PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Untuk Memperkuat Kemampuan Berpikir Logis



Dr. Wahyudin, S.T., M.T.
Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T., Ph.D.
Erlangga, M.T.
Yogi Muhamad Suardi, S.Pd.

PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Untuk Memperkuat Kemampuan Berpikir Logis

Dr. Wahyudin, S.T., M.T.
Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T., Ph.D.
Erlangga, M.T.
Yogi Muhamad Suardi, S.Pd.

Penerbit Widina

PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN UNTUK MEMPERKUAT KEMAMPUAN BERPIKIR LOGIS

Penulis:
Dr. Wahyudin, S.T., M.T.
Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T., Ph.D.
Erlangga, M.T.
Yogi Muhamad Suardi, S.Pd.

Desain Cover:
Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Prof. Dr. Munir, M.IT.

ISBN:
978-634-317-408-0

Cetakan Pertama:
Oktober, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:
WIDINA MEDIA UTAMA
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025
Website: www.penerbitwidina.com
Instagram: @penerbitwidina
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya buku ini. Buku yang berjudul **Pembelajaran Adaptif Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Memperkuat Kemampuan Berpikir Logis** bermula dari satu keyakinan sederhana, bahwa kecerdasan buatan, apabila dirancang dengan landasan pedagogis yang benar, dapat menjadi penopang bagi kemampuan bernalar peserta didik, bukan ancaman baginya.

Buku ini menautkan tiga hal yang selama ini kerap berjalan sendiri-sendiri, yaitu teori berpikir logis, arsitektur *deep learning* (*Artificial Intellegency*), dan rancangan pembelajaran adaptif, lalu mempertemukannya dalam gagasan AI-*Adaptive Learning Assistant*. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ini belum sempurna, sehingga kritik dan masukan dari pembaca akan penulis terima dengan lapang hati sebagai bagian dari upaya bersama menyempurnakan pemikiran ini.

Bandung, Oktober 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
BAB I PENDIDIKAN ABAD KE-21: TANTANGAN DAN PELUANG **1**
A. Transformasi Pendidikan di Era Digital 4
B. Kerangka Kompetensi Abad ke-21 10
C. Urgensi Kemampuan Berpikir Logis bagi Peserta Didik 15
D. Kecerdasan Buatan sebagai Katalis Transformasi Pembelajaran 20
E. Peta Jalan dan Sistematika Buku 23
BAB II KONSEP DASAR *DEEP LEARNING* **27**
A. Dari Kecerdasan Buatan ke *Deep Learning* 27
B. Perbedaan *Deep Learning* dan Pendekatan Konvensional 32
C. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan 34
D. Proses Pelatihan Model *Deep Learning* 42
E. Ragam Arsitektur *Deep Learning* 44
F. Model *Deep Learning* yang Relevan untuk Pendidikan 46
G. Keunggulan, Keterbatasan, dan Tantangan Penerapan 48
BAB III SISTEM PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN **51**
A. Konsep dan Definisi Pembelajaran Adaptif 51
B. Anatomi Sistem Pembelajaran Adaptif 54
C. Personalisasi Pembelajaran melalui AI 58
D. *Intelligent Tutoring System* dan *Learning Analytics* 62
E. Tantangan dan Keterbatasan Pembelajaran Adaptif 63
F. Studi Kasus Implementasi *Adaptive Learning* di Berbagai Negara 65
BAB IV MODEL AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT*: KONSEP DAN ARSITEKTUR **69**
A. Definisi dan Kedudukan AI-*Adaptive Learning Assistant* 69
B. Prinsip dan Filosofi Perancangan Model 71
C. Kerangka Arsitektur Umum Model 73
D. Aliran Data dan Siklus Kerja Model 76
E. Mekanisme Adaptasi Berbasis *Deep Learning* 78
F. Peran Guru dan Kendali Manusia atas Model 81
G. Integrasi Model dengan Lingkungan Belajar Digital 82
H. Privasi, Keamanan Data, dan Interoperabilitas 84

