

**PEMBELAJARAN BERBASIS *NEUROPEDAGOGY* UNTUK
MENINGKATKAN *SELF-ESTEEM* DAN PEMAHAMAN
KONSEP IPAS PADA SISWA *SLOW LEARNER* DI KELAS 3
SEKOLAH DASAR**



Oleh: Elma Nur Hafizah

NIM: 24204081021

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
TESIS

Diajukan kepada Program Magister (S2) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

YOGYAKARTA

2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elma Nur Hafizah

NIM : 24204081021

Program Studi : Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Menyatakan bahwa tesis ini yang berjudul “Pembelajaran Berbasis Neuroscience untuk Meningkatkan *Self-Esteem* dan Pemahaman Konsep IPAS pada Siswa *Slow Learner* di Kelas 3 Sekolah Dasar.” Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya bukan hasil dari plagiasi, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya. Pada bagian kutipan-kutipan tersebut memenuhi kaidah ilmiah dan tercantum dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti merupakan plagiat dari hasil karya orang lain, maka segala tanggungjawab, dan peneliti siap ditindak sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Yang membuat pernyataan,



Elma Nur Hafizah, S.Pd.

24204081021

SURAT BEBAS PLAGIASI

SURAT BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elma Nur Hafizah

NIM : 24204081021

Program Studi : Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika dikemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Elma Nur Hafizah, S.Pd.

24204081021

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1606/Un.02/DT/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : **PEMBELAJARAN BERBASIS *NEUROPEDAGOGY* UNTUK MENINGKATKAN *SELF-ESTEEM* DAN PEMAHAMAN KONSEP IPAS PADA SISWA *SLOW LEARNER* DI KELAS 3 SEKOLAH DASAR**

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ELMA NUR HAFIZAH, S. Pd
Nomor Induk Mahasiswa : 24204081021
Telah diujikan pada : Senin, 25 Mei 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Hj. Endang Sulistyowati, M.Pd.I.
SIGNED

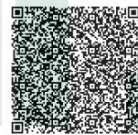
Valid ID: 6a1f167873859



Penguji I

Jamil Suprihatiningrum, S.Pd.Si., M.Pd.Si.,
Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 6a1fd3668212f



Penguji II

Dr. Aninditya Sri Nugraheni, S.Pd., M.Pd
SIGNED

Valid ID: 6a19169711b00



Yogyakarta, 25 Mei 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a20d4ce2b434

PERSETUJUAN TIM PENGUJI UJIAN TESIS

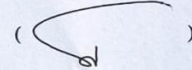
PERSETUJUAN TIM PENGUJI

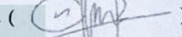
UJIAN TESIS

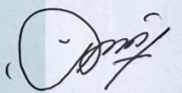
Tesis Berjudul :

Pembelajaran Berbasis *Neuropedagogy* untuk Meningkatkan Self-Esteem dan Pemahaman Konsep IPAS pada Siswa Slow Learner di Kelas 3 Sekolah Dasar

Nama : Elma Nur Hafizah
NIM : 24204081021
Program Studi : PGMI
Konsentrasi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah
Telah disetujui tim penguji untuk munaqosyah
Ketua/Pembimbing : Dr. Hj. Endang Sulistyowati, M.Pd.I.

()

Sekretaris/Penguji I : Jamil Suprihatiningrum, S.Pd.Si., M.Pd.Si., Ph.D. ()

Penguji II : Dr. Aninditya Sri Nugraheni, S.Pd., M.Pd ()

Diuji di Yogyakarta pada tanggal

Hari/Tanggal : 25 Mei 2026

Waktu : 11.00-12.00 WIB

Hasil : 96 (A)

IPK : 3.93

*coret yang tidak perlu

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

NOTA DINAS PEMBIMBING

NOTA DINAS PEMBIMBING

Kepada Yth,
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga

Assalamualaikum Wr.Wb

Setelah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

**PEMBELAJARAN BERBASIS *NEUROPEDAGOGY* UNTUK
MENINGKATKAN SELF-ESTEEM DAN PEMAHAMAN KONSEP IPAS
PADA SISWA SLOW LEARNER DI KELAS 3 SEKOLAH DASAR**

Nama : Elma Nur Hafizah
NIM : 24204081021
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada pembelajaran Magister (S2) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga untuk diajukan dalam rangka memperoleh gelar Magister Pendidikan (M. Pd).

Yogyakarta, 18 Mei 2026

Pembimbing

Dr. Hj. Endang Sulistyowati, M.Pd.I

SURAT PERNYATAAN BERJILBAB

SURAT PERNYATAAN BERJILBAB

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elma Nur Hafizah

NIM : 24204081021

Program Studi : Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Dengan ini saya menyatakan tidak akan menuntut (atas foto dengan menggunakan jilbab dalam ijazah Strata II (S2) saya kepada pihak:

Program Studi : Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Jika suatu saat nanti terdapat instansi yang menolak ijazah tersebut karena penggunaan jilbab. Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana semestinya. Terima kasih.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Elma Nur Hafizah, S.Pd.

24204081021

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang atas berkat rahmat dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini. Shalawat juga salam penulis haturkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, kepada keluarga, sahabat serta umat yang mengikuti langkahnya hingga akhir zaman.

Dengan penuh rasa syukur penulis persembahkan tesis ini dengan judul: “Pembelajaran Berbasis *Neuropedagogy* untuk Meningkatkan *Self-Esteem* dan Pemahaman Konsep IPAS pada Siswa *Slow Learner* di Kelas 3 Sekolah Dasar” Penulisan tesis ini bertujuan untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi Program Magister pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd).

Dalam proses penyelesaian tesis ini, penulis mendapatkan banyak sekali bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah Ilmu Keguruan
3. Ibu Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M.Pd selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah yang senantiasa memberikan dukungan, do'a dan arahan kepada penulis selama berproses menjadi mahasiswi di Magister PGMI.
4. Ibu Dr. Hj. Endang Sulistyowati, M.Pd selaku Sekretaris Program Studi Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah sekaligus dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan do'a dalam proses penyusunan tesis ini.
5. Ibu Jamil Suprihatiningrum, S.Pd.Si., M.Pd.Si., Ph.D dan Ibu Dr. Aninditya Sri Nugraheni, S.Pd. M.Pd selaku penguji sidang tesis.
6. Abah Muhammad dan Mama Jubaidah tercinta yang semoga selalu dilimpahi kesehatan, kesejahteraan dan keberkahan serta kedua adik tersayang penulis yang semoga selalu dilimpahi rasa semangat tinggi dan keteguhan dalam menuntut ilmu serta mengamalkannya, Naila Lutfiatur Rahmah dan Husna Althafun Nisa yang sudah memberikan penulis kesempatan untuk berproses dalam pendidikan hingga bangun Magister dengan segala dukungan moral, materil, serta beribu do'a yang menyertai.
7. Seluruh dosen Magister PGMI yang telah memberikan ilmu bermanfaat selama penulis menjalani studi di Magister PGMI UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

8. Para dosen dan murabbi/murabbiah semasa studi S1 khususnya kepada Ibu Dr. Noor Alfulaila, M.Pd., Ibu Mahmudah, M.Pd., Ibu Khairiatul Muna, M.Pd., murabbi Husaini M.Pd., dan murabbiah Jamilah, S.Pd yang telah memberikan motivasi, dukungan serta inspirasi akademik sehingga penulis terdorong untuk melanjutkan studi pada jenjang magister.
9. Teman-teman seperjuangan Aisyah Mufliha Ruwaidha, S.Hum., Husnul Hamidatul Munauwarah, S.Ag., Noor Auliya Huda, M.Pd., Raudhatul Hasna, S.Pd., Noor Anisa, M.Pd., Hikmah Puspasari, S.Pd., Stevani Carolina Latuheru, M.Pd., Syifa Syafriani Simatupang, S.Pd., Ari Deca Fitriyani, S.Pd., serta teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang sudah menemani penulis selama berproses.
10. Kepada seluruh pihak yang berkaitan namun tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis, penulis ucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan, semoga kebaikan yang telah diberikan dibalas oleh Allah SWT.

Semoga segala hal baik yang telah diupayakan berupa bantuan mendapatkan balasan yang berlipat ganda. Peneliti menyadari dalam proses penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu harapan penulis mendapatkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan pada penulisan tesis ini. Semoga tesis ini dapat menjadi bagian dari bentuk kontribusi penulis dalam dunia pendidikan agar lebih baik lagi. *Aamiin.*

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Penulis

Elma Nur Hafizah, S.Pd.

24204081021

HALAMAN MOTTO

“Tahapan pertama dalam mencari ilmu adalah mendengarkan, kemudian diam dan menyimak dengan penuh perhatian, lalu menjaganya, lalu mengamalkannya dan kemudian menyebarkannya”

(Fathima al-Fihri)

“Ilmu itu ibarat pelita, ia menerangi jalan yang gelap, namun ia butuh penjagaan agar apinya tidak padam oleh angin kesombongan”

(Syeikh Muhammad Arsyad Al-Banjari)

“Kita adalah apa yang kita kerjakan berulang kali. Keunggulan, bakat, bukanlah suatu tindakan, melainkan kebiasaan”

(Aristoteles)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas izin Allah SWT tesis ini penulis persembahkan kepada:

Almamater tercinta

Program Studi Magister PGMI Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



ABSTRAK

Elma Nur Hafizah, NIM. 24204081021 Pembelajaran Berbasis *Neuropedagogy* untuk Meningkatkan Self Esteem dan Pemahaman Konsep IPAS pada Siswa Slow Learner di Kelas 3 Sekolah Dasar. Tesis. Program Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI), Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2026

Pendidikan inklusif menuntut tersedianya strategi pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan belajar siswa slow learner, baik pada aspek kognitif maupun afektif. Siswa slow learner sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak serta menunjukkan self-esteem yang rendah akibat pengalaman akademik yang kurang berhasil. Pendekatan neuropedagogis menawarkan alternatif melalui penerapan prinsip *neuroplasticity*, pengelolaan beban kognitif, dan pembelajaran multisensori yang selaras dengan cara kerja otak dalam proses belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi pendekatan neuropedagogis serta mengkaji peningkatannya terhadap self-esteem dan pemahaman konsep IPAS pada siswa slow learner di sekolah dasar.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Single Subject Research (SSR) desain Multiple Baseline Across Subjects. Subjek penelitian terdiri atas dua siswa kelas III sekolah dasar yang teridentifikasi sebagai slow learner. Intervensi yang diberikan meliputi aktivitas Neuro-Fast Movement, penggunaan media flashcard multisensori, penciptaan lingkungan belajar yang rendah ancaman (*low-threat environment*), dan jurnal metakognitif "My Learning Journey". Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep IPAS, observasi perilaku self-esteem, dokumentasi, dan catatan refleksi siswa. Analisis data dilakukan menggunakan analisis visual grafik time-series yang mencakup perubahan level, tren, stabilitas data, serta Percentage of Non-overlapping Data (PND).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan neuropedagogis berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep IPAS pada kedua subjek, yang ditunjukkan oleh peningkatan skor selama fase intervensi dan nilai PND sebesar 100%. Selain itu, terjadi peningkatan indikator self-esteem yang terlihat dari meningkatnya kepercayaan diri, partisipasi belajar, keberanian mengemukakan pendapat, serta refleksi diri yang lebih positif. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan neuropedagogis berpotensi menjadi alternatif strategi pembelajaran yang mendukung perkembangan aspek kognitif dan afektif siswa slow learner dalam konteks pendidikan inklusif di sekolah dasar.

Kata Kunci: *Neuropedagogi, Slow Learner, Self-Esteem, Pemahaman Konsep IPAS, Single Subject Research.*

ABSTRACT

Elma Nur Hafizah, NIM. 24204081021 Neuropedagogy-Based Learning to Improve Self-Esteem and Understanding of Science and Social Studies Concepts among Slow Learner Third-Grade Elementary School Students. Thesis. Master Program in Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education (PGMI), Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, State Islamic University Sunan Kalijaga, 2026

Inclusive education requires instructional strategies that accommodate the cognitive and affective learning needs of slow learner students. Slow learners often encounter difficulties in understanding abstract concepts and tend to exhibit low self-esteem due to repeated academic challenges. A neuropedagogical approach offers an alternative by applying principles of neuroplasticity, cognitive load management, and multisensory learning that align with how the brain processes information. This study aimed to describe the implementation of a neuropedagogical approach and examine its contribution to improving self-esteem and understanding of Science and Social Studies (IPAS) concepts among slow learner students in elementary school.

This study employed a quantitative approach using a Single Subject Research (SSR) method with a Multiple Baseline Across Subjects design. The participants consisted of two third-grade elementary school students identified as slow learners. The intervention included Neuro-Fast Movement activities, multisensory flashcard media, the establishment of a low-threat learning environment, and the use of a metacognitive journal entitled "My Learning Journey." Data were collected through concept understanding tests, behavioral observations of self-esteem, documentation, and student reflection records. Data were analyzed using visual time-series analysis focusing on changes in level, trend, data stability, and Percentage of Non-overlapping Data (PND).

The findings indicate that the neuropedagogical approach contributed to improvements in Science and Social Studies concept understanding for both participants, as reflected in increased scores during the intervention phase and a PND value of 100%. Improvements were also observed in self-esteem indicators, including greater self-confidence, increased classroom participation, willingness to express opinions, and more positive self-reflections. These findings suggest that a neuropedagogical approach has the potential to serve as an alternative instructional strategy that supports both cognitive and affective development among slow learner students in inclusive elementary school settings.

