ini adalah tantangan pada kewaspadaan (*Alerting Network*). Siswa kesulitan mempertahankan fokus pada tugas yang berulang atau dianggap membosankan dalam durasi yang lama. Fenomena ini dikenal dalam psikologi kognitif sebagai *vigilance decrement*, yaitu penurunan kinerja seiring berjalannya waktu dalam tugas-tugas yang monoton (Smallwood & Schooler, 2006). Contoh: seorang siswa kelas 3 SD mulai mengerjakan lembar kerja mewarnai peta dengan antusias. Namun, setelah lima menit, ia mulai menggambar di pinggir kertas dan melihat ke luar jendela. Bukan berarti dia malas melainkan sistem kewaspadaannya kesulitan untuk tetap aktif tanpa stimulasi baru.

### **6.5.2. Mudah Teralihkan**

Mudah teralihkan adalah kegagalan pada jaringan orientasi dan jaringan eksekutif. Siswa tidak mampu menyaring distraksi eksternal seperti suara, visual atau bahkan distraksi internal (pikiran yang mengembara). Contoh: Siswa kelas 2 SD sedang mendengarkan penjelasan guru dan duduk di dekat jendela. Setiap kali ada burung terbang lewat, dia secara otomatis beralih ke stimulus baru itu. Hal ini menunjukkan jaringan eksekutifnya tidak cukup kuat untuk "menarik" kembali perhatian itu ke penjelasan guru. Hal ini merupakan kegagalan yang terletak pada jaringan eksekutif, dimana fungsi utama jaringan ini adalah menyelesaikan konflik antara stimulus yang relevan (guru) dan yang tidak relevan (burung) (Fan et al., 2002).

### 6.5.3. Era Distraksi Digital (Tantangan Modern)

Penelitian yang berkembang menunjukkan bahwa paparan konstan terhadap media digital yang serba cepat dapat memengaruhi cara jaringan eksekutif berkembang. Anak-anak yang sering melakukan *media multitasking* (misalnya, mengerjakan PR sambil menonton video dan membalsas pesan) menunjukkan kontrol kognitif dan perhatian yang berbeda. Secara ironis, penelitian neurokognitif dasar menemukan bahwa individu yang paling sering melakukan multitasking justru memiliki kinerja lebih buruk dalam tugas-tugas yang membutuhkan kontrol perhatian (Ophir et al., 2009). Penelitian di Indonesia oleh (Putra, 2024) juga menemukan ada hubungan signifikan bahwa penggunaan *gadget* dapat mengurangi tingkat konsentrasi siswa di sekolah dasar. Berdaerakan dari banyak penelitian baik di luar negeri maupun di Indonesia menunjukkan bahwa keseringan memakai *gadget* dan kebiasaan *multitasking* (misalnya, mengerjakan PR sambil nonton itu berdampak buruk bagi kemampuan fokus.

## 6.6. Strategi Praktis Meningkatkan Perhatian

### 6.6.1. Mengelola Lingkungan Kelas

Kelas itu bukan sekedar tempat pasif untuk mengajar, penataan letak di dalam kelas sebenarnya secara aktif dapat membantu dan dapat juga merusak fokus seorang siswa. Kelas yang terlalu berantakan atau terlalu bising tidak dapat merangsang siswa untuk fokus, justru membebani bagian otak siswa yang bertugas untuk mengatur fokus akibatnya menjadi cepat lelah. Sependapat dengan (Corbetta & Shulman, 2002) menjelaskan setiap poster yang tidak relevan dinding, setiap tumpukan buku yang berantakan atau setiap suara dari koridor adalah stimulus pesaing bagi seorang siswa di sekolah dasar, karena jaringan eksekutifnya masih berkembang sehingga otak sangat rentan terhadap pembajakan perhatian. Banyak guru yang keliru meyakini bahwa ruang kelas yang ramai secara visual dapat merangsang otak anak. Penelitian empiri membuktikan sebaliknya seperti studi penting *Psychological Science* oleh

(Fisher et al., 2014b) menemukan bahwa ruang kelas yang didekorasi dengan banyak hiasan secara signifikan siswa mudah terdistraksi secara visual. Berdasarkan hal tersebut maka pengelolaan kelas sebaiknya diperhatikan dengan baik seperti penataan poster-poster disesuaikan dengan topik yang relevan, secara periodik diperbarui dan posisi depan harus steril dengan poster karena akan mengganggu fokus siswa saat guru menjelaskan di papan.

### **6.6.2. Metode Penyampaian**

Pada konteks ini guru adalah stimulus paling penting di kelas, karena cara guru menyampaikan materi dapat menjadi faktor penentu apakah aktivasi dari siswa menyala atau justru padam. Menurut (Smallwood & Schooler, 2006) menyampaikan bahwa musuh terbesar dari perhatian berkelanjutan yaitu kebosanan atau monoton, ketika stimulus dalam hal ini guru tidak bervariasi, otak akan mengalami penurunan kinerja dalam mempertahankan fokus. Oleh karena itu saat guru menjelaskan harus mempunyai metode penyampaian yang baik seperti: memecah materi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan siswa agar terjaga perhatiannya, variasi vokal dan gerak yakni mengubah intonasi (dari bersemangat ke berbisik), kecepatan bicara, dan menggunakan gestur atau bergerak di sekitar kelas. Perubahan mendadak ini berfungsi sebagai kejutan sensorik ringan yang menarik kembali jaringan orientasi siswa secara otomatis. Selanjutnya melakukan pembelajaran interaktif yakni mengubah siswa dari pendengar pasif menjadi partisipan aktif. Menggunakan model pembelajaran yang menarik seperti *Problem Based Learning (PBL)* memaksa Jaringan Eksekutif untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah sejalan dengan penelitian (Hmelo-Silver, 2004) yang menyatakan pembelajaran PBL dapat mengembangkan motivasi intrinsik anak dalam proses pembelajaran.

### **6.6.3. Jeda Otak (*Brain Breaks*)**

Otak kita bukanlah mesing yang bisa berjalan secara terus menerus, ia merupakan organ tubuh yang energinya terbatas seperti baterai yang perlu diisi

ulang. Oleh karena itu, memberikan jeda pada otak kita bukanlah sekedar hadiah atau membuang waktu, melainkan itu adalah kebutuhan biologis yang nyata bagi otak agar bisa istirahat dan kembali bekerja dengan baik. Penelitian (Khairunnisa et al., 2023) menunjukkan bahwa penggunaan *ice breaking* selama proses pembelajaran dapat membangun kembali suasana belajar yang lebih santai dan menyenangkan sehingga siswa masih dapat mudah konsentrasi dalam belajar. Jeda otak dapat dilakukan seperti melakukan aktivitas fisik atau mental selama 1 – 3 menit seperti kegiatan *ice breaking*, peregangan ringan, menyanyi lagu singkat atau istirahat untuk sekedar minum air.

#### **6.6.4. Membuat Materi Relevan**

Seorang siswa tidak bisa fokus selama 5 menit pada mata pelajaran matematika melainkan dapat fokus selama 2 jam pada *video game*. Hal ini terjadi karena ketika materi pelajaran bersifat abstrak dan terasa jauh dari kehidupan siswa, ia akan menggunakan energinya dari jaringan eksekutif untuk memaksa dirinya memperhatikan sehingga sangat melelahkan dan menguras baterai mental mereka. Namun, saat materi-materi disajikan secara relevan dengan kehidupan nyata siswa, maka perhatian tidak dipaksa siswa akan otomatis memperhatikan karena materi tersebut dianggap penting. Menurut (Hmelo-Silver, 2004) menyajikan masalah dunia nyata, PBL mendorong motivasi intrinsik. Siswa tidak lagi belajar untuk guru, melainkan mereka belajar untuk memecahkan masalah. Motivasi intrinsik ini adalah mesin yang menjalankan perhatian berkelanjutan tanpa perlu dipaksa. Selain itu menurut (Kholid, 2023) membuktikan bahwa Pendekatan Kontekstual (CTL) dapat menjadikan terhadap keaktifan belajar siswa seperti bertanya, menjawab, berdiskusi, aktivitas tersebut adalah wujud fisik dari perhatian dan keterlibatan. Membuat materi yang relevan adalah strategi neuropsikologis yang paling efisien karena beralih dari memaksa fokus menjadi merangsang untuk fokus.

## 7. BERPIKIR ABSTRAK PADA JENJANG USIA SEKOLAH DASAR

### 7.1. Manusia memiliki “Kemampuan Super”

“Mendung belum tentu hujan”, kondisi inilah yang mencerminkan suasana pada akhir hingga awal tahun di negara Indonesia. Apalagi pada bulan desember hampir setiap hari cuacanya mendung dan hujan. Sehingga curah hujan pada bulan desember cukup tinggi sampai memunculkan akronim Desember yaitu “gedhe gedhene sumber” (air melimpah), artinya air melimpah dan banyak sumber air pada bulan tersebut. Pada awal tahun juga sering terjadi hujan sehingga muncul pula akronim Januari “hujan sehari-hari”. Bahkan tidak jarang terjadi bencana banjir pada bulan-bulan tersebut.

Namun, pembahasan pada topik ini bukanlah tentang mendung, hujan



apalagi akronim bulan, melainkan kemampuan manusia untuk mengenal pola-pola pada kondisi alam. Manusia kerap dihadapkan pada situasi yang menuntut kemampuan untuk

memahami sesuatu yang tidak tampak secara langsung. Manusia mengenal pola bahwa pada bulan desember dan januari curah hujan tinggi, padahal tidak sedang berada pada bulan tersebut. Ungkapan sederhana seperti “mendung belum tentu hujan” menjadi ilustrasi bagaimana manusia menggunakan penalaran abstrak untuk membaca gejala, mempertimbangkan kemungkinan, dan memahami bahwa satu kondisi tidak selalu menghasilkan akibat tertentu.

Menariknya, manusia dianugerahi “kekuatan super” yang tidak dimiliki oleh makhluk lain, yakni kemampuan untuk memikirkan hal-hal yang tidak berada di depan mata. Sesorang dapat membayangkan matahari meski sedang malam, membayangkan suasana kelas esok hari, atau memikirkan konsep “kebenaran” meski tidak ada objek nyata yang mewakilinya. Kemampuan

melampaui apa yang tampak memungkinkan manusia memprediksi, merencanakan, serta memahami aturan yang tidak selalu terlihat secara fisik. Sederhananya kemampuan ini dikenal dengan istilah berpikir abstrak.

*“Manusia dianugerahi kekuatan super, yakni kemampuan untuk memikirkan hal-hal yang tidak berada di depan mata”*

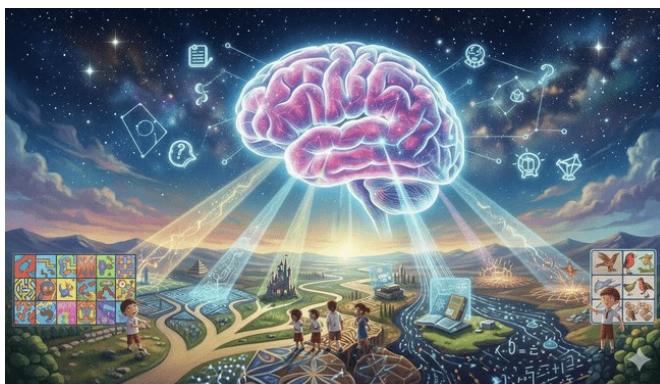
Dalam proses berpikir yang tak kasat mata, manusia menggunakan apa yang dapat disebut sebagai “papan tulis mental” (mental whiteboard). Konsep ini selaras dengan teori memori kerja, terutama komponen visuospatial sketchpad yang memungkinkan seseorang menyimpan dan memanipulasi citra mental tanpa kehadiran objek konkret (Baddeley, 2000). Papan tulis mental ini memungkinkan manusia melakukan manipulasi konsep. Manusia membayangkan benda-benda, memahami hubungan sebab-akibat, merangkai simbol-simbol dan lainnya. Papan tulis mental inilah yang menjadi fondasi berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah, penalaran logis, analogi, dan berkreasi.

Kemampuan berpikir abstrak merupakan karakteristik khas manusia. Hewan mampu bereaksi terhadap rangsangan langsung, tetapi manusia mampu menyusun, membayangkan, dan mengolah sesuatu yang tidak pernah ia lihat sebelumnya. Teori kapasitas relasional (relational complexity) menjelaskan bahwa peningkatan kapasitas pemrosesan memungkinkan manusia menggabungkan lebih banyak relasi sekaligus berkaitan dengan hal yang esensial saat melakukan analogi, memahami aturan sosial, atau memecahkan masalah yang bersifat abstrak (Perret et al, 2011).

## 7.2. Memahami Kemampuan Berpikir Abstrak Siswa SD

Berpikir abstrak dikenal juga dengan Penalaran abstrak, dalam konteks umum istilah yang sering dipakai adalah abstract thinking atau abstract reasoning. Penalaran abstrak merupakan kemampuan untuk memahami dan menganalisis konsep-konsep yang tidak dapat dilihat atau diindera secara

langsung. Berpikir tentang sesuatu yang tidak dapat dilihat, dipegang dan dalam bentuk konsep. Berpikir abstrak melibatkan kemampuan untuk berpikir secara logis dan sistematis tentang ide-ide dan konsep-konsep yang kompleks, serta membuat hubungan antara mereka.



Perkembangan kemampuan berpikir abstrak menjadi salah satu tujuan kognitif utama pendidikan di abad ke-21. Kekampuan ini

mendasari keterampilan tingkat tinggi seperti pemecahan masalah kompleks, penalaran ilmiah, dan berpikir kritis yang dibutuhkan dalam masyarakat berteknologi tinggi dan cepat berubah (Van Laar, Deursen, van Dijk, & de Haan, 2020). Penalaran abstrak berkembang ketika individu mampu mengintegrasikan lebih banyak hubungan antar pola, sehingga memungkinkan pemikiran kompleks seperti analogi, klasifikasi, dan generalisasi konsep.

Dalam konteks siswa SD, penalaran abstrak mengindikasikan siswa yang mampu mengenali pola yang tidak tampak secara langsung. Siswa mampu membuat generalisasi antar kasus dari kongkret ke konsep yang lebih umum. Misalnya siswa di tanya “apa yang terjadi jika semua pohon yang ada di sekolah di tebang semua?”. Pertanyaan tersebut menjadikan siswa berpikir bahwa sebenarnya (secara kongkrit) ada pohon di depan kelas, pohonnya sangat teduh, namun anak-anak “dipaksa” untuk berpikir secara abstrak (tidak nyata) dengan kondisi pohon ditebang. Mereka berpikir secara tidak nyata bahwa pohon di depan kelas ditebang. Pada kondisi ini anak akan berpikir secara abstrak dengan menggunakan generalisasi antar kasus dari kongkret ke konsep abstrak. Mereka mengumpulkan informasi, memanipulasinya kemudian membuat keputusan berlandaskan logika (Best & Miller, 2010).

Penalaran abstrak bukan hanya “apa yang dilihat” tetapi “apa yang dibalik” hubungan antar objek atau ide. Perkembangan penalaran abstrak tidak

hanya mencerminkan kematangan biologis, tetapi juga merupakan hasil dari stimulasi lingkungan belajar Berpikir abstrak orang dewasa dengan anak SD tidaklah sama. Level pemikiran orang dewasa cenderung lebih kompleks sesuai dengan pembendaharan pengalaman yang dimiliki. Sebagai contoh penalaran abstrak yang diajukan untuk orang dewasa yang diajak untuk berpikir tentang apa yang tidak dapat dilihat dan apa dibaliknya. orang dewasa mungkin akan tergelitik dengan pertanyaan sampah dan segitiga bermuda.



Contoh kasus:

kasus sampah yang melanda di berbagai negara termasuk Indonesia menjadi prioritas untuk dituntaskan. Banyak permasalahan muncul

akibat menggunungnya sampah. Di sisi lain, muncul fenomena segitiga bermuda yang mampu menarik pesawat dan perahu ke arus putarannya. Pesawat dan perahu yang melewati dikabarkan hilang dihisap arus segitiga bermuda. Pertanyannya: kenapa sampah di Indonesia yang menggunung tidak di buang di segitiga bermuda?

Dalam konteks pertanyaan sampah dan segitiga bermuda di atas, tentu butuh jawaban yang kompleks. Argumen yang diberikan akan mengundang pro-kontra. Orang dewasa dapat diajak untuk berpikir dan berargumen dalam kasus ini, namun untuk anak usia sekolah dasar hal ini tidak memungkinkan. Anak usia sekolah dasar masih berkembang, Penalaran abstrak juga berkaitan erat dengan kondisi tumbuh kembang anak sekolah dasar. Pada usia ini, anak berada pada fase transisi dari tahapan operasi konkret menuju kemampuan berpikir simbolik yang lebih kompleks. Meskipun belum sepenuhnya mencapai tahap operasi formal seperti remaja, anak mulai menunjukkan kemampuan menggunakan representasi simbol dan membuat generalisasi sederhana.

Dalam perspektif neurosains, kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan prefrontal cortex, khususnya pada area rostralateral yang berperan dalam integrasi relasi kompleks dan pemikiran hipotetis (Dumantheil, 2014). Pada masa kanak-kanak, struktur otak ini mengalami perkembangan progresif, sehingga kemampuan abstraksi juga meningkat secara bertahap.

Dilihat dari konsep neurokognitif, kemampuan untuk menggabungkan representasi mental yang tidak langsung terkait dengan objek konkret bergantung pada perkembangan korteks prefrontal rostralateral yang terus berkembang sepanjang masa kanak-kanak hingga remaja, sehingga periode sekolah dasar merupakan jendela penting untuk stimulasi dini kemampuan abstraksi. Dumantheil (2014) menegaskan bahwa fungsi eksekutif dan integrasi representasi abstrak meningkat selama perkembangan, dan intervensi pedagogis yang tepat pada usia kecil dapat mempercepat transisi dari berpikir konkret menuju kemampuan penalaran hipotetik dan konseptual yang lebih maju

### **7.3. Karakteristik Berpikir Abstrak dan Implementasinya**

Penalaran abstrak memungkinkan anak membentuk representasi baru, menghubungkan konsep lintas konteks, dan menafsirkan informasi secara fleksibel. Keterampilan ini menjadi dasar bagi kreativitas, yang menuntut kemampuan menghasilkan gagasan baru melalui penggabungan konsep-konsep yang tampak tidak berhubungan. Untuk memahami penalaran abstrak berikut beberapa karakteristik untuk memudahkan mengidentifikasinya.



### 7.3.1. Pengenalan Pola (*Patterning*)

Mengenali pola berarti kemampuan seseorang untuk melihat kesamaan, pengulangan, urutan, atau struktur dalam rangkaian objek, simbol, angka, atau kejadian, lalu menggeneralisasi atau memprediksi apa yang mengikuti pola itu. Pada anak usia sekolah dasar, mengenali pola bukan hanya soal melanjutkan atau mengurutkan, tetapi juga soal mengidentifikasi, memahami struktur di balik pola, dan akhirnya mampu menerapkannya ke situasi baru (Burgoyne, 2017). Siswa mampu melihat keberaturan, hubungan sebab-akibat, atau pola dalam suatu fenomena, bukan sekadar menghafal fakta.

*Contoh: guru memberikan lembar kerja yang berisi deret bilangan: 2, 4, 6, 8, 10, ...*

*Kemudian guru bertanya, “jika pola ini diteruskan, apa bilangan berikutnya?”*

*Pertanyaan juga bisa berlanjut pada “Tuliskan angka ke-8 dan ke-9. Jelaskan aturannya”*

Kemampuan mengenali pola merupakan salah satu fondasi kognitif berpikir abstrak pada anak SD karena mendorong dari “melihat objek” ke “melihat relasi dan struktur”. Guru harus mendorong siswa untuk menjelaskan

aturan, menemukan unit pengulangan, memprediksi dan generalise, bukan hanya “meniru pola”. Penelitian terbaru menegaskan bahwa penguatan pola di usia awal (SD) memiliki korelasi dengan kemampuan matematika dan pemecahan masalah di masa depan (Bauman, 2024)

### 7.3.2. Representasi

Representasi merupakan komponen inti dari berpikir abstrak karena memungkinkan anak mengubah pengalaman konkret menjadi bentuk mental, simbolik, atau visual yang lebih general dan fleksibel (Dumontheil, 2014). Dalam konteks pendidikan dasar, kemampuan representasional menjadi fondasi penting karena memungkinkan peserta didik menghubungkan pengalaman konkret dengan konsep yang lebih luas dan terstruktur.

Implementasi kemampuan representasi dalam pembelajaran di sekolah dasar dapat dilakukan melalui berbagai kegiatan yang mengintegrasikan penggunaan model, simbol, diagram, atau ilustrasi.

*Contoh Praktik Pembelajaran:*

Guru matematika memperkenalkan konsep “x” dalam kalimat terbuka:  
“ $3 + x = 7$ . Menurutmu, apa nilai x?”

Guru menjelaskan bahwa “x” bukan angka tertentu, melainkan simbol yang mewakili nilai yang dicari.

Berdasarkan pengalaman tersebut, anak belajar berpikir secara simbolik dan tidak lagi bergantung pada benda konkret.

*Contoh lain;* Guru memberikan gambar sekelompok apel, lalu meminta siswa: menceritakan gambar tersebut, menuliskannya dalam kalimat matematika, dan meminta siswa membuat persamaan (misalnya  $3 + 4 = 7$ ). Kegiatan ini memperkuat pemahaman konsep melalui transisi representasi berjenjang.



Kemampuan representasi tidak hanya menjadi tanda perkembangan kognitif, tetapi juga alat pedagogis yang sangat efektif dalam menstimulasi berpikir abstrak. Melalui representasi, siswa belajar untuk tidak hanya melihat sesuatu

sebagaimana adanya, tetapi juga untuk memahami makna di balik simbol, struktur, dan relasi yang lebih dalam. Pendidikan dasar memiliki peran strategis dalam mengembangkan kemampuan ini secara berkelanjutan melalui pembelajaran yang kaya pengalaman, kontekstual, dan menantang

### 7.3.3. Vision Setting

Dalam konteks vision setting, berpikir abstrak memungkinkan anak merumuskan gambaran ideal tentang masa depan, membuat tujuan jangka panjang, serta mempertimbangkan langkah-langkah strategis untuk mencapainya. Karakteristik berpikir abstrak yang relevan dengan vision setting meliputi: Generalization of patterns, yaitu mengamati pola dari pengalaman sebelumnya untuk menyusun tujuan masa depan (Rivera, 2018). Indicator yang kedua adalah Hypothetical reasoning, yaitu kemampuan mempertimbangkan beberapa kemungkinan “Jika saya melakukan ini, apa yang terjadi?”. Ketiga adalah Conceptual integration, yaitu menggabungkan beberapa ide untuk membentuk visi yang bermakna, misalnya menghubungkan nilai, minat, dan pengalaman (Dumontheil, 2014).

Pada anak usia sekolah dasar, siswa mampu melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan menemukan solusi yang beragam. Meskipun anak SD sedang berkembang dari berpikir konkret ke abstrak, vision setting tetap dapat diajarkan melalui metode yang terstruktur dan berbasis pengalaman. Melalui dukungan guru, visualisasi, narasi, dan aktivitas refleksi pola, anak dapat mengembangkan fondasi berpikir abstrak yang penting bagi perkembangan akademik dan sosial mereka

*Contoh Praktik Pembelajaran:*

“Bagaimana cara menjaga kebersihan lingkungan sekolah?”

Siswa diminta mencari beragam strategi, misalnya membuat jadwal piket, lomba kebersihan, atau kampanye poster.

Dari situ Anak belajar berpikir divergen (multi-perspektif), ciri khas penalaran abstrak tingkat dasar. Dalam konteks vision setting, berpikir abstrak pada anak SD ditunjukkan melalui kemampuan memproyeksikan masa depan, menyusun tujuan, memahami hubungan sebab–akibat, dan mengintegrasikan pengalaman masa lalu ke dalam konsep masa depan.

#### **7.3.4. Hipotesis dan Prediktif**

Berpikir abstrak pada anak sekolah dasar dapat dilihat melalui kemampuannya membentuk hipotesis dan melakukan prediksi, yakni kemampuan menalar sesuatu yang belum terjadi berdasarkan pola, fakta, atau hubungan antarkonsep. kemampuan berhipotesis merupakan bagian dari scientific reasoning yang mulai berkembang pada usia sekolah dasar, terutama ketika anak diberi pengalaman berpikir sistematis dan eksploratif. penelitian terbaru menunjukkan bahwa anak SD sudah dapat dikembangkan ke arah kemampuan prediktif melalui kegiatan yang terstruktur dan kontekstual (Zimmerman, 2007).

Dalam pandangan Lawson (2003) bahwa proses membangun hipotesis melibatkan analisis hubungan sebab akibat dan kemampuan menggunakan bukti untuk mendukung atau menyangkal dugaan awal. Berpikir prediktif bukan hanya kemampuan menebak, melainkan aktivitas kognitif yang terarah

pada penggunaan pola dan data. Implementasi kemampuan hipotesis dalam pembelajaran anak SD dapat dilakukan melalui metode inkuiri, eksperimen sederhana, atau kegiatan observasi yang memancing siswa membuat dugaan awal.