Keywords: Neuropedagogy, Slow Learner, Self-Esteem, Concept Understanding, Science and Social Studies (IPAS), Single Subject Research.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	1
SURAT BEBAS PLAGIASI	2
SURAT PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	3
PERSETUJUAN TIM PENGUJI UJIAN TESIS.....	4
NOTA DINAS PEMBIMBING	5
SURAT PERNYATAAN BERJILBAB.....	6
KATA PENGANTAR.....	7
HALAMAN MOTTO	9
HALAMAN PERSEMBAHAN	10
ABSTRAK	11
ABSTRACT.....	12
DAFTAR ISI.....	13
DAFTAR GAMBAR.....	15
DAFTAR TABEL	16
DAFTAR LAMPIRAN	17
BAB I PENDAHULUAN.....	18
A. Latar Belakang Masalah	18
B. Rumusan Masalah.....	27
C. Tujuan Penelitian	27
D. Manfaat Penelitian	28
E. Fokus dan Batasan Penelitian	30
F. Kajian Penelitian yang Relevan.....	34
G. Landasan Teori.....	48
H. Sistematika Pembahasan.....	55
BAB II METODE PENELITIAN.....	57
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian	57
B. <i>Multiple Baseline Design Across Subject</i>	57
C. Subjek dan Lokasi.....	59
D. Definisi Operasional Variabel Penelitian	63
E. Prosedur Penelitian	69
F. Instrumen Pengumpulan Data.....	70

G.	Kualitas Pembelajaran Berbasis <i>Neuropedagogy</i>	79
H.	Etika Penelitian	86
BAB III HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		89
A.	Deskripsi Subjek	89
B.	Pelaksanaan Pembelajaran	91
C.	Hasil Self-Esteem.....	104
D.	Hasil Pemahaman Konsep IPAS	116
E.	Analisis Hasil dan Validitas Temuan.....	120
F.	Analisis Perubahan.....	124
G.	Pembahasan	126
H.	Keterbatasan Penelitian.....	142
BAB IV PENUTUP		145
A.	Kesimpulan	145
B.	Implikasi	147
C.	Rekomendasi.....	148
DAFTAR PUSTAKA		150
LAMPIRAN-LAMPIRAN		156
	Lampiran 1. Instrumen Validasi	156
	Lampiran 3. Panduan Teknis Pendampingan GPK Sesi Intervensi.....	158
	Lampiran 4. Lembar Kerja Peneliti.....	159
	Lampiran 5. Kuis	160
	Lampiran 6. Protokol Observasi Terstruktur.....	161
	Lampiran 7. Flashcards	162
	Lampiran 8. My Learning Journey	163
	Lampiran 9. Hasil Pekerjaan Siswa	164
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		165

DAFTAR GAMBAR

Figure 1 Media Flashcard.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 2. Ruang Inklusi.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 3. Isi jurnal refleksi siswa	111
Figure 4. Isi Jurnal Refleksi Siswa.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 5. Isi Jurnal Refleksi Siswa.....	113
Figure 6. Isi Jurnal Refleksi Siswa.....	115
Figure 7. Isi Jurnal Refleksi Siswa.....	116
Figure 8. Peningkatan Skor Pemahaman Konsep IPAS Siswa A dan Siswa.....	118
Figure 9. Grafik Penurunan Durasi Pengerjaan (Peningkatan Processing Speed)	119
Figure 10. Aktivitas kelompok saat siswa A memerankan "Jagoan Budaya"	122
Figure 11. Aktivitas Kelompok saat Siswa B memerankan "Detektif Sejarah" .	122
Figure 12. Manifestasi kecemasan motorik	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Table 1. Instrumen dan Fokus Pengumpulan Data.	Error! Bookmark not defined.
Table 2. Rekapitulasi penilaian validator	80
Table 3. Hasil penilaian praktisi	83
Table 4. Perolehan skor kuis dan durasi pengerjaan	117



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Validasi.....	156
Lampiran 2. Panduan Teknis Pendampingan GPK Sesi Baseline.....	157
Lampiran 3. Panduan Teknis Pendampingan GPK Sesi Intervensi.....	158
Lampiran 4. Lembar Kerja Peneliti.....	159
Lampiran 5. Kuis	160
Lampiran 6. Protokol Observasi Terstruktur	161
Lampiran 7. Flashcards.....	162
Lampiran 8. My Learning Journey	163
Lampiran 9. Hasil Pekerjaan Siswa	164



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan inklusif merupakan pendekatan global yang menekankan kesetaraan akses dan kesempatan belajar bagi semua siswa¹, termasuk mereka yang memiliki kebutuhan khusus². Dalam mengimplementasikan esensi inklusif ini, kurikulum makro dituntut untuk mengadopsi prinsip *Universal Design for Learning* (UDL)³ yaitu sebuah kerangka kerja yang menyediakan sarana representasi, keterlibatan, dan ekspresi yang beragam guna mengakomodasi variabilitas saraf peserta didik yang asimetris⁴.

Sejalan dengan UDL, perkembangan *neuroscience* sebagai cabang ilmu yang mempelajari cara kerja otak dalam memproses informasi memberikan wawasan penting dalam pengembangan bahan ajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan siswa. *Neuroscience* memiliki potensi untuk mengubah pendidikan karena

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

¹ Mayonel J Jardinez And Lexter R Natividad, "The Advantages And Challenges Of Inclusive Education: Striving For Equity In The Classroom," *Shanlax International Journal Of Education* 12, No. 2 (March 1, 2024): 57–65.

² Esty Zyadatul Khasanah And Abdul Salim, "Inclusive Education: In Concepts, Policies, And Implementation," *Indonesian Journal Of Disability Studies (Ijds)* 5, No. 2 (2018): 166–69.

³ David. Gordon, Anne. Meyer, And David. Rose, *Universal Design For Learning* (Cast Professional Publishing, 2016).

⁴ Nor Halimatun Kamarudin, "Teachers' Implementation Of Universal Design For Learning In Inclusive Classrooms: A Systematic Literature Review," *Educatum Journal Of Social Sciences* 12, No. Special Issue 2 (April 23, 2026): 192.

menyediakan metode baru untuk memahami pembelajaran manusia dan perkembangan kognitif⁵.

Sebagai turunan praktisnya, disiplin *Neuropedagogy* yaitu sebuah interdisipliner dari integrasi *neuroscience*, ilmu kognitif dan psikologi⁶ yang mana dalam hal ini *neuropedagogy* hadir menjembatani antara penelitian neurosains laboratorium dengan praktik instruksional di kelas tunggal inklusi dengan mempersonalisasi pembelajaran melalui pemahaman profil kognitif individu⁷. Penelitian telah menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *neuroscience* dalam pembelajaran dapat meningkatkan daya serap peserta didik melalui metode yang selaras dengan mekanisme kognitif dan emosional mereka⁸. Ketika rancangan pembelajaran diselaraskan dengan arsitektur biologis otak, maka penyerapan informasi dapat dioptimalkan. Selain itu, kearifan lokal juga memainkan peran penting dalam pendidikan inklusif dengan menyediakan nilai-nilai dan konsep yang dekat dengan kehidupan siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual, ramah otak, dan mudah dipahami⁹.

Di Indonesia, dorongan UDL dan pembelajaran kontekstual tersebut diadopsi oleh Kurikulum Merdeka yang menekankan fleksibilitas bahan ajar dan akomodasi

⁵ Usha Goswami, "Neurociencia Y Educación: ¿Podemos Ir De La Investigación Básica A Su Aplicación? Un Posible Marco De Referencia Desde La Investigación En Dislexia," *Psicología Educativa* 21, No. 2 (December 2015): 97–105.

⁶ Svetlana N. Begidova, "Neuropedagogy As A Modern Scientific Direction," *Vestnik Of North Ossetian State University*, No. 4 (December 25, 2025): 139–45.

⁷ Begidova.

⁸ Kushan Choksi Et Al., "Sensemo: Enabling Affective Learning Through Real-Time Emotion Recognition With Smartwatches," July 13, 2024.

⁹ Encep Andriana Et Al., "Pengembangan Multimedia Pembelajaran Ipa Berbasis Kearifan Lokal Di Sekolah Dasar," *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar* 3, No. 2 (September 13, 2017): 186.

individual pada sekolah inklusi. Salah satu sekolah yang menghadapi tantangan ini adalah sebuah Sekolah Dasar Negeri di Yogyakarta, yang menempatkan siswa reguler berdampingan dengan anak berkebutuhan khusus dalam satu ruang kelas. Meskipun regulasi telah mengamanatkan fleksibilitas pengajaran, implementasi riil pendidikan inklusi di sekolah dihadapkan pada tantangan besar dalam mengakomodasi berbagai jenis Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) yang memiliki profil kognitif dan gaya belajar unik.

Strategi harian dan bahan ajar yang bersifat umum seringkali tidak mempertimbangkan bagaimana otak siswa dengan kebutuhan khusus memproses informasi, sehingga mereka kesulitan memahami konsep pembelajaran secara optimal. Ketika siswa tipikal (normal) berada di kelas yang sama dengan siswa *slow learner*, guru kelas mengalami kendala besar dalam memberikan penanganan instruksional yang presisi. Guru harus memahami perbedaan individu dan menerapkan strategi pembelajaran yang terdiferensiasi untuk mengakomodasi beragam kebutuhan siswa dan mengoptimalkan hasil belajar¹⁰.

Hambatan pemrosesan informasi ini termanifestasi secara nyata pada siswa *slow learner* (lambat belajar). Berdasarkan studi pendahuluan¹¹ yang melibatkan observasi langsung terhadap dua siswa di Kelas III sekolah tersebut, teridentifikasi bahwa Siswa A memiliki skor IQ 72 dan Siswa B memiliki skor IQ 89. Kisaran

¹⁰ Krisna Andi Olyffia And M. Najib Jauhari, "Pentingnya Pemahaman Guru Terhadap Pembelajaran Berdiferensiasi Untuk Memenuhi Kebutuhan Siswa Di Kelas Dan Target Ketercapaian Kurikulum Pendidikan," *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, Dan Pengelolaan Pendidikan* 4, No. 2 (June 1, 2024): 17, <https://doi.org/10.17977/Um065.V4.I2.2024.17>.

¹¹ Studi Pendahuluan 3 November 2025

skor psikologis ini menegaskan kategorisasi mereka sebagai siswa yang beroperasi pada fungsi intelektual ambang batas (*borderline*) hingga rata-rata rendah (*low average*) yang memerlukan adaptasi kurikulum khusus.

Ditinjau dari kerangka *Cognitive Load Theory* (CLT), memori kerja (*working memory*) manusia memiliki kapasitas yang sangat terbatas untuk memproses informasi baru pada satu waktu¹². Pada siswa *slow learner*, keterbatasan kapasitas memori kerja ini menjadi hambatan utama karena mereka membutuhkan waktu pemrosesan (*processing speed*) serta durasi pemanggilan memori (*memory recall*) yang jauh lebih lama¹³.

Hasil observasi pada studi pendahuluan menegaskan bahwa kedua siswa secara konsisten mengalami kebingungan besar saat disajikan materi Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) yang bersifat abstrak dan kronologis¹⁴. Penyampaian materi IPAS konvensional yang padat teks secara konsisten memicu kelebihan beban kognitif intrinsik (*intrinsic cognitive load*) yang tinggi pada otak kedua subjek. Akar hambatan ini mula-mula teridentifikasi sejak studi pendahuluan ketika kedua siswa masih berada pada Fase A bagian akhir, tepatnya saat mempelajari bab "Berkenalan dengan Energi". Pada tahap pra-riset tersebut, akibat keterbatasan kapasitas memori kerja, mereka secara konsisten menunjukkan kebingungan besar saat disajikan konsep yang tidak dapat diamati secara konkret, gagal menjelaskan hubungan sebab-akibat fenomena alam, salah dalam mengurutkan langkah-langkah

¹² John. Sweller, Paul L.. Ayres, and Slava. Kalyuga, *Cognitive Load Theory* (Springer, 2011).

¹³ Umar and Mei Indra Jayanti, *Slow Learner " Mengenal Gejala Kesulitan Belajar Siswa di Sekolah Dasar "* (Alinea Indonesia , 2026).

¹⁴ Studi Pendahuluan 3 November 2025

proses ilmiah dasar, serta membutuhkan waktu pemrosesan (*processing speed*) dan respons yang jauh lebih lama.

Pengkategorian kedua siswa sebagai *slow learner* ini bukan sekadar simpulan sekilas, melainkan bersandarkan pada dokumen otentik hasil asesmen rekam medik/psikologis sekolah ketika siswa awal masuk di Kelas 1, di mana Siswa A teridentifikasi memiliki skor IQ 72 dan Siswa B memiliki skor IQ 89. Skor ini menempatkan fungsi intelektual mereka pada ambang batas (*borderline*) hingga rata-rata rendah (*low average*). Hingga di Kelas 3, kedua subjek masih menunjukkan karakteristik fungsional *slow learner* secara konstan dalam aktivitas akademik harian serta rendahnya capaian pembelajaran yang meskipun sudah dimodifikasi sekolah namun masih belum menunjukkan perkembangan yang signifikan, yang membuktikan bahwa hambatan tersebut bersifat menetap dan memerlukan adaptasi pembelajaran yang spesifik¹⁵.

Tantangan kognitif yang teridentifikasi sejak awal ini secara langsung berimplikasi pada perilaku belajar dan kondisi psikologis siswa, yang menjadi justifikasi utama perlunya intervensi pada aspek *self-esteem*. Kedua siswa hanya mampu mempertahankan konsentrasi selama 30 hingga 40 detik pertama penjelasan guru, setelah itu perhatian mereka langsung teralihkan. Siswa A mengalihkan fokus pada perilaku kinestetik non-tugas seperti memainkan tempat pensil, mencorat-coret meja, menggerakkan dan menggoyangkan kaki, sementara Siswa B cenderung

¹⁵ Studi Pendahuluan 3 November 2025

melamun atau menatap dinding/langit-langit ketika mengalami kesulitan memproses ingatan.

Siswa B, khususnya, menunjukkan perilaku pasif dan menghindari tugas saat kerja kelompok. Ia tampak frustrasi (menghela napas, menundukkan kepala, menarik diri dari lembar kerja) dan secara aktif menolak mengambil risiko seperti saat diminta atau diajak teman dan guru untuk mulai memberikan pendapat atau memberikan keputusan. Siswa menunjukkan keengganan untuk terlihat kesulitan di mata orang lain, di mana ia sebenarnya belum memahami konteks dalam pembelajaran tetapi tidak berusaha bertanya, serta masih malu-malu ketika diajak berdiskusi. Perilaku ini sangat rentan menyebabkan penurunan *self-esteem* akademik jangka panjang, di mana siswa memilih untuk diam daripada berpartisipasi dan berpotensi melakukan kesalahan dalam kegiatan pembelajaran.

Meskipun guru kelas dan Guru Pendamping Khusus (GPK) telah mencoba membantu melalui program akomodasi kurikulum individual, catatan pada studi pendahuluan menunjukkan bahwa fasilitas yang diberikan masih terbatas pada tahap modifikasi instrumen hilir, yaitu sekadar penyederhanaan pertanyaan dalam soal asesmen serta penurunan standar capaian pembelajaran pada siswa *slow learner*¹⁶. Strategi harian komprehensif di bagian hulu yang secara spesifik menyoal pada pengelolaan beban kognitif di memori kerja serta regulasi emosi

¹⁶ Studi Pendahuluan 3 November 2026

amigdala (*amygdala downregulation*) di dalam kelas inklusif belum pernah dicoba diterapkan secara komprehensif.

Strategi adaptasi konvensional saat ini terbukti belum efektif mengatasi masalah konsentrasi dan gagal mengubah perilaku pasif siswa yang berakar dari rendahnya *self-esteem* akademik. Terlebih lagi, bahan ajar berbasis neuropedagogi yang mendukung pemenuhan prinsip *UDL* dan *CLT* pada sekolah dasar inklusi masih sangat terbatas. Bahan ajar yang bersifat umum seringkali tidak mempertimbangkan bagaimana otak siswa dengan kebutuhan khusus memproses informasi, sehingga mereka kesulitan memahami konsep IPAS secara optimal¹⁷. Sebagian besar modul mengabaikan mekanisme biologis otak anak berkebutuhan khusus dalam memproses informasi, sehingga penelitian empiris yang mengukur efektivitas intervensi ramah otak (*brain-friendly*) untuk meningkatkan kompetensi kognitif sekaligus memulihkan aspek afektif siswa *slow learner* masih sangat minim.

Meskipun riset terbaru berskala global berjudul “Improving The Efficiency Of The Learning Process Using Neuropedagogical Approaches” telah menegaskan bahwa pendekatan neuropedagogi efektif untuk menstimulasi perkembangan kognitif, mendukung kesejahteraan emosional, dan memfasilitasi pembelajaran

¹⁷ Novia Lestari And Lucky Lhaura Van Fc, “Sistem Penunjang Keputusan Penetapan Siswa Inklusi Kesulitan Belajar di Sekolah Dasar,” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* 9, No. 1 (May 31, 2018): 71–81, <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v9i1.670>; Novi Wahyu Winastuti And Wahyu Noverahela, “Intervensi Psikologis dalam Program Pengajaran Individual (PPI) pada Siswa dengan Kesulitan Belajar Khusus,” *Happiness, Journal Of Psychology And Islamic Science* 2, No. 1 (September 8, 2022): 9–21.

personal melalui metode bermain serta dukungan emosional¹⁸, namun implementasinya dalam sistem pendidikan inklusif di Indonesia masih sangat terbatas pada tataran konseptual makro. Masih terdapat kelangkaan studi eksperimental yang secara berulang (*time-series*) menguji operasionalisasi neuropedagogi harian untuk mengatasi tantangan ganda kognitif-afektif pada anak lambat belajar (*slow learner*) dengan fungsi intelektual ambang batas.

Tantangan ganda berupa hambatan pemahaman kognitif IPAS dan perilaku pasif yang berakar dari isu *self-esteem* pada siswa *slow learner* menggarisbawahi urgensi penelitian ini untuk mengembangkan intervensi pada Pembelajaran Berbasis *Neuroscience* (*Neuropedagogy*) melalui pendekatan *Single Subject Research* (SSR) desain *Multiple Baseline Across Subjects*. Penelitian ini hadir mengisi kekosongan literatur dengan mengintegrasikan kerangka besar UDL, CLT, dan *Neuropedagogy* secara simultan dalam sebuah solusi intervensi praktis tingkat individu di sekolah dasar inklusi.

Tantangan ganda berupa defisit pemahaman kognitif IPAS dan perilaku pasif yang berakar dari isu *self-esteem* pada siswa *slow learner* menggarisbawahi urgensi penelitian ini untuk mengembangkan modul Pembelajaran Berbasis *Neuropedagogy* melalui pendekatan *Single Subject Research* (SSR) desain *Multiple Baseline Across Subjects*. Penelitian ini hadir mengisi kekosongan literatur dengan

¹⁸ Güler Nuriyeva, "Improving the Efficiency of the Learning Process using Neuropedagogical Approaches," *Scientific Works* 93, No. 1 (February 26, 2026): 192–96.

mengintegrasikan kerangka besar *UDL*, *CLT*, dan *Neuroplasticity* secara simultan dalam sebuah solusi intervensi praktis tingkat individu di sekolah dasar inklusi.

Kebaruan (*novelty*) tindakan dalam intervensi ramah otak ini bertumpu pada desain protokol asimetris yang dirancang spesifik berdasarkan profil saraf bawaan subjek:

1. Penerapan Prinsip *CLT*

Peneliti menerapkan teknik *segmented learning* dengan memecah materi IPAS yang kompleks menjadi fragmen kecil, mengurutkan konsep dari konkret ke abstrak (*simple-to-complex sequencing*) berbasis narasi kearifan, serta menggunakan media *flashcards* visual-detail sebagai instrumen *neuro-priming* guna mengaktifkan sirkuit sinapsis *Long-Term Potentiation/LTP* demi mempercepat *processing speed* otak siswa.

2. Penerapan Prinsip *UDL*

Menggunakan Ruang Inklusi sebagai *low-threat environment* (lingkungan rendah ancaman) dikombinasikan dengan aktivitas *warm-up* motorik halus (*finger tapping* berirama lagu tradisional) untuk mereduksi *amygdala arousal*. Selanjutnya, penguatan afektif dilakukan melalui pemberian peran imajinatif bermakna (*roleplay*) sebagai "Jagoan Budaya" (fokus kepemimpinan kinetik Siswa A) dan "Detektif Sejarah" (fokus akurasi visual Siswa B) yang divalidasi lewat Cermin Afirmasi, integrasi kerja kelompok terkawal di kelas reguler, serta pengisian alat bantu metakognitif visual-likert jurnal "*My Learning Journey*" demi

memicu aktivasi sistem penghargaan dopamin (*dopamine reward system*) di otak subjek.

Melalui pembuktian hubungan fungsional sebab-akibat secara mendalam dan presisi lewat data grafik *time-series*, penelitian ini melangkah lebih jauh untuk menjelaskan "bagaimana dan mengapa" sirkuit biologis otak siswa *slow learner* dapat dioptimalkan melalui intervensi neuropedagogi yang terstruktur secara empiris.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, berikut ini rumusan masalah dalam penelitian:

1. Bagaimana rancangan intervensi pada Pembelajaran IPAS Berbasis Neuropedagogi bagi siswa *slow learner* yang dikembangkan?
2. Bagaimana kualitas Pembelajaran IPAS Berbasis Neuropedagogi bagi siswa *slow learner* menurut ahli dan guru, serta respon siswa?
3. Bagaimana peningkatan *Self-Esteem* dan Pemahaman Konsep IPAS dengan menggunakan intervensi Pembelajaran berbasis Neuropedagogi pada siswa *slow learner*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut ini beberapa tujuan dari penelitian:

1. Mendeskripsikan rancangan intervensi pada Pembelajaran IPAS Berbasis Neuropedagogi bagi siswa *slow learner* yang dikembangkan.

2. Menjelaskan kualitas Pembelajaran IPAS Berbasis Neuropedagogi bagi siswa *slow learner* menurut ahli dan guru, serta respon siswa.
3. Mengukur peningkatan *Self-Esteem* dan Pemahaman Konsep IPAS dengan menggunakan Pembelajaran berbasis Neuropedagogi pada siswa *slow learner*.

D. Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

Hasil riset eksperimental ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa perluasan khazanah keilmuan, wawasan, serta basis data empiris mengenai implementasi *neuroeducation*, khususnya disiplin neuropedagogi terapan, dalam ruang lingkup pendidikan inklusif di sekolah dasar. Penelitian ini memvalidasi integrasi teoretis antara *Cognitive Load Theory* (CLT) untuk mengelola memori kerja kognitif dan *Universal Design for Learning* (UDL) untuk stimulasi afektif dalam memitigasi hambatan fungsional belajar. Selain itu, temuan data seri-waktu (*time-series*) dalam penelitian ini dapat memperkuat landasan teoretis mengenai sifat plastisitas otak (*neuroplasticity*) siswa *slow learner*, bahwa kapasitas kognitif dan regulasi emosi mereka bukanlah kondisi statis, melainkan dapat dioptimalkan melalui stimulasi lingkungan belajar ramah otak (*brain-friendly learning*).

2. Secara Praktis

a. Bagi Pendidik dan Guru Pendamping Khusus (GPK)

Menyediakan panduan acuan teknis operasional yang taktis mengenai desain intervensi berbasis neuropedagogi di kelas tunggal. Riset ini memberikan referensi bagi guru dalam memanfaatkan teknik *neuro-priming* melalui media multisensori

(*flashcards*) guna mempercepat kecepatan pemrosesan informasi (*processing speed*), sekaligus mengaplikasikan metode penokohan imajinatif asimetris (*role play*) terkawal untuk memulihkan harga diri akademik (*self-esteem*) serta mengikis kecemasan motorik peserta didik berkebutuhan khusus.

b. Bagi Pihak Sekolah

Memberikan sumbangan pemikiran strategis dan rekomendasi kebijakan internal dalam mengoptimalisasi fungsi Ruang Inklusi sebagai pusat intervensi klinis-neurologis yang fungsional, bukan sekadar ruang isolasi darurat. Hasil penelitian ini dapat menjadi model acuan dalam merancang program akomodasi kurikulum harian Kurikulum Merdeka yang ramah saraf anak, serta menjadi landasan penyusunan bahan ajar IPAS Fase B yang terkoneksi dengan kearifan lokal secara adekuat.

c. Bagi Lembaga Perancang Kebijakan Pendidikan

Memberikan rekomendasi awal dan kontribusi ilmiah bagi perguruan tinggi, lembaga penjamin mutu pendidikan, serta dinas terkait sebagai bahan pertimbangan dalam merumuskan standarisasi kompetensi guru inklusi, perancangan kurikulum pendidikan dasar yang aksesibel, serta penyusunan modul pelatihan teknis pedagogi neurosains harian di sekolah dasar inklusi.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Dapat digunakan sebagai tambahan referensi pustaka, komparasi metodologis, serta replikasi riset lanjutan yang berkenaan dengan implementasi eksperimen subjek tunggal (*Single Subject Research*) pada spektrum anak berkesulitan belajar. Riset ini membuka peluang bagi pengembangan media intervensi neuropedagogi

harian pada materi kronologis-hafalan tinggi lainnya, maupun pengembangan riset longitudinal untuk menguji retensi daya tahan (*maintenance*) plastisitas saraf pasca-intervensi.

E. Fokus dan Batasan Penelitian

Penelitian ini diarahkan agar dapat memberikan kajian yang mendalam, terukur, dan sistematis. Oleh karena itu, peneliti menetapkan fokus dan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Fokus Penelitian

Fokus utama dalam penelitian ini adalah penerapan intervensi Pembelajaran Berbasis *Neuroscience* yang dirancang secara khusus untuk mengatasi tantangan belajar siswa *slow learner*. Penelitian ini menitikberatkan pada bagaimana stimulasi otak melalui prinsip *Neuroplasticity*, pengelolaan beban kognitif (*Cognitive Load Theory*), dan pendekatan *Universal Design for Learning* (UDL) dapat secara simultan meningkatkan dua aspek krusial:

- a. Aspek afektif berupa peningkatan *self-esteem* (harga diri) siswa yang cenderung rendah akibat hambatan belajar yang dialami.
- b. Aspek kognitif berupa penguatan pemahaman konsep pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Sosial (IPAS).