*Contoh Praktik Pembelajaran:*

*“Apa yang akan terjadi jika pohon-pohon di halaman sekolah ditebang semua?”*



Anak menjawab berbagai kemungkinan: udara panas, hilang tempat berteduh, tidak ada oksigen.

Contoh lain dalam pembelajaran

IPA, guru dapat meminta siswa memperkirakan apa yang akan terjadi ketika tanaman kekurangan air. Siswa dapat membuat hipotesis seperti, “Jika tanaman tidak disiram selama satu minggu, maka daun akan menguning,” berdasarkan pengalaman sebelumnya atau pengetahuan dasar tentang kebutuhan makhluk hidup.

Secara keseluruhan, kemampuan berhipotesis dan berpikir prediktif memberikan landasan penting bagi perkembangan berpikir abstrak anak. Pendidikan dasar memiliki peran strategis dalam menstimulasi kemampuan ini melalui kegiatan yang menekankan eksplorasi, pengamatan, analisis pola, dan pembuktian. Pendekatan pembelajaran yang memungkinkan siswa menguji dugaan, menilai bukti, dan merevisi pemikiran akan mendorong terbentuknya pola pikir ilmiah yang berorientasi pada penalaran abstrak dan pengambilan keputusan yang lebih logis.

### 7.3.5. Menggabungkan Ide (Relasional)

Berpikir abstrak dalam konteks menghubungkan ide merujuk pada kemampuan siswa untuk melihat keterkaitan antara konsep, mengintegrasikan berbagai informasi, serta membangun pemahaman yang lebih luas dari potongan-potongan pengetahuan yang terpisah (Kusmaryono, I. (2018). Menghubungkan ide merupakan bagian penting dari berpikir abstrak karena memungkinkan anak berpindah dari pemahaman sempit dan terbatas menuju pemikiran konseptual yang lebih luas dan fleksibel.

Dalam pembelajaran, karakteristik menghubungkan ide dapat diamati ketika siswa mampu mengaitkan pelajaran hari ini dengan pengetahuan sebelumnya, menemukan hubungan antar topik, atau menjelaskan bagaimana satu konsep memengaruhi konsep lainnya. Aktivitas ini mencerminkan kemampuan berpikir relasional, yaitu kemampuan memproses hubungan antar representasi dan konsep (Halford, Wilson, & Phillips, 2010). Anak usia sekolah dasar bisa mengaitkan konsep dari mata pelajaran berbeda secara logis.

*Contoh Praktik Pembelajaran:*

Guru mengaitkan pelajaran IPA tentang “air” dengan pelajaran Bahasa Indonesia:

“Coba tulis puisi tentang pentingnya air untuk kehidupan.”

Dalam pembelajaran tersebut, Anak menghubungkan pengetahuan faktual (IPA) dengan representasi simbolik dan emosional (Bahasa Indonesia) — bentuk integrasi berpikir abstrak.

Dalam pembelajaran Bahasa Indonesia, guru dapat meminta siswa membaca sebuah cerita dan kemudian membuat peta konsep yang menghubungkan tokoh, peristiwa, dan tema utama. Melalui aktivitas ini, siswa dilatih untuk melihat hubungan sebab-akibat dan struktur cerita secara menyeluruh. Mind mapping Menurut Nesbit & Adesope (2006) dapat membantu siswa memvisualisasikan hubungan antar konsep sehingga memudahkan mereka menghubungkan ide secara sistematis

#### 7.4. Urgensi Penalaran Abstrak Bagi Siswa SD

Periode sekolah dasar merupakan fase perkembangan kognitif yang krusial untuk pembentukan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir abstrak. Berpikir abstrak pada konteks usia sekolah dasar bukan sekadar kemampuan akademis tambahan, melainkan fondasi yang memungkinkan siswa untuk bertransformasi dari penerima informasi pasif menjadi pembelajar aktif yang mampu menggeneralisasi, memanipulasi simbol, dan mentransfer pengetahuan ke konteks baru (Dumonttheil, 2014).

Berpikir abstrak memiliki implikasi langsung terhadap kualitas pembelajaran dan kesiapan kognitif siswa untuk tuntutan pendidikan, antara lain: pembelajaran aktif; korelasi dengan prestasi; pondasi berpikir ilmiah; berpikir kritis; pematangan otak.

**Pembelajaran Aktif.** Pada usia sekolah dasar, pengembangan kemampuan berpikir abstrak sangat penting karena memungkinkan siswa untuk terlibat dalam pembelajaran aktif, yakni berpindah dari posisi hanya menerima informasi menjadi menjadi pembelajar yang aktif.

Kemampuan berpikir abstrak memungkinkan anak-anak untuk tidak sekadar “melakukan” prosedur yang diberikan oleh guru, tetapi juga mempertanyakan “mengapa” dan “bagaimana” suatu konsep berlaku, menghubungkan pengalaman konkret dengan ide yang lebih umum, dan memformulasikan strategi sendiri. Pembelajaran yang menekankan aktivitas seperti diskusi, eksplorasi, manipulasi simbolik, dan refleksi menjadi lebih efektif ketika siswa memiliki kapasitas berpikir abstrak yang memadai (Putri et al., 2020).

Berpikir abstrak juga korelatif dengan prestasi akademik. Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran abstrak merupakan prediktor penting dari prestasi akademik anak-sekolah (Liu, 2022; Nurrahmah, 2021). Berpikir abstrak juga berfungsi sebagai pondasi bagi kemampuan berpikir ilmiah dan transfer pengetahuan. Kemampuan abstrak memungkinkan siswa untuk memanfaatkan prinsip umum, menerapkan konsep pada konteks baru, serta memindahkan pengetahuan yang diperoleh dalam satu domain ke domain

lain (Liu, 2022). Penguatan berpikir abstrak pada SD mendukung terbentuknya kebiasaan ilmiah dasar dan kemampuan transfer yang esensial untuk pembelajaran sains dan *problem solving*.



Berpikir abstrak memfasilitasi ***pengaktifan berpikir kritis dan kreatif***. Siswa bukan hanya menghafal atau menjalankan prosedur. Ketika siswa dapat memformulasikan hubungan antar ide, mengevaluasi asumsi, dan mengoperasikan representasi mental yang lebih umum, mereka cenderung mampu mengkritisi bukti, membangun argumen, serta merancang solusi alternatif daripada sekadar menghafal prosedur (Diamond, 2013). berpikir abstrak berfungsi bukan sekadar kemampuan terpisah, tetapi sebagai mekanisme penggerak yang memperkuat kapasitas kritis anak (Alexander, 2016; Kuhn, 1999; Niebaum & Munakata, 2023).

Secara khusus untuk usia sekolah dasar, periode ini merupakan masa sensitif di mana stimulasi kognitif yang tepat dapat memperkuat lintasan perkembangan kemampuan abstrak. Dumontheil (2014) menekankan bahwa meskipun perkembangan berpikir abstrak terus berlangsung hingga remaja, usia sekolah dasar adalah saat yang sangat baik untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang mendorong abstraksi dan generalisasi. Oleh karena itu, guru dan pengembang kurikulum perlu merancang pengalaman pembelajaran yang memungkinkan anak SD bergerak dari manipulasi konkret menuju simbolisasi dan generalisasi, dengan scaffolding yang memadai.

## 7.5.Strategi Pembelajaran berpikir Abstrak

Menurut Piaget penalaran abstrak berkembang bertahap dari pengalaman konkret ke kemampuan berpikir formal. Bruner menegaskan

tahapan representasi (enaktif–ikonik–simbolik) sebagai jalur menuju abstraksi. Vygotsky menekankan peran interaksi sosial dan scaffolding untuk mendorong perkembangan fungsi kognitif tingkat tinggi (Wang, 2021). Ketiga teori tersebut mendukung bahwa pengalaman konkret, interaksi sosial, dan refleksi kognitif merupakan faktor esensial dalam memfasilitasi penalaran abstrak pada siswa SD.

Strategi yang dapat digunakan untuk mengembangkan penalaran abstrak pada usia sekolah dasar antara lain:

#### **7.5.1. Tugas yang menuntut Generalisasi**

Generalisasi merupakan inti dari berpikir abstrak, yaitu menarik pola atau aturan dari contoh spesifik (Rivera, 2018). Strategi pembelajaran yang menekankan generalisasi pada siswa SD harus dirancang sebagai rangkaian tugas berjenjang yang memaksa siswa mencari pola dan menyusun aturan umum dari contoh konkret. Pemberian tugas yang meminta siswa menemukan pola, menyimpulkan aturan, serta menjelaskan alasannya terbukti meningkatkan kapasitas berpikir abstrak (Torres, 2021). Penilaian difokuskan pada proses penalaran (argumen siswa, bukti yang mereka tunjukkan) bukan sekadar jawaban akhir, sehingga guru dapat memberikan umpan balik yang menstimulasi refleksi dan perbaikan generalisasi.

Contoh penerapan di kelas SD guru dapat menggunakan aturan pola, misalkan 2, 5, 8, 11, 14. Siswa diminta mengamati perbedaan angkanya. Siswa kemudian diminta untuk melanjutkan pola tersebut sesuai intruksi guru.

Contoh lain, siswa disajikan gambar apel, mangga, kursi dan jeruk. Siswa di tanya, “gambar mana yang tidak sesuai?”. Dalam mata Pelajaran Bahasa Indonesia siswa bisa diberikan 3 cerita rakyat yang berbeda, kemudian mereka secara berkelompok mengidentifikasi tokoh, masalah dan penyelesaian. Disitu siswa akan melakukan diskusi dan membandingkan antar cerita mulai dari tokoh antagonis, protagonis dan pesan moral.

### 7.5.2. Concrete Representational Abstract (CRA)

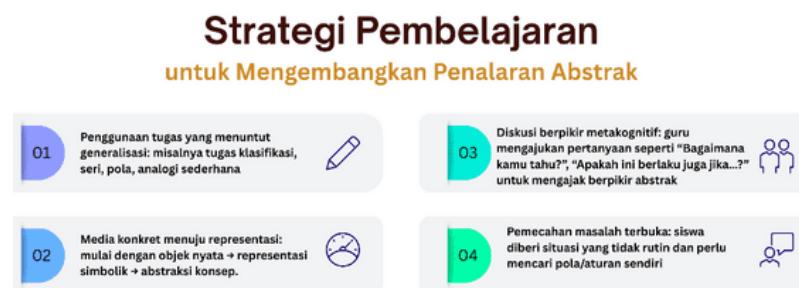
Pendekatan Concrete–Representational–Abstract (CRA) sangat efektif dalam pembelajaran konsep abstrak. Azmidar (2022) menemukan bahwa CRA meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa SD. Strategi CRA harus diimplementasikan sebagai rangkaian terstruktur, setiap konsep baru diperkenalkan dengan manipulatif nyata (konkret), dilanjutkan dengan representasi gambar yang menggambarkan tindakan terhadap manipulatif, dan akhirnya digantikan oleh simbol atau notasi abstrak. CRA memberikan transisi yang aman dari manipulasi fisik menuju notasi simbolik (Isnaeni, 2020), sehingga siswa tidak langsung terbebani simbol abstrak.

Contoh penerapan di SD pada materi pecahan. Tahap konkret menggunakan potongan kertas untuk menunjukkan bagian-bagian.

Tahap representasi meminta siswa menggambar bagian yang sama pada lembar kerja dan menandainya;

Tahap abstrak memperkenalkan pecahan misalnya;  $1/4$ ,  $3/4$  dan soal cerita yang menuntut penggunaan simbol tersebut.

Guru dapat merancang tugas refleksi singkat setiap akhir fase, misalnya “*jelaskan hubungan antara potongan, gambar, dan simbol*”. Hal ini untuk mengecek pemahaman dan memantapkan transisi ke abstraksi (Azmidar, 2022; Isnaeni, 2020).



### 7.5.3. Pemecahan Masalah Terbuka

Pemecahan masalah terbuka merupakan strategi pembelajaran yang menuntut siswa mencari berbagai kemungkinan solusi, bukan hanya satu jawaban akhir yang benar. Strategi ini mendorong kemampuan berpikir abstrak

karena siswa harus menghubungkan konsep, membuat pola, dan menyusun argumen logis berdasarkan pengetahuan yang dimiliki (Becker & Park, 2011). Dalam pembelajaran, guru dapat menerapkan pertanyaan terbuka (*open-ended tasks*), memfasilitasi eksplorasi, dan memberikan kebebasan bagi siswa menemukan cara pemecahan yang berbeda

#### **7.5.4. Diskusi Metakognitif**

Diskusi metakognitif membantu siswa menyadari proses berpikir mereka melalui refleksi strategi, monitoring, dan evaluasi (Rahmawati & Wibisono, 2022). Guru dapat membimbing metakognisi melalui pertanyaan reflektif seperti “*Apa alasanmu memilih cara itu?*” atau “*Apakah ada strategi lain yang lebih efektif?*” maka siswa menunjukkan peningkatan dalam kemampuan abstraksi dan argumentasi (Yunita, 2023). Melalui rutinitas refleksi dan dialog ini, siswa mengembangkan kemampuan mengatur strategi berpikir secara abstrak dan mentransfernya ke konteks baru (Fadlulloh, M., & Winarti, W. (2017)

## 8. PERKEMBANGAN NEUROPSIKOLOGI BAHASA DI ERA AI

### 8.1. Pendahuluan

Neuropsikologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari hubungan antara struktur dan fungsi otak dengan perilaku manusia. Pada awalnya, disiplin ini berfokus pada pengamatan pasien dengan kerusakan otak untuk memahami peran bagian-bagian otak tertentu terhadap fungsi kognitif, seperti bahasa, ingatan, dan perhatian. Pendekatan klasik ini, yang dikenal sebagai lesion-based neuropsychology, menghasilkan banyak temuan penting, misalnya identifikasi area Broca yang berperan dalam produksi bahasa dan area Wernicke dalam pemahaman bahasa (MacKay, 2019). Namun cara lama ini punya batas: ia menoleh ke belakang dan sangat bergantung pada kasus-kasus kerusakan otak yang sifatnya unik.

Seiring hadirnya teknologi pencitraan otak, cara pandang neuropsikologi bergeser besar. Melalui **fMRI**, **EEG**, dan **PET**, peneliti kini bisa mempelajari otak yang sehat tanpa tindakan invasif, sekaligus menyaksikan aktivitas saraf berlangsung “langsung” saat seseorang mengerjakan tugas kognitif tertentu. Dengan demikian, kini dimungkinkan untuk “melihat” bagaimana otak memproses bahasa, memori, dan emosi tanpa menunggu terjadinya kerusakan struktural (Bonhage et al., 2022).

Gelombang perkembangan baru datang dari ranah teknologi informasi, terutama dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Teknologi ini telah mengubah banyak sisi kehidupan manusia, tak terkecuali bidang medis dan psikologi. Dalam neurosains, AI dimanfaatkan untuk mengolah dan membaca data dalam jumlah sangat besar (big data), misalnya dari hasil pencitraan otak (neuroimaging) maupun tes-tes neuropsikologis. Cara kerja seperti ini ikut melahirkan apa yang disebut sebagai neuropsikologi digital, sebuah bidang yang memadukan teori kognitif, data aktivitas otak, dan pemodelan komputasional untuk memahami fungsi otak secara lebih terukur dan kuantitatif (Ying et al., 2024).

Salah satu keunggulan utama neuropsikologi digital adalah kemampuannya dalam melakukan deteksi dini gangguan kognitif. Model machine learning mampu mengenali pola-pola kompleks yang tidak mudah dilihat oleh mata manusia. Perubahan kecil pada cara bagian-bagian otak saling terhubung bisa memberi sinyal dini tentang siapa yang berisiko mengalami penurunan daya ingat yang bahkan sebelum keluhan klinis tampak jelas (Ahmadzadeh et al., 2023). Temuan seperti ini sangat membantu untuk langkah pencegahan dan menyusun rencana intervensi sejak awal.

Dalam neuropsikologi mutakhir, **bahasa** dan **memori** menempati posisi kunci. Keduanya menopang cara kita berpikir, berkomunikasi, dan merangkai jati diri yaitu membentuk siapa kita di hadapan diri sendiri maupun orang lain. Dari sudut pandang neurosains, bahasa tidak hanya sekadar sistem simbol verbal, tetapi juga representasi neural yang sangat kompleks yang berinteraksi erat dengan memori kerja dan memori episodik (Deldar et al., 2020). Hal ini menjelaskan mengapa gangguan memori sering kali berdampak langsung pada kemampuan berbahasa seseorang, misalnya pada pasien Alzheimer yang kehilangan kemampuan mengingat konteks percakapan.

Integrasi antara studi bahasa dan memori melahirkan kerangka konseptual baru yang dikenal dengan model LUM (Language  $\cup$  Memory). Weiss dan Fink (2021) mengingatkan bahwa bahasa dan memori sulit dipisahkan karena bertumpu pada jaringan saraf yang saling berbagi, terutama lewat kerja sama antara hippocampus dan prefrontal cortex. Gagasan ini kini menjadi pijakan penting untuk merancang asesmen dan terapi neuropsikologis berbasis teknologi yang menilai kedua fungsi tersebut secara terpadu.

Di saat yang sama, pemanfaatan AI dan **Natural Language Processing (NLP)** memperluas cara kita membaca perilaku verbal secara otomatis. Wolff (2025) menunjukkan bahwa NLP mampu menangkap tanda-tanda awal, misalnya kelancaran yang menurun atau pola sintaksis yang berubah pada pasien dengan gangguan kognitif. Dengan bantuan deep learning, komputer bisa “belajar” dari ribuan rekaman percakapan dan menemukan pola bahasa yang khas pada kondisi tertentu. Pendekatan berbasis data seperti ini membuat

bidang neuropsikologi masuk ke fase baru: lebih terukur, lebih mampu memprediksi, dan lebih siap dipakai untuk membantu deteksi maupun intervensi sejak dini.

Kalau dulu penilaian kemampuan kognitif cenderung subjektif dan sangat bergantung pada penilaian klinisi, sekarang prosesnya bisa diperkuat dengan analisis statistik dan komputasi yang jauh lebih canggih. Misalnya, sistem AI dapat mengintegrasikan hasil tes kognitif digital, data MRI otak, dan rekaman bahasa pasien menjadi satu model yang mampu memberikan skor risiko gangguan secara otomatis (Arvidsson et al., 2024).

Namun demikian, kemajuan teknologi ini juga menimbulkan sejumlah tantangan etis dan praktis. Data otak dan bahasa adalah ranah yang amat pribadi karena menggambarkan “jati diri kognitif” seseorang. Karena itu, urusan privasi dan keamanan tak boleh dinegosiasikan dalam praktik neuropsikologi digital. Setiap pengambilan data perlu melalui **persetujuan yang sadar** (*informed consent*), penyimpanannya harus **terenkripsi**, dan penggunaannya dibatasi ketat hanya untuk tujuan yang telah disetujui, tidak lebih (Ying et al., 2024).

Pada akhirnya, pendahuluan ini menegaskan bahwa neuropsikologi digital lahir dari pertemuan tiga disiplin: psikologi, neurosains, dan kecerdasan buatan yaitu sebuah jembatan yang memungkinkan kita memahami otak dan perilaku dengan cara yang lebih utuh. Ia bukan hanya tentang pengumpulan data neural, tetapi juga tentang bagaimana manusia memahami dirinya melalui teknologi. Dengan memahami dasar-dasar hubungan antara otak, bahasa, dan AI, mahasiswa akan memiliki fondasi konseptual yang kuat untuk melanjutkan ke pembahasan mendalam pada subbab berikutnya mengenai evolusi neuropsikologi menuju era digital.

## 8.2. Evolusi Neuropsikologi Menuju Era Digital

Perjalanan panjang neuropsikologi dimulai dari upaya manusia memahami bagaimana otak membentuk perilaku. Pada abad ke-19, tokoh seperti Paul Broca dan Carl Wernicke memelopori gagasan bahwa fungsi

kognitif, termasuk bahasa, berakar pada area tertentu di otak. Dari sinilah lahir apa yang disebut pendekatan **lesion-based**, di mana gangguan kognitif dianggap sebagai akibat dari kerusakan lokal di struktur otak tertentu. Pendekatan ini menjadi tonggak penting dalam neuropsikologi klasik karena untuk pertama kalinya para ilmuwan mendapat gambaran bagaimana struktur otak berkait dengan perilaku manusia (MacKay, 2019).

Namun, seiring waktu, tampak bahwa cara pandang tersebut tidak selalu memadai. Tidak semua gejala kognitif bisa dipahami hanya dengan menunjuk satu titik kerusakan di otak. Pada pasien dengan cedera otak yang menyebar, misalnya, perubahan perilaku yang muncul sering kali jauh lebih rumit dan tidak mudah dikaitkan dengan satu lokasi tertentu saja. Di sinilah muncul kesadaran baru bahwa fungsi otak bersifat **distribusional**, yang artinya, melibatkan banyak jaringan saraf yang bekerja bersama secara simultan (Bonhage et al., 2022).

Perubahan paradigma ini diperkuat oleh munculnya teknologi **neuroimaging modern**, seperti *functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI) dan *Positron Emission Tomography* (PET), yang memungkinkan peneliti untuk memantau aktivitas otak hidup. Berbeda dari sekadar mengamati kerusakan jaringan, teknologi ini membuka jendela untuk melihat “otak yang berpikir.” Kini, ilmuwan dapat menyaksikan bagaimana area frontal, temporal, dan parietal berinteraksi ketika seseorang memahami kalimat, mengingat pengalaman masa lalu, atau mengambil keputusan. Gagasan ini memunculkan paradigma baru dalam neurosains kognitif, otak bukan sekadar kumpulan bagian, melainkan sebuah sistem dinamis yang terorganisir dalam jaringan luas (*distributed neural networks*) (Deldar et al., 2020).

Kehadiran teknologi digital mempercepat transformasi ini secara signifikan. Dalam dua dekade terakhir, kemajuan di bidang **Artificial Intelligence (AI)** dan **machine learning** telah mengubah cara kita memahami dan menganalisis data otak. Dahulu, seorang peneliti mungkin hanya dapat menganalisis puluhan gambar MRI secara manual; kini, dengan bantuan

algoritma pembelajaran mesin, ribuan citra otak dapat dianalisis dalam hitungan menit untuk menemukan pola yang tidak tampak oleh mata manusia (Ahmadzadeh et al., 2023).

Hal ini menandai lahirnya era **neuropsikologi digital**, yaitu pendekatan yang menggabungkan teori kognitif klasik dengan kekuatan analisis data besar dan komputasi. Gagasan ini bukan hanya mengubah cara riset dijalankan, tetapi juga memengaruhi bagaimana diagnosis dan program terapi disusun. Saat ini, misalnya, algoritma **deep learning** dimanfaatkan untuk mengenali pola atrofi otak pada pasien dengan gejala awal Alzheimer. Arvidsson et al. (2024) menunjukkan bahwa jaringan saraf buatan semacam ini dapat memperkirakan risiko penurunan kognitif dengan ketepatan yang melampaui metode klinis konvensional.

Cara neuropsikologi membaca dan menafsirkan data kognitif juga mengalami perubahan besar. Dahulu, hasil tes neuropsikologi hanya berbentuk skor atau catatan observasi yang kemudian ditafsirkan secara kualitatif oleh klinisi. Kini, dengan bantuan sistem digital, setiap respons pasien bisa diubah menjadi data kuantitatif yang dapat diolah komputer. Hal-hal seperti kecepatan merespons, nada suara ketika berbicara, hingga pola mengetik dapat menjadi petunjuk penting tentang fungsi kognitif seseorang. Pendekatan ini sejalan dengan gagasan *data-driven neuropsychology*, di mana pemahaman tentang kerja otak dibangun dari analisis pola data yang luas dan beragam (Ying et al., 2024).

Transformasi digital juga memengaruhi cara ilmuwan melihat bahasa dan memori yaitu dua pilar utama dalam neuropsikologi. Jika dulu keduanya dipelajari secara terpisah, sekarang semakin terlihat bahwa keduanya saling mengandalkan. Bahasa bukan sekadar alat untuk berkomunikasi, tetapi juga kendaraan untuk menyimpan dan memanggil kembali pengalaman. Corballis (2019) bahkan menyebut bahasa sebagai “wadah simbolik” tempat manusia menaruh pengalaman masa lalu dan membayangkan masa depan.

Dalam penelitian modern, hubungan erat antara bahasa dan memori dipelajari melalui gabungan teknik **neuroimaging** dan **Natural Language**

**Processing (NLP).** Pendekatan ini memberi kesempatan kepada para peneliti untuk melihat bagaimana pola aktivitas saraf berkaitan dengan ciri-ciri bahasa yang seseorang hasilkan. Wolff (2025), misalnya, menunjukkan bahwa analisis NLP terhadap cerita yang disampaikan pasien mampu menangkap perubahan kognitif yang sangat halus, seperti berkurangnya kerumitan struktur kalimat atau memudarnya rincian peristiwa. Menariknya, perubahan ini sering muncul jauh sebelum gejala klinis tampak jelas.