2. Batasan Penelitian

Untuk menjaga kedalaman analisis dan ketajaman hasil penelitian dalam kerangka *Single Subject Research* (SSR), maka batasan penelitian ini meliputi:

a. Subjek Penelitian

Dibatasi pada dua orang siswa kelas 3 Sekolah Dasar yang teridentifikasi sebagai *slow learner* berdasarkan kriteria skor IQ dalam rentang 70–85. Subjek dipilih dengan karakteristik yang berbeda (Siswa A dengan kecenderungan kinestetik-sosial dan Siswa B dengan kecenderungan visual-detail) untuk melihat efektivitas intervensi pada profil yang beragam.

b. Materi Pembelajaran

Konten pembelajaran dibatasi pada komponen materi pada Bab 5 (Aku dan Lingkungan Sekitarku-Kenampakan Alam dan Denah Daerah), Bab 6 (Aku Bagian dari Masyarakat-Daerah dan Tugas Pemimpin Daerah) dan Bab 7 (Tradisi-Budaya, Sejarah dan Nilainya) dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) Kurikulum Merdeka yang diturunkan langsung dari Capaian Pembelajaran (CP) Fase B. Batasan kompetensi difokuskan pada kemampuan peserta didik dalam mengenal wilayah administratif, tugas memimpin daerah serta membedakan ragam tradisi, budaya dan sejarah lokal tempat tinggalnya.

c. Intervensi

Pembelajaran berbasis *neuropedagogy* dalam penelitian ini dibatasi pada penggunaan protokol spesifik ramah otak (*brain-friendly*) yang meliputi tiga komponen inti, yaitu teknik Neuro-Gerak Cepat, penggunaan media multisensori terarah, dan penciptaan lingkungan belajar rendah stres (*low-threat environment*). Tujuan biologis dari pembatasan tindakan ini adalah untuk menurunkan kadar

hormon kortisol (pemicu stres) serta mengoptimalkan fungsi kerja *hippocampus* dalam mereorganisasi sinapsis saraf memori peserta didik.

Adapun gambaran teknis dan indikator pengukuran keterlaksanaan dari setiap komponen intervensi tersebut diukur secara harian melalui instrumen-instrumen kuantitatif-kualitatif sebagai berikut:

1) Teknik Neuro-Gerak Cepat

Aktivitas stimulasi motorik pra-pembelajaran (seperti gerakan meremas *soft-clay* dan ketukan jari berirama *finger-tapping*) diukur keterlaksanaannya menggunakan Checklist Fidelitas Intervensi dan *Logbook* Harian. Pengukuran difokuskan pada ketepatan durasi waktu aktivitas (1 hingga 2 menit) serta pemantauan reduksi kecemasan fisik siswa secara *time-series* melalui Protokol Observasi Terstruktur, untuk melihat apakah hambatan afektif (*amygdala arousal*) berhasil ditenangkan sebelum masuk ke materi inti.

2) Penggunaan Media Multisensori Terarah

Stimulasi visual berkecepatan tinggi menggunakan media *flashcards* visual-detail diukur efektivitasnya secara kuantitatif melalui instrumen Tes Klasifikasi Cepat (Kuis) di setiap akhir sesi. Indikator yang diukur mencakup akurasi ketepatan jawaban benar (skor persentase) untuk melihat konsolidasi memori jangka panjang (*Long-Term Potentiation*), serta efisiensi durasi respon pengerjaan kuis menggunakan *stopwatch* untuk mengukur peningkatan kecepatan pemrosesan informasi (*processing speed*) otak subjek.

3) Penguatan Afektif Melalui Bermain Peran (*Roleplay* Asimetris)

Pemberian peran imajinatif spesifik yang disesuaikan dengan profil saraf bawaan subjek yaitu peran sebagai "Jagoan Budaya" untuk mengonstruksi inisiatif kepemimpinan kinetik Siswa A dan "Detektif Sejarah" untuk memvalidasi kompetensi akurasi visual Siswa B diukur keterlaksanaannya melalui dua tahap pemantauan. Pada tahap simulasi di Ruang Inklusi, internalisasi peran diukur menggunakan lembar rubrik skor 1–5 pada Protokol Observasi Terstruktur untuk menilai kemantapan respon verbal-lisan dan reduksi hambatan emosional subjek.

Sementara pada tahap transfer kemampuan di kelas reguler, tingkat keterlibatan aktif (*engagement*) dan penerimaan pengakuan sosial dari teman sebaya (*external reinforcement*) diukur melalui dokumentasi *anecdotal records* pada *Logbook* Intervensi harian peneliti guna membuktikan stabilitas penguatan sistem penghargaan (*dopamine reward system*) di otak subjek secara objektif.

4) Penciptaan Lingkungan Rendah Stres (*Low-Threat Environment*)

Pengondisian atmosfer psikologis yang aman di Ruang Inklusi diukur melalui triangulasi data perilaku dan persepsi diri. Secara perilaku, kestabilan emosi dan kontak mata subjek dicatat menggunakan rubrik skala 1–5 pada Protokol Observasi Terstruktur. Secara kualitatif, indikator kenyamanan emosional dan hilangnya mekanisme pertahanan diri akademik (seperti melamun atau frustrasi) diukur langsung dari sudut pandang subjek melalui sarana refleksi Wawancara Terstruktur Berbasis Skala Visual pada instrumen harian jurnal "*My Learning Journey*".

d. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *Multiple Baseline Across Subjects*. Hasil penelitian ini berlaku secara spesifik pada subjek yang diteliti dan tidak dimaksudkan untuk generalisasi pada populasi luas, melainkan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang perubahan perilaku dan kognitif individu secara *time-series*.

F. Kajian Penelitian yang Relevan

Dalam mengonstruksi kerangka berpikir dan menjamin keaslian akademik tindakan, peneliti mengangkat 10 studi terdahulu yang relevan sebagai basis komparatif. Dari keseluruhan literatur tersebut, sebaran jenis publikasi ilmiah terdiri atas 3 buah tesis magister, 2 buah disertasi doktoral, dan 5 buah artikel jurnal internasional. Analisis kritis mengenai substansi hasil riset tersebut beserta perbandingannya dengan posisi riset yang peneliti lakukan dipaparkan sebagai berikut:

1. Kelompok Riset Berbasis Kesiapan Guru dan Lingkungan Inklusi

Tesis oleh Robbi Jo Morgan (2017) berjudul "*Understanding Educational Neuroscience: A Teacher's Perspective*" mengungkapkan adanya kesenjangan pemahaman yang signifikan mengenai aplikasi neurosains di kelas¹⁹. Banyak pendidik belum memiliki kepercayaan diri dalam mengintegrasikan elemen gerakan fisik dan pengelolaan emosi yang selaras dengan mekanisme otak.

¹⁹ Robbi Jo Morgan, "Understanding Educational Neuroscience: A Teacher's Perspective" (Minot State University, 2017).

Jika riset Morgan berhenti pada pemetaan perspektif dan menemukan kesenjangan di kelas umum, maka penelitian pada tesis yang dilaksanakan mengambil posisi sebagai solusi praktis-aplikatif dengan menyusun rancangan intervensi neuropedagogi harian berbentuk protokol tertulis yang rigid bagi Guru Pendamping Khusus (GPK) di sekolah untuk menangani siswa *slow learner*.

Disertasi oleh Bader Alqallaf (2015) berjudul “*The Social Participation of Children Identified as Having Moderate Learning Difficulties/Slow Learning and the Different Ways of Assessing Such Children in Kuwait and England (a Comparative Study)*” menunjukkan bahwa siswa *slow learner* sering kali mengalami hambatan dalam partisipasi sosial dan interaksi dengan teman sebaya yang berdampak buruk pada konsep diri mereka²⁰. Temuan ini menegaskan bahwa intervensi tidak boleh hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi wajib menyentuh penguatan lingkungan sosial dan emosional.

Jika Studi komparatif Alqallaf berfokus pada evaluasi makro kebijakan partisipasi sosial. Maka tesis ini memposisikan riset ini pada wilayah tindakan mikro kelas reguler melalui integrasi prinsip *Universal Design for Learning (UDL)*, di mana penokohan imajinatif asimetris (*roleplay*) "Jagoan Budaya" dan "Detektif Sejarah" dirancang terkawal untuk memulihkan *self-esteem* akademik langsung di hadapan kelompok teman sebaya subjek.

²⁰ Bader Alqallaf, “The Social Participation Of Children Identified As Having Moderate Learning Difficulties/Slow Learning And The Different Ways Of Assessing Such Children In Kuwait And England (A Comparative Study)” (Exeter, Devon, 2015).

Disertasi oleh Garfield Charles (2021) berjudul *“The Implementation of Personalized Learning at Merryweather High School: A Case Study”* menyoroti pentingnya personalisasi pembelajaran individual yang sangat bergantung pada kekuatan hubungan guru-siswa dan otonomi profesional pendidik²¹. Jika Charles melakukan studi kasus personalisasi pada jenjang sekolah menengah atas (SMA). Maka tesis yang dilaksanakan sekarang mengadopsi prinsip pengajaran individual (*individualized*) tersebut untuk diterapkan pada anak usia dasar (Kelas 3 SD) demi memitigasi kejenuhan memori kerja (*cognitive overload*) sejak dini.

Tesis oleh Fajriah (2021) berjudul *“Model Layanan Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Lamban Belajar (Slow Learner) Di SMP Inklusi Kota Semarang”* menunjukkan bahwa modifikasi kurikulum melalui pendekatan individual dan pembelajaran konkret secara signifikan meningkatkan kepercayaan diri serta kontrol konsentrasi siswa *slow learner*²².

Fokus riset Fajriah berada pada tingkat sekolah menengah pertama (SMP) dengan cakupan manajemen kurikulum makro. Adapun tesis ini menempati posisi operasional mikro yang lebih spesifik pada tingkat sekolah dasar kelas 3, yaitu memadukan jalur kognitif (*CLT*) dan afektif (*UDL*) menggunakan *grand theory* neurosains terapan.

Tesis oleh Fitri Alfi Husniyah (2024) berjudul *“Pendekatan Individual Untuk Siswa Slow Learner Di MINU Hidayatul Mubtadi’in Bumiayu Malang”*

²¹ Garfield Charles, “The Implementation Of Personalized Learning At Merryweather High School: A Case Study” (Manhattanville University, 2021).

²² Fajriah, “Model Layanan Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Lamban Belajar (Slow Learner) Di Smp Inklusi Kota Semarang” (Universitas Negeri Semarang, 2021).

menyimpulkan bahwa pendekatan individual yang terencana secara cermat berdasarkan analisis tes psikologi mampu meningkatkan keberanian dan kepercayaan diri siswa *slow learner* secara signifikan²³. Ketika riset Husniyah hanya menggunakan model pendekatan bimbingan individual umum. Tesis ini melangkah lebih jauh mengembangkan model tersebut dengan mengintegrasikan prinsip biologi otak, seperti teknik Neuro-Gerak Cepat sebelum belajar untuk menenangkan sirkuit amigdala (*amygdala downregulation*) dan mengukur efisiensi durasi berpikir (*processing speed*) siswa secara empiris.

2. Kelompok Riset Berbasis Efektivitas Stimulasi Neurosains dan Multisensori

Artikel Jurnal oleh Xi Yu, et al. (2025) berjudul “*Randomized Trial on the Impact of Card Game-Based Teaching on Learning and Memory Retention of Neurological Syndromes*” membuktikan bahwa pendekatan interaktif berupa permainan kartu *NSCG* secara signifikan meningkatkan hasil belajar, retensi memori, dan mengurangi beban kognitif dibandingkan instruksi tradisional²⁴.

Dibandingkan dengan riset Yu, et al. yang menerapkan stimulasi kartu pada konteks sindrom neurologis klinis orang dewasa. Tesis ini mengadaptasi filosofi ramah otak tersebut ke dalam media flashcards visual-detail bertema materi IPAS Fase B untuk mengoptimalkan sirkuit *Long-Term Potentiation (LTP)* anak lambat belajar di tingkat dasar.

²³ Fitri Alfi Husniyah, “Pendekatan Individual Untuk Siswa Slow Learner Di Minu Hidayatul Mubtadi‘In Bumiayu Malang” (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Iberahim, 2024).

²⁴ Xi Yu Et Al., “Randomized Trial On The Impact Of Card Game-Based Teaching On Learning And Memory Retention Of Neurological Syndromes,” *Bmc Medical Education* 25, No. 1 (July 13, 2025).

Artikel Jurnal oleh Liu Zhan & Jie Cheng (2025) berjudul “*The Relationship between Multisensory Stimulus-Integrated Foreign Language Learning Models and Students’ Psychological States and Language Skill Development—an Empirical Analysis Using the Global Learning Assessment Database*” menemukan bahwa model multisensori (visual, auditori, taktil) terintegrasi mampu meningkatkan kemampuan bahasa, mengurangi kecemasan belajar, dan meningkatkan motivasi²⁵. Eksperimen Zhan & Cheng meneliti area pengembangan keterampilan bahasa asing secara umum. Sementara itu, tesis ini berfokus pada hambatan memori kerja sainsosial (IPAS) peserta didik *slow learner* dengan menggunakan *flashcards* visual yang ukuran font-nya disesuaikan untuk mengatasi defisit atensi.

Artikel Jurnal oleh Phakharawat Sittiprapaporn (2019) berjudul “*Preliminary Study of Neuroscience-Based Cognitive Skill Training and Brainwave Changes in Children with Learning Disabilities*” membuktikan efektivitas integrasi neurosains melalui program komputer *BrainWare SAFARI* dalam meningkatkan fungsi eksekutif, gelombang otak, dan prestasi akademik anak berkesulitan belajar²⁶.

Jika Sittiprapaporn mengandalkan intervensi digital berbasis komputer privat, tesis ini menawarkan intervensi lingkungan fisik-kinestetik berbiaya rendah dan

²⁵ Liu Zhan And Jie Cheng, “The Relationship Between Multisensory Stimulus-Integrated Foreign Language Learning Models And Students’ Psychological States And Language Skill Development-An Empirical Analysis Using The Global Learning Assessment Database,” *Frontiers In Psychology* 16 (August 6, 2025).

²⁶ Phakharawat Sittiprapaporn, “Preliminary Study Of Neuroscience-Based Cognitive Skill Training And Brainwave Changes In Children With Learning Disabilities,” In *2019 16th International Conference On Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications And Information Technology (Ecti-Con)* (Ieee, 2019).

aksesibel (*low-threat environment*) melalui skema *Pull-Out System* di Ruang Inklusi sekolah dasar negeri.

Artikel Jurnal oleh Rasmitadila, et al. (2021) berjudul “*General Teachers’ Experience of the Brain’s Natural Learning Systems-Based Instructional Approach in Inclusive Classroom*” mengungkap bahwa memanfaatkan sistem pembelajaran alami otak mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan (*engagement*), dan retensi anak lambat belajar di kelas inklusif²⁷.

Penelitian Rasmitadila, et al. bersifat kualitatif deskriptif yang mengeksplorasi pengalaman guru. Sedangkan tesis ini menempati posisi eksperimental kuantitatif subjek tunggal yang mengukur akurasi hasil belajar secara presisi menggunakan data garis waktu (*time-series*).

Artikel Jurnal oleh Nur Rahmah & Rosadah Abd Majid (2019) berjudul “*Gamification Design for Teaching Numeracy to Slow Learners*” menunjukkan bahwa gamifikasi pada aplikasi digital “*NUMERATica*” efektif memotivasi dan meningkatkan pemahaman numerasi anak lambat belajar secara menyenangkan²⁸. Jika riset Rahmah & Majid menggunakan media permainan digital untuk target numerasi, tesis ini menggunakan media cetak flashcards multisensori terarah dan penguatan psikologis cermin afirmasi untuk target pemahaman konsep dasar sains-sosial (IPAS).

²⁷Rasmitadila Rasmitadila Et Al., “General Teachers’ Experience Of The Brain’s Natural Learning Systems-Based Instructional Approach In Inclusive Classroom,” *International Journal Of Instruction* 14, No. 3 (July 1, 2021): 95–116.

²⁸Nur Rahmah And Rosadah Abd Majid, “Gamification Design For Teaching Numeracy To Slow Learners,” *International Journal Of Innovative Technology And Exploring Engineering (Ijitee)* (2019).

Berdasarkan penelusuran pustaka yang telah dilakukan, terdapat berbagai studi yang melandasi pentingnya intervensi bagi siswa *slow learner*, baik dari perspektif pedagogis, psikologis, maupun neurosains. Penelitian-penelitian tersebut, mulai dari kajian mendalam dalam bentuk disertasi, tesis, hingga artikel jurnal internasional, dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Matriks Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Jenis Publikasi	Fokus / Hasil Penelitian Terdahulu	Perbandingan Posisi dengan Tesis
1	Robbi Jo Morgan (2017)	<i>Understanding Educational Neuroscience : A Teacher's Perspective</i>	Tesis	Mengungkap kesenjangan pemahaman guru yang signifikan mengenai aplikasi neurosains di kelas umum, terutama elemen gerakan fisik dan emosi.	Riset Morgan memetakan perspektif makro kelas umum. Tesis Anda memberikan solusi praktis-aplikatif lewat protokol intervensi tertulis bagi GPK untuk siswa <i>slow learner</i> .
2	Bader Alqallaf (2015)	<i>The Social Participation of Children Identified as Having Moderate Learning Difficulties/Slow Learning...</i>	Disertasi	Menemukan hambatan partisipasi sosial dan interaksi teman sebaya berdampak buruk pada konsep diri siswa <i>slow learner</i> .	Studi Alqallaf mengkaji evaluasi makro kebijakan. Tesis Anda menyorot tindakan mikro kelas reguler melalui integrasi UDL dan <i>roleplay</i> asimetris ("Jagoan Budaya"/"Detektif Sejarah").

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Jenis Publikasi	Fokus / Hasil Penelitian Terdahulu	Perbandingan Posisi dengan Tesis
3	Garfield Charles (2021)	<i>The Implementation of Personalized Learning at Merryweather High School: A Case Study</i>	Disertasi	Menyoroti pentingnya personalisasi pembelajaran individual yang bergantung pada hubungan guru-siswa dan otonomi profesional pendidik.	Charles meneliti kasus personalisasi pada jenjang SMA. Tesis Anda mengadopsi prinsip pengajaran individual untuk anak usia dasar (Kelas 3 SD) guna memitigasi <i>cognitive overload</i> .
4	Fajriah (2021)	<i>Model Layanan Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Lamban Belajar (Slow Learner) Di SMP Inklusi Kota Semarang</i>	Tesis	Membuktikan modifikasi kurikulum melalui pendekatan individual dan konkrit secara signifikan meningkatkan kepercayaan diri dan kontrol konsentrasi siswa <i>slow learner</i> .	Fokus riset Fajriah pada jenjang SMP dengan cakupan manajemen kurikulum makro. Tesis Anda berada pada level operasional mikro Kelas 3 SD memadukan jalur kognitif (CLT) dan afektif (UDL).

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Jenis Publikasi	Fokus / Hasil Penelitian Terdahulu	Perbandingan Posisi dengan Tesis
5	Fitri Alfi Husniyah (2024)	<i>Pendekatan Individual Untuk Siswa Slow Learner Di MINU Hidayatul Mubtadi 'in Bumiayu Malang</i>	Tesis	Menyimpulkan bahwa pendekatan individual terencana berbasis analisis tes psikologi mampu meningkatkan keberanian dan rasa percaya diri siswa secara signifikan.	Riset Husniyah terbatas pada model bimbingan individual umum. Tesis Anda mengintegrasikan prinsip biologi otak (Neuro-Gerak Cepat) untuk <i>amygdala downregulation</i> dan mengukur <i>processing speed</i> secara empiris.
6	Xi Yu, et al. (2025)	<i>Randomized Trial on the Impact of Card Game-Based Teaching on Learning and Memory Retention of Neurological Syndromes</i>	Artikel Jurnal Internasional	Membuktikan pendekatan permainan kartu NSCG secara signifikan meningkatkan hasil belajar, retensi memori, dan memangkas beban kognitif.	Yu, et al. menguji permainan kartu pada kasus klinis neurologis dewasa. Tesis Anda mengadaptasi filosofi ramah otak ke dalam media <i>flashcards</i> visual-detail materi IPAS Fase B anak tingkat dasar.

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Jenis Publikasi	Fokus / Hasil Penelitian Terdahulu	Perbandingan Posisi dengan Tesis
7	Liu Zhan & Jie Cheng (2025)	<i>The Relationship between Multisensory Stimulus-Integrated Foreign Language Learning Models and Students' Psychological States...</i>	Artikel Jurnal Internasional	Menemukan model multisensori (visual, auditori, taktil) terintegrasi efektif mendongkrak kemampuan bahasa, mengurangi kecemasan, dan memicu motivasi.	Eksperimen Zhan & Cheng meneliti area kemahiran bahasa asing secara umum. Tesis Anda berfokus pada hambatan memori kerja sains-sosial (IPAS) <i>slow learner</i> dengan modifikasi font <i>flashcards</i> .
8	Phakkhawat Sittiprapaporn (2019)	<i>Preliminary Study of Neuroscience-Based Cognitive Skill Training and Brainwave Changes in Children with Learning Disabilities</i>	Artikel Jurnal Internasional	Membuktikan program pelatihan saraf komputer "BrainWare SAFARI" efektif meningkatkan fungsi eksekutif, gelombang otak, dan prestasi anak berkesulitan belajar.	Sittiprapaporn menggunakan piranti lunak/intervensi digital komputer privat. Tesis Anda menawarkan intervensi fisik-kinestetik berbiaya rendah (<i>low-threat environment</i>) skema <i>Pull-Out System</i> Ruang Inklusi.

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Jenis Publikasi	Fokus / Hasil Penelitian Terdahulu	Perbandingan Posisi dengan Tesis
9	Rasmitadila, et al. (2021)	<i>General Teachers' Experience of the Brain's Natural Learning Systems-Based Instructional Approach in Inclusive Classroom</i>	Artikel Jurnal Internasional	Mengungkap bahwa pemanfaatan sistem pembelajaran alami otak terbukti mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan retensi anak lambat belajar di kelas inklusi.	Riset Rasmitadila, et al. berbasis kualitatif deskriptif (pengalaman guru). Tesis Anda mengambil posisi eksperimental kuantitatif subjek tunggal (SSR) berbasis data garis waktu (<i>time-series</i>).
10	Nur Rahmah & Rosadah Abd Majid (2019)	<i>Gamification Design for Teaching Numeracy to Slow Learners</i>	Artikel Jurnal Internasional	Menunjukkan gamifikasi pada aplikasi digital "NUMERATICA" efektif memotivasi dan meningkatkan pemahaman numerasi anak lambat belajar secara menyenangkan.	Riset Rahmah & Majid menasar target numerasi berbasis media permainan digital. Tesis Anda menggunakan media cetak <i>flashcards</i> multisensori terarah dan cermin afirmasi untuk target konsep dasar IPAS.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa siswa *slow learner* membutuhkan pendekatan yang bersifat individual dan multisensori untuk mengatasi hambatan belajarnya. Namun, sebagian besar studi tersebut masih

berfokus pada modifikasi kurikulum secara umum atau peningkatan hasil belajar secara parsial, tanpa menyentuh mekanisme biologis otak yang mendasari perilaku belajar siswa tersebut.

Meskipun penelitian mengenai siswa *slow learner* telah banyak dilakukan, penelitian ini memiliki posisi yang berbeda dan menawarkan kebaruan dalam cara menangani hambatan kognitif dan afektif siswa secara simultan. Perbedaan fundamental antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dipaparkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2. Perbandingan Penelitian

Aspek Perbedaan	Penelitian Terdahulu (Husniyah, Fajriah, Morgan, dkk.)	Konsep Yang Ada Dalam Penelitian
Landasan Teori Utama	Umumnya menggunakan pendekatan individual umum, modifikasi kurikulum standar, atau pedagogi inklusi konvensional.	Menggunakan Grand Theory Neurosains yang diturunkan ke dalam prinsip <i>Neuroplasticity</i> , <i>Cognitive Load Theory</i> (CLT), dan <i>Universal Design for Learning</i> (UDL).
Fokus Intervensi	Cenderung terpisah antara perbaikan kognitif (akademik) atau afektif (sosial-emosional) saja.	Intervensi bersifat simultan dan komprehensif yang menasar tantangan ganda (kognitif dan afektif) melalui jalur yang saling menguatkan.
Metodologi Penelitian	Mayoritas menggunakan Kualitatif Studi Kasus atau <i>Research and Development</i> (R&D) untuk tingkat SMP.	Menggunakan Single Subject Research (SSR) dengan desain <i>Multiple Baseline Across Subjects</i> untuk melihat hubungan fungsional sebab-akibat secara mendalam pada level individu.

Aspek Perbedaan	Penelitian Terdahulu (Husniyah, Fajriah, Morgan, dkk.)	Konsep Yang Ada Dalam Penelitian
Spesifikasi Strategi	Menggunakan pendekatan individual secara luas atau bimbingan konseling biasa.	Menerapkan protokol spesifik seperti Neuro-Gerak Cepat, teknik multisensori terarah, dan manajemen beban kognitif (<i>Segmented Learning</i>).
Subjek & Lokasi	Seringkali pada jenjang SMP atau inklusi umum dengan karakteristik subjek yang luas.	Fokus pada Kelas 3 Sekolah Dasar dengan subjek <i>slow learner</i> yang memiliki profil belajar spesifik (Kinetik/Sosial vs Visual/Detail).
Instrumen Pengukuran	Umumnya menggunakan wawancara, observasi kualitatif, atau nilai rapor.	Menggunakan data <i>time-series</i> yang presisi melalui Tes Klasifikasi Cepat, <i>Checklist</i> Fidelitas Intervensi, dan skala <i>Visual Likert</i> .

Meskipun kajian mengenai potensi neurosains dalam pendidikan telah berkembang, implementasinya dalam lingkup pendidikan inklusif masih sangat terbatas dan cenderung bersifat umum. Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Husniyah²⁹ dan Fajriah³⁰ secara dominan berfokus pada modifikasi kurikulum dan pendekatan pedagogis konvensional. Masih terdapat kelangkaan studi yang secara empiris menguji efektivitas intervensi berbasis otak dalam meningkatkan pemahaman konsep IPAS, sekaligus menangani isu afektif pada siswa *slow learner*.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan literatur tersebut dengan menawarkan tiga pilar kebaruan sebagai berikut:

²⁹ Husniyah, Pendekatan Individual Untuk Siswa Slow Learner di MINU Hidayatul Muhtadi'in Bumiayu Malang (2024)

³⁰ Fajriah, Model Layanan Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Lamban Belajar (Slow Learner) di SMP Inklusi Kota Semarang (2021).

a. Integrasi Teoretis *Neuroeducation*

Berbeda dengan studi sebelumnya yang menggunakan pendekatan pedagogis umum, penelitian ini beroperasi di bawah payung *neuroeducation* untuk menjelaskan mekanisme biologis otak siswa dalam memproses informasi.

b. Akurasi Metodologis *Single Subject Research* (SSR)

Penggunaan metode SSR yang dilaksanakan dalam satu bulan dengan dua kali pertemuan pada setiap minggu memungkinkan pembuktian hubungan fungsional (sebab-akibat) antara intervensi dengan peningkatan variabel sasaran secara akurat pada tingkat individu, melampaui analisis rata-rata kelompok.

c. Intervensi Tantangan Ganda

Penelitian ini secara komprehensif menangani hambatan kognitif (pemahaman Konsep IPAS) dan perilaku pasif yang berakar dari rendahnya *self-esteem* akademik melalui penguatan intrinsik yang ramah otak secara simultan.

Dengan demikian, jika penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa pendekatan individual itu efektif, penelitian ini melangkah lebih jauh untuk menguji "bagaimana dan mengapa" mekanisme otak siswa *slow learner* dapat dioptimalkan melalui intervensi neurosains yang terukur secara empiris. Pendekatan yang dirancang secara *individualized* dan berlandaskan *Universal Design for Learning* (UDL) ini diharapkan mampu memberikan solusi teknis dan saintifik bagi peningkatan kualitas pembelajaran inklusif di Sekolah Dasar.