Bukan hanya di ranah penelitian, pendekatan neuropsikologi digital juga mulai mengubah praktik di klinik. Berbagai rumah sakit dan pusat rehabilitasi telah memanfaatkan aplikasi berbasis AI untuk memantau perkembangan pasien pasca-stroke atau penderita demensia. Sistem semacam ini dapat memberikan umpan balik otomatis berdasarkan performa pasien dalam bermacam tugas kognitif. Selain membuat pemantauan lebih efisien, pendekatan ini juga memungkinkan penyusunan terapi yang lebih personal, disesuaikan dengan profil dan kebutuhan setiap individu (Wang et al., 2024).

Singkatnya, perjalanan neuropsikologi memasuki era digital bukan sekadar soal mengganti instrumen lama dengan teknologi baru, melainkan pergeseran cara berpikir. Fokus yang tadinya bertumpu pada kerusakan lokal di otak kini bergeser pada dinamika jaringan saraf yang terus berubah dan beradaptasi. Yang semula banyak bergantung pada intuisi klinis, kini diperkuat oleh analisis komputasional dan prediksi berbasis data. Pergeseran ini menandai lahirnya paradigma baru yang lebih menyatukan ilmu dan teknologi, di mana AI tidak dimaksudkan untuk mengambil alih peran neuropsikolog, melainkan menjadi rekan kerja dalam upaya memahami rumitnya kerja otak manusia.

### 8.3. Bahasa dalam Perspektif Neurosains dan NLP

Bahasa adalah salah satu pencapaian tertinggi evolusi manusia. Melalui bahasa, kita tidak hanya bertukar informasi, tetapi juga membangun identitas, budaya, dan peradaban. Namun, bagi para ilmuwan otak, bahasa adalah teka-teki luar biasa: bagaimana kumpulan sel saraf yang kompleks bisa

menghasilkan makna, simbol, dan narasi?. Pertanyaan ini menjadi pusat kajian **neurosains bahasa**, bidang yang mencoba memahami bagaimana otak memproses, menyimpan, dan menghasilkan bahasa dalam kehidupan sehari-hari (Bonhage et al., 2022).

Dalam pandangan lama, kemampuan berbahasa dianggap terutama bergantung pada dua bagian utama di otak: area Broca di lobus frontal yang berperan dalam menyusun dan mengucapkan kata, serta area Wernicke di lobus temporal yang membantu kita memahami apa yang didengar. Ide ini berkembang sejak abad ke-19, ketika Paul Broca menemukan pasien yang tidak lagi bisa berbicara setelah mengalami kerusakan di bagian otak tertentu. Temuan tersebut memang sangat berpengaruh dan lama menjadi rujukan, namun riset-riset terbaru menunjukkan bahwa sistem bahasa ternyata jauh lebih rumit. Proses berbahasa tidak hanya ditopang oleh dua area itu saja, melainkan melibatkan jaringan yang lebih luas di berbagai bagian otak. Bahasa melibatkan jaringan neural yang kompleks dan dinamis, yang mencakup area frontal, parietal, temporal, dan bahkan cerebellum, yang semuanya berinteraksi secara simultan ketika seseorang berbicara atau mendengar (Friederici, 2020).

Studi dengan menggunakan **fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging)** memberikan gambaran baru tentang bagaimana otak bekerja saat memproses bahasa. Misalnya, penelitian oleh Deldar et al. (2020) menemukan bahwa ketika seseorang membaca kalimat panjang atau rumit, aktivitas otak tidak hanya terjadi di area linguistik, tetapi juga di area yang berkaitan dengan **working memory**. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa untuk memahami bahasa, otak harus menggabungkan kemampuan berbahasa dengan daya ingat jangka pendek. Artinya, otak tidak hanya sekadar “mendengar” atau “membaca” kata-kata, tetapi juga menahan informasi sesaat agar makna setiap bagian kalimat bisa disambungkan secara runtut.

Dari sudut pandang neurosains, jelas bahwa bahasa tidak berdiri sendiri. Ia berjalan beriringan dengan berbagai fungsi kognitif lain. Bahasa bukan hanya kumpulan simbol, melainkan pancaran dari cara kita berpikir, mengolah informasi, dan menyimpan pengalaman. Corballis (2019) menyebut bahwa

bahasa dan memori bekerja bersama untuk memungkinkan manusia melakukan “*mental time travel*”, yaitu kemampuan untuk memikirkan masa lalu dan masa depan. Ketika kita menceritakan pengalaman, otak menggunakan memori episodik untuk mengingat detailnya, sementara sistem bahasa menyusun kisah itu menjadi narasi yang dapat dimengerti oleh orang lain.

Kemajuan berikutnya datang dari ranah teknologi, khususnya **Natural Language Processing (NLP)**. **Natural Language Processing (NLP)** adalah cabang dari kecerdasan buatan (AI) yang berfokus pada bagaimana komputer bisa “bergaul” dengan bahasa manusia: memahami, mengurai, dan bahkan menghasilkan tuturan atau teks. Dalam ranah neuropsikologi, NLP dimanfaatkan untuk membaca pola-pola kebahasaan dalam komunikasi pasien. Wolff (2025) menunjukkan bahwa algoritma NLP mampu menangkap tanda-tanda awal penurunan fungsi kognitif dengan melihat cara seseorang berbicara, misalnya bicara makin tersendat, kata-kata makin sering diulang, atau detail makna yang mulai menghilang. Dengan perspektif ini, bahasa pada akhirnya dapat berfungsi sebagai semacam “jendela digital” untuk menilai kondisi otak.

Penggunaan NLP di klinik membuka kemungkinan baru untuk melakukan asesmen neuropsikologis yang lebih terukur dan konsisten. Bila dulu pemeriksaan bahasa banyak mengandalkan wawancara tatap muka dan penilaian subjektif, kini berbagai aspek ujaran, seperti kecepatan bicara, jumlah kosakata unik, hingga bentuk dan susunan kalimat yang dapat dihitung secara otomatis oleh algoritma. Sistem NLP, misalnya, dapat menangkap perubahan kecil dalam struktur sintaksis yang sering kali menjadi sinyal awal gangguan neurodegeneratif seperti Alzheimer atau afasia progresif (Sartori & Orrù, 2023).

Di luar konteks klinis, pertemuan antara NLP dan neuroimaging melahirkan pendekatan baru yang dikenal sebagai *cognitive computational neuroscience of language*. Di sini, model bahasa komputasional (misalnya *language models*) disejajarkan dengan pola aktivitas otak manusia untuk mencari tahu bagaimana makna direpresentasikan. Lopopolo et al. (2024) menunjukkan bahwa model bahasa yang bersifat prediktif dapat

membantu menjelaskan bagaimana otak “menebak” kata berikutnya dalam sebuah kalimat yaitu sebuah proses yang juga tercermin dalam pola gelombang otak yang terekam melalui EEG. Temuan ini memperlihatkan kesamaan antara cara otak dan AI memahami bahasa: keduanya bekerja melalui prediksi dan asosiasi kontekstual.

Dari sudut pandang pendidikan, pemahaman ini membawa manfaat besar bagi mahasiswa yang mempelajari AI dan neurosains. Dengan memahami bagaimana otak dan mesin sama-sama mengolah bahasa, mahasiswa dapat membangun kesadaran bahwa AI bukan sekadar alat, tetapi cerminan dari kemampuan kognitif manusia itu sendiri. Ketika model NLP belajar mengenali makna kata, ia sebenarnya meniru proses yang telah dilakukan otak manusia selama jutaan tahun evolusi.

Namun, sebagaimana semua teknologi canggih, NLP juga memiliki keterbatasan. Model bahasa besar seperti GPT dan BERT mampu menghasilkan teks yang menakjubkan, tetapi tidak memiliki pemahaman sejati tentang makna atau konteks emosional. Sartori dan Orrù (2023) mengingatkan bahwa model semacam ini bisa “berhalusinasi” yaitu menghasilkan informasi yang tampak benar, tetapi sebenarnya salah. Karena itu, dalam praktik neuropsikologi, NLP paling tepat diposisikan sebagai **alat bantu** untuk membaca dan menganalisis data Bahasa, bukan sebagai pengganti penilaian klinis yang tetap memerlukan kepekaan dan kebijaksanaan manusia.

Pada akhirnya, pertemuan antara neurosains dan NLP membuka jalur baru bagi perkembangan neuropsikologi digital. Bahasa tidak lagi sekadar dilihat sebagai gejala perilaku, tetapi juga sebagai sumber data “neuronal” yang dapat diukur, diolah, dan dimaknai dengan bantuan teknologi. Lewat kerja bersama antara ahli otak, psikolog, dan ilmuwan data, kita selangkah lebih dekat untuk memahami cara kerja pikiran manusia, bukan hanya dari apa yang diucapkan, tetapi juga dari jejak digital yang terekam di otak dan di mesin.

#### 8.4. Ingatan dan Jaringan Hippocampus–Prefrontal Cortex

Ingatan adalah fondasi dari pengalaman manusia. Tanpa memori, kita tidak dapat belajar, mengenali orang lain, atau bahkan memahami diri sendiri. Otak manusia memiliki sistem memori yang sangat kompleks, terdiri atas berbagai mekanisme yang bekerja secara bersamaan untuk menyimpan, mengolah, dan memanggil kembali informasi. Dua struktur yang berperan penting dalam sistem ini adalah **hippocampus** dan **prefrontal cortex (PFC)**. Kedua wilayah ini membentuk jaringan yang memungkinkan manusia mengingat peristiwa, menata informasi, dan menggunakan pengalaman masa lalu untuk merencanakan masa depan (Ruggiero et al., 2021).

Hippocampus sering disebut sebagai “pintu gerbang memori” karena di sinilah pengalaman baru pertama kali dikodekan sebelum disimpan jangka panjang. Penelitian menunjukkan bahwa kerusakan pada hippocampus menyebabkan kesulitan dalam membentuk ingatan baru, kondisi yang dikenal sebagai **anterograde amnesia**. Di sisi lain, prefrontal cortex berperan dalam pengorganisasian dan pengendalian proses berpikir, termasuk pengambilan keputusan, perhatian, dan penilaian konteks sosial. Saat seseorang mencoba mengingat sesuatu, kedua area ini saling berkomunikasi secara intens, menciptakan koordinasi antara “apa” yang diingat dan “bagaimana” informasi itu digunakan (Snytte et al., 2024).

Studi menggunakan *functional MRI* (fMRI) memperlihatkan bahwa hubungan antara hippocampus dan PFC tidak bersifat statis, melainkan dinamis tergantung pada jenis tugas memori. Ketika seseorang mengingat detail peristiwa pribadi (memori episodik), aktivitas hippocampus meningkat dan bekerja erat dengan PFC medial. Sebaliknya, dalam tugas *working memory*, misalnya mengingat nomor telepon sementara, keterlibatan PFC lateral lebih dominan. Interaksi fleksibel ini menunjukkan bahwa otak mengadaptasi jaringan konektivitasnya sesuai dengan kebutuhan kognitif (Babl & Sigurdsson, 2025).

Penelitian lebih lanjut mengungkapkan bahwa hubungan hippocampus–PFC juga sangat penting dalam proses pembelajaran dan

navigasi spasial. Ketika kita menjelajahi lingkungan baru, hippocampus membantu membuat “peta mental”, sedangkan PFC membantu mengingat urutan langkah dan keputusan. Mekanisme ini memungkinkan manusia menavigasi dunia fisik dan konseptual secara bersamaan, kemampuan yang menjadi dasar berpikir abstrak dan naratif (Eichenbaum, 2017).

Dalam konteks penuaan, perubahan pada koneksi hippocampus–PFC sering kali menjadi indikator awal penurunan kognitif. Snytte et al. (2024) menemukan bahwa lansia dengan penurunan kekuatan koneksi di antara kedua area ini cenderung menunjukkan kinerja memori episodik yang lebih rendah. Hal ini menjelaskan mengapa penilaian terhadap jaringan hippocampus–PFC kini menjadi fokus utama dalam studi demensia dan Alzheimer. Dengan bantuan *machine learning*, pola perubahan koneksi ini dapat digunakan untuk memprediksi risiko penurunan kognitif secara lebih dini (Li et al., 2023).

Peran AI dalam riset tentang memori berkembang dengan sangat cepat. Ahmadzadeh et al. (2023), misalnya, memanfaatkan model *supervised learning* untuk meramalkan seberapa cepat fungsi kognitif seseorang akan menurun, dengan menggabungkan data neuroimaging dan faktor-faktor demografis. Di sisi lain, Arvidsson et al. (2024) menunjukkan bahwa model *deep learning* yang “membaca” pola atrofi otak pada pasien Alzheimer mampu menghasilkan prediksi dengan tingkat ketelitian yang melampaui pendekatan konvensional yang hanya mengandalkan fitur-fitur yang ditentukan secara manual. Penelitian-penelitian ini menggambarkan bagaimana integrasi AI dengan neurosains memperkuat kemampuan kita memahami memori manusia secara lebih mendalam dan presisi.

Selain prediksi, teknologi digital juga dimanfaatkan untuk intervensi berbasis memori. Latihan kognitif yang terintegrasi dengan pemantauan aktivitas otak secara real-time kini sedang dikembangkan untuk melatih koneksi hippocampus–PFC. Program seperti ini membantu pasien meningkatkan kemampuan memori kerja melalui *neurofeedback*, di mana mereka belajar mengatur aktivitas otak sendiri menggunakan umpan balik

visual. Pendekatan ini mencerminkan bagaimana terapi kognitif masa depan dapat menggabungkan psikologi, teknologi, dan biologi dalam satu sistem yang terpadu (Zhong et al., 2024).

Lebih jauh, kerangka **LUM** (**L**anguage **U** Memory) yang dikemukakan oleh Weiss dan Fink (2021) menyoroti peran hippocampus–PFC tidak hanya dalam memori, tetapi juga dalam bahasa. Ketika seseorang menceritakan pengalaman masa lalu, hippocampus menyajikan konten naratifnya sementara PFC membantu menyusun struktur logis dan kronologisnya. Inilah sebabnya mengapa memori dan bahasa sering berjalan beriringan dalam aktivitas berpikir manusia. Dalam perspektif ini, setiap cerita yang kita sampaikan sebenarnya adalah bentuk latihan simultan antara ingatan dan kemampuan linguistik.

Dari sisi klinis, pemahaman mendalam tentang jaringan hippocampus–PFC juga membantu pengembangan strategi rehabilitasi. Misalnya, pada pasien stroke atau trauma otak, latihan berbasis narasi yang menstimulasi kedua sistem ini terbukti dapat meningkatkan daya ingat sekaligus kelancaran bahasa. Dengan dukungan NLP dan AI, perkembangan pasien bisa dipantau secara otomatis lewat analisis tuturannya, mulai dari cara berbicara hingga pola kalimat yang ia gunakan. Cara kerja seperti ini menggeser praktik neuropsikologi dari pemeriksaan yang serba manual menjadi pemantauan berbasis data yang lebih luwes, adaptif, dan disesuaikan dengan kebutuhan tiap individu.

Secara keseluruhan, berbagai temuan tersebut mengingatkan kita bahwa memori bukan hanya soal “menyimpan” informasi, melainkan juga proses kreatif yang membantu manusia memberi makna pada pengalaman hidupnya. Jaringan hippocampus–prefrontal cortex menjadi fondasi biologis dari kemampuan menafsirkan, merangkai, dan menghidupkan kembali pengalaman itu. Melalui integrasi antara neurosains dan kecerdasan buatan, kita kini semakin dekat untuk memahami bukan hanya bagaimana otak mengingat, tetapi juga bagaimana ingatan membentuk cara kita berpikir, berbicara, dan menjadi manusia.

## 8.5. Sinergi Bahasa dan Memori dalam Neuropsikologi Digital

Hubungan antara bahasa dan memori telah lama menjadi topik menarik dalam neurosains kognitif. Bagi manusia, berbicara atau menulis bukan hanya aktivitas linguistik, tetapi juga kegiatan mengakses dan merekonstruksi memori. Saat seseorang menceritakan pengalaman masa lalunya, otak tidak hanya memanggil kata, tetapi juga menghidupkan kembali konteks emosional dan spasial dari peristiwa tersebut. Rangkaian proses ini memperlihatkan bahwa bahasa dan memori sesungguhnya tidak bekerja terpisah, tetapi saling menopang satu sama lain. Weiss dan Fink (2021) menggambarkan keterkaitan tersebut dalam kerangka **LUM (Language U Memory)**, yang menekankan bahwa bahasa dan memori adalah dua sisi dari satu proses kognitif yang sama.

Dalam kerangka LUM ini, **hippocampus** berperan menghidupkan kembali pengalaman yang bersifat konkret (memori episodik), sementara **prefrontal cortex** membantu merapikan pengalaman tersebut menjadi alur cerita yang runut dan masuk akal. Ketika seseorang menceritakan kisah, hippocampus mengaktifkan kembali detail pengalaman yang seperti waktu, tempat, dan emosi, sedangkan PFC mengatur bagaimana detail itu diceritakan secara koheren. Proses ini menjelaskan mengapa kemampuan bercerita (narrative ability) bisa menjadi indikator penting dari kesehatan kognitif seseorang. Penurunan kelancaran narasi atau hilangnya detail episodik sering kali menandakan gangguan pada sistem memori (Corballis, 2019).

Sejumlah penelitian neuroimaging mutakhir semakin mengukuhkan gambaran tersebut. Saat seseorang berbicara atau menyimak sebuah cerita, terlihat bahwa beberapa wilayah otak aktif secara bersamaan: area temporal yang mengolah bahasa, hippocampus yang menyimpan memori episodik, dan prefrontal cortex (PFC) yang membantu memberi makna serta merapikan alurnya. Weiss dan Fink (2021) menggambarkan kerja serempak ini sebagai *neural coupling*, yakni keterhubungan erat antara jaringan bahasa dan memori yang membuat proses tukar-menukar makna antara pembicara dan pendengar berlangsung lebih efisien. Dalam kacamata ini, komunikasi bukan

lagi sekadar saling melempar kata, melainkan juga berbagi pengalaman batin yang sebelumnya sudah ditata dan disimpan dalam ingatan.

Cara pandang yang menyatukan bahasa dan memori ini membuka ruang baru bagi perkembangan neuropsikologi digital. Dengan dukungan teknologi seperti **Natural Language Processing (NLP)** dan *machine learning*, peneliti dapat menelusuri sejauh mana pola bahasa seseorang, cara ia memilih kata, menyusun kalimat, dan menjaga alur cerita yang mencerminkan kondisi sistem memorinya di dalam otak. Algoritma NLP, misalnya, mampu menangkap tanda-tanda awal seperti memudarnya konteks, munculnya pengulangan yang berlebihan, atau sederhananya struktur kalimat pada pasien Alzheimer dimana hal-hal halus yang sering kali luput dari pengamatan biasa. Wolff (2025) menekankan bahwa perubahan halus semacam ini sering muncul lebih dulu, bahkan sebelum hasil tes kognitif konvensional menunjukkan adanya penurunan fungsi.

Kolaborasi antara bahasa dan memori ini juga menginspirasi lahirnya alat asesmen digital berbasis narasi. Dalam pendekatan ini, pasien diajak menceritakan pengalaman pribadinya, lalu sistem AI menganalisis transkrip cerita tersebut. Berbagai aspek kebahasaan, seperti keterpaduan alur, ketepatan urutan waktu, dan kekayaan makna yaitu dapat diukur secara lebih objektif, sehingga cerita hidup yang disampaikan pasien berubah menjadi sumber data yang bernilai klinis. Secara bersamaan, data neuroimaging dapat merekam aktivitas hippocampus–PFC selama proses bercerita. Kombinasi ini menghasilkan penilaian yang jauh lebih kaya dibandingkan tes konvensional, karena mengukur baik aspek kognitif maupun neural secara bersamaan (Lopopolo et al., 2024).

Selain untuk diagnosis, integrasi bahasa–memori juga diterapkan dalam konteks **rehabilitasi kognitif digital**. Program latihan berbasis narasi digunakan untuk menstimulasi kembali sistem hippocampus dan PFC. Pasien diajak menulis atau menceritakan kisah pribadi dengan bimbingan aplikasi yang menggunakan NLP untuk memberikan umpan balik otomatis mengenai struktur bahasa, kelengkapan detail, atau ekspresi emosi. Pendekatan ini

terbukti efektif meningkatkan kelancaran verbal dan daya ingat kontekstual, terutama pada pasien dengan gangguan neurodegeneratif ringan (Wang et al., 2024).

Menariknya, studi lintas disiplin mulai memanfaatkan **analisis multimodal** yaitu menggabungkan data bahasa, memori, dan emosi. Dalam penelitian oleh Ahmadzadeh et al. (2023), ekspresi verbal dan performa memori jangka pendek digabungkan untuk memprediksi risiko penurunan kognitif pada lansia. Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi dua domain ini memberikan akurasi lebih tinggi dibandingkan penggunaan salah satu saja. Pendekatan ini menegaskan potensi besar neuropsikologi digital untuk mengembangkan *biomarker* kognitif baru yang bersumber dari interaksi bahasa–memori.

Dari sisi pendidikan dan pelatihan, sinergi bahasa dan memori juga relevan bagi mahasiswa AI dan neurosains. Memahami bagaimana otak membentuk narasi dan menyimpan informasi dapat menginspirasi pengembangan model AI yang lebih “neuro-inspired.” Misalnya, sistem AI yang mampu mengingat konteks percakapan dari waktu ke waktu meniru cara hippocampus menyimpan memori episodik untuk mendukung komunikasi berkelanjutan. Dengan demikian, kolaborasi antara ilmu otak dan teknologi tidak hanya memperkaya riset akademik, tetapi juga mendorong inovasi kecerdasan buatan yang lebih menyerupai manusia (Ying et al., 2024).

Penggabungan bahasa dan memori dalam neuropsikologi digital juga memunculkan persoalan etis yang tidak sederhana. Narasi pribadi dan rekaman aktivitas otak menyentuh wilayah yang sangat pribadi dalam diri seseorang. Karena itu, peneliti wajib memastikan bahwa privasi benar-benar terlindungi dan bahwa setiap orang memberi persetujuan secara sadar sebelum datanya dipakai. Di sisi lain, hasil analisis AI pun tidak boleh diterima begitu saja; ia perlu ditafsirkan dengan cermat agar tidak berujung pada salah diagnosis atau menghasilkan bias algoritmik yang merugikan kelompok tertentu (Sartori & Orrù, 2023).

Pada akhirnya, pertemuan antara bahasa dan memori menggambarkan sesuatu yang sangat khas dari manusia: kemampuan menyusun cerita dari rangkaian pengalaman. Lewat bahasa, kita bukan hanya mengungkap apa yang kita pikirkan, tetapi juga menampilkan siapa diri kita. Dalam konteks neuropsikologi digital, cara pandang ini memberi harapan baru yaitu bahwa teknologi dapat dipakai bukan untuk menggantikan manusia, melainkan untuk menolong kita memahami memori, kisah hidup, dan makna keberadaan dengan lebih jernih dan mendalam.

## 8.6. Tantangan dan Etika Neuropsikologi Digital

Kemajuan pesat di bidang **neuropsikologi digital** membuka peluang luar biasa dalam memahami otak manusia, tetapi juga menghadirkan tantangan etis dan sosial yang tidak bisa diabaikan. Ketika data otak, perilaku, dan bahasa seseorang direkam, dianalisis, dan disimpan dalam sistem berbasis kecerdasan buatan, muncul pertanyaan mendasar: sejauh mana privasi individu masih bisa dijaga?. Pertanyaan ini bukan sekadar persoalan teknis, melainkan persoalan moral yang menyentuh hak asasi manusia atas otonomi diri. Seperti yang disampaikan oleh Ying et al. (2024), perkembangan teknologi AI dalam psikologi harus selalu diimbangi dengan regulasi yang berpihak pada manusia, bukan hanya pada efisiensi sistem.

Salah satu tantangan utama adalah **kerahasiaan data otak dan bahasa**. Data neuroimaging, seperti hasil fMRI atau EEG, dapat mengandung informasi sensitif tentang kepribadian, kapasitas kognitif, dan bahkan kondisi mental seseorang. Ketika data tersebut diolah oleh algoritma AI, risiko kebocoran atau penyalahgunaan menjadi nyata. Jika data tersebut jatuh ke tangan pihak yang tidak berwenang, dapat muncul bentuk diskriminasi baru, misalnya dalam seleksi pekerjaan atau asuransi kesehatan. Karena itu, penting adanya protokol *informed consent* yang ketat, di mana setiap individu memahami bagaimana datanya digunakan dan dilindungi (Yuste et al., 2017).