G. Landasan Teori

Penelitian ini berasal dan beroperasi di bawah payung besar *Neuroscience* dalam Pendidikan, yang disebut sebagai *Neuropedagogy* yaitu bidang yang menjelaskan bagaimana struktur dan fungsi otak memengaruhi proses belajar, perhatian, memori, motivasi, dan emosi siswa. *Neuropedagogy* adalah pendekatan yang mengintegrasikan temuan ilmu saraf tentang bagaimana otak belajar dengan praktik pendidikan, sehingga strategi pembelajaran dirancang selaras dengan proses kognitif dan emosional siswa³¹. Dari *grand theory* tersebut diturunkan konsep *Neuroplasticity* sebagai dasar biologis, *Cognitive Load Theory* sebagai pedoman desain instruksional, dan *Universal Design for Learning (UDL)* sebagai kerangka implementasi pembelajaran yang inklusif.

1. Neuropedagogi (Neurosains dalam Pendidikan)

Neurosains adalah cabang ilmu yang mempelajari cara kerja otak dalam memproses informasi, yang berpotensi mengubah pendidikan dengan menyediakan metode baru untuk memahami pembelajaran manusia dan perkembangan kognitif³². Neurosains berfungsi sebagai dasar bagi pendidikan, di mana praktik pengajaran harus selaras dengan mekanisme kognitif dan emosional otak³³.

Neurosains menawarkan metode empiris untuk mengevaluasi efektivitas berbagai strategi pengajaran. Dengan memahami mekanisme saraf yang mendasari

³¹Grégoire Borst, "La Neuroéducation – Lapsydé (Umr Cnrs 8240)," *L'année Psychologique* Vol. 123, No. 2 (July 25, 2023): 387–92; K. Pradeep et al., "Neuroeducation: Understanding Neural Dynamics in Learning and Teaching," *Frontiers in Education* 9 (2024); Adriana Qafa et al., "Neuroeducation in the Classroom: From Theoretical Foundations to Practical Challenges," *Journal Of Educational and Social Research* 15, No. 4 (July 5, 2025): 343.

³² Suyadi, *Pendidikan Islam dan Neurosains* (Prenada Media, 2020).

³³ Nur Asyiah and Johar Permana, "Kajian Tren Riset Peran Neurosains: Implikasinya terhadap Pendidikan di Sekolah Dasar," *Qalam : Jurnal Ilmu Kependidikan* 14, No. 1 (July 9, 2025): 54–61.

pembelajaran, para pendidik dapat mengembangkan dan menyempurnakan pendekatan pedagogis untuk mendukung pembelajaran siswa dengan lebih baik³⁴

Neuropedagogi merupakan sebuah konsep yang secara sistematis mengintegrasikan ilmu saraf, psikologi kognitif, dan teori pendidikan untuk meningkatkan pengajaran dan pembelajaran. Neuropedagogi dibangun di atas dua prinsip dasar: (1) pembelajaran adalah proses dinamis perubahan sinaptik dan reorganisasi jaringan saraf, dan (2) guru dapat dianggap sebagai “arsitek saraf” yang secara aktif membentuk arsitektur otak siswa melalui pengajaran³⁵.

2. Prinsip *Neuroplasticity*

Neuroplasticity atau neuroplastisitas merupakan konsep sentral yang menyatakan bahwa otak memiliki kemampuan untuk membentuk dan mengatur ulang koneksi saraf sebagai respons terhadap pengalaman, pembelajaran, dan lingkungan³⁶.

Neuroplastisitas, juga dikenal sebagai plastisitas otak, adalah kemampuan otak untuk mereorganisasi dan memodifikasi koneksi sarafnya sebagai respons terhadap berbagai stimulus, pengalaman, pembelajaran, dan perubahan lingkungan. Adaptasi dinamis ini krusial bagi beberapa fungsi otak, termasuk pembelajaran, memori, dan

³⁴ Goswami, “Neurociencia Y Educación: ¿Podemos ir de la Investigación básica a su Aplicación? un Posible Marco de Referencia desde la Investigación en Dislexia.”

³⁵ Isaac A. Friedman, Ety Grobgeld, and Ariela Teichman-Weinberg, “Neuropedagogy: From Neurons to Teaching and Learning,” *Frontiers in Education* 11 (March 9, 2026).

³⁶ M Martinez-Morga and S Martinez, “Neuroplasticity: Synaptogenesis during Normal Development and its Implication in Intellectual Disability.,” *Revista de Neurologia* 64, No. S01 (February 24, 2017): S45–50.

pemulihan dari cedera³⁷. Neuroplastisitas sangat penting untuk proses pembelajaran dan memori yang memungkinkan otak untuk membentuk dan memperkuat koneksi, sehingga menghasilkan peningkatan fungsi kognitif³⁸.

Prinsip ini membenarkan bahwa meskipun siswa *Slow Learner* memiliki keterbatasan, mereka masih memiliki potensi untuk berkembang melalui intervensi dan pendekatan yang tepat.

3. *Cognitive Load Theory* (CLT)

Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory/CLT*) yang dicetuskan pada tahun 1988 oleh John Sweller, menyatakan bahwa memori kerja kita hanya mampu menyimpan sejumlah kecil informasi pada satu waktu dan bahwa metode pengajaran harus menghindari kelebihan beban agar pembelajaran dapat dimaksimalkan³⁹. *Cognitive Load Theory* berfokus pada pengelolaan beban kognitif⁴⁰. Memahami cara otak memproses pengetahuan sekunder adalah kunci untuk meningkatkan kualitas pengajaran⁴¹ terutama bagi siswa *Slow Learner* yang

³⁷ Andreas Luft, Amy J. Bastian, and Volker Dietz, "Learning in the Damaged Brain/Spinal Cord: Neuroplasticity," In *Neurorehabilitation Technology* (Cham: Springer International Publishing, 2022), 3–18; Patricia Marzola et al., "Exploring the Role of Neuroplasticity in Development, Aging, and Neurodegeneration," *Brain Sciences* 13, No. 12 (November 21, 2023): 1610; Charlotte Tacke Et Al., "The Fate of Neuronal Synapse Homeostasis in Aging, Infection, and Inflammation," *American Journal Of Physiology-Cell Physiology* 327, No. 6 (December 1, 2024): C1546–63, <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00466.2024>.

³⁸ Jacob W. Pickersgill et al., "The Combined Influences of Exercise, Diet and Sleep on Neuroplasticity," *FrontiersIn Psychology* 13 (April 26, 2022).

³⁹ John Sweller, "Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning," *Cognitive Science* 12, No. 2 (April 11, 1988): 257–85.

⁴⁰ John. Sweller, Paul L.. Ayres, and Slava. Kalyuga, *Cognitive Load Theory* (Springer, 2011).

⁴¹ Sarah P.. Lewis, *Cognitive Load : Theory and Applications* (Nova Science Publishers, 2021).

memiliki beban kognitif tinggi pada memori kerja mereka⁴². Beban kognitif yang tidak perlu akibat desain instruksional yang buruk harus diminimalkan melalui prinsip koherensi, pensinyalan, redundansi, dan kesinambungan spasial/temporal.

Strategi untuk Mengelola Beban Kognitif pada Siswa *Slow Learner* diantaranya:

1) *Worked Examples*

Menyajikan solusi langkah demi langkah untuk masalah dapat membantu mengurangi beban kognitif dengan memberikan panduan yang jelas dan mengurangi kebutuhan untuk memecahkan masalah dari awal⁴³.

2) Pra-pelatihan

Memperkenalkan konsep-konsep dasar sebelum mendalami topik-topik kompleks untuk mengurangi beban intrinsik seperti dengan menggunakan contoh langkah demi langkah untuk memandu peserta didik melalui proses pemecahan masalah, yang khususnya efektif bagi pemula⁴⁴.

⁴² Sahar Ghanbari Et Al., "A Systematized Review of Cognitive Load Theory in Health Sciences Education and a Perspective From Cognitive Neuroscience," *Journal Of Education And Health Promotion* 9, No. 1 (2020): 176; Katherine E. Twist et al., "Designing Brain-Friendly Ultrasound Presentations," *Ultrasound Quarterly* 41, No. 1 (March 2025).

⁴³ Vicki Likourezos and Slava Kalyuga, "Instruction-First and Problem-Solving-First Approaches: Alternative Pathways to Learning Complex Tasks," *Instructional Science* 45, No. 2 (April 16, 2017): 195–219; Justin Sentz And Jill Stefaniak, "Instructional Heuristics For The Use Of Worked Examples To Manage Instructional Designers' Cognitive Load While Problem-Solving," *Tech Trends* 63, No. 2 (March 12, 2019): 209–25; Justin Sentz et al., "How do Instructional Designers Manage Learners' Cognitive Load? An Examination of Awareness and Application Of Strategies," *Educational Technology Research And Development* 67, No. 1 (February 2, 2019): 199–245,.

⁴⁴ Yi-Hung Huang, "Influence of Instructional Design to Manage Intrinsic Cognitive Load on Learning Effectiveness," *Eurasia Journal Of Mathematics, Science and Technology Education* 14, No. 6 (April 22, 2018).

3) *Segmented Learning*

Membagi materi pembelajaran menjadi segmen-segmen yang lebih kecil dan mudah dikelola dapat membantu siswa memproses informasi secara lebih efektif⁴⁵.

4) *Simple-to-Complex Sequencing*

Mengorganisasikan tugas belajar dari yang sederhana ke yang kompleks membantu siswa membangun pemahaman dan keterampilan mereka secara bertahap. Metode ini membantu mengelola beban kognitif intrinsik dengan memastikan siswa tidak kewalahan oleh kompleksitas terlalu dini dalam proses pembelajaran⁴⁶.

5) Penggunaan Antarmuka Metaforis dan *Hypertext*

Penggunaan antarmuka metaforis dan hiperteks dapat membuat pembelajaran lebih intuitif dan menarik, membantu siswa menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada. Alat-alat ini telah digunakan secara efektif dalam lingkungan pembelajaran daring untuk mengelola beban kognitif dan meningkatkan motivasi⁴⁷.

⁴⁵ Huang; Twist et al., “Designing Brain-Friendly Ultrasound Presentations.”

⁴⁶ Twist et al., “Designing Brain-Friendly Ultrasound Presentations.”

⁴⁷ Selina Atwani Ochukut and Robert Obwocha Oboko, “Strategies for Managing Cognitive Load and Enhancing Motivation in E-Learning,” 2021, 248–64, <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4739-7.Ch014>.

6) Visualisasi

Menggunakan imajinasi mental untuk mengoptimalkan beban kerja otak dengan melibatkan jalur sensorik, motorik, eksekutif, dan pengambilan keputusan di otak⁴⁸.

7) Lingkungan Belajar yang Aman

Menciptakan pengalaman belajar yang suportif dan terstruktur untuk mengurangi beban kognitif dan mendorong perolehan pengetahuan⁴⁹.

8) Teknik Manajemen Diri

Mendorong peserta didik untuk menerapkan prinsip-prinsip *CLT* sendiri guna mengelola beban kognitif mereka, meskipun pendekatan ini menghadirkan tantangan yang signifikan⁵⁰.

4. Neuropedagogi dalam Strategi Pembelajaran untuk *Slow Learner*

Pendekatan berbasis neuropedagogi menekankan strategi yang ramah otak meliputi:

- a. Pendekatan multisensori yang melibatkan berbagai indera (visual, auditori, kinestetik) untuk memperkuat koneksi saraf dan meningkatkan retensi informasi⁵¹

⁴⁸ Selina Atwani Ochukut and Robert Obwocha Oboko, "Strategies for Managing Cognitive Load and Enhancing Motivation in E-Learning," 2021, 248–64, <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4739-7.Ch014>.

⁴⁹ Ochukut and Oboko.

⁵⁰ Ochukut and Oboko.

⁵¹ Simone Ghisio et al., "A Multimodal Serious-Game to Teach Fractions in Primary School," In *Proceedings of the 1st Acm Sigchi International Workshop on Multimodal Interaction for Education* (New York, Ny, USA: Acm, 2017), 67–70; Céline Jost et al., "Prim Project: Playing and Recording with Interactivity and Multisensoriality," In *Acm International Conference on Interactive Media Experiences* (New York, Ny, USA: Acm, 2021), 223–27, <https://doi.org/10.1145/3452918.3465487>; Gualtiero Volpe and Monica Gori, "Multisensory Interactive Technologies for Primary Education: From Science to Technology," *Frontiers In Psychology* 10 (June 28, 2019); Erica Volta et al., "Designing A Multisensory Social Serious-Game For Primary School Mathematics Learning," In *2018 Ieee Games, Entertainment, Media Conference (Gem)* (Ieee, 2018), 1–9.

- b. Pembelajaran berulang yang sangat penting untuk mengkompensasi daya ingat yang lemah⁵².
- c. Lingkungan belajar yang mendukung untuk menciptakan lingkungan yang positif dan aman secara emosional untuk merangsang otak secara positif dan membangun *self-esteem*⁵³ (Al-Barakat et al., 2025; Benningfield et al., 2015; Venugopal-Wairagade, 2016).

Meskipun mata pelajaran di Kelas 3 SD saat ini terintegrasi dalam IPAS, penelitian ini menyadari bahwa siswa *slow learner* membutuhkan materi yang terstruktur. Oleh karena itu, berdasarkan landasan teoretis *Cognitive Load Theory (CLT)* dan kebutuhan adaptif anak, intervensi dan pengukuran pemahaman konsep dibatasi secara spesifik pada komponen Sains yang terkandung dalam kurikulum IPAS. Pembatasan ini bertujuan memastikan variabel yang diukur adalah konkret, terstruktur, dan memiliki tingkat kesesuaian yang optimal dengan strategi pembelajaran multisensori berbasis *Neuroplasticity*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

⁵² Xuchen Zhang Et Al., "Cdc42-Dependent Forgetting Regulates Repetition Effect in Prolonging Memory Retention," *Cell Reports* 16, No. 3 (July 2016): 817–25.

⁵³ Ali Ahmad Al-Barakat Et Al., "Shaping Young Minds: How Teachers Foster Social Interaction, Psychological Security and Motivational Support in the Primary Language Classroom," *International Journal Of Learning, Teaching And Educational Research* 24, No. 1 (January 30, 2025): 359–78, ; M.M. Benningfield, M.P. Potter, And J.Q. Bostic, "Educational Impacts of the Social and Emotional Brain," *Child And Adolescent Psychiatric Clinics Of North America* 24, No. 2 (2015): 261–75; Gayatri Venugopal-Wairagade, "Creating a Supportive Learning Environment for Better Student Engagement," In *2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing And Engineering (Lattice)* (Ieee, 2016).

H. Sistematika Pembahasan

Penelitian ini disusun secara sistematis ke dalam empat bab utama yang saling berkaitan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai proses dan hasil penelitian, dengan rincian sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan, merupakan bagian pengantar yang meletakkan dasar pemikiran penelitian. Bab ini menguraikan latar belakang masalah mengenai tantangan pendidikan inklusif bagi siswa *slow learner* di sekolah dasar serta urgensi penggunaan pendekatan *neuropedagogy*. Selanjutnya, dipaparkan rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian. Dalam bab ini juga dijelaskan fokus dan batasan penelitian, definisi operasional untuk menyamakan persepsi istilah, serta kajian penelitian terdahulu yang relevan untuk menegaskan posisi dan kebaruan (*gap*) penelitian ini dibandingkan studi sebelumnya. Landasan teori mengenai *Neuroplasticity*, *Cognitive Load Theory*, dan *Universal Design for Learning* (UDL) juga dibahas sebagai kerangka teoretis utama.

BAB II Metode Penelitian, menguraikan prosedur saintifik yang digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian. Bab ini menjelaskan pendekatan kuantitatif dengan jenis *Single Subject Research* (SSR) yang dipilih sebagai corak penelitian untuk melihat perubahan perilaku secara individual. Di dalamnya dipaparkan desain penelitian *Multiple Baseline Across Subjects*, subjek penelitian (Siswa A dan Siswa B), lokasi penelitian, serta variabel dan indikator penelitian. Selain itu, dijelaskan pula prosedur penelitian yang mencakup fase baseline dan intervensi, instrumen pengumpulan data berupa tes pemahaman konsep dan skala

Variabel luar seperti kondisi fisik subjek sebelum sesi dimulai (kelelahan atau masalah di rumah) dan kebisingan di sekitar Ruang Inklusi merupakan faktor yang sulit dikontrol sepenuhnya oleh peneliti. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi ambang batas amigdala (*amygdala arousal*) subjek secara fluktuatif sebelum intervensi berbasis *neuroscience* diberikan.



BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pembahasan, dan temuan empiris dalam penelitian *Single Subject Research* (SSR) yang dilaksanakan di sebuah Sekolah Dasar Negeri (inklusi) di Yogyakarta, maka kesimpulan penelitian ini disusun secara sistematis berdasarkan tiga rumusan masalah utama sebagai berikut:

1. Karakteristik dan Proses Pembelajaran IPAS Berbasis Neuropedagogi

Pembelajaran IPAS berbasis neuropedagogi dalam penelitian ini bercirikan pendekatan ramah otak (*brain-friendly learning*) yang fleksibel, konkret, multisensori, serta bebas dari ancaman akademis (*low-threat environment*). Proses operasionalnya di Ruang Inklusi menggunakan skema *Pull-Out System* selama 30–40 menit jam pelajaran IPAS Fase B yang berjalan secara asimetris melalui empat tahapan utama. Tahapan tersebut meliputi: (1) *Pra-Intervensi (Priming)* berupa stimulasi motorik halus (*soft-clay* dan *finger-tapping*) untuk Siswa A serta afirmasi personal Cermin Afirmasi dan kartu "Misi Detektif" untuk Siswa B guna menenangkan amigdala; (2) *Recall Materi* menggunakan teknik *segmented learning* berbasis narasi kearifan lokal menuju alur sejarah kronologis; (3) *Inti Intervensi Flashcards* teknik "Mata Detail" berkecepatan tinggi untuk akselerasi *processing speed*; dan (4) *Penguatan Afektif* simulasi bermain peran (*role play*) tokoh imajinatif "Jagoan Budaya" (Siswa A) serta "Detektif Sejarah" (Siswa B) untuk merangsang sirkuit dopamin subjek.

2. Kualitas Pembelajaran Berbasis Neuropedagogi

Kualitas perangkat, media, dan instrumen protokol intervensi neuropedagogi ini memenuhi kualifikasi Sangat Baik/Sangat Relevan dan dinyatakan sangat layak diimplementasikan tanpa revisi besar. Validitas kualitas ini didasarkan pada tiga bentuk penilaian otentik di lapangan, yaitu: (1) Penilaian ahli oleh pakar neurosains pendidikan yang menyatakan seluruh aspek landasan teoretis plastisitas otak, CLT, dan instrumen SSR sangat kuat secara metodologis; (2) Penilaian praktisi oleh Guru Pendamping Khusus (GPK) yang mengonfirmasi bahwa penggantian istilah peran akademis menjadi bahasa anak serta penerapan instruksi pendek berhasil meminimalkan beban kognitif luar/*extraneous load* siswa secara signifikan; dan (3) Respon emosional kedua subjek yang tercatat sangat positif, ceria, dan antusias melalui instrumen metakognitif harian jurnal *My Learning Journey*.

3. Peningkatan Self-Esteem dan Pemahaman Konsep IPAS

Penerapan pembelajaran berbasis neuropedagogi terbukti secara meyakinkan mampu meningkatkan *self-esteem* akademik dan pemahaman konsep IPAS pada kedua siswa *slow learner* secara simultan dan fungsional. Pada aspek kognitif, kedua subjek mencapai skor sempurna (100) pada sesi final dengan nilai *Percentage of Non-overlapping Data* (PND) sebesar 100% (sangat efektif), yang diikuti efisiensi *processing speed* di mana durasi pengerjaan kuis Siswa A terpankas dari 4 menit 20 detik menjadi 3 menit 24 detik, dan Siswa B dari 4 menit 30 detik menjadi 3 menit 37 detik. Pada aspek

afektif, terjadi transformasi perilaku luar yang masif; kecemasan motorik Siswa A (menggigit jari, mendistresi diri) berhasil diredam menjadi kesigapan memimpin gerak, sementara mekanis pertahanan diri Siswa B (kepasifan, melamun, penundaan tugas) beralih menjadi sikap berani berpendapat secara lisan. Peningkatan harga diri ini berhasil dikunci secara stabil melalui integrasi peran nyata saat kerja kelompok di kelas reguler yang memicu penguatan sosial (*external reinforcement*) dari teman sebaya, serta didukung oleh kemampuan jurnal metakognitif dalam memfasilitasi koordinasi *Prefrontal Cortex* untuk memicu *amygdala downregulation* (transisi dari *survival mode* ke *learning mode*).

B. Implikasi

Temuan dalam penelitian ini membawa implikasi penting bagi praktik pendidikan inklusi, baik secara teoritis maupun praktis antara lain:

1. Implikasi Teoretis

Penelitian ini memperkuat teori bahwa keterlambatan belajar pada siswa *slow learner* bukanlah kondisi statis. Dengan memanfaatkan prinsip *Neuroplasticity*, hambatan kognitif dapat diintervensi melalui stimulasi yang tepat sasaran. Selain itu, penelitian ini membuktikan bahwa integrasi antara CLT dan UDL dalam desain instruksional dapat menciptakan aksesibilitas belajar yang lebih adil bagi siswa dengan hambatan fungsi eksekutif.

2. Implikasi Praktis

Penggunaan media visual yang dipersonalisasi dan penciptaan atmosfer belajar yang aman secara psikologis terbukti menjadi prasyarat mutlak sebelum proses kognitif dimulai. Guru tidak hanya perlu fokus pada konten akademik, tetapi juga pada regulasi sistem limbik siswa untuk memastikan otak berada dalam kondisi "siap belajar" (*learning mode*).

C. Rekomendasi

Berdasarkan keterbatasan dan temuan dalam penelitian ini, diajukan beberapa rekomendasi sebagai berikut:

1. Guru Madrasah/Sekolah Dasar

Disarankan untuk mulai menerapkan strategi *neuro-priming* sederhana dan memberikan penguatan afektif melalui peran-peran bermakna di kelas. Guru perlu menyadari bahwa perilaku distraksi pada siswa *slow learner* sering kali merupakan sinyal dari *cognitive overload* atau kecemasan amigdala yang memerlukan pendekatan empatik berbasis neurosains.

Diperlukan juga adanya penyusunan panduan protokol singkat bagi guru pendamping guna menjaga konsistensi intervensi apabila guru utama berhalangan hadir, sehingga intervensi tetap konsisten dan stabilitas data serta emosi siswa tetap terjaga.

2. Bagi Pihak Sekolah

Diperlukan kebijakan yang mendukung optimalisasi Ruang Inklusi sebagai pusat intervensi neurologis, bukan sekadar ruang isolasi. Sekolah disarankan

untuk menyediakan fasilitas media belajar yang aksesibel (sesuai prinsip UDL) untuk mengakomodasi keberagaman profil saraf siswa di kelas reguler.

Mengingat potensi keberlanjutan dari strategi ini, sekolah disarankan menerapkan pendekatan serupa pada materi-materi yang membutuhkan hafalan dan pemahaman kronologis tinggi untuk mendukung performa akademik siswa ABK secara lebih luas.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Mengingat keterbatasan durasi pada desain SSR ini, peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan studi longitudinal guna melihat daya tahan (*maintenance*) dari plastisitas saraf dan *self-esteem* subjek setelah intervensi dihentikan. Selain itu, pengembangan media intervensi berbasis teknologi multisensori dapat menjadi area riset yang menarik untuk memperdalam efektivitas *neuro-pedagogy*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Barakat, Ali Ahmad, Omayya M. Al-Hassan, Rommel Mahmoud Alali, Ruba Fahmi Bataineh, Yusra Zaki Aboud, and Nahla Abbas Ibrahim. "Shaping Young Minds: How Teachers Foster Social Interaction, Psychological Security and Motivational Support in the Primary Language Classroom." *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 24, No. 1 (January 30, 2025): 359–78. <https://doi.org/10.26803/Ijleter.24.1.18>.
- Alqallaf, Bader. "The Social Participation of Children Identified as Having Moderate Learning Difficulties/Slow Learning and the Different Ways of Assessing Such Children in Kuwait and England (a Comparative Study)." Exeter, Devon, 2015.
- Andi Olyffia, Krisna, and M. Najib Jauhari. "Pentingnya Pemahaman Guru Terhadap Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Memenuhi Kebutuhan Siswa Di Kelas dan Target Ketercapaian Kurikulum Pendidikan." *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan* 4, No. 2 (June 1, 2024): 17. <https://doi.org/10.17977/um065.V4.I2.2024.17>.
- Andriana, Encep, Mudmainah Vitasari, Yuvita Oktarisa, and Dyan Novitasari. "Pengembangan Multimedia Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah Dasar." *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar* 3, No. 2 (September 13, 2017): 186. <https://doi.org/10.30870/jpsd.V3i2.2139>.
- Bandura, Albert. "Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change." *Psychological Review* 84, No. 2 (1977): 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.84.2.191>.
- Begidova, Svetlana N. "Neuropedagogy as a Modern Scientific Direction." *Vestnik of North Ossetian State University*, No. 4 (December 25, 2025): 139–45. <https://doi.org/10.29025/1994-7720-2025-4-139-145>.
- Benningfield, M.M., M.P. Potter, And J.Q. Bostic. "Educational Impacts of the Social and Emotional Brain." *Child And Adolescent Psychiatric Clinics of North America* 24, No. 2 (2015): 261–75. <https://doi.org/10.1016/J.Chc.2014.12.001>.
- Borst, Grégoire. "La Neuroéducation – Lapsydé (Umr Cnrs 8240)." *L'année Psychologique* Vol. 123, No. 2 (July 25, 2023): 387–92. <https://doi.org/10.3917/Anpsy1.232.0387>.
- Charles, Garfield. "The Implementation of Personalized Learning at Merryweather High School: a Case Study." Manhattanville University, 2021.
- Choksi, Kushan, Hongkai Chen, Karan Joshi, Sukrutha Jade, Shahriar Nirjon, And Shan Lin. "Sensemo: Enabling Affective Learning through Real-Time Emotion Recognition with Smartwatches," July 13, 2024. <http://arxiv.org/abs/2407.09911>.
- Cooper, John O., Timothy E. Heron, and William L. Heward. *Applied Behavior*

Analysis. Merrill Pub. Co., 1987.