Selain privasi, **bias algoritmik** juga menjadi persoalan serius dalam penerapan AI di bidang neuropsikologi. Model pembelajaran mesin sangat

bergantung pada data yang digunakan untuk melatihnya. Jika data tersebut tidak mencerminkan keragaman populasi, misalnya hanya didasarkan pada peserta penelitian dari latar belakang tertentu, maka hasil prediksi dapat bersifat diskriminatif. Studi oleh Obermeyer et al. (2019) menunjukkan bahwa algoritma kesehatan sering kali menilai risiko pasien kulit hitam lebih rendah dibandingkan pasien kulit putih karena data historis yang bias. Dalam konteks neuropsikologi digital, bias seperti ini dapat menyebabkan kesalahan diagnosis atau ketimpangan akses terhadap layanan kognitif berbasis teknologi.

Tantangan berikutnya adalah **transparansi dan interpretabilitas model AI**. Banyak algoritma, terutama jaringan saraf dalam (*deep neural networks*), bekerja sebagai “kotak hitam” yang sulit dijelaskan. Seorang klinisi mungkin mendapatkan hasil prediksi dari sistem AI, tetapi tidak mengetahui alasan di balik keputusan tersebut. Hal ini menimbulkan dilema etis: apakah dokter boleh menggunakan hasil yang tidak dapat dijelaskan kepada pasiennya? Beberapa peneliti kini mengembangkan pendekatan *explainable AI (XAI)* untuk membuat proses pengambilan keputusan AI lebih transparan dan dapat diaudit (Arrieta et al., 2020).

Selain itu, muncul pula isu **tanggung jawab hukum dan profesional**. Jika hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem AI ternyata keliru dan menyebabkan dampak negatif bagi pasien, siapa yang bertanggung jawab? Apakah pengembang perangkat lunak, peneliti, atau klinisi pengguna? Hingga kini, kerangka hukum di banyak negara belum memberikan jawaban yang jelas. Oleh karena itu, lembaga etika dan asosiasi profesional seperti American Psychological Association (APA) menekankan pentingnya kode etik baru yang relevan dengan praktik digital (APA, 2023).

Kesenjangan akses juga menjadi persoalan yang tidak kalah penting. Teknologi neuroimaging dan AI canggih biasanya hanya tersedia di institusi besar atau negara maju. Di banyak wilayah dengan sumber daya terbatas, bahkan pemeriksaan kognitif dasar masih sulit dilakukan. Jika tidak diantisipasi, transformasi menuju neuropsikologi digital bisa memperlebar jurang antara yang “melek teknologi” dan yang tertinggal. Solusinya, seperti

diusulkan oleh Wang et al. (2024), adalah mengembangkan alat asesmen digital yang ringan, murah, dan dapat digunakan di perangkat sederhana tanpa mengorbankan akurasi ilmiah.

Di sisi lain, muncul pula kekhawatiran akan **dehumanisasi dalam praktik klinis**. Ketika AI mampu menilai, memprediksi, dan bahkan memberikan rekomendasi intervensi, dikhawatirkan hubungan empatik antara terapis dan pasien menjadi berkurang. Padahal, dalam psikologi, hubungan manusiawi merupakan elemen utama penyembuhan. Oleh karena itu, peran AI sebaiknya dipahami bukan sebagai pengganti klinisi, melainkan sebagai *co-pilot* yang membantu pengambilan keputusan dengan tetap mempertahankan dimensi kemanusiaan (Wolff, 2025).

Satu persoalan etis lain yang sering luput dibahas adalah soal penggunaan data lintas negara. Di era kolaborasi global, data neuropsikologi bisa dengan mudah berpindah dari satu negara ke negara lain lewat jejaring riset internasional. Masalahnya, tiap negara punya aturan berbeda soal perlindungan data. Di Eropa, misalnya, sudah ada **General Data Protection Regulation (GDPR)** yang sangat ketat, sementara banyak negara berkembang belum memiliki payung hukum yang setara. Kesenjangan regulasi ini bisa memicu ketidakadilan dalam kerja sama ilmiah, sekaligus membuka celah bagi penyalahgunaan data oleh pihak yang tidak bertanggung jawab (Floridi & Cowls, 2022).

Tantangan etis lainnya menyangkut **ketepatan ilmu dan tanggung jawab sosial peneliti**. Di tengah antusiasme terhadap AI, ada godaan untuk cepat mempublikasikan temuan yang tampak spektakuler, padahal belum benar-benar teruji secara empiris. Dalam konteks neuropsikologi digital, hal seperti ini berisiko besar karena bisa berimbas langsung pada keputusan klinis yang menyentuh kehidupan nyata pasien. Karena itu, sikap hati-hati menjadi mutlak: metode harus dijelaskan dengan transparan, hasil perlu direplikasi, dan data sebisa mungkin dibuka untuk diuji kembali oleh peneliti lain (Ying et al., 2024).

Jika dirangkum, inti dari semua tantangan tersebut bukanlah mengerem atau menolak teknologi, melainkan memastikan bahwa teknologi dikembangkan dan digunakan dengan tetap berpusat pada manusia (*human-centered AI*). Neuropsikologi digital idealnya membantu manusia memahami dirinya sendiri dengan lebih baik, bukan hanya menjadi alat untuk mengawasi atau menghakimi. Di sini, etika tidak berhenti pada urusan melindungi data, tetapi juga mencakup upaya menjaga martabat manusia sebagai makhluk yang berpikir dan merasakan. Bila keseimbangan antara terobosan teknologi dan nilai kemanusiaan dapat dijaga, maka AI dan neuroimaging tidak sekadar menjadi alat diagnosis, melainkan juga jembatan menuju pemahaman yang lebih dalam tentang kesadaran dan kemanusiaan itu sendiri.

## 8.7. Kesimpulan

Perjalanan neuropsikologi menuju era digital menggambarkan salah satu transformasi paling menarik dalam sejarah ilmu perilaku manusia. Dari semula berfokus pada studi pasien dengan cedera otak, bidang ini kini meluas menjadi disiplin yang mengintegrasikan **neuroimaging, kecerdasan buatan (AI),** dan **analisis bahasa alami (NLP)** untuk memahami bagaimana pikiran dan otak bekerja sebagai satu kesatuan. Perubahan ini tidak hanya bersifat metodologis, tetapi juga filosofis: manusia tidak lagi hanya menjadi subjek penelitian, melainkan juga mitra dalam menciptakan sistem digital yang meniru proses berpikir dan mengingatnya (Bonhage et al., 2022).

Perkembangan ini mencerminkan perubahan cara pandang yang cukup besar: dari neuropsikologi yang dulu lebih menekankan pada kerusakan di titik tertentu di otak (lesion-based neuropsychology), bergeser ke pendekatan yang memandang otak sebagai jaringan yang saling terhubung dan dianalisis dengan pendekatan berbasis data (network-based dan data-driven neuropsychology). Dengan bantuan teknologi seperti fMRI dan EEG, para peneliti sekarang bisa “mengintip” bagaimana jaringan otak bekerja dan berinteraksi secara langsung dan dinamis, bukan hanya melihat akibat yang muncul ketika salah satu bagiannya rusak. Di saat yang sama, *machine*

*learning* dan *deep learning* membantu menyingkap pola-pola halus dalam data otak yang sangat kompleks. Pertemuan berbagai pendekatan ini menjadi fondasi bagi lahirnya **neuropsikologi digital**, sebuah disiplin yang merangkul psikologi, neurosains, dan ilmu komputer dalam satu kerangka ilmiah yang terpadu (Ahmadzadeh et al., 2023).

Dalam bab ini, perhatian utama diarahkan pada dua ranah besar: **bahasa** dan **memori**. Bahasa tidak lagi dipahami sekadar sebagai sistem simbol, melainkan sebagai hasil kerja sama berbagai area otak yang juga bertanggung jawab atas memori kerja dan memori episodik (Deldar et al., 2020). Di sisi lain, sistem memori, terutama hubungan antara hippocampus dan *prefrontal cortex* yang terbukti berperan bukan hanya dalam proses mengingat, tetapi juga dalam menyusun alur cerita dan membentuk makna dalam bahasa (Ruggiero et al., 2021). Dengan kata lain, hubungan bahasa dan memori bukan sekadar “berkaitan”, tetapi bersifat saling menghidupi dan menjadi salah satu dasar penting dari kesadaran manusia.

Model **LUM (Language  $\cup$  Memory)** yang dikembangkan Weiss dan Fink (2021) menjadi jembatan konseptual yang menguatkan pandangan ini. Melalui kerangka tersebut, bahasa dan memori dipahami sebagai dua fungsi yang saling melengkapi dan berjalan di dalam jaringan saraf yang sama. Perubahan cara pandang ini melahirkan pendekatan asesmen klinis dan riset intervensi yang terasa jauh lebih menyeluruh. Pasien tidak lagi sekadar diminta mengerjakan tes bahasa atau memori secara terpisah, tetapi diajak ke dalam aktivitas bercerita yang secara alami menuntut kedua kemampuan itu bekerja bersamaan. Dari sini terlihat arah baru neuropsikologi digital: lebih komprehensif, peka terhadap konteks, dan memandang otak sebagai sistem yang saling terhubung, bukan sebagai kumpulan bagian yang berdiri sendiri.

Pada saat yang sama, kemajuan AI dan NLP mendorong praktik neuropsikologi melampaui pola tradisional. Analisis bahasa pasien kini tidak hanya bertumpu pada kesan klinisi, tetapi juga dapat diperkuat oleh algoritma yang “belajar” dari ribuan rekaman percakapan. Wolff (2025) menunjukkan bahwa speech analytics dan model NLP mampu menangkap sinyal-sinyal awal

penurunan kognitif bahkan sebelum gejalanya tampak jelas pada tes neuropsikologis konvensional. Dengan cara ini, bahasa dapat dipandang sebagai biomarker digital yaitu sebuah jendela baru untuk membaca kondisi kesehatan otak melalui kata-kata yang kita ucapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Namun, sebagaimana setiap revolusi ilmiah, kemajuan ini datang bersama tanggung jawab besar. Tantangan etika seperti privasi data, bias algoritmik, dan keterbatasan akses teknologi menjadi isu yang tak terpisahkan (Yuste et al., 2017; Obermeyer et al., 2019). Teknologi yang seharusnya memanusiakan bisa berbalik menjadi instrumen ketidakadilan bila tidak diatur dengan bijak. Karena itu, neuropsikologi digital perlu berpegang teguh pada prinsip **human-centered AI**: teknologi dirancang untuk menguatkan dan memuliakan nilai-nilai kemanusiaan, bukan mengambil alih atau menggesernya (Floridi & Cowls, 2022). Menjaga keseimbangan antara laju teknologi dan pertimbangan etika bukan sekadar tantangan, tetapi juga kesempatan untuk memperkaya cara kita memahami ilmu. Seorang ilmuwan masa kini tidak lagi cukup hanya mahir membangun model prediktif; ia juga dituntut untuk memikirkan dampak dari setiap inovasi yang ia ciptakan.

Kolaborasi antara AI, bahasa, dan memori mengingatkan kita bahwa kecerdasan, baik yang bekerja melalui jaringan saraf di otak manusia maupun melalui algoritma (tidak hanya soal mengolah data dan angka). Kecerdasan juga berkaitan dengan kemampuan membaca konteks, merasakan emosi, dan memahami makna. Di sinilah letak pesan filosofis dari neuropsikologi digital: otak dan algoritma, meski berbeda, pada dasarnya adalah dua cara manusia berusaha memahami dunia sekaligus memahami dirinya sendiri.

Dalam dunia pendidikan, perkembangan ini membuka peluang kolaborasi baru antara psikologi, teknologi, dan filsafat. Mahasiswa AI dan neurosains idealnya tidak hanya menguasai aspek teknis pengolahan data otak, tetapi juga dilatih untuk berpikir etis dan humanis terhadap implikasi dari pengetahuan dan teknologi yang mereka kembangkan. Buku ajar ini dimaksudkan sebagai pijakan konseptual untuk memahami bagaimana

kecerdasan buatan dan otak manusia saling meniru, saling melengkapi, dan bersama-sama memperluas batas pengetahuan kita tentang kesadaran dan kognisi.

Akhirnya, dapat disimpulkan bahwa **neuropsikologi digital** bukan sekadar tren teknologi, tetapi arah baru dalam memahami manusia sebagai makhluk berpikir. Ia mengajak kita untuk melihat bahwa antara neuron dan algoritma terdapat jembatan yang sama: keinginan untuk mengenal diri sendiri. Dengan menjaga keseimbangan antara inovasi ilmiah, nilai etika, dan empati kemanusiaan, kita bukan hanya menciptakan teknologi yang cerdas, tetapi juga pengetahuan yang bijak yaitu pengetahuan yang mengingatkan bahwa memahami otak berarti juga memahami kemanusiaan.

## **9. DEVELOPMENTALLY APPROPRIATE PRACTICE (DAP) SEBAGAI SALAH SATU BEST PRACTICE KEMAMPUAN AKADEMIK SISWA SD**

### **9.1. Pendahuluan**

Pendidikan dasar saat ini menghadapi dua tantangan utama. Pertama, adanya tekanan yang semakin tinggi untuk menguasai kompetensi akademik, sementara tahap perkembangan anak menjadi semakin beragam. Kedua, kurikulum yang diterapkan masih menekankan pencapaian belajar secara seragam, padahal setiap anak memiliki ritme perkembangan kognitif, sosial, bahasa, dan emosional yang berbeda-beda. Ketidaksesuaian antara standar akademik dan kesiapan perkembangan individu ini berpotensi menimbulkan kesenjangan dalam hasil belajar serta menurunkan motivasi belajar siswa di tingkat sekolah dasar (NAEYC, 2020).

Situasi ini menegaskan pentingnya merancang pengalaman belajar yang selaras dengan karakteristik perkembangan anak, salah satunya melalui pendekatan *Developmentally Appropriate Practice* (DAP). Pendekatan DAP menekankan bahwa setiap keputusan pedagogis sebaiknya didasarkan pada pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan anak, keberagaman individu, serta konteks sosial dan budaya di mana mereka berkembang. Apabila ketiga aspek ini diabaikan dalam proses pembelajaran, kualitas pencapaian akademik berpotensi menurun (Kessler, 2024), karena siswa tidak mendapatkan dukungan yang sesuai dengan kebutuhan dan tahap perkembangan mereka.

Pada tingkat sekolah dasar, tantangan yang dihadapi menjadi lebih kompleks. Guru perlu mengharmoniskan tuntutan kurikulum seperti literasi, numerasi, dan penalaran ilmiah dengan kemampuan regulasi diri, cara anak memproses informasi, serta kecenderungan mereka untuk berpikir secara konkret. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan scaffolding yang terstruktur, pemberian umpan balik adaptif, dan penyediaan pengalaman belajar yang bermakna dalam kerangka DAP dapat memperkuat strategi belajar dan meningkatkan hasil akademik (Shao et al., 2023; Sun et al., 2023).

Dalam konteks Indonesia, misalnya di sekolah dasar dengan keterbatasan sumber daya atau keberagaman bahasa, pendekatan DAP memerlukan penyesuaian agar tetap relevan dengan kebutuhan siswa. Temuan penelitian terbaru menunjukkan bahwa penerapan DAP melalui permainan edukatif, asesmen autentik, dan penguatan peran guru sebagai fasilitator dapat meningkatkan motivasi serta kualitas pencapaian akademik, meskipun pola penerapannya masih beragam antar sekolah (Ridlo, 2024; Ardi, 2025). Oleh karena itu, diperlukan pembahasan yang lebih terstruktur mengenai konsep dan implementasi DAP untuk memastikan keselarasan antara kebutuhan perkembangan siswa dan tujuan akademik yang ingin dicapai.

## **9.2. Konsep dan Perspektif Etimologi *Developmentally Appropriate Practice* (DAP)**

*Developmentally Appropriate Practice* (DAP) adalah pendekatan pendidikan yang menegaskan bahwa proses pembelajaran harus selaras dengan fase perkembangan anak usia sekolah dasar. Pendekatan ini didasarkan pada keyakinan bahwa setiap anak memiliki kebutuhan, gaya belajar, dan kecepatan perkembangan yang berbeda. DAP, dari pandangan Copple dan Bredekamp (2009), mendorong guru untuk memahami posisi perkembangan anak dan membantu mereka mencapai tujuan belajar yang sulit tetapi dapat dicapai. Dengan demikian, guru harus mempertimbangkan fisik, sosial emosional, dan kognitif siswa sepanjang proses pembelajaran. Selain itu, National Association For the Education of Young Children (NAEYC, 2020) menyatakan bahwa untuk menghasilkan pengajaran yang efektif, guru harus memahami apa yang sudah diketahui dan mampu dilakukan siswa dan kemudian menawarkan tantangan dan dukungan untuk membantu mereka mempelajari hal baru.

Konsep *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) muncul sebagai respons terhadap kebutuhan untuk menyesuaikan pendekatan pendidikan dengan tahap-tahap perkembangan anak, khususnya pada jenjang sekolah dasar. Menjelang akhir abad ke-20, para pendidik semakin menyadari bahwa metode pembelajaran yang diterapkan secara seragam untuk seluruh siswa

seringkali tidak mampu mendorong potensi belajar secara optimal. National Association for the Education of Young Children (NAEYC, 1996) menegaskan bahwa praktik pendidikan yang benar-benar berfokus pada perkembangan anak harus didasarkan pada tiga pilar utama: pemahaman mendalam terhadap tahapan perkembangan anak, pengakuan terhadap karakteristik unik setiap individu, serta perhatian terhadap konteks sosial dan budaya yang membentuk pengalaman belajar dan tumbuh kembang anak.

Pemikiran Bredekamp & Copple (2009) memperkuat pandangan tersebut dengan menyatakan bahwa DAP berakar pada pemahaman ilmiah mengenai proses tumbuh kembang anak dan bertujuan untuk mendorong perkembangan siswa secara menyeluruh. Sejak awal kemunculannya, prinsip DAP mulai diterapkan untuk memastikan bahwa proses pembelajaran menjadi lebih responsif dan sesuai dengan kebutuhan perkembangan masing-masing anak. Penelitian juga menunjukkan bahwa prinsip-prinsip DAP juga sangat krusial dalam konteks sekolah dasar karena mampu menyeimbangkan tuntutan akademis dengan perkembangan sosial emosional siswa (Bredekamp, 2014). Dengan berkembangnya pemahaman ini, DAP akhirnya menjadi fondasi bagi terciptanya pendekatan pembelajaran yang lebih personal, komprehensif, dan berpusat pada anak di sekolah dasar.

Perkembangan DAP di Amerika Serikat tidak bisa dilepaskan dari peran sentral NAEYC sebagai organisasi yang merumuskan, mengembangkan, dan menyebarluaskan prinsip-prinsip pendidikan yang sesuai dengan perkembangan anak. Sejak akhir 1980-an, NAEYC memperkenalkan arah baru dalam pendidikan anak usia dini melalui publikasi dokumen posisi resmi mengenai DAP pada tahun 1987 yang menegaskan pentingnya penerapan praktik pendidikan yang selaras dengan karakteristik perkembangan anak, termasuk pada jenjang sekolah dasar (Bredekamp & Copple, 1997). Pedoman ini menekankan bahwa keputusan pedagogis harus mempertimbangkan pengetahuan perkembangan, latar budaya, serta kebutuhan unik setiap anak (Copple & Bredekamp, 2009).

Seiring waktu, NAEYC terus memperbarui standar dan pedoman DAP untuk memastikan bahwa pendidikan anak tetap berpusat pada anak, menghargai keragaman budaya, serta mendorong pembelajaran aktif dan kontekstual. Walaupun ada anggapan bahwa penerapan DAP sulit dilaksanakan di sekolah dengan keterbatasan sumber daya, temuan penelitian menunjukkan bahwa prinsip-prinsip DAP tetap dapat diadaptasi sesuai kondisi sehingga relevan dan bermanfaat bagi siswa (NAEYC, 2020).

### **9.3. Landasan Teori *Developmentally Appropriate Practice* (DAP)**

Landasan teori *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) dalam pendidikan sekolah dasar berakar pada gagasan para ahli perkembangan seperti Jean Piaget, Lev Vygotsky, dan Erik Erikson. Piaget berpendapat bahwa anak-anak melalui serangkaian tahapan perkembangan kognitif, sehingga guru harus menyesuaikan strategi pembelajaran dengan tahapan yang sedang dialami siswa (Piaget, 1972). Vygotsky memperluas pemahaman mengenai proses belajar dengan menegaskan peran interaksi sosial dan konsep zona perkembangan proksimal sebagai landasan bagi anak dalam mencapai potensi terbaiknya. Seperti yang diungkapkan bahwa, “*What a child can do with assistance today she will be able to do by herself tomorrow*” (Vygotsky, 1978). Sementara itu, Erikson menyoroti bagaimana perkembangan psikososial, terutama rasa percaya diri dan kemandirian yang dapat mempengaruhi kesiapan anak dalam belajar (Erikson, 1963).

Ketiga kerangka teoretis ini menjadi pijakan penting bagi perancangan praktik pembelajaran yang sesuai dengan tahapan perkembangan anak di sekolah dasar. Walaupun sebagian kalangan beranggapan bahwa teori perkembangan klasik mulai kehilangan relevansinya di tengah dinamika pendidikan modern, penelitian menunjukkan bahwa prinsip-prinsip mendasarnya tetap memiliki nilai penting dalam konteks pendidikan masa kini (Mulatie, 2023). Oleh karena itu, pemahaman yang utuh mengenai gagasan Piaget, Vygotsky, dan Erikson menjadi fondasi esensial dalam penerapan *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) sekaligus membantu

mengintegrasikannya ke dalam kurikulum sekolah dasar. Bredekamp dan Copple (1997) menekankan bahwa prinsip-prinsip DAP mendorong guru untuk memperhatikan perkembangan akademik sekaligus aspek sosial, emosional, dan fisik siswa. Berk (2013) turut menegaskan bahwa pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika siswa dapat menghubungkan materi dengan pengalaman hidup mereka dan memperoleh kesempatan untuk bereksplorasi secara aktif.

Secara keseluruhan, DAP merupakan komponen kunci dalam mewujudkan pembelajaran yang efektif di jenjang sekolah dasar. Pendekatan ini berfokus pada pemenuhan kebutuhan perkembangan anak berdasarkan usia, kemampuan, dan karakteristik personalnya. Pada masa kini, DAP terus diintegrasikan ke dalam kurikulum sekolah dasar untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, relevan, dan mendukung perkembangan siswa secara akademis, sosial, dan emosional (Copple & Bredekamp, 2009; NAEYC, 2020; Mulatie, 2023).

#### **9.4. Analisis Kelebihan dan Kelemahan *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) pada Kemampuan Akademik Siswa SD**

Pendekatan pembelajaran yang diterapkan di sekolah dasar memegang peranan vital dalam membentuk kemampuan akademik siswa. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Developmentally Appropriate Practice* (DAP), yaitu metode yang dirancang selaras dengan tahapan perkembangan anak (Copple & Bredekamp, 2020). Melalui penerapan DAP, guru diharapkan mampu memfasilitasi siswa untuk mencapai kompetensi akademik yang sesuai dengan usia dan karakteristik perkembangannya. Meskipun memberikan banyak manfaat, praktik DAP tetap menghadapi sejumlah kendala, terutama dalam proses penyesuaianya terhadap kurikulum dan kondisi pendidikan Indonesia yang sangat beragam (Putri et al., 2022; Rahmawati & Maulidya, 2023). Oleh sebab itu, analisis mengenai keunggulan dan keterbatasan DAP menjadi penting agar pendekatan ini dapat diterapkan secara lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan akademik siswa sekolah dasar.

DAP berlandaskan pada pemahaman bahwa setiap siswa mengalami tahapan perkembangan yang berbeda, sehingga proses pembelajaran harus disusun dengan mempertimbangkan karakteristik tersebut (Copple & Bredekamp, 2022). Pendekatan ini menitikberatkan pada pengalaman belajar yang aktif, bermakna, serta relevan dengan kehidupan siswa, sehingga mampu mendukung perkembangan kognitif maupun sosial emosional siswa. Copple & Bredekamp (2022) menegaskan bahwa DAP mendorong terciptanya lingkungan belajar yang peka terhadap kebutuhan dan minat peserta didik. Pada jenjang sekolah dasar, penerapan *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) membantu guru merancang kurikulum dan aktivitas belajar yang selaras dengan tahap perkembangan anak, sehingga potensi akademik mereka dapat tumbuh secara optimal.

Berbagai studi terbaru menunjukkan bahwa praktik DAP berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa (Supriadi & Pramesti, 2023). Walaupun terdapat anggapan bahwa DAP dapat membatasi capaian akademik karena fokusnya pada kebutuhan perkembangan individu, temuan penelitian justru menegaskan bahwa pendekatan ini memberikan fondasi penting bagi keberhasilan akademik jangka panjang. Karena itu, pemahaman menyeluruh mengenai prinsip-prinsip DAP menjadi sangat esensial.

Salah satu kekuatan utama DAP terletak pada kemampuannya menyesuaikan proses pembelajaran dengan kebutuhan perkembangan siswa sekolah dasar. Copple dan Bredekamp (2022) menegaskan bahwa praktik pengajaran berbasis DAP berlandaskan pemahaman yang mendalam mengenai perkembangan anak, sehingga siswa dapat berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar. Ketika guru memperhatikan aspek kognitif, sosial, dan emosional siswa, akan terbentuk lingkungan belajar yang responsif dan mendukung peningkatan kemampuan akademik. Misalnya, DAP mengarahkan pembelajaran melalui kegiatan eksploratif, interaksi dialogis, dan kerja kolaboratif, bukan semata melalui metode ceramah. Jalongo et al. (2023) menemukan bahwa penerapan DAP secara konsisten dapat meningkatkan

kemampuan literasi dan numerasi dasar karena siswa diberi ruang untuk memahami materi pada tingkat konseptual.

Meskipun terdapat kritik bahwa DAP terlalu fleksibel dan kurang memberikan struktur, Copple dan Bredekamp (2022) menegaskan bahwa struktur tetap diperlukan, tetapi harus disesuaikan dengan kapasitas perkembangan anak. Dengan demikian, DAP menawarkan peluang besar untuk mengoptimalkan capaian akademik siswa melalui pengalaman belajar yang relevan dengan tahap perkembangan mereka.

Dalam konteks kurikulum sekolah dasar di Indonesia, penerapan DAP membawa peluang sekaligus tantangan dalam meningkatkan kemampuan akademik siswa. Melalui Kurikulum Merdeka, prinsip-prinsip DAP mulai terintegrasi dengan penekanan pada pembelajaran yang disesuaikan dengan kemampuan, minat, dan kesiapan siswa (Supriadi & Pramesti, 2023). Pendekatan ini memungkinkan guru merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna, sejalan dengan pandangan Copple dan Bredekamp (2022) bahwa pengalaman belajar harus relevan dan terhubung dengan pengetahuan awal siswa. Namun, tantangan tetap muncul, seperti keterbatasan pelatihan guru, ketimpangan fasilitas, dan sistem evaluasi yang masih berorientasi pada pola lama. Kendati demikian, Supriadi dan Pramesti (2023) menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi guru melalui pelatihan berkelanjutan dapat memperkuat kemampuan mereka dalam menerapkan prinsip DAP secara efektif. Dengan mempertimbangkan berbagai tantangan tersebut, implementasi DAP memiliki potensi besar dalam mendukung perkembangan akademik siswa apabila didukung secara optimal.

Secara keseluruhan, DAP menawarkan beragam keunggulan dalam memfasilitasi perkembangan akademik siswa sekolah dasar. Salah satu keunggulan tersebut adalah kemampuannya menyelaraskan proses pembelajaran dengan tahap perkembangan anak, sehingga pembelajaran berlangsung lebih efektif. Copple dan Bredekamp (2022) menekankan bahwa pemahaman mendalam mengenai perkembangan anak memungkinkan guru menetapkan ekspektasi yang realistik sekaligus menantang bagi siswa.

Pembelajaran yang berlandaskan prinsip DAP terbukti mampu menumbuhkan motivasi intrinsik serta kreativitas peserta didik (Supriadi & Pramesti, 2023). Walaupun ada anggapan bahwa DAP lebih berfokus pada ranah sosial-emosional, temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini justru memperkokoh dasar perkembangan kognitif jangka panjang (Zhou et al., 2023). Dengan demikian, DAP menjadi salah satu pendekatan yang relevan dan signifikan untuk diterapkan dalam pendidikan dasar.

Penerapan DAP pada jenjang sekolah dasar memberikan kontribusi positif melalui peningkatan keterlibatan belajar dan capaian akademik, seiring dengan penyesuaian proses pembelajaran terhadap tahapan perkembangan anak (Copple & Bredekamp, 2020). Integrasi DAP dalam Kurikulum Merdeka pun menunjukkan bahwa pendekatan ini memiliki fleksibilitas untuk menjawab kebutuhan pendidikan di Indonesia (Maulidina, 2023). Meski demikian, keterbatasan kompetensi guru dan fasilitas pendidikan masih menjadi tantangan yang harus segera ditangani (Rasyid et al., 2022). Oleh sebab itu, penguatan profesionalitas pendidik serta dukungan sistem pendidikan diperlukan agar implementasi DAP dapat menghasilkan dampak yang optimal bagi perkembangan akademik siswa sekolah dasar.

## **9.5. Kerangka Implementasi Developmentally Appropriate Practice (DAP)**

Pendekatan DAP merupakan kerangka pembelajaran yang menggarisbawahi pentingnya menyelaraskan proses belajar dengan karakteristik perkembangan anak, baik dari segi kognitif, sosial-emosional, bahasa, maupun fisik. Dalam konteks siswa sekolah dasar, DAP menekankan bahwa kemampuan akademik tidak hanya dibangun melalui penyampaian materi secara langsung, melainkan melalui kegiatan bermakna yang relevan dengan kehidupan siswa. Dengan demikian, pembelajaran akademik seperti membaca, menulis, atau berhitung harus dirancang sesuai dengan tingkat kesiapan perkembangan siswa (Copple & Bredekamp, 2009).

Dalam implementasinya, DAP menekankan pentingnya variasi strategi pengajaran untuk mengakomodasi perbedaan kemampuan belajar siswa di

kelas. Guru perlu menyadari bahwa setiap anak memiliki gaya belajar, tempo perkembangan, dan latar belakang pengalaman yang berbeda. Oleh karena itu, penyampaian materi akademik di SD harus fleksibel, menggunakan pendekatan dari konkret ke abstrak, dan memberi kesempatan bagi siswa untuk belajar melalui eksplorasi langsung, diskusi, dan kolaborasi (Essa, 2019). Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih inklusif dan efektif.

Selain itu, DAP juga menyoroti penggunaan *scaffolding* atau dukungan bertahap sebagai strategi untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan akademik. Guru dapat memberikan berbagai bentuk dukungan, seperti petunjuk, pertanyaan pemantik, maupun contoh yang dapat ditiru, untuk membantu siswa bertahap mencapai pemahaman yang lebih mendalam. Pendekatan ini selaras dengan konsep Zona Perkembangan Proksimal yang dikemukakan Vygotsky, yakni gagasan bahwa seorang anak dapat mengembangkan kemampuan yang lebih kompleks ketika memperoleh bimbingan dari orang dewasa yang kompeten (Bodrova & Leong, 2015). Dengan pendampingan yang sesuai, siswa sekolah dasar berpeluang mencapai perkembangan akademik yang optimal sesuai dengan tahap pertumbuhan mereka.

Dalam konteks penilaian, prinsip DAP menuntut guru menerapkan asesmen autentik agar dapat memperoleh gambaran yang utuh tentang perkembangan belajar siswa. Evaluasi tidak hanya mengandalkan tes tertulis, tetapi juga mencakup observasi, portofolio, tugas kinerja, serta dokumentasi proses belajar. Pendekatan penilaian semacam ini memungkinkan guru memahami bagaimana siswa membangun pengetahuannya, bukan sekadar menilai hasil akhir, sehingga keputusan pembelajaran dapat disusun dengan lebih tepat dan bermakna (McAfee, Leong, & Bodrova, 2016).

Peran lingkungan belajar juga menjadi komponen krusial dalam implementasi DAP untuk kemampuan akademik. Lingkungan kelas harus diatur sedemikian rupa agar mendorong eksplorasi, interaksi, dan kemandirian siswa. Ruang kelas yang kaya literasi, pusat-pusat belajar (*learning centers*), dan bahan manipulatif membantu siswa memahami konsep akademik secara

lebih konkret dan bermakna. Lingkungan yang terstruktur namun fleksibel memungkinkan siswa belajar sesuai ritme perkembangan masing-masing (Bredekamp, 2014).

Penggunaan pendekatan DAP di tingkat sekolah dasar tidak hanya berkontribusi pada peningkatan prestasi belajar, tetapi juga memperkuat perkembangan anak secara menyeluruh. Melalui proses pembelajaran yang selaras dengan tahap perkembangan siswa, mereka ter dorong untuk lebih termotivasi, memiliki rasa percaya diri yang lebih kuat, serta mampu membangun keterampilan akademik yang relevan dengan pengalaman dan realitas kehidupan mereka. Dengan demikian, DAP menjadi salah satu pendekatan yang penting untuk diintegrasikan dalam praktik pembelajaran sehari-hari di sekolah dasar.

**Tabel 9.5. Langkah-Langkah Implementasi DAP untuk Kemampuan Akademik Siswa SD**

Tahap Implementasi	Langkah-langkah	Tujuan
<i>Student Development Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Observasi perkembangan kognitif, bahasa, sosial, dan motorik siswa.</li> <li>b. Mengumpulkan data melalui asesmen awal dan portofolio.</li> </ul>	Menentukan kebutuhan dan kesiapan belajar siswa.
<i>Learning Planning</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menyusun tujuan akademik yang sesuai tahap perkembangan.</li> <li>b. Mengintegrasikan aktivitas konkret, permainan edukatif, dan eksplorasi.</li> <li>c. Memilih metode diferensiasi pembelajaran.</li> </ul>	Menciptakan rencana belajar yang relevan dan sesuai kemampuan siswa.
<i>Learning Implementation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menggunakan strategi scaffolding.</li> <li>b. Menyediakan kesempatan diskusi, kolaborasi, dan praktik langsung.</li> <li>c. Mengadaptasi pengajaran untuk kebutuhan individual.</li> </ul>	Memfasilitasi proses belajar yang bermakna dan aktif.
<i>Learning Environment Arrangement</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menyusun learning centers (literasi, matematika, sains).</li> <li>b. Menyediakan alat peraga konkret.</li> </ul>	Mendukung keterlibatan aktif dan belajar mandiri.

	c. Mengatur ruang kelas yang fleksibel dan mudah diakses siswa.	
<i>Authentic Assessment</i>	a. Melakukan observasi harian. b. Menggunakan rubrik, portofolio, dan catatan anekdot. c. Memberikan umpan balik konstruktif.	Memantau perkembangan siswa secara menyeluruh.
<i>Reflection &amp; Learning Improvement</i>	a. Menganalisis hasil asesmen dan respons siswa. b. Menyesuaikan rencana pembelajaran berikutnya. c. Melibatkan guru, siswa, dan orang tua dalam refleksi.	Mengoptimalkan pembelajaran melalui evaluasi berkelanjutan.

## 9.6. Tantangan Implementasi *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) pada Kemampuan Akademik Siswa SD

Salah satu tantangan utama dalam penerapan *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) di sekolah dasar adalah kesenjangan antara keyakinan guru tentang prinsip-prinsip perkembangan anak dan realitas praktik di kelas. Sebagai contoh, sebuah studi kasus di SD Tangerang menunjukkan bahwa meskipun guru memiliki pemahaman yang selaras dengan filosofi DAP, yaitu memperhatikan perkembangan usia siswa dan karakteristik individu, mereka belum secara optimal menerapkan aspek konteks sosial dan budaya anak dalam praktik mereka (Fathurrohman, 2023). Kondisi ini mencerminkan hambatan konseptual, di mana pemahaman teoritis belum sepenuhnya diterjemahkan dalam desain dan pelaksanaan pembelajaran sehari-hari.

Selain itu, keterbatasan kompetensi profesional guru juga menjadi kendala signifikan. Berdasarkan tinjauan literatur, strategi pembelajaran yang efektif menurut prinsip DAP memerlukan guru untuk menyesuaikan metode pengajaran sesuai dengan tahapan perkembangan (*age-appropriate*), individualitas anak (*individual-appropriate*), dan lingkungan budaya anak (*cultural-appropriate*) (Hasnawati et al., 2023). Namun, banyak guru yang

masih fokus hanya pada dua dimensi pertama (usia dan individu), sementara pemahaman tentang konteks sosial-budaya belum diintegrasikan secara kuat dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran (Hasnawati et al., 2023).

Tantangan lain muncul dalam penilaian dan asesmen. Dalam fase fondasi pendidikan, misalnya, guru sering dihadapkan pada kesulitan merancang instrumen asesmen yang benar-benar mencerminkan perkembangan anak secara holistik, sesuai dengan prinsip DAP. Penelitian tentang asesmen di fase fondasi mengungkap bahwa guru kesulitan mengadaptasi penilaian yang sensitif terhadap kebutuhan perkembangan masing-masing anak (Sulastri & Pratiwi, 2023). Hal ini berdampak pada ketidakakuratan dalam memetakan kemampuan akademik siswa, sehingga potensi perkembangan tidak terdeteksi atau tidak disikapi dengan strategi yang tepat.

Keterbatasan fasilitas dan sumber daya belajar juga menjadi kendala praktis. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fathurrohman (2023), terungkap bahwa sekolah belum memiliki fasilitas dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung penerapan DAP secara komprehensif. Hal ini mencakup ketersediaan ruang belajar yang lebih fleksibel, penggunaan media pembelajaran yang relevan dengan konteks anak, serta adanya supervisi berkelanjutan dari pihak sekolah. Keterbatasan sumber daya tersebut membuat guru menghadapi tantangan dalam memenuhi prinsip DAP, khususnya dalam menciptakan lingkungan belajar yang selaras dengan tahap perkembangan anak dan responsif terhadap kebutuhan individual mereka.

## **9.7. Strategi Guru dalam Mengatasi Tantangan Implementasi *Developmentally Appropriate Practice (DAP)***

Untuk menjawab berbagai tantangan dalam penerapan DAP, pendidik perlu terus mengembangkan kapasitas profesionalnya melalui program pelatihan dan proses refleksi yang berkesinambungan. Pelatihan yang disusun secara khusus untuk memperdalam pemahaman mengenai prinsip-prinsip DAP, terutama aspek sosial-budaya dan konteks pembelajaran dapat

memperkokoh wawasan guru sekaligus mendorong praktik pembelajaran yang lebih menyeluruh. Literatur juga menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang selaras dengan DAP hendaknya mempertimbangkan tiga dimensi utama, yaitu kesesuaian dengan tahap usia, kebutuhan individual, serta latar budaya peserta didik (Hasnawati et al., 2023).

Selanjutnya, guru diharapkan mampu merancang penilaian formatif yang responsif terhadap setiap tahap perkembangan siswa. Hal ini menuntut penggunaan instrumen penilaian yang fleksibel dan adaptif, sehingga memungkinkan pengamatan yang mendalam, refleksi berkelanjutan, serta pemberian umpan balik yang konsisten. Guru juga perlu untuk menerapkan pendekatan belajar yang bersifat kolaboratif dan relevan dengan konteks, misalnya dengan memadukan DAP bersama metode lain (contohnya, Pembelajaran Berbasis Masalah). Studi pada siswa kelas IV SD mengungkapkan bahwa kombinasi PBL dan DAP secara nyata memperbaiki capaian belajar siswa dalam pelajaran IPAS (Talakua & Titaley, 2024). Pendekatan semacam ini tidak hanya menjadikan proses belajar lebih berarti, tetapi juga menunjang tumbuh kembang kognitif dan sosial siswa selaras dengan kaidah DAP.

Pada akhirnya, keterlibatan aktif dan dukungan dari pihak sekolah serta pembuat kebijakan memiliki peran yang sangat penting. Lembaga pendidikan perlu menyediakan fasilitas yang memadai, seperti ruang belajar yang fleksibel dan media pembelajaran interaktif, serta menerapkan sistem pengawasan yang mendorong guru untuk berinovasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi profesional guru, disertai dukungan struktural dari sekolah, misalnya melalui pengawasan yang konsisten sangat diperlukan untuk memastikan implementasi DAP berjalan secara optimal (Fathurrohman, 2023). Selain itu, kolaborasi antar-guru juga dapat menjadi strategi efektif dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran.

## 10. PENGEMBANGAN ATTENTION DAN ABSTRACT REASONING DALAM PERSPEKTIF NEUROPSIKOLOGI PENDIDIKAN

### 10.1. Pendahuluan

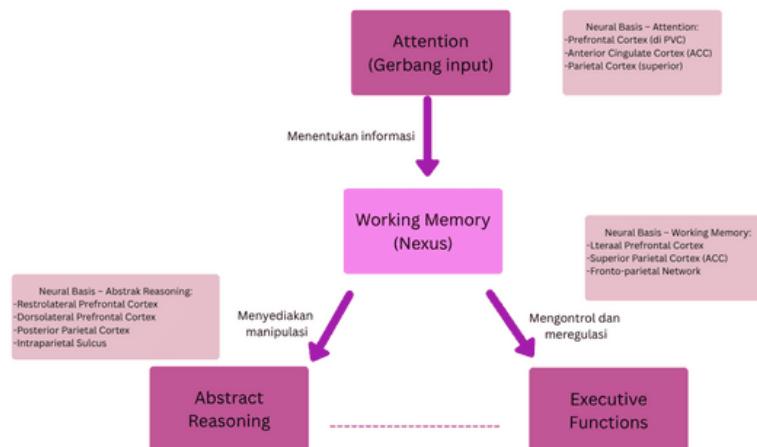
Sebagai pendidik, mengenali kemampuan siswa merupakan hal penting yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. Diantara kemampuan yang dimiliki individu, terdapat kemampuan kompleks yang setidaknya meliputi kemampuan untuk memusatkan perhatian (*attention*) dan bernalar secara abstrak (*abstract reasoning*). Pada proses kognitif, kemampuan *attention* diumpamakan sebagai pintu masuk atau gerbang yang menentukan informasi mana yang akan diproses lebih lanjut dalam sistem kognitif. Sedangkan *abstract reasoning* merupakan proses kognitif peserta didik yang melebihi dari pengalaman konkret dan memanipulasi konsep-konsep simbolik seperti aturan, pola, dan hubungan (Petersen & Posner, 2012).

Sistem atensi manusia, yang terdiri dari tiga jaringan utama yaitu *alerting*, *orienting*, dan *executive control* berkembang secara bertahap dari masa kanak-kanak hingga remaja (Petersen & Posner, 2012). Jaringan *executive control* adalah jaringan yang berkembang paling lambat namun memainkan peran penting untuk mempertahankan fokus, menghambat distraksi, dan mengalihkan perhatian secara fleksibel antara tugas-tugas yang berbeda.

*Abstract reasoning* merupakan kemampuan yang memungkinkan individu untuk mengidentifikasi pola, membuat generalisasi, dan menerapkan prinsip-prinsip ke situasi baru. Kemampuan ini sangat bergantung pada *executive functions* yaitu seperangkat proses kognitif yang mencakup *working memory*, *inhibitory control*, dan *cognitive flexibility* (Diamond, 2013). Diamond (2013) menegaskan bahwa *executive functions* merupakan fondasi bagi pembelajaran, regulasi emosi, dan kesuksesan dalam berbagai aspek kehidupan, dengan periode usia sekolah sebagai masa kritis untuk pengembangannya.

Bab ini bertujuan untuk mengeksplorasi landasan neuropsikologis dari pengembangan attention dan penalaran abstrak yang meliputi menganalisis substrat neural dan mekanisme kognitif yang mendasari kedua kemampuan tersebut dan mengevaluasi strategi pengembangan berbasis bukti (*evidence-based*) yang dapat diterapkan dalam pengaturan pendidikan.

Kerangka konseptual yang melandasi bab ini menempatkan *working memory* sebagai nexus atau titik temu antara *attention* dan *abstract reasoning*. *Working memory* bukan sekadar sistem penyimpanan pasif, melainkan arena kerja aktif (*workspace*) di mana informasi dimanipulasi dan ditransformasi untuk mendukung pemahaman, pembelajaran, dan penalaran (Baddeley, 2012). Hubungan triadik antara *attention*, *working memory*, dan *abstract reasoning* dapat dipahami melalui model terintegrasi: *attention* menentukan informasi mana yang masuk ke dalam *working memory*; *working memory* menyediakan ruang mental untuk memanipulasi informasi tersebut; dan *abstract reasoning* memanfaatkan hasil manipulasi ini untuk membentuk konsep dan membuat inferensi (Kane & Engle, 2002).



**Gambar 10.1.** Model Triadic Attention – Working Memory – Anstract Reasoning

Periode usia sekolah (6-12 tahun) merupakan *window of opportunity* kritis di mana intervensi yang tepat dapat memberikan dampak maksimal

terhadap perkembangan kedua kemampuan ini. Dengan memahami landasan neuropsikologis dan pengembangannya, kita dapat merancang strategi instruksional yang selaras dengan cara kerja otak dan mendukung perkembangan optimal *attention* dan *abstract reasoning* pada peserta didik.

## **10.2. Landasan Neuropsikologis Attention dan Abstract Reasoning**

### **10.2.1. Neural Architecture of Attention**

*Neural Architecture of Attention* didasarkan pada model jaringan atensi yang dikembangkan oleh Posner dan Petersen (1990), yang mengidentifikasi tiga sistem berbeda: *alerting*, *orienting*, dan *executive control*. Jaringan *alerting* melibatkan korteks parietal kanan dan *locus coeruleus*. *Orienting* melibatkan korteks parietal superior dan *junction temporoparietal*. Sementara *executive control* yang paling relevan untuk pembelajaran kompleks yang melibatkan korteks prefrontal lateral dan korteks cingulate anterior (Posner & Petersen, 1990).

Perkembangan sistem atensi sangat terkait dengan kematangan korteks prefrontal yang berlangsung hingga dewasa awal. Selama periode usia sekolah (6-12 tahun), terjadi peningkatan substansial dalam efisiensi jaringan atensi, yang tercermin dalam kemampuan yang lebih baik untuk mempertahankan fokus dan mengabaikan distraksi (Casey et al., 2005).

Kemampuan atensi dibatasi oleh kapasitas *working memory*. Model multi-komponen Baddeley (2012) mengidentifikasi *central executive* sebagai komponen yang mengontrol atensi dan paling lambat berkembang. Cowan (2010) menunjukkan bahwa fokus atensi hanya dapat menampung sekitar 3-5 *chunks* informasi secara simultan. Keterbatasan ini memiliki implikasi pedagogis mendalam untuk desain instruksional yang efektif.

### **10.2.2. Neural Basis of Abstract Reasoning**

*Abstract reasoning* bergantung pada jaringan kortikal luas yang melibatkan interaksi korteks parietal dan frontal. *Neuroimaging studies*

menunjukkan aktivasi bilateral di korteks *parietal posterior*, *prefrontal dorsolateral*, dan *prefrontal rostralateral* selama tugas penalaran abstrak (Krawczyk, 2012). Korteks parietal posterior, khususnya intraparietal sulcus, memainkan peran sentral dalam pemrosesan simbol dan representasi numerik abstrak (Ansari, 2008). Perkembangan koneksi antara area ini dan korteks prefrontal selama masa kanak-kanak berkorelasi dengan peningkatan kemampuan matematika abstrak (Cantlon & Li, 2013).

Transisi dari representasi konkret ke abstrak melibatkan perubahan pola aktivasi neural. Teori Bruner (1964) tentang tiga mode representasi yaitu *enactive*, *iconic*, dan *symbolic* yang menemukan dukungan neurosains: area sensorimotor dan visual mendominasi pada anak usia dini, sementara area prefrontal dan parietal yang mendukung representasi simbolik menjadi terintegrasi seiring bertambahnya usia. *Relational reasoning* secara khusus melibatkan korteks *prefrontal rostralateral*, yang terus matang hingga dewasa muda (Christoff et al., 2001).

#### **10.2.3. The Nexus: Attention dan Abstract Reasoning**

*Working memory* memegang peran utama sebagai jembatan yang menghubungkan *attention* dan *abstract reasoning* (Baddeley, 2012; Diamond, 2013; Oberauer, 2019). Untuk memecahkan masalah abstrak, siswa harus menjalankan tiga proses kognitif secara simultan: mempertahankan fokus pada informasi yang relevan, menyimpan dan memanipulasi representasi mental, serta mengabaikan informasi pengganggu. Ketiga proses ini adalah inti dari fungsi eksekutif (Diamond, 2013).

*Working memory* manusia memiliki kapasitas terbatas. Pada orang dewasa, kita hanya dapat menyimpan tiga hingga empat item secara simultan (Cowan, 2010). Anak usia sekolah dasar memiliki kapasitas yang lebih kecil lagi. Temuan penelitian dalam dekade terakhir mengungkap insight bahwa perbedaan kemampuan kognitif antarindividu tidak ditentukan oleh berapa banyak informasi yang dapat disimpan. Kane & Engle (2002) menemukan faktor yang lebih krusial tentang seberapa efektif seseorang mengelola atensi

mereka. Individu dengan kemampuan kognitif tinggi lebih mahir dalam dua hal: 1) mengalokasikan perhatian pada informasi relevan; 2) mengabaikan distraksi yang tidak penting. Temuan ini memiliki implikasi pedagogis penting. Keterampilan mengelola atensi secara strategis lebih menentukan keberhasilan belajar daripada sekadar kapasitas penyimpanan mentah. Guru perlu mengajarkan *executive control* secara eksplisit, bukan hanya menyajikan informasi.

Dari perspektif neurobiologis, *prefrontal cortex* khususnya bagian lateral memainkan peran kunci dalam mengintegrasikan *attention* dan *abstract reasoning*. Region otak ini bertanggung jawab untuk menyandikan dan mempertahankan representasi abstrak dari aturan tugas dan tujuan kognitif (D'Esposito & Postle, 2015; Postle, 2006). Penelitian neuroimaging menunjukkan bahwa *lateral prefrontal cortex* lebih aktif dalam memproses representasi abstrak dan arbitrer dibandingkan dengan representasi yang bersifat sensori. Inilah yang menjelaskan mengapa region ini sangat krusial untuk *abstract reasoning* yang memerlukan manipulasi informasi simbolik (Em et al., 2008; Sreenivasan et al., 2014).