- Fajriah. "Model Layanan Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Lamban Belajar (Slow Learner) di SMP Inklusi Kota Semarang." Universitas Negeri Semarang, 2021.
- Friedman, Isaac A., Etty Grobgeld, and Ariela Teichman-Weinberg. "Neuropedagogy: From Neurons to Teaching And Learning." *Frontiers in Education* 11 (March 9, 2026). <https://doi.org/10.3389/Feduc.2026.1774900>.
- Ghanbari, Sahar, Fariba Haghani, Majid Barekatin, and Alireza Jamali. "A Systematized Review of Cognitive Load Theory in Health Sciences Education and a Perspective from Cognitive Neuroscience." *Journal Of Education And Health Promotion* 9, No. 1 (2020): 176. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_643_19.
- Ghisio, Simone, Paolo Alborno, Erica Volta, Monica Gori, And Gualtiero Volpe. "A Multimodal Serious-Game to Teach Fractions in Primary School." In *Proceedings of the 1st Acm Sigchi International Workshop on Multimodal Interaction for Education*, 67–70. New York, Ny, USA: Acm, 2017. <https://doi.org/10.1145/3139513.3139524>.
- Gordon, David., Anne. Meyer, and David. Rose. *Universal Design for Learning: Theory and Practice*. Cast Professional Publishing, 2016.
- Goswami, Usha. "Neurociencia Y Educación: ¿ Podemos ir de la investigación básica a su aplicación? Un posible marco de referencia desde la investigación en dislexia." *Psicología Educativa* 21, No. 2 (December 2015): 97–105. <https://doi.org/10.1016/J.Pse.2015.08.002>.
- Hidayat, Tjetjep Ismail Badruzaman, Muhammad Rizal Maulana, Willdi Ahmad Fauzi, Nurahmi Gustiani, and Irfan Arya Haryadi. *Metode Penelitian aan Etika Ilmiah*. Edited by Aas Masruroh. Penerbit Widina Media Utama, 2025. www.freepik.com.
- Huang, Yi-Hung. "Influence Of Instructional Design to Manage Intrinsic Cognitive Load on Learning Effectiveness." *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14, No. 6 (April 22, 2018). <https://doi.org/10.29333/Ejmste/90264>.
- Husniyah, Fitri Alfi. "Pendekatan Individual untuk Siswa Slow Learner di MINU Hidayatul Muftadi'in Bumiayu Malang." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahimi, 2024.
- Jardinez, Mayonel J, and Lexter R Natividad. "The Advantages and Challenges of Inclusive Education: Striving for Equity in the Classroom." *Shanlax International Journal Of Education* 12, No. 2 (March 1, 2024): 57–65. <https://doi.org/10.34293/Education.V12i2.7182>.
- Jost, Céline, Justin Debloos, Dominique Archambault, Brigitte Le Pévédic, Jack Sagot, Rémy Sohier, Charles Albert Tijus, Isis Truck, And Gérard Uzan. "Prim

- Project: Playing and Recording with Interactivity and Multisensoriality.” In *Acm International Conference On Interactive Media Experiences*, 223–27. New York, Ny, USA: Acm, 2021. <https://doi.org/10.1145/3452918.3465487>.
- Kamarudin, Nor Halimaton. “Teachers’ Implementation of Universal Design for Learning in Inclusive Classrooms: A Systematic Literature Review.” *Educatum Journal of Social Sciences* 12, No. Special Issue 2 (April 23, 2026): 192. <https://doi.org/10.37134/Ejoss.Vol12.Sp2.17.2026>.
- Kazdin, Ae, and A.H Tuma. *Single Case Research Design*. San Fransisco: Jossey-Bass, 1982.
- Khasanah, Esty Zyadatul, and Abdul Salim. “Inclusive Education: In Concepts, Policies, and Implementation.” *Indonesian Journal Of Disability Studies (Ijds)* 5, No. 2 (2018): 166–69. <http://Ijds.Ub.Ac.Id/>.
- Lestari, Novia, and Lucky Lhaura Van Fc. “Sistem Penunjang Keputusan Penetapan Siswa Inklusi Kesulitan Belajar di Sekolah Dasar.” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 9, No. 1 (May 31, 2018): 71–81. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v9i1.670>.
- Lewis, Sarah P.. *Cognitive Load: Theory and Applications*. Nova Science Publishers, 2021.
- Likourezos, Vicki, and Slava Kalyuga. “Instruction-First and Problem-Solving-First Approaches: Alternative Pathways to Learning Complex Tasks.” *Instructional Science* 45, No. 2 (April 16, 2017): 195–219. <https://doi.org/10.1007/S11251-016-9399-4>.
- Luft, Andreas, Amy J. Bastian, and Volker Dietz. “Learning in the Damaged Brain/Spinal Cord: Neuroplasticity.” In *Neurorehabilitation Technology*, 3–18. Cham: Springer International Publishing, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08995-4_1.
- Martinez-Morga, M, And S Martinez. “Neuroplasticity: Synaptogenesis during Normal Development and it's Implication in Intellectual Disability].” *Revista De Neurologia* 64, No. S01 (February 24, 2017): S45–50.
- Marzola, Patrícia, Thayza Melzer, Eloisa Pavesi, Joana Gil-Mohapel, And Patricia S. Brocardo. “Exploring the Role of Neuroplasticity in Development, Aging, and Neurodegeneration.” *Brain Sciences* 13, No. 12 (November 21, 2023): 1610. <https://doi.org/10.3390/Brainsci13121610>.
- Massonnié, J., And M.S.C. Thomas. *Perspectives on Learning from Neuroscience. International Encyclopedia of Education: Fourth Edition*, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.14008-4>.
- Morgan, Robbi Jo. “Understanding Educational Neuroscience: A Teacher’s Perspective.” Minot State University, 2017.
- Neuman, S.B., And McCormick. *Single-Subject Experimental Research:*

Applications For Literacy. Newark, De., USA: International Reading Association, 1995.

Novi Wahyu Winastuti, and Wahyu Noverahela. "Intervensi Psikologis dalam Program Pengajaran Individual (PPI) pada Siswa dengan Kesulitan Belajar Khusus." *Happiness, Journal Of Psychology And Islamic Science* 2, No. 1 (September 8, 2022): 9–21. <https://doi.org/10.30762/Happiness.V2i1.336>.

Nur Asyiah, And Johar Permana. "Kajian Tren Riset Peran Neurosains: Implikasinya terhadap Pendidikan di Sekolah Dasar." *Qalam : Jurnal Ilmu Kependidikan* 14, No. 1 (July 9, 2025): 54–61. <https://doi.org/10.33506/Jq.V14i1.4172>.

Nuriyeva, Gülər. "Improving The Efficiency of the Learning Process Using Neuropedagogical Approaches." *Scientific Works* 93, No. 1 (February 26, 2026): 192–96. [https://doi.org/10.69682/Arti.2026.93\(1\).192-196](https://doi.org/10.69682/Arti.2026.93(1).192-196).

Ochukut, Selina Atwani, And Robert Obwocha Oboko. "Strategies For Managing Cognitive Load and Enhancing Motivation in E-Learning," 248–64, 2021. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4739-7.Ch014>.

Parsonson, Barry S., And Donald M. Baer. "The Analysis And Presentation Of Graphic Data." In *Single Subject Research*, 101–65. Elsevier, 1978. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-425850-1.50009-0>.

Pickersgill, Jacob W., Claudia V. Turco, Karishma Ramdeo, Ravjot S. Rehsi, Stevie D. Foglia, And Aimee J. Nelson. "The Combined Influences of Exercise, Diet and Sleep on Neuroplasticity." *Frontiers in Psychology* 13 (April 26, 2022). <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2022.831819>.

Pradeep, K., R. Sular Anbalagan, A.P. Thangavelu, S. Aswathy, V.G. Jisha, And V.S. Vaisakhi. "Neuroeducation: Understanding Neural Dynamics in Learning and Teaching." *Frontiers in Education* 9 (2024). <https://doi.org/10.3389/Feduc.2024.1437418>.

Prahmana, Rully Charitas Indra. *Single Subject Research*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: UAD Press, 2021.

Qafa, Adriana, Tomi Treska, Zenel Sina, Robert Kosova, And Miranda Shahini. "Neuroeducation in the Classroom: From Theoretical Foundations to Practical Challenges." *Journal Of Educational and Social Research* 15, No. 4 (July 5, 2025): 343. <https://doi.org/10.36941/Jesr-2025-0142>.

Rahmah, Nur, and Rosadah Abd Majid. "Gamification Design for Teaching Numeracy to Slow Learners." *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Ijitee)*, 2019. <https://www.Researchgate.Net/Publication/336221574>.

Rasmitadila, Rasmitadila, Widyasari Widyasari, Teguh Prasetyo, Reza Rachmadtullah, Achmad Samsudin, and Rusi Rusmiati Aliyyah. "General Teachers' Experience of the Brain's Natural Learning Systems-Based

- Instructional Approach in Inclusive Classroom.” *International Journal of Instruction* 14, No. 3 (July 1, 2021): 95–116. <https://doi.org/10.29333/Iji.2021.1436a>.
- Rasmitadila, Widyasari, Teguh Prasetyo, Reza Rachmadtullah, Achmad Samsudin, And Rusi Rusmiati Aliyyah. “General Teachers’ Experience of the Brain’s Natural Learning Systems-Based Instructional Approach in Inclusive Classroom.” *International Journal Of Instruction* 14, No. 3 (2021): 95–116. <https://doi.org/10.29333/Iji.2021.1436a>.
- Richard, S. B. *Single Subject Research: Applications In Educational Settings*. United State: Cengage Learning, 2018.
- Rose, David. “Universal Design For Learning.” *Journal Of Special Education Technology* 16, No. 2 (March 1, 2001): 66–67. <https://doi.org/10.1177/016264340101600208>.
- Sentz, Justin, And Jill Stefaniak. “Instructional Heuristics for the use of Worked Examples to Manage Instructional Designers’ Cognitive Load while Problem-Solving.” *Techtrends* 63, No. 2 (March 12, 2019): 209–25. <https://doi.org/10.1007/S11528-018-0348-8>.
- Sentz, Justin, Jill Stefaniak, John Baaki, and Angela Eckhoff. “How do Instructional Designers Manage Learners’ Cognitive Load? An Examination Of Awareness And Application Of Strategies.” *Educational Technology Research and Development* 67, No. 1 (February 2, 2019): 199–245. <https://doi.org/10.1007/S11423-018-09640-5>.
- Sittiprapaporn, Phakkharawat. “Preliminary Study of Neuroscience-Based Cognitive Skill Training and Brainwave Changes in Children with Learning Disabilities.” In *2019 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (Ecti-Con)*, 499–503. Ieee, 2019. <https://doi.org/10.1109/Ecti-Con47248.2019.8955259>.
- Sunanto, J, K Takeuchi, and H Nakata. *Penelitian dengan Subjek Tunggal*. Bandung: Upi Press, 2006.
- Sunanto, Juang, Koji Takeuchi, and Universitas Tsukuba. *Pengantar Penelitian dengan Subyek Tunggal Hideo Nakata*. Criced University Of Tsukuba, 2005.
- Suyadi. *Pendidikan Islam dan Neurosains*. Prenada Media, 2020.
- Sweller, John., Paul L. Ayres, and Slava. Kalyuga. *Cognitive Load Theory*. Springer, 2011.
- Sweller, John. “Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning.” *Cognitive Science*. Vol. 12, 1988. https://doi.org/10.1207/S15516709cog1202_4.
- Tacke, Charlotte, Peter Landgraf, Daniela C. Dieterich, And Andrea Kröger. “The

- Fate of Neuronal Synapse Homeostasis in Aging, Infection, and Inflammation.” *American Journal Of Physiology-Cell Physiology* 327, No. 6 (December 1, 2024): C1546–63. <https://doi.org/10.1152/Ajpcell.00466.2024>.
- Twist, Katherine E., Kristen M. Platt, Fara Y. Shikoh, and Andres R. Ayooob. “Designing Brain-Friendly Ultrasound Presentations.” *Ultrasound Quarterly* 41, No. 1 (March 2025). <https://doi.org/10.1097/Ruq.0000000000000703>.
- Umar, and Mei Indra Jayanti. *Slow Learner " Mengenal Gejala Kesulitan Belajar Siswa di Sekolah Dasar "*. Alinea Indonesia , 2026.
- Venugopal-Wairagade, Gayatri. “Creating a Supportive Learning Environment for Better Student Engagement.” In *2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (Lattice)*, 71–75. Ieee, 2016. <https://doi.org/10.1109/Lattice.2016.26>.
- Volpe, Gualtiero, and Monica Gori. “Multisensory Interactive Technologies for Primary Education: From Science to Technology.” *Frontiers in Psychology* 10 (June 28, 2019). <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2019.01076>.
- Volta, Erica, Paolo Alborn, Monica Gori, and Gualtiero Volpe. “Designing a Multisensory Social Serious-Game for Primary School Mathematics Learning.” In *2018 Ieee Games, Entertainment, Media Conference (Gem)*, 1–9. Ieee, 2018. <https://doi.org/10.1109/Gem.2018.8516442>.
- Yu, Xi, Jiafu Wu, Yuhuan Zhang, Zhixin Di, Wanling Nie, Mingyu Wang, Xingyu Zhu, Et Al. “Randomized Trial on the Impact of Card Game-Based Teaching on Learning and Memory Retention of Neurological Syndromes.” *Bmc Medical Education* 25, No. 1 (July 13, 2025): 1046. <https://doi.org/10.1186/S12909-025-07630-9>.
- Zhan, Liu, And Jie Cheng. “The Relationship Between Multisensory Stimulus-Integrated Foreign Language Learning Models and Students’ Psychological States and Language Skill Development: An Empirical Analysis using the Global Learning Assessment Database.” *Frontiers In Psychology* 16 (August 6, 2025). <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2025.1639885>.
- Zhang, Xuchen, Qian Li, Lianzhang Wang, Zhong-Jian Liu, and Yi Zhong. “Cdc42-Dependent Forgetting Regulates Repetition Effect in Prolonging Memory Retention.” *Cell Reports* 16, No. 3 (July 2016): 817–25. <https://doi.org/10.1016/J.Celrep.2016.06.041>.