Selain *prefrontal cortex*, *superior parietal cortex* juga terlibat intensif dalam aspek eksekutif dari *working memory*. Region ini diperkirakan mengimplementasikan kontrol atensi selektif dan membentuk loop interaktif dengan area frontal untuk mendukung pemeliharaan *working memory* (Awh et al., 2006; Collette et al., 2006). Pemahaman tentang arsitektur neural ini memiliki implikasi pendidikan yang mendalam. Intervensi yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas *attention* dan *executive control* tidak hanya akan memperbaiki kemampuan mempertahankan fokus, tetapi kemungkinan besar juga akan memberikan dampak positif pada kemampuan *abstract reasoning*.

### **10.3. Evidence-Based Strategies untuk Pengembangan Attention pada Anak Sekolah Dasar**

Pengembangan kemampuan atensi pada anak sekolah dasar (usia 6-12 tahun) memerlukan pendekatan yang disesuaikan dengan maturasi progresif

jaringan executive control yang mendasari sustained attention dan selective attention (Posner & Petersen, 1990).

### **10.3.1. Attention Training Programs**

Program pelatihan atensi terstruktur terbukti efektif meningkatkan kontrol atensi pada anak usia sekolah, terutama melalui pendekatan seperti *Attention Process Training* (APT) yang menargetkan komponen atensi spesifik (seperti *sustained*, *selective*, *alternating*, dan *divided attention*) menggunakan hierarki tugas yang dapat disesuaikan. Selain itu, penelitian oleh Rueda dan rekan (2005) menunjukkan bahwa pelatihan yang berfokus pada jaringan *executive control* (melalui tugas resolusi konflik dan *inhibitory control* dalam format permainan) pada anak usia 4-6 tahun tidak hanya menghasilkan peningkatan signifikan pada kinerja tugas atensi, tetapi juga menyebabkan perubahan aktivitas neural yang konsisten dengan peningkatan efisiensi jaringan tersebut, dengan efek pelatihan yang bahkan dapat menggeneralisasi ke tugas kognitif yang tidak dilatih secara langsung.

### **10.3.2. Mindfulness-Based Interventions NFLAS**

*Mindfulness* dapat didefinisikan sebagai kesadaran tanpa penghakiman terhadap pengalaman saat ini. Dalam praktiknya, *mindfulness* melibatkan latihan regulasi atensi yang sistematis. Program *mindfulness* di sekolah biasanya mencakup tiga aktivitas utama:

- Latihan pernapasan: Siswa belajar memfokuskan perhatian pada ritme napas mereka
- *Body scan*: Siswa menyadari sensasi tubuh dari kepala hingga kaki
- Aktivitas kesadaran sensorik: Siswa mengamati pengalaman indera (suara, tekstur, rasa) dengan fokus penuh.

Program-program ini telah menunjukkan efektivitas yang mendukung untuk pengembangan atensi. Sebuah meta-analisis komprehensif oleh Zenner et al., (2014) menganalisis puluhan studi intervensi *mindfulness* di sekolah. Hasilnya menunjukkan efek positif sedang hingga besar pada tiga domain: 1)

kemampuan kognitif (termasuk *sustained attention* dan *selective attention*), 2) kinerja akademik, 3) kesejahteraan emosional siswa. Efek ini diduga terjadi melalui penguatan koneksi dalam jaringan fronto-parietal. Jaringan ini adalah substrat neural yang mendukung kontrol atensi dan fungsi eksekutif. Latihan *mindfulness* yang berulang memperkuat jalur neural ini, mirip dengan cara latihan fisik memperkuat otot.

#### **10.3.3. Cognitive Load Management**

*Cognitive Load Management* (CLT) menyediakan kerangka kerja untuk mengelola tiga jenis beban kognitif yang terdiri dari *intrinsic* (kompleksitas materi), *extraneous* (desain buruk), dan *germane* (berkontribusi pada pembelajaran). Tujuan dari CLT untuk mengoptimalkan penggunaan kapasitas atensi yang terbatas. Prinsip-prinsip CLT yang relevan termasuk menggunakan *worked example effect* (contoh yang sudah selesai) dan *split-attention effect* (mengintegrasikan informasi terkait) untuk mengurangi beban kognitif yang tidak perlu (*extraneous load*). Selain itu, temuan penelitian oleh Fisher et al., (2014) menunjukkan bahwa lingkungan visual kelas yang minimal lebih efektif dalam mempertahankan fokus anak pada tugas instruksional dibandingkan dengan lingkungan yang memiliki dekorasi berlebihan, menegaskan bahwa desain lingkungan fisik harus mempertimbangkan keterbatasan kapasitas atensi anak.

#### **10.3.4. Physical Activity dan Executive Function**

Diamond & Ling (2016) menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang paling efektif adalah yang secara simultan menantang *executive functions*. Lakes & Hoyt (2004) menemukan bahwa anak yang berpartisipasi dalam Taekwondo selama 3 bulan menunjukkan peningkatan signifikan dalam self-regulation dan kontrol atensi dibanding physical education standart, karena martial arts memerlukan *sustained attention*, *working memory*, dan *inhibitory control* (Diamond, 2013).

### **10.3.5. Technology-Enhanced Attention Training**

Perkembangan teknologi digital menawarkan peluang untuk pelatihan atensi yang adaptif dan menarik, seperti program *CogMed Working Memory Training* yang menantang kapasitas memori kerja (*working memory*) dengan penyesuaian tingkat kesulitan secara waktu nyata, terbukti efektif meningkatkan *working memory*, *sustained attention*, dan *inhibitory control* pada anak dengan kesulitan atensi. Meskipun pelatihan terkomputerisasi menunjukkan peningkatan pada tugas yang dilatih, meta-analisis mengindikasikan bahwa efek transfer ke kemampuan kognitif lain, seperti kecerdasan fluid dan prestasi akademik cenderung terbatas dan tidak bertahan lama. Oleh karena itu, pendekatan menggunakan teknologi seperti aplikasi seluler digunakan untuk lebih mendukung dan memperkaya interaksi instruksional di kelas. Teknologi ini tidak untuk menggantikan peran guru, akan tetapi digunakan untuk meningkatkan keterlibatan (*engagement*) dan perilaku on-task siswa.

## **10.4. Evidence-Based Strategies untuk Pengembangan Abstract Reasoning pada Anak Sekolah Dasar**

Pengembangan abstract reasoning pada anak sekolah dasar harus mempertimbangkan transisi dari tahap operasional konkret ke pemikiran abstrak, dengan menyediakan jembatan antara pengalaman konkret dan representasi simbolik.

### **10.4.1. Concrete-Representational-Abstract (CRA) Approach**

Pendekatan Concrete-Representational-Abstract (CRA), yang didasarkan pada teori representasi Bruner, adalah strategi instruksional yang paling divalidasi dan sangat efektif dalam mengembangkan penalaran abstrak. Terdapat tiga tahap sekuensial yang dimulai dengan menggunakan manipulatif fisik (*concrete*), diikuti dengan penggunaan gambar atau diagram (*representational*), dan diakhiri dengan simbol matematis (*abstract*).

Terdapat dua keunggulan utama pendekatan CRA yang terdokumentasi. *Pertama*, pemahaman konseptual lebih mendalam di mana siswa tidak hanya menghafal prosedur, tetapi memahami mengapa prosedur tersebut bekerja. *Kedua*, transfer pembelajaran lebih baik, di mana siswa dapat menerapkan konsep yang dipelajari ke konteks baru. Kunci keberhasilan dari strategi ini adalah instruksi eksplisit dan pemodelan translasi. Pada instruksi eksplisit, guru harus secara jelas menjelaskan setiap tahap. Sedangkan pemodelan translasi, guru harus mendemonstrasikan bagaimana konsep yang sama direpresentasikan dalam bentuk konkret, visual, dan simbolik.

#### **10.4.2. Analogical Reasoning dan Comparison**

Penalaran analogis adalah mekanisme fundamental kognisi yang memungkinkan individu mengidentifikasi dan mentransfer hubungan struktural dari satu konsep ke konsep lain menjadi kunci untuk penalaran abstrak dan transfer pembelajaran. Meskipun anak usia sekolah dasar memiliki kapasitas dasar, mereka sering kesulitan saat beban *working memory* tinggi atau saat perlu melakukan inhibisi informasi tidak relevan. Untuk mendukung kemampuan ini, strategi instruksional yang paling efektif meliputi *comparison and contrast* (membandingkan contoh secara eksplisit untuk mengidentifikasi struktur dasar), *schema induction*, dan *progressive alignment* (beralih dari analogi yang mirip secara superfisial ke analogi yang hanya berbagi struktur relasional). Gentner et al., (2011) menunjukkan bahwa meminta siswa membandingkan secara aktif dua atau lebih contoh yang sudah diselesaikan (*worked examples*) sebelum memecahkan masalah sendiri secara signifikan meningkatkan kemampuan mereka untuk mengabstraksi prinsip yang mendasar dan mentransfernya ke konteks baru.

#### **10.4.3. Scaffolded Problem-Solving**

Kerangka *Zone of Proximal Development* (ZPD) Vygotsky menyediakan landasan teoretis bahwa pengembangan penalaran abstrak sangat didukung oleh scaffolding. Scaffolding diartikan sebagai penyediaan dukungan

yang disesuaikan (*contingency*), yang kemudian secara bertahap ditarik (*fading*) hingga tanggung jawab pembelajaran sepenuhnya beralih ke siswa (*transfer of responsibility*). Strategi ini harus diintegrasikan dengan instruksi eksplisit dalam strategi metakognitif, yaitu kemampuan untuk memonitor dan meregulasi proses kognitif diri sendiri, yang terbukti signifikan meningkatkan kemampuan *problem-solving* dan penalaran. Schoenfeld (1992) menekankan pentingnya aspek metakognitif dalam pemecahan masalah matematika, di mana guru harus secara eksplisit memodelkan proses berpikir mereka dan mendorong siswa untuk memverbalisasi penalaran mereka agar menjadi pemecah masalah yang lebih fleksibel dan strategis.

#### **10.4.4. Collaborative Learning dan Mathematical Discourse**

Interaksi sosial dan discourse matematis sangat krusial dalam mengembangkan penalaran abstrak, karena ketika siswa menjelaskan penalaran mereka dan terlibat dalam argumentasi yang didukung bukti, mereka membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam, di mana kualitas penjelasan (yang fokus pada "mengapa" dan "bagaimana") menjadi kunci penentu hasil belajar. Namun, manfaat pembelajaran kolaboratif ini tidak otomatis, ia membutuhkan kerangka kerja terstruktur seperti *Accountable Talk* yang mendorong siswa untuk bertanggung jawab kepada lingkungan belajar (membangun ide orang lain), pengetahuan yang akurat (mengklaim dengan bukti), dan pemikiran yang ketat (menggunakan penalaran logis). Hal ini dibuktikan dengan peningkatan yang signifikan terhadap kemampuan penalaran dan prestasi akademik.

#### **10.4.5. Formative Assessment dan Adaptive Instruction**

Asesmen formatif sebagai proses berkelanjutan untuk mengumpulkan bukti pemahaman siswa merupakan hal yang sangat esensial dalam mendukung pengembangan penalaran abstrak karena memungkinkan penyesuaian instruksi yang efektif. Hal ini dibuktikan dengan dihasilkannya learning gains yang substansial. Teknik asesmen formatif yang efektif meliputi *diagnostic*

*questioning* (untuk mengungkap misconceptions), *think-alouds* (verbalisasi proses berpikir), *concept mapping*, dan *error analysis* (menganalisis kesenjangan pemahaman). Informasi yang diperoleh dari asesmen ini harus digunakan untuk melakukan instruksi adaptif, yang melibatkan *reteaching* dengan representasi alternatif, penambahan scaffolding, atau modifikasi tingkat abstraksi, karena penyesuaian ini sangat penting untuk merespons variabilitas substansial dalam lintasan perkembangan penalaran abstrak setiap peserta didik

## 10.5. Panduan Praktis: Dari Neurosains ke Kelas

Memahami neurosains attention dan abstract reasoning memberikan guru kerangka kerja untuk merancang pembelajaran yang selaras dengan cara kerja otak. Berikut panduan praktis yang dapat diterapkan di kelas.

**Tabel 10.5. Strategi Evidence-Based untuk Pengembangan Attention dan Abstract Reasoning**

Strategi	Dasar Neeuroscience	Aksi Konkret di Kelas	Waktu/ Frekuensi
Cognitive Load Management	Working memory anak SD: 3-4 chunks (Cowan, 2010). Overload = attention failure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sajikan materi dalam segmen 10-15 menit</li> <li>- Papan tulis bersih saat mulai konsep baru</li> <li>- 1 konsep baru per sesi untuk topik kompleks</li> </ul>	Sepanjang pembelajaran
Attention Breaks	Executive control deplesi setelah 15-20 menit sustained attention (Diamond, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brain break: gerakan silang (cross-lateral)</li> <li>- Mindful breathing: 4-4-4 (tarik-tahan-hembuskan)</li> <li>- Transisi kinetik saat ganti aktivitas</li> </ul>	1-2 minggu per tahap
CRA Progression	Transisi neural: sensorimotor → prefrontal-parietal maturation (Bruner, 1964)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekan 1-2: Manipulatif fisik</li> <li>- Pekan 3: Gambar/diagram</li> <li>- Pekan 4+: Simbol abstrak</li> <li>- Kembali ke tahap sebelumnya jika struggle</li> </ul>	
Metacognitive Scaffolding	Prefrontal cortex (metacognition) berkembang lambat—butuh modeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Think-aloud oleh guru: verbalisasi proses berpikir</li> </ul>	5-10 menit per sesi

	eksplisit (Schoenfeld, 1992)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kartu cue: "Apa yang saya ketahui? cari? coba?"</li> <li>- Peer explanation: siswa jelaskan ke teman</li> </ul>	
Formative Assessment	Variabilitas neural individual tinggi—instruksi harus adaptif (Diamond, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exit tickets 2 menit: "1 paham, 1 bingung"</li> <li>- Traffic light cards: hijau/kuning/merah</li> <li>- Jika &gt;30% struggle → re-teach dengan representasi baru</li> </ul>	2-3 menit di akhir sesi
Collaborative Reasoning	Verbalisasi reasoning mengaktifkan dan memperkuat jalur prefrontal-parietal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Think-Pair-Share: pikirkan sendiri → diskusi berpasangan → bagikan ke kelas</li> <li>- Minta siswa jelaskan "mengapa" bukan hanya "jawaban"</li> <li>- Norma kelas: "Bangun ide temanmu"</li> </ul>	10-15 menit, 2-3x seminggu
Gamifikasi Attention	Novelty dan reward meningkatkan dopamine → boost executive control network	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Attention Challenge": timer 5 menit fokus tanpa distraksi</li> <li>- Point system untuk on-task behavior</li> <li>- Variasi format tugas (verbal, visual, kinesthetic)</li> </ul>	Terintegrasi sepanjang hari

## REFERENSI

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). Statistik Publikasi Penelitian di Indonesia. Jakarta: BPS
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Collins, F. S., Morgan, M., & Patrinos, A. (2003). The Human Genome Project: Lessons from the Past and a Look to the Future. *Nature Reviews Genetics*, 4(4), 325-331.
- Fanelli, D. (2009). "How Many Scientists Fabricate and Falsify Research? A Systematic Review and Meta-Analysis of Survey Data." *PLOS ONE*, 4(5), e5738.
- Gavi. (2021). *The Role of Vaccines in Combating COVID-19*. Geneva: Gavi, The Vaccine Alliance.
- Head, A. J., & Eisenberg, M. B. (2010). "How Today's College Students Use Wikipedia for Course-Related Research." *First Monday*, 15(3).
- Hidayati, N. (2018). *Dasar-Dasar Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Holstein, K., Wortman, A., & Hurst, D. (2019). "The Ethics of Artificial Intelligence in Education." *Educational Technology*, 59(3), 35-43.
- Ioannidis, J. P. A. (2005). "Why Most Published Research Findings Are False." *PLoS Medicine*, 2(8), e124
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- \_\_\_\_\_. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Geneva: IPCC.
- Kemdikbud. (2020). *Data Pendidikan Tinggi*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- \_\_\_\_\_. (2020). "Program Anti-Plagiarisme Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan." Retrieved from Kemendikbud
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). *Kebijakan Kesehatan Terintegrasi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Kementerian Riset dan Teknologi. (2021). *Statistik Publikasi Ilmiah Indonesia*. Jakarta: Kemenristek
- Lathrop, A., & Foss, K. (2005). "Student Cheating and Plagiarism in the Internet Era: A Wake-Up Call for Educators." *The Internet and Higher Education*, 8(2), 115-121
- Lembaga Riset Pendidikan Tinggi. (2021). *Survei Pendidikan Tinggi di Indonesia*.

- Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., & Cook, J. (2017). "Beyond Misinformation: Understanding and Coping with the "Post-Truth" Era." *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353-369.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). "Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education." Pearson Education.
- McCabe, D. L., & Pavela, G. (2004). "Some Trends in Academic Integrity: A 30-Year Perspective." *Journal of College and Character*, 6(5), 1-7
- McKinsey Global Institute. (2021). "The State of AI in 2021. PLOS. (2016). "Open Access: The Future of Research
- Prabowo, A. (2020). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Yogyakarta
- Resnik, D. B. (2011). "What is Ethics in Research & Why is it Important?" Retrieved from National Institutes of Health. Riyanto Andi, B. (2019). *Psikologi dan Perilaku Manusia*. Surabaya: Penerbit Airlangga.
- Santoso, R. (2020). *Gizi Seimbang untuk Kesehatan Optimal*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Suyanto, E. (2013). *Teori dan Praktik Pendidikan*. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Stanford University. (2020). "Research Integrity Training." Retrieved from Stanford.
- Statista. (2022). Number of Internet Users Worldwide from 2010 to 2025
- Steneck, N. H. (2006). "Fostering Integrity in Research: A New Model for Research Ethics." *The Journal of Research Administration*, 37(1), 1-10.
- Suber, P. (2012). "Open Access." MIT Press
- Topol, E. J. (2019). "Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again." Basic Books
- Turnitin. (2021). "Plagiarism Detection and Prevention." Retrieved from Turnitin.
- UNESCO. (2019). *Interdisciplinary Research: A Global Perspective*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UGM. (2021). Laporan Penelitian tentang Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa. Universitas Gadjah Mada.
- \_\_\_\_\_ (2021). "Pedoman Etika Penelitian." Retrieved from UGM.
- Universitas Indonesia. (2022). *Program Pengabdian Masyarakat Universitas Indonesia*. Retrieved from UI website
- \_\_\_\_\_ (2020). *Pengembangan Kurikulum Multidisipliner*. Universitas Indonesia.

- \_\_\_\_\_ (2022). "Pelatihan Etika Akademik untuk Mahasiswa Baru." Retrieved from UI.
- Universitas Pendidikan Indonesia (2020). Pengalaman Guru dalam Pembelajaran: Sebuah Studi Kasus. Bandung: UPI.
- Van Noorden, R. (2011). "Publish or Perish." *Nature*, 472(7343), 391-394
- World Bank. (2020). "World Development Report 2021: Data for Better Lives.
- World Economic Forum. (2020). The Future of Jobs Report.
- World Health Organization (2021). Vaccines and Immunization: What is Vaccination? Retrieved from WHO website.
- \_\_\_\_\_ (2021). The Role of Experts in Public Health Decision Making. Geneva: WHO
- Zhao, Y., et al. (2020). "The Role of Teachers in the Age of AI." *Educational Research Review*, 30.
- Almarzouki, A. F. (2024). Stress, working memory, and academic performance: a neuroscience perspective. *Stress* (Amsterdam, Netherlands), 27(1), 2364333. <https://doi.org/10.1080/10253890.2024.2364333>
- Ankri, Y. L. E., Braw, Y., Luboshits, G., & Meiron, O. (2020). The effects of stress and transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory: A randomized controlled trial. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(1), 103–114. <https://doi.org/10.3758/s13415-019-00755-7>
- Aziz, R., Sidik, N. A. H., Trimansyah, T., Khasanah, N., & Yulia, N. M. (2020). Model Suasana Kelas yang Mensejahterakan Siswa Tingkat Pendidikan Dasar. *Mediapsi*, 6(2), 94–101. <https://doi.org/10.21776/ub.mps.2020.006.02.3>
- Botdorf, M., Canada, K. L., & Riggins, T. (2022). A meta-analysis of the relation between hippocampal volume and memory ability in typically developing children and adolescents. *Hippocampus*, 32(5), 386–400. <https://doi.org/10.1002/HIPO.23414>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., Vanpatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- Ernilah, E., Toharudin, M., Saefudin Wahid, F., Studi, P., Guru, P., Dasar, S., Keguruan, F., & Pendidikan, I. (2022). Pengaruh Lingkungan Keluarga dan Teman Sebaya Terhadap Kecerdasan Emosional Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah*

- KONTEKSTUAL, 3(02), 158–166.  
<https://doi.org/10.46772/KONTEKSTUAL.V3I02.665>
- Febianti, Y. N., & Joharudin, M. (2017). FAKTOR-FAKTOR EKSTERN YANG MEMPENGARUHI PRESTASI BELAJAR MAHASISWA. *Edunomic Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 5(2), 76–88. <https://doi.org/10.33603/EJPE.V5I2.246>
- Fitri, R. (2017). Metakognitif pada Proses Belajar Anak dalam Kajian Neurosains. *JP (Jurnal Pendidikan) : Teori Dan Praktik*, 2(1), 56–64. <https://doi.org/10.26740/JP.V2N1.P56-64>
- Hakim, R., Lahmi, A., & Doktor Studi Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, P. (2025). PERKEMBANGAN OTAK DAN PERAN NUTRISI DALAM MENDUKUNG PRESTASI BELAJAR SISWA SEKOLAH DASAR. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(01), 250–259. <https://doi.org/10.23969/JP.V10I01.23431>
- Hashimoto, T., Matsuzaki, Y., Yokota, S., & Kawashima, R. (2022). Academic achievements and brain volume development in children and adolescents. *Cerebral Cortex Communications*, 3(4), 1–7. <https://doi.org/10.1093/TEXCOM/TGAC048>
- Purwanto, M. A. (2016). FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRESTASI BELAJAR KEWIRAUSAHAAN SISWA KELAS XII SMK NASIONAL BERBAH TAHUN AJARAN 2012/2013.
- Rahmawati, Y. (2015). PENGARUH KONDISI EKONOMI ORANG TUA, LINGKUNGAN SEKOLAH, DAN PRESTASI BELAJAR TERHADAP MINAT MELANJUTKAN PENDIDIKAN TINGGI. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 3(2). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/13183>
- Simões de Almeida, R., Rodrigues, A., Tavares, S., Barreto, J. F., Marques, A., & Trigueiro, M. J. (2025). Mental Health and Lifestyle Factors Among Higher Education Students: A Cross-Sectional Study. *Behavioral Sciences* (Basel, Switzerland), 15(3). <https://doi.org/10.3390/bs15030253>
- Siregar, S., Malau, L., & Siregar, G. N. S. (2022). Belajar Matematika Siswa Kelas VII SMP Negeri 6 Pematangsiantar T.A.2022/2023. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 2910–2922. <https://doi.org/10.31004/JPDK.V4I6.8663>
- Susanti, D., Sukarnih Putri, M., & Panca Sakti Bekasi, U. (2023). Peran Fungsi Eksekutif Otak pada Perkembangan Anak. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(01), 22–32. <https://doi.org/10.59141/JAPENDI.V4I01.1524>

- Sutrisno, & Yulia, N. M. (2022). Teacher Competency Development in Designing Learning in the Independent Curriculum. *AL-MUDARRIS*:, 5(1).
- Sutrisno, Yulia, N. M., & Fithriyah, D. N. (2022). Mengembangkan Kompetensi Guru dalam Melaksanakan Evaluasi Pembelajaran di Era Merdeka Belajar. *Zahra*, 3(1), 52–60.
- Tanguay, A. F. N., Gardam, O., Archibald, J., Ayson, G., & Atance, C. M. (2023). Using an episodic specificity induction to improve children's future thinking. *Frontiers in Psychology*, 14, 1249090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1249090>
- Wati, F. A., & Isroah, I. (2019). PENGARUH LINGKUNGAN TEMAN SEBAYA, LINGKUNGAN KELUARGA, DAN MOTIVASI BELAJAR TERHADAP PRESTASI BELAJAR AKUNTANSI SISWA KELAS XII IPS SMA NEGERI 1 SEWON TAHUN AJARAN 2018/2019. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 17(1), 112–126. <https://doi.org/10.21831/JPAI.V17I1.26516>
- Lauren, L. S. (2025). Neuropsikologi Integrasi Fungsi Otak dan Manifestasi Perilaku. *Literacy Notes*, 1(1).
- Maulita, R., & Suryana, E. (2022). Neurosains dalam Proses Belajar dan Memori. Inovatif: *Jurnal Penelitian Pendidikan, Agama, dan Kebudayaan*, 8(2), 216-231.
- Dahlan, D., Lahmi, A., & Hakim, R. (2025). Integrasi Kerja Otak dalam Proses Pendidikan dan Belajar. *Al-Muaddib: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, 7(2), 265-278.
- Hidayat, H., Nelvi, M., Rahmat, A., Fitri, Y., & Gusneti, I. (2025). Mengenal Gejala Jiwa dengan Menelusuri Proses Mental Manusia dari Pengamatan Hingga Intelelegensi. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(02), 207-212.
- Fatwakiningsih, N. (2016). Rehabilitasi Neuropsikologi dalam Upaya Memperbaiki Defisit Executive Function (Fungsi Eksekutif) Klien Gangguan Mental. *Journal An-Nafs: Kajian Penelitian Psikologi*, 1(2), 320-335.
- Septianto, I. (2023). Memori dan Proses Terjadinya Gerak (Aplikasi dalam Permainan Engklek). *Journal Olahraga Rekat (Rekreasi Masyarakat)*, 2(2), 7-18.
- Brown, H. D. (2007). *Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy* (3rd ed.). Pearson Education.
- Berk, L. E. (2018). *Development through the lifespan* (7th ed.). Pearson.
- Cameron, L. (2001). *Teaching Languages to Young Learners*. Cambridge University Press.
- Canale, M., & Swain, M. (1980). Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing. *Applied Linguistics*, 1(1), 1–47.
- Chomsky, N. (2006). *Language and mind* (3rd ed.). Cambridge University Press.

- Derewianka, B., & Jones, P. (2016). *Teaching language in context* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Eggins, S. (2004). *An introduction to systemic functional linguistics* (2nd ed.). Continuum.
- Fairclough, N. (1995). *Critical discourse analysis: The critical study of language*. Longman.
- Field, J. (2003). *Psycholinguistics: A resource book for students*. Routledge.
- Garton, A., & Pratt, C. (2009). *Learning to be literate: The development of spoken and written language* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Gastaldon, S., et al. (2024). *Predictive language processing: integrating comprehension and production perspectives*. Frontiers in Psychology.
- Gibbons, P. (2015). *Scaffolding language, scaffolding learning: Teaching English language learners in the mainstream classroom* (2nd ed.). Heinemann.
- Grabe, W., & Stoller, F. L. (2013). *Teaching and researching reading* (2nd ed.). Routledge.
- Halliday, M. A. K. (1994). *An introduction to functional grammar* (2nd ed.). Edward Arnold.
- Halliday, M. A. K., & Matthiessen, C. M. I. M. (2014). *Halliday's introduction to functional grammar* (4th ed.). Routledge.
- Hasibuan, K. (2012). *Teaching Speaking As A Productive Skill*. Journal of English and Arabic Language Teaching. Vol 3 No 1
- Hulme, C., & Snowling, M. J. (2014). *The science of reading: A handbook* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Hymes, D. (1972). On communicative competence. In J. B. Pride & J. Holmes (Eds.), *Sociolinguistics* (pp. 269–293). Penguin.
- Levelt, W. J. M. (1993). *Speaking: From intention to articulation*. MIT Press.
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking: A Sociocultural Approach*. Routledge.
- Martin, J. R., & Rose, D. (2007). *Working with discourse: Meaning beyond the clause* (2nd ed.). Continuum.
- Nation, I. S. P., & Newton, J. (2009). *Teaching ESL/EFL listening and speaking*. Routledge.
- Owens, R. E. (2016). *Language development: An introduction* (9th ed.). Pearson.
- Pateda, M. (2011). *Semantik Leksikal*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). *Approaches and methods in language teaching* (3rd ed.). Cambridge University Press.

- Slavin, R. E. (2014). *Cooperative Learning in Schools*. International Academy of Education
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2012). *The science of reading: A handbook*. Blackwell Publishing.
- Scarborough, H. S. (2011). Early identification of reading disabilities. In M. L. Kamil et al. (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 4). Routledge.
- Traxler, M. (2012). *Introduction to psycholinguistics: Understanding language science*. Wiley-Blackwell.
- Tarigan, H. G. (2008). *Menyimak sebagai suatu keterampilan berbahasa*. Angkasa.
- Vandergrift, L., & Goh, C. C. M. (2012). *Teaching and learning second language listening: Metacognition in action*. Routledge
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100.
- Anisah, Z. (2019). Relevansi Operasional Bahasa dengan Otak Manusia. *Stilistika: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 12(2), 187–196. <https://doi.org/10.30651/st.v12i2.2901>
- Amira, H. (2024). Psychological and Educational Approach in Teaching and Learning Foreign Languages. *Turkish Academic Research Review*, 9(3), 242–258. <https://doi.org/10.30622/tarr.1466024>
- Azzahra, M., Gunawan, G., & Pratomo, H. T. A. (2025). Working Memory dan Pemahaman Kosakata Anak. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(1), 6682–6691. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i1.17568>
- Bautista-Vallejo, J. M., Hernández-Carrera, R. M., Moreno-Rodriguez, R., & Lopez-Bastias, J. L. (2020). Improvement of Memory and Motivation in Language Learning in Primary Education through the Interactive Digital Whiteboard (IDW): The Future in a Post-Pandemic Period. *Sustainability*, 12(19), 8109. <https://doi.org/10.3390/su12198109>
- ElAdl, A. M., & Eissa Saad, M. A. (2019). Effect of a Brain-Based Learning Program on Working Memory and Academic Motivation among Tenth Grade Omani Students. *Psycho-Educational Research Reviews*, 8(1), 42–50.

- Fikria, S. N., Rumapea, V. S. D., & Noviyanti, S. (2025). Hubungan dan Cara Kerja Bahasa dengan Otak Manusia. *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu Pendidikan*, 6(1), 88–95. <https://doi.org/10.55681/nusra.v6i1.3313>
- Harerimana, J. P. (2019). Brain-Based and Learning Theories: Application of Theories in the Classroom. *European Journal of Education Studies*. <https://doi.org/10.46827/ejes.v0i0.2356>
- Hepi Andini, S., Novitasari, N., & Noviyanti, S. (2023). Hubungan Otak dengan Kemampuan Berbahasa Manusia. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(5), 11134–11143.
- Kintsch, W. (1974). *The Representation of Meaning in Memory*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315794563>
- Nurhayati, S., Suryana, E., & Abdurrahmansyah. (2022). Neurosains dan Kemampuan Berbahasa dalam Pembelajaran. *Inovatif: Jurnal Penelitian Pendidikan, Agama, dan Kebudayaan*, 8(2), 232–242. <https://doi.org/10.55148/inovatif.v8i2.263>
- Resende, E. D. P. F., Rosen, H. J., Chiang, K., Staffaroni, A. M., Allen, I., Grinberg, L. T., ... & Caramelli, P. (2018). Primary School Education May Be Sufficient to Moderate a Memory-Hippocampal Relationship. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 381. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00381>
- Sankalaite, S., Huizinga, M., Warreyn, P., Dewandeleer, J., & Baeyens, D. (2023). The Association between Working Memory, Teacher-Student Relationship, and Academic Performance in Primary School Children. *Frontiers in Psychology*, 14, 1240741. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240741>
- Sari, D. K., & Widayati, S. (2022). Peran Kemampuan Bahasa dan Ingatan dalam Pendidikan Dasar. Dalam *Antologi Neurosains dalam Pendidikan* (hlm. 161).
- Sholihah, R. A. (2022). Language and Brain: Neurological Aspects in Language Acquisition. *MUHARRIK: Jurnal Dakwah dan Sosial*, 5(1), 215–228. <https://doi.org/10.37680/muharrik.v5i1.1069>
- Syifa, S. N. R., Rahmawati, N., & Noviyanti, S. (2024). Bahasa dan Otak Manusia. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 10(4), 223–229. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v10i04.5159>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201–215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Djamarah, S. B. (2021). *Psikologi Belajar*. Rineka Cipta.

- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 340–347. <https://doi.org/10.1162/089892902317361886>
- Fisher, A. V., Godwin, K. E., & Seltman, H. (2014a). Visual Environment, Attention Allocation, and Learning in Young Children. *Psychological Science*, 25(7), 1362–1370. <https://doi.org/10.1177/0956797614533801>
- Fisher, A. V., Godwin, K. E., & Seltman, H. (2014b). Visual Environment, Attention Allocation, and Learning in Young Children. *Psychological Science*, 25(7), 1362–1370. <https://doi.org/10.1177/0956797614533801>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology* (Vol. 2). Henry Holt and Company. <https://doi.org/10.1037/11059-000>
- Khairunnisa, R., Kusumarini, E., & Riyandana, A. (2023). Pentingnya Penggunaan Ice Breaking Terhadap Fokus Belajar Siswa Kelas VD di SDN 012 Samarinda Ulu Tahun Pembelajaran 2022/2023. *Jurnal Pendas Mahakam*, 8, 50–54. <https://jurnal.fkip-uwgm.ac.id/index.php/pendasmahakam/article/view/1363/725>
- Kholid, I. (2023). Pengaruh Pendekatan Contextual Teaching And Learning (CTL) Terhadap Keaktifan Belajar Siswa. *Tarunaedu: Journal of Education and Learning*, 1(1), 68–82. <https://doi.org/10.54298/tarunaedu.v1i1.134>
- Kuznekoff, J. H., & Titsworth, S. (2013). The Impact of Mobile Phone Usage on Student Learning. *Communication Education*, 62(3), 233–252. <https://doi.org/10.1080/03634523.2013.767917>
- Latifah, N., & Supena, A. (2021). Analisis Attention Siswa Sekolah Dasar Dalam Pembelajaran Jarak Jauh di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1175–1182. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.887>
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 134–140. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009). Cognitive control in media multitaskers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15583–15587. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903620106>
- Ormrod, J., & Jones, B. D. (2018). *Essentials of Educational Psychology: Big Ideas to Guide Effective Teaching*. Pearson.

- [https://www.researchgate.net/publication/352354491\\_Essentials\\_of\\_Educational\\_Psychology\\_Big\\_Ideas\\_to\\_Guide\\_Effective\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/352354491_Essentials_of_Educational_Psychology_Big_Ideas_to_Guide_Effective_Teaching)
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13(1), 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on Attention Networks as a Model for the Integration of Psychological Science. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>
- Putra, M. R. (2024). Hubungan Pengguna Gadget dengan Tingkat Konsentrasi Belajar Pada Siswa Siswi Kelas 4-6 SD. *Well Being*, 9(2), 296–301. <https://doi.org/10.51898/wb.v9i2.310>
- Rueda, M. R., Moyano, S., & Rico-Picó, J. (2023). Attention: The Grounds of Self-Regulated Cognition. *WIREs Cognitive Science*, 14(1). <https://doi.org/10.1002/wcs.1582>
- Schunk, D., Meece, J., & Pintrich, P. (2014). Motivation in Education Theory, Research and Applications (4th ed.). Pearson Education Limited.
- Slameto. (2008). Proses Belajar Mengajar. Remaja Rosdakarya.
- Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2006). The Restless Mind. *Psychological Bulletin*, 132(6), 946–958. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.6.946>
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1989). Introduction to cognitive rehabilitation: Theory and Practice. The Guilford Press.
- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2017). Cognitive Psychology (7th ed.). Cengage Learning.
- Wahyudi, I., & Neviyarni, N. (2021). Analisis Terhadap Perhatian Dan Belajar Perseptual Dalam Aktivitas Belajar Siswa. *EDUKATIF :Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 124–134. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i1.231>
- Alexander, P. A. (2016). Relational thinking and relational reasoning: Harnessing the power of patterning. *npj Science of Learning*, 1, Article 16004. <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.4>

- Azmidar, A. (2022). Using the Concrete-Representational-Abstract (CRA) approach to improve mathematical representation ability at elementary school. *Jurnal PMIPA FKIP Universitas Lampung*.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baumanns, L., Pitta-Pantazi, D., Demosthenous, E., Lilienthal, A. J., Christou, C., & Schindler, M. (2024). Pattern-recognition processes of first-grade students: An explorative eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 1663–1682. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10441-x>
- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12(5), 23–37
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641–1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Burgoyne, K., Witteveen, K., Tolan, A., Malone, S., & Hulme, C. (2017). Pattern understanding: Relationships with arithmetic and reading development. *Child Development Perspectives*, 11(4), 239–244. <https://doi.org/10.1111/cdep.12240>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dumontheil, I. (2014). Development of abstract thinking during childhood and adolescence: The role of rostralateral prefrontal cortex. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 57–76. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.07.009>
- Dumontheil, I. (2014). Development of abstract thinking during childhood and adolescence: The role of rostralateral prefrontal cortex. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 57–76. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.07.009>
- Fadluloh, M., & Winarti, W. (2017). Strategi metakognisi untuk meningkatkan kemampuan penalaran siswa SMA pada materi suhu dan kalor. *Papua Journal of Physics Education*, 1(2). <https://doi.org/10.31957/pjpe.v1i2.1394>
- Halford, G. S., Wilson, W. H., & Phillips, S. (2010). Relational knowledge: The foundation of higher cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(11), 497–505.

- Isnaeni, N. (2020). The effect of concrete–representational–abstract assisted teaching on students' math achievement. *Edumatica*, 10(1), 45–54.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher*, 28(2), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X028002016>
- Kusmaryono, I. (2018). Analysis of abstract reasoning from Grade 8 students: The transition from concrete thinking to abstract thinking. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 7(2), 69–82. <https://doi.org/10.22460/infinity.v7i2.841>
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive reasoning: A pattern of reasoning and its evolutionary basis. *Science & Education*, 12(2), 189–206
- Liu, C. (2022). Primary school students' mathematical abstract thinking ability and its training strategy—Taking “number and algebra” as an example. *International Journal of Mathematics and Systems Science*, 6(2). <https://doi.org/10.24294/ijmss.v6i2.2457>
- Nurrahmah, A., Agustina, L., & Nurhayati, N. (2021). Students' abstract thinking abilities in terms of mathematical disposition. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 147-160. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8652>
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413–448. <https://doi.org/10.3102/00346543076003413>
- Niebaum, J., & Munakata, Y. (2023). The development of relational reasoning: An eyetracking analysis of strategy use and adaptation in children and adults performing matrix completion. *Open Mind (Camb)*, 7, 197–220. [https://doi.org/10.1162/opmi\\_a\\_00078](https://doi.org/10.1162/opmi_a_00078)
- Perret, P., Bailleux, C., & Dauvier, B. (2011). The influence of relational complexity and strategy selection on children's reasoning in the Latin Square Task. *Cognitive Development*, 26(2), 127-141. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2010.12.003>
- Putri, H. E., et al. (2020). Influence of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach on primary school students' mathematical reasoning ability. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 121-130.
- Rahmawati, F., & Wibisono, A. (2022). Fostering metacognitive skills in elementary students through reflective questioning. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 7(2), 65–74.

- Rivera, F. D. (2018). Pattern generalization processing of elementary students: Cognitive factors affecting the development of exact mathematical structures. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(9). <https://doi.org/10.29333/ejmste/92554>
- Torres, M. D. (2021). Generalization process by second grade students in mathematics learning. *Mathematics* (MDPI), 9(10), 1109.
- Wang, R. (2021). The learning theories of Piaget, Vygotsky & Bruner and their influence on teaching. *Advances in Vocational and Technical Education*, 3(1), 32–35. <https://doi.org/10.23977/avte.2021.030109>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *SAGE Open*, 10(1), 1-14. <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
- Yunita, T. (2023). Metacognitive intervention on mathematical reasoning among primary school students. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 29(2), 145–156.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172–223.
- Ahmadzadeh, M., Cosco, T. D., Best, J. R., Christie, G. J., & DiPaola, S. (2023). *Predictors of the rate of cognitive decline in older adults using machine learning*. *PLOS ONE*, 18(3), e0280029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280029>
- American Psychological Association. (2023). *Ethical principles of psychologists and code of conduct*. <https://www.apa.org/ethics/code>
- Arrieta, A. B., et al. (2020). *Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI*. *Information Fusion*, 58, 82–115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>
- Arvidsson, I., Strandberg, O., Palmqvist, S., Stomrud, E., Cullen, N., Janelidze, S., Tideman, P., Heyden, A., Åström, K., Hansson, O., & Mattsson-Carlgren, N. (2024). *Comparing a pre-defined versus deep learning approach for extracting brain atrophy patterns to predict cognitive decline due to Alzheimer's disease*. *Alzheimer's Research & Therapy*, 16, 61. <https://doi.org/10.1186/s13195-024-01428-5>
- Babl, S. S., & Sigurdsson, T. (2025). *The dorsal and ventral hippocampus contribute differentially to spatial working memory and spatial coding in the prefrontal*

- cortex. PLOS Biology*, 23(4), e3003140. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3003140>
- Bonhage, C. E., Meyer, L., Friederici, A. D., & Mueller, J. L. (2022). *Cognitive neuroscience perspectives on language acquisition and other cognitive domains*. **Brain Sciences**, 13(12), 1613. <https://doi.org/10.3390/brainsci13121613>
- Corballis, M. C. (2019). *Language, memory, and mental time travel: An evolutionary perspective*. **Frontiers in Human Neuroscience**, 13, 217. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00217>
- Deldar, Z., Gevers-Montoro, C., Khatibi, A., & Ghazi-Saidi, L. (2020). *The interaction between language and working memory: A systematic review of fMRI studies in the past two decades*. **AIMS Neuroscience**, 7(1), 1–26. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2021001>
- Eichenbaum, H. (2017). *The role of the hippocampus in navigation is memory*. **Journal of Neurophysiology**, 117(4), 1785–1796. <https://doi.org/10.1152/jn.00005.2017>
- Floridi, L., & Cowls, J. (2022). *A unified framework of five principles for AI in society*. **Philosophy & Technology**, 35(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s13347-022-00551-x>
- Friederici, A. D. (2020). *Hierarchical language processing in the brain: From sentences to discourse*. **Trends in Cognitive Sciences**, 24(6), 447–458. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.03.011>
- Li, W., Zeng, L., Yuan, S., Shang, Y., Zhuang, W., Chen, Z., & Lyu, J. (2023). *Machine learning for the prediction of cognitive impairment in older adults*. **Frontiers in Neuroscience**, 17. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1158141>
- Lopopolo, A., Fedorenko, E., Levy, R., & Rabovsky, M. (2024). *Cognitive computational neuroscience of language: Using computational models to investigate language processing in the brain*. **Neurobiology of Language**, 5(1), 1–6. [https://doi.org/10.1162/nol\\_e\\_00131](https://doi.org/10.1162/nol_e_00131)
- MacKay, D. G. (2019). *Interactions between language, thought, and perception: Cognitive and neuropsychological approaches*. Carnegie Mellon University.
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). *Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations*. **Science**, 366(6464), 447–453. <https://doi.org/10.1126/science.aax2342>
- Ruggiero, R. N., Rossignoli, M. T., Benette Marques, D., Monteiro de Sousa, B., Romcy-Pereira, R., & Lopes-Aguiar, C. (2021). *Neuromodulation of hippocampal-*

- prefrontal cortical synaptic plasticity and functional connectivity: Implications for neuropsychiatric disorders.* **Frontiers in Cellular Neuroscience**, **15**, 732360. <https://doi.org/10.3389/fncel.2021.732360>
- Sartori, G., & Orrù, G. (2023). *Language models and psychological sciences.* **Frontiers in Psychology**, **14**, 1279317. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1279317>
- Snijte, J., Setton, R., Mwilambwe-Tshilobo, L., Rajah, M. N., Sheldon, S., Turner, G. R., & Spreng, R. N. (2024). *Structure–Function Interactions in the Hippocampus and Prefrontal Cortex Are Associated with Episodic Memory in Healthy Aging.* **eNeuro**, **11**(3). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0418-23.2023>
- Wang, C., Tachimori, H., Yamaguchi, H., Sekiguchi, A., Li, Y., & Yamashita, Y. (2024). *A multimodal deep learning approach for the prediction of cognitive decline and its effectiveness in clinical trials for Alzheimer’s disease.* **Translational Psychiatry**, **14**, 105. <https://doi.org/10.1038/s41398-024-02819-w>
- Weiss, P. H., & Fink, G. R. (2021). *Missing links: The functional unification of language and memory (LUM).* **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, **124**, 91–105. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.02.004>
- Wolff, C. E. (2025). *Artificial intelligence and natural language processing in modern clinical neuropsychology: A narrative review.* **The Clinical Neuropsychologist**. <https://doi.org/10.1080/13854046.2025.2547934>
- Ying, H., Pranolo, A., Nuryana, Z., & Syafitri, A. I. (2024). *Emerging trends in the evolution of neuropsychology and artificial intelligence: A comprehensive analysis.* **Telematics and Informatics Reports**, **16**, 100171. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2024.100171>
- Yuste, R., Goering, S., Bi, G., et al. (2017). *Four ethical priorities for neurotechnologies and AI.* **Nature**, **551**(7679), 159–163. <https://doi.org/10.1038/551159a>
- Zhong, J., et al. (2024). *Machine learning-based prediction models for cognitive decline and risk stratification.* **Neurocomputing**, **574**, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.127138>
- Ahonen, L. (2019). Challenges to The Implementation of Developmentally Appropriate Practice. CSP Theses Repository. DigitalCommons CSP.
- Ardi, M., Kusmaedi, N., Juliantine, T., & Budiana, D. (2025). Game Learning Model Through Developmentally Appropriate Practice (DAP) Approach to Increase Elementary School Students’ Learning Motivation. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, **58**(1). <https://doi.org/10.23887/jpp.v58i1.90874>

- Benjamin, A. (2021). Developmentally Appropriate Practice and Music Education in the Primary School. *Asian Research Journal of Arts & Social Sciences*, 15(1). 35-42. <https://doi.org/10.9734/arjass/2021/v15i130250>.
- Berk, L. (2013). *Child development*. Boston, MA: Pearson.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2015). *Vygotskian Perspective on Literacy Development*. Boston, MA: Pearson.
- Bredekamp, S., & Copple, C. (1997). *Developmentally Appropriate Practice in Early Childhood Programs*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children (NAEYC).
- Bredekamp, S. (2014). *Effective Practices in Early Childhood Education: Building a Foundation*. Boston, MA: Pearson.
- Brown, C. P., Feger, B. S., & Mowry, B. (2015). Helping Others Understand Academic Rigor in Teachers' Developmentally Appropriate Practices. *Young Children*, 70(4), 62–69.
- Copple, C., & Bredekamp, S. (2006). *Basics of Developmentally Appropriate Practice*. Washington DC: National Association for the Education of Young Children.
- Copple, C., & Bredekamp, S. (2009). *Developmentally appropriate practice in early childhood programs serving children from birth through age 8* (3rd ed.). Washington, DC: NAEYC.
- Cunningham, D. D. (2014). Re-Conceptualizing Early Childhood Teacher Education: Enacting a Paradigm Shift to Bring Developmentally Appropriate Practice to Higher Education. *Critical Questions in Education*, 5(1), 52–63.
- Erikson, E. H. (1963). *Childhood and society*. New York, NY: Norton.
- Essa, E. (2019). *Introduction to Early Childhood Education*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Essuman, S.A., Korda, D.R. and Essigyan, P.K. (2021). Investigating the Developmentally Appropriate Practices of Teachers in the Early Childhood Classroom. *International Journal of Liberal Arts and Social Science*, 9(4).
- Gestwicki, C. (2007). *Developmentally Appropriate Practice Curriculum and Development in Early Education*. New York: Thomson Delmar Learning.
- Gestwicki, C. (2016). *Developmentally Appropriate Practices: Curriculum and Education*. (6rd ed), Cengage Learning Issue, 138.
- Hegde, A.V. and Hewett, B.S., 2021. Examining the Effectiveness of Online Teaching Modules on Developmentally Appropriate Practices (DAP) for Guiding Young

- Children's Behavior: Student and Instructor Perspectives. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 42(1), 93-109.
- Ilfiandra. (2011). Program Pengembangan Anak Usia Dini dalam Perspektif Developmentally Appropriate Practice. *Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). Kurikulum 2013. Jakarta: Kemendikbud.
- Kessler, S. (2024). Curriculum Theory and Developmentally Appropriate Practice. *Journal of Curriculum Studies*. <https://doi.org/10.1080/09669760.2024.2370845>
- McAfee, O., Leong, D. J., & Bodrova, E. (2016). Assessing and Guiding Young Children's Development and Learning. Boston, MA: Pearson.
- Meschke, L. L., Peter, C. R., & Bartholomae, S. (2012). Developmentally Appropriate Practice to Promote Healthy Adolescent Development: Integrating Research and Practice. *Child & Youth Care Forum*, 41, 89–108.
- Mulatie, M. M. (2023). Preschool Teachers' Beliefs and Practices of Developmentally Appropriate Practice (DAP). *Journal of Early Childhood Research*, 21(2). <https://doi.org/10.1177/1476718X221145464>.
- Muzamil, M. (2020). Penerapan Metode Developmentally Appropriate Practices (DAP) untuk Meningkatkan Kemampuan Membaca Abjad Arab Anak Usia Dini di TPQ Subulussalam Surabaya. *Piwulang: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 3(1), 1– 15.
- National Association for the Education of Young Children (NAEYC). (2009). Developmentally Appropriate Practice in Early Childhood Programs Serving Children from Birth Through Age 8. Washington, DC: NAEYC.
- National Association for the Education of Young Children (NAEYC). (2020). Developmentally Appropriate Practice: A Position Statement of the National Association for the Education of Young Children (4th ed.). Washington, DC: NAEYC.
- Pertiwi, F., Abdulhak, I., & Hasanah, V. R. (2018). Pengaruh Pelaksanaan Pelatihan Developmentally Appropriate Practice Terhadap Peningkatan Kompetensi Pedagogik. *JPPM (Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 5(2), 142–153. <https://doi.org/10.21831/jppm.v5i2.20124>.
- Piaget, J. (1972). The Psychology of The Child. New York, NY: Basic Books.
- Rattana-Umpa, N., Tanwatthanakul, J., Sota, C. and Santiboon, T.T. (2021). Developmentally Appropriate Practices on Knowledge Skills for Contributing Child's Intelligences of Receptive Language Skills in Appropriate and

- Inappropriate Early Childhoods. *Archives of Psychiatry and Mental Health*, 5(1), 042-050.
- Ridlo, A. K. (2024). Gambaran Pembelajaran Berbasis Developmentally Appropriate Practice (DAP) di Sekolah Dasar: Literature review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 6(1).
- Sanders, K., & Farago, F. (2018). Developmentally Appropriate Practice in The Twenty-first Century. *International Handbook of Early Childhood Education*, 1379–1400.
- Shao, J., et al. (2023). Effects of Regulated Learning Scaffolding on Regulation Strategies and Academic Performance: A Meta-analysis. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1206696>
- Sun, L., Kangas, M., Ruokamo, H., & Siklander, S. (2023). A Systematic Literature Review of Teacher Scaffolding in Game-Based Learning in Primary Education. *Educational Research Review*, 40, Article 100546. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100546>.
- Tariman, J.D. (2022). Developmentally Appropriate Practices for Learners' Literacy in Public Elementary Schools. *South Florida Journal of Development*, 3(2).
- Van Horn, M. L., & Ramey, C. T. (2003). The Effects of Developmentally Appropriate Practices on Academic Outcomes Among Former Head Start students and classmates grades 1–3. *Journal of Research in Childhood Education*.
- Vengopal, K. (2015). Blooming flowers: A case for Developmentally Appropriate Practice. *Journal of Early Childhood Research*, 13(2), 126–136.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Yhunanda, Y., Yoenanto, N. H., & Nawangsari, N. A. F. (2023). Strategi Pembelajaran Guru yang Efektif dalam Perspektif Prinsip DAP (Developmentally Appropriate Practice) di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 9(1). <https://doi.org/10.58258/jime.v9i1.443>.
- Yuniastuti, E. (2015). Penerapan Pembelajaran Tari Gantar Untuk Meningkatkan Motorik Kasar Anak Usia Dini Dengan Menggunakan Konsep Developmentally Appropriate Practice (DAP). *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 15(3).
- Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 278–291. <https://doi.org/10.1038/nrn2334>

- Awh, E., Armstrong, K. M., & Moore, T. (2006). Visual and oculomotor selection: Links, causes and implications for spatial attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.01.001>
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bruner, J. S. (1964). The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1037/h0044160>
- Cantlon, J. F., & Li, R. (2013). Neural Activity during Natural Viewing of Sesame Street Statistically Predicts Test Scores in Early Childhood. *PLoS Biology*, 11(1), e1001462. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001462>
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(3), 104–110. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.011>
- Christoff, K., Prabhakaran, V., Dorfman, J., Zhao, Z., Kroger, J. K., Holyoak, K. J., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Rostrolateral Prefrontal Cortex Involvement in Relational Integration during Reasoning. *NeuroImage*, 14(5), 1136–1149. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0922>
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van Der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139(1), 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.05.035>
- Cowan, N. (2010). The Magical Mystery Four: How is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51–57. <https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The Cognitive Neuroscience of Working Memory. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 115–142. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015031>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>

- Em, M., Dj, F., G, K., Ek, M., & T, P. (2008). Dynamic population coding of category information in inferior temporal and prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 100(3). <https://doi.org/10.1152/jn.90248.2008>
- Fisher, A. V., Godwin, K. E., & Seltman, H. (2014). Visual Environment, Attention Allocation, and Learning in Young Children: When Too Much of a Good Thing May Be Bad. *Psychological Science*, 25(7), 1362–1370. <https://doi.org/10.1177/0956797614533801>
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2011). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393–408. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 637–671. <https://doi.org/10.3758/bf03196323>
- Krawczyk, D. C. (2012). The cognition and neuroscience of relational reasoning. *Brain Research*, 1428, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.11.080>
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283–302. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2004.04.002>
- Oberauer, K. (2019). Working Memory and Attention – A Conceptual Analysis and Review. *Journal of Cognition*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.5334/joc.58>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Postle, B. R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139(1), 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.06.005>
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccoccia, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931–14936. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506897102>

- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*. Macmillan.  
[https://www.researchgate.net/publication/289963462\\_Learning\\_to\\_think\\_mathematically\\_Problem\\_solving\\_metacognition\\_and\\_sense\\_making\\_in\\_mathematics](https://www.researchgate.net/publication/289963462_Learning_to_think_mathematically_Problem_solving_metacognition_and_sense_making_in_mathematics)
- Sreenivasan, K. K., Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2014). Revisiting the role of persistent neural activity during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(2), 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.001>
- Zenner, C., Herrnleben-Kurz, S., & Walach, H. (2014). Mindfulness-based interventions in schools—a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00603>

## **GLOSARIUM**

**1. Abstract Reasoning**

Kemampuan kognitif untuk mengidentifikasi pola, memahami hubungan konseptual, dan menggunakan simbol atau ide abstrak untuk memecahkan masalah.

**2. Accountable Talk**

Praktik diskusi terstruktur yang menekankan argumentasi berbasis bukti, kejelasan penalaran, dan tanggung jawab siswa dalam membangun pemikiran bersama.

**3. Age-Appropriate**

Kesesuaian aktivitas dan strategi pembelajaran dengan tahap perkembangan usia anak.

**4. Asesmen Autentik**

Penilaian berbasis tugas nyata melalui observasi, portofolio, atau kinerja yang menggambarkan kemampuan siswa secara holistik.

**5. Attention**

Kemampuan memfokuskan pikiran pada informasi tertentu sambil mengabaikan informasi yang tidak relevan.

**6. Attention Breaks**

Aktivitas singkat untuk memulihkan fokus dan mencegah kelelahan atensi selama pembelajaran.

**7. Concrete-Representational-Abstract (CRA)**

Model pembelajaran bertahap yang bergerak dari penggunaan benda konkret, representasi visual, hingga simbol abstrak.

**8. Cognitive Flexibility**

Kemampuan untuk berganti strategi, mengalihkan fokus, atau menyesuaikan pemikiran sesuai tuntutan situasi.

**9. Cognitive Load Theory (CLT)**

Teori tentang bagaimana beban kognitif memengaruhi proses belajar, terdiri dari intrinsic, extraneous, dan germane load.

## **10. Collaborative Learning**

Pendekatan pembelajaran berbasis kerja sama antar siswa untuk membangun pemahaman konsep secara kolektif.

## **11. Cultural-Appropriate**

Kesesuaian pembelajaran dengan latar sosial, nilai budaya, dan pengalaman hidup siswa.

## **12. Developmentally Appropriate Practice (DAP)**

Pendekatan pengajaran yang menyesuaikan pembelajaran dengan tahapan perkembangan, karakteristik individu, dan konteks budaya siswa.

## **13. Differentiated Instruction**

Strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan, kesiapan, dan gaya belajar masing-masing siswa.

## **14. Executive Functions**

Kemampuan kognitif tingkat tinggi seperti working memory, inhibitory control, dan cognitive flexibility untuk mengatur perilaku dan pemikiran.

## **15. Exploratory Learning**

Pembelajaran berbasis pengalaman langsung melalui eksplorasi, percobaan, dan interaksi aktif.

## **16. Formative Assessment**

Penilaian berkelanjutan untuk memonitor pemahaman siswa dan memperbaiki strategi pengajaran secara real time.

## **17. Inhibitory Control**

Kemampuan menahan impuls atau informasi yang tidak relevan untuk tetap fokus pada tugas.

## **18. Learning Centers**

Area belajar tematik di kelas yang dirancang untuk eksplorasi mandiri dan aktivitas berbasis pengalaman.

## **19. Metacognition**

Kemampuan untuk merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi proses berpikir diri sendiri.

## **20. Mindfulness**

Latihan kesadaran penuh pada momen saat ini untuk meningkatkan regulasi emosi dan kontrol atensi.

## **21. Orienting Network**

Sistem atensi yang berfungsi mengalihkan dan mengarahkan perhatian ke objek atau lokasi tertentu.

## **22. Scaffolding**

Dukungan sementara yang diberikan guru untuk membantu siswa memahami konsep baru hingga mereka mampu mandiri.

## **23. Selective Attention**

Kemampuan fokus pada satu rangsangan penting sambil mengabaikan distraksi.

## **24. Self-Regulation**

Kemampuan mengelola emosi, perhatian, dan perilaku untuk mencapai tujuan belajar.

## **25. Sustained Attention**

Kemampuan mempertahankan fokus secara konsisten dalam suatu periode waktu.

## **26. Symbolic Representation**

Tahap pemikiran yang menggunakan simbol dan abstraksi dalam memahami konsep.

## **27. Task Switching**

Kemampuan berpindah antar tugas atau aturan secara efisien tanpa kehilangan fokus.

## **28. Working Memory**

Sistem memori jangka pendek yang menyimpan dan mengolah informasi selama aktivitas berpikir.

## **29. Zone of Proximal Development (ZPD)**

Rentang kemampuan yang dapat dicapai siswa dengan bantuan guru atau teman yang lebih kompeten.

## BIODATA PENULIS



**Lalu Habiburrahman, M.Pd.** lahir di Penujak Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah. Saat ini tinggal di Desa Sukadana Kecamatan Bayan Lombok Utara. Pendidikan S1 di IAI Nurul Hakim Kediri Lombok Barat dan S2 di Universitas Sains Qur'an (UNSIQ) Wonosobo Jawa Tengah. Saat ini sedang lanjut studi S3 di Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

Awal karir tahun 2012-2019 menjadi kepala MTs. Babul Mujahidin Bayan, pada tahun 2020 diamanahkan sebagai kepala SMA Karya Lotara di Kecamatan Bayan. Sejak tahun 2014 telah menjadi dosen di STKIP HAMZAR dan aktif menulis diberbagai jurnal ilmiah, 9 September 2023 sampai saat ini diamanahkan menjadi Ketua STKIP HAMZAR.

Email. [laluhabibbayan@gmail.com](mailto:laluhabibbayan@gmail.com)



**Nurul Mahruzah Yulia., S.Pd., M.Pd.** lahir di Jombang, 22 Juli 1995 seorang Dosen PGMI di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Lulusan S1 Jurusan PGMI Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng pada tahun 2017. Pada Tahun 2020 Lulus S2 PGMI Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Dasar di UNESA dengan Beasiswa Indonesia Bangkit (BIB) LPDP-Kemenag.



**Akhmad Rozi Hapsari, S.Si, MM**, lahir di Jombang pada 24 Agustus 1984, adalah seorang praktisi pendidikan yang memiliki keahlian dalam manajemen kurikulum dan sumber daya manusia. Saat ini, ia tinggal bersama istrinya di Sidoarjo.

Sebagai seorang pendidik yang berpengalaman, pria yang akrab dipanggil Rozi ini telah menempuh pendidikan tinggi, yakni S1 Matematika Unesa selama tahun 2002 hingga 2006 dan S2 Manajemen UPN Veteran Jawa Timur selama tahun 2016 hingga 2018. Pada tahun 2025, Rozi Hapsari kembali melanjutkan pendidikannya di S3 Pendidikan Dasar Unesa

Rozi telah mendapatkan sertifikasi sebagai Guru Profesional dari Kemenristekdikti pada tahun 2016. Pada tahun yang sama, ia tersertifikasi sebagai Kepala Sekolah oleh Kemendikbud. Selain itu, ia juga tersertifikasi sebagai Konsultan oleh Next Edu (asuhan Ustaz Alm. Munif Chatib) dan Kepemimpinan oleh Dale Carnegie. Ia memulai karirnya sebagai tentor di beberapa bimbingan belajar ternama, seperti Ganesha Operation, Primagama, dan IPIEMS antara tahun 2005 hingga 2008. Ia juga pernah menjadi dosen matematika di Unika Darma Cendika Surabaya selama tahun 2006 hingga 2007.

Pria yang penuh senyum ini bergabung dengan Sekolah At Taqwa Surabaya menjadi guru pada tahun 2006. Pada tahun 2008, ia dipercaya menjadi wali kelas. Hanya berselang 9 bulan, ia kemudian diamanahi menjadi Wakil Kepala Sekolah bidang Kurikulum hingga tahun 2012. Pengalamannya di bidang kurikulum membawanya menjadi Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan (Litbang) LPI At Taqwa Surabaya selama tahun 2012 hingga 2023.

Sosok yang juga tersertifikasi Tilawati pada tahun 2009 ini, pernah diamanahi membantu Departemen Litbang Sekolah Raudlatul Jannah Sidoarjo selama tahun 2015 hingga 2017. Ia pernah menjadi Konsultan Kurikulum SDI An Nahl Sidoarjo selama tahun 2018 hingga 2022. Pada tahun 2017, ia juga diamanahi menjadi Kepala Bidang HRD LPI At Taqwa Surabaya hingga kini. Karena keyakinannya untuk pantang menolak amanah, pada tahun 2022 ia menerima amanah menjadi Pimpro International Class Program (ICP) At Taqwa Surabaya hingga sekarang.

Selama tahun 2013 hingga 2018, Rozi pernah menjadi Pengawas Yayasan Nurul Hikmah Sidoarjo. Pada tahun 2018, ia diamanahi menjadi Sekretaris Yayasan di Yayasan tersebut hingga sekarang. Sejak tahun 2024 hingga sekarang, ia juga diamanahi menjadi Kepala Bidang HRD dan Dikbang di Yayasan yang sama.

Selama tahun 2024 hingga sekarang, Rozi mendapatkan amanah untuk menjadi Ketua Yayasan Visi Semesta Indonesia yang bergerak pada pendampingan peningkatan mutu sekolah. Pada tahun yang sama, ia juga mendedikasikan diri membantu Sekolah Al Muttaqien Surabaya menjadi Konsultan Pendidikan hingga saat ini.

Sosok yang pernah menjadi trainer Trustco dan IEC Nurul Falah Surabaya ini juga berpengalaman menjadi trainer di beberapa sekolah, diantaranya Sekolah Al Chusnaini Sidoarjo, Sekolah Yadika Pasuruan, Sekolah Al Gontory Tulungagung, Sekolah Khairunnaas Surabaya, Sekolah Al Baitul Amien Jember, Sekolah Ar Rahmah Sidoarjo, Sekolah Daarul Muttaqien Surabaya, Sekolah Maskumambang Gresik, Sekolah Ghilmani Surabaya, Sekolah An Nahl Sidoarjo, dll.

Rozi dikenal akan dedikasinya untuk memberikan manfaat bagi orang lain sebagaimana spirit yang ada di dalam sebuah hadits: “Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lainnya.” (HR. Bukhari Muslim). Dengan ketekunan dan komitmen yang tinggi, ia bertekad untuk memberikan kontribusi positif di dunia pendidikan.



**Lalu Jaswandi**, Lahir di Desa Batu Jangkih Kec. Praya Barat Daya Kabupaten Lombok Tengah Pada Tanggal 24 Agustus 1987. Menyelesaikan S1 Pendidikan Matematika di Universitas Islam Negeri Mataram pada Tahun 2011 dan menyelesaikan S2 Pendidikan Dasar di Universitas Negeri Semarang pada Tahun 2014.



**Supriyati Fatma Rabia** adalah dosen Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) di Universitas Pendidikan Muhammadiyah (Unimuda) Sorong. Ia merupakan alumna Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Kampus Bumi Siliwangi tahun 2007–2011 dengan predikat cumlaude. Setelah itu, ia melanjutkan studi S2 di Universitas Negeri Surabaya (Unesa) dan lulus pada tahun 2016. Saat ini, pada tahun 2025, ia tengah menempuh studi S3 di Program Studi Pendidikan Dasar di Unesa.

Penulis telah berkarir sebagai dosen PGSD sejak tahun 2022. Pada tahun 2023, ia berhasil memperoleh hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) DRTPM dan menjadi dosen pendamping Program Kreativitas Mahasiswa yang lolos seleksi nasional. Pada tahun 2024, ia juga berperan sebagai dosen pendamping PPK Ormawa yang berhasil lolos seleksi nasional. Pada tahun 2025, ia terlibat sebagai tim pelaksana dalam Program

Kosabangsa dan sebagai anggota tim pelaksana PDP dan Penelitian Fundamental Regular yang didanai melalui hibah DPPM.



**Kunti Dian Ayu Afiani, S.Si., S.Pd., M.Pd.** lahir di Surabaya, seorang Dosen PGSD di Universitas Muhammadiyah Surabaya. Lulusan S1 Jurusan Matematika Universitas Airlangga pada tahun 2011. Pada Tahun 2015 Lulus S2 Pendidikan Dasar UNESA sekaligus S1 PGSD di Universitas Wijaya Kusuma. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Dasar di UNESA.



**Akhwani, S.Pd., M.Pd.** lahir merupakan dosen Program Studi S1 PGSD di Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Laki-laki kelahiran pati ini menamatkan pendidikan S1 di Universitas Negeri Semarang dan S2 Universitas Negeri Yogyakarta pada program studi PPKn. Saat ini, ia sedang menempuh S3 Pendidikan Dasar di UNESA. Inovasi pedagogis, Pendidikan Karakter dan *Digital Citizenship* merupakan kajian Ilmu yang menjadi konsentrasinya. Meskipun demikian pria kelahiran Pati ini juga memiliki ketertarikan di bidang psikologi pendidikan.



**Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, S.Pd., M.Pd.**, adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Lulusan S.Pd. dan M.Pd. dari Universitas Negeri Malang ini aktif mengajar dan membina riset sejak 2015, dengan perhatian khusus pada pendidikan dasar, evaluasi pembelajaran, serta pengembangan kurikulum yang selaras dengan Kurikulum Merdeka. Di lingkungan akademik, ia dikenal sebagai pendidik yang memadukan pendekatan kontekstual dengan kearifan lokal Sidoarjo untuk menumbuhkan literasi membaca dan numerasi siswa sekolah dasar. Sebagai peneliti, karya-karyanya menyoroti penalaran matematis, literasi, dan inovasi pembelajaran berbasis masalah. Di antaranya adalah artikel tentang penalaran matematis dalam pembelajaran berbasis masalah dari perspektif gender, kajian lapisan pemahaman siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan persoalan literasi berbasis konteks Sidoarjo, serta pengembangan modul literasi numerasi bagi siswa kelas VI yang dipublikasikan dalam prosiding konferensi. Kontribusinya juga mencakup desain pembelajaran berbasis kearifan lokal dan pengembangan instrumen penilaian membaca-menulis permulaan, yang memperlihatkan konsistensinya mendorong pembelajaran bermakna dan peningkatan kemampuan berpikir kritis di sekolah dasar.



**Muhammad Rusli** Lahir di Tatae, 21 Juli 1995. Penulis merupakan mahasiswa program doktor (S3) di Universitas Negeri Surabaya pada prodi Pendidikan Dasar 2025. Penulis aktif di berbagai lembaga kemahasiswaan dan organisasi, diantaranya sekertaris bidang pengembangan dan pemberdayaan organisasi PMI, sekaligus pengurus HMI, ikut berpartisipasi dalam lembaga peduli HIV/AIDS & NAPZA. Serta menjadi anggota lembaga sosial PASKAS di Indonesia-sekarang. Beberapa buku pendidikan dasar sudah di terbitkan serta aktif dalam menulis beberapa artikel baik internasional bereputasi maupun nasional tereakreditasi. Email: [muhammad.rusli0318@gmail.com](mailto:muhammad.rusli0318@gmail.com) (081230048078).



**R. Alfian Rizky P.** lahir di Ponorogo, tanggal 5 Juli. Menyelesaikan S1 Prodi Pendidikan IPA UNY dan S2 Pendidikan Dasar Konsentrasi IPA SD di UNY. Energinya full ketika dapat memfasilitasi peserta didiknya mendapatkan proses belajar terbaik.



**Prof. Dr. Mochamad Nursalim, M.Si.** merupakan Dosen S1, S2, S3 di Prodi BK, TP, MP, PLB, PAUD dan Dikdas FIP Unesa sejak 1994, saat ini berpangkat Pembina Utama Muda/ IV D dengan jabatan akademik Guru Besar. Buku yang telah dihasilkan penulis yaitu Pengantar Bimbingan dan Konseling (2003), Layanan Bimbingan dan Konseling (2003), Analisis Masalah dalam Konseling (2004), Teknik-teknik Konseling (2004), Ketramplilan Konseling (2005), Psikologi Pendidikan (2007), Konseling Kelompok (2008) Media Bimbingan dan Konseling (2010), Bimbingan dan Konseling di Sekolah Dasar (2011), Teknik dan Intervensi Konseling (2013), dan Pengembangan Media Bimbingan dan Konseling (2013), Pengembangan Proesi Bimbingan dan Konseling, Konseling Traumatis (2018), Psikologi Pendidikan (2019), Metode Penelitian Pendidikan(2020), Bimbingan dan Konseling Pribadi Sosial (2020), Roadmap Penelitian Fakultas Ilmu Prendidikan Universitas Negeri Surabaya, (2021), Resiliensi Workbooks (2021), Ontologi Neurosains dalam Pendidikan (2022), Manajemen Pembelajaran Berbasis Informal Pada Kurikulum Prototype (2022), Antologi Neurosains Dalam Pendidikan (2022), Strategi Konseling dari berbagai teori dan pendekatan (2022), Konseling Integratif (2022), Intervensi terhadap Korban Bullying (2022), Membingkai Ilmu dengan Filsafat untuk Profesi Teknologi Pendidikan (2024), teknik-teknik konseling yang efektif (2024), Panduan Program Internasionalisasi Pendidikan Tinggi di Fakultas Ilmu Pendidikan (2024), Model Pembelajaran CPCL (Contextual Problem Collaborative Learning) (2024), Modul Ajar Pendidikan Karakter (TRECB) (2024), Neuropsikologi Pendidikan Dasar (2024), Strategi Melatih Resiliensi (2024), Filosofi Pendidikan Dasar: Membangun Landasan untuk Pendidikan yang Bermakna (2025), Kepemimpinan dan Perilaku Organisasi Pendidikan, karya (2025). Filsafat Pendidikan Indonesia (2025). Saat ini penulis juga sedang mengembangkan konseling traumatis dan mengembangkan "Nursalim Institute" dan "Rumah Konseling Surabaya" yang bergerak dalam bidang Hipnotherapy, Counseling dan Training Education. Serta mengembangkan GYE (Global Youth Education) suatu lembaga yang

memfasilitasi jasa pelayanan dibidang Pendidikan, voluntary, sosial, jasa perjalanan ke luar negeri, jasa perjalanan domestic, dan mempromosikan Kerjasama internasional melalui kegiatan studi banding, outing class, magang internasional.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [mochamadnursalim@unesa.ac.id](mailto:mochamadnursalim@unesa.ac.id)



**Dr. Diana Rahmasari, S.Psi., M.Si., Psikolog** adalah seorang akademisi dan praktisi psikologi yang berpengaruh di Indonesia. Beliau lahir di Bangkalan dan menyelesaikan pendidikan sarjana dan doktoralnya di Universitas Airlangga, serta meraih gelar magister dari Universitas Gadjah Mada. Beliau saat ini sebagai Dekan Fakultas Psikologi Universitas Negeri Surabaya (UNESA), serta aktif mengembangkan bidang psikologi klinis dan positif, dengan fokus pada resiliensi, kesehatan mental, dan intervensi psikologis berbasis budaya lokal. Beliau telah mengampu lebih dari 30 mata kuliah dan mempublikasikan lebih dari 120 artikel ilmiah. Salah satu karya terkenalnya adalah buku berjudul "Self Healing is Knowing Your Own Self" (2020) yang membahas sembilan teknik self-healing seperti forgiveness, gratitude, self-compassion, dan mindfulness. Selain itu, ia telah menerbitkan berbagai artikel ilmiah internasional, di antaranya "Evaluating Mental Health Literacy Scale among University Students" (2025), "The Influence of Parent and Peer Attachment on Selfdisclosure in Adolescents" (2025) serta Publish Scopus Q2 "Intrinsic and Extrinsic Factors Influencing Student Well-Being and Their Relationship to Academic Well-Being" (2026).



UMSIDA PRESS  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No 666 B  
Sidoarjo, Jawa Timur