BAB V BERPIKIR LOGIS: TEORI, TAHAPAN, DAN PENGUKURAN 87
A. Hakikat dan Karakteristik Berpikir Logis 87
B. Landasan Teori Perkembangan Kognitif 89
C. Dimensi dan Indikator Penalaran Formal 91
D. Instrumen Pengukuran Kemampuan Berpikir Logis 94
E. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kemampuan Berpikir Logis Siswa 96
F. Berpikir Logis dalam Konteks Kurikulum Indonesia 99
BAB VI PENGUATAN BERPIKIR LOGIS MELALUI AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT* 101
A. Kerangka Konseptual Menghubungkan Model dengan Penalaran Logis 101
B. Strategi Pedagogis Penguatan Berpikir Logis Berbasis AI 102
C. Personalisasi Materi dan Bank Soal Penalaran 105
D. Umpan Balik Adaptif untuk Penalaran Siswa 106
E. Peran Guru dalam Penguatan Berbantuan Model 110
F. Simulasi Alur Interaksi Siswa dan Asisten 113
G. Studi Kasus Penerapan Terbatas 115
BAB VII EVALUASI DAN EFEKTIVITAS MODEL 119
A. Desain dan Metodologi Evaluasi 119
B. Indikator dan Metrik Keberhasilan Model 121
C. Instrumen dan Prosedur Pengumpulan Data 122
D. Analisis Dampak Model terhadap Kemampuan Berpikir Logis 126
E. Tantangan dan Keterbatasan Implementasi 128
BAB VIII ETIKA, TATA KELOLA, DAN MASA DEPAN AI DALAM PENDIDIKAN 131
A. Isu Etis Penggunaan AI dalam Pembelajaran 131
B. Kerangka Tata Kelola AI dalam Pendidikan 133
C. Tren dan Arah Pengembangan *Deep Learning* dalam Pendidikan 135
D. Kesiapan Pendidik dan Ekosistem Pembelajaran 137
BAB IX MENERAPKAN AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT* DI RUANG KELAS 141
A. Dari Model ke Praktik, Prasyarat dan Kesiapan 141
B. Tahapan Adopsi di Satuan Pendidikan 143
C. Peran Guru dalam Ekosistem Pembelajaran Berbantuan AI 145
D. Merancang Aktivitas Penguatan Berpikir Logis Berbasis Model ... 146
E. Studi Kasus dan Praktik Baik 147
F. Menyiapkan Ekosistem, Pendidik, Pengembang, dan Kebijakan .. 149
DAFTAR PUSTAKA 152
PROFIL PENULIS 154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perbandingan ekosistem kelas berpusat guru dan berpusat pembelajar 7
Gambar 2. Pergeseran kebutuhan kompetensi dari era manual ke era otomatisasi 9
Gambar 3. Kedudukan berpikir logis sebagai fondasi keterampilan 4C 14
Gambar 4. Kesenjangan antara capaian penalaran yang diharapkan dan yang dicapai 18
Gambar 5. Taksonomi peran kecerdasan buatan dalam pembelajaran 22
Gambar 6. Peta jalan dan sistematika buku 25
Gambar 7. Hierarki kecerdasan buatan, pembelajaran mesin, dan *deep learning* 30
Gambar 8. Garis waktu perkembangan *deep learning* 32
Gambar 9. Perbandingan alur kerja pendekatan konvensional dan *deep learning* 34
Gambar 10. Skema kerja neuron tiruan 36
Gambar 11. Struktur jaringan saraf berlapis 38
Gambar 12. Alur perambatan maju dan perambatan mundur 39
Gambar 13. Ilustrasi penurunan gradien menuju galat minimum 40
Gambar 14. Siklus pelatihan model *deep learning* 42
Gambar 15. Perbandingan visual arsitektur CNN, RNN, dan Transformer 45
Gambar 16. Alur kerja *Deep Knowledge Tracing* 47
Gambar 17. Zona perkembangan proksimal 53
Gambar 18. Arsitektur empat komponen sistem pembelajaran adaptif 56
Gambar 19. Jalur belajar dinamis dalam pembelajaran adaptif 61
Gambar 20. Perbandingan efektivitas tiga kondisi pembelajaran 62
Gambar 21. Ragam tantangan dalam penerapan pembelajaran adaptif 65
Gambar 22. Kedudukan AI-*Adaptive Learning Assistant* sebagai titik temu tiga bidang 71
Gambar 23. Kerangka arsitektur berlapis model AI-*Adaptive Learning Assistant* 75
Gambar 24. Siklus kerja model yang berulang pada setiap interaksi 77
Gambar 25. Tiga langkah mekanisme adaptasi berbasis *deep learning* 80
Gambar 26. Kendali manusia atas keputusan model 81
Gambar 27. Integrasi model dengan lingkungan belajar digital 84
Gambar 28. Tahap perkembangan kognitif dan kemunculan penalaran formal 91

Gambar 29. Lima dimensi penalaran formal 93
Gambar 30. Faktor internal dan eksternal yang memengaruhi berpikir logis 98
Gambar 31. Berpikir logis dalam jalinan pendidikan Indonesia 100
Gambar 32. Kerangka konseptual penguatan berpikir logis melalui model 102
Gambar 33. Kolaborasi guru dan model dalam penguatan penalaran 111
Gambar 34. Simulasi alur interaksi siswa dan asisten 115
Gambar 35. Dua sisi evaluasi model pembelajaran berbasis kecerdasan buatan 120
Gambar 36. Pola peningkatan skor penalaran sebelum dan sesudah penggunaan model 127
Gambar 37. Tiga isu etis utama dalam penggunaan AI untuk pembelajaran 133
Gambar 38. Arah perkembangan *deep learning* dalam pendidikan 137
Gambar 39. Prasyarat kesiapan penerapan model di satuan pendidikan . 142
Gambar 40. Tahapan adopsi model secara bertahap 144
Gambar 41. Kemitraan antara guru dan model dalam pembelajaran 146
Gambar 42. Ekosistem pemangku kepentingan dalam penerapan model 149

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan paradigma pembelajaran berpusat guru dan berpusat pembelajar 8
Tabel 2. Perbandingan pendekatan konvensional dan *deep learning* 33
Tabel 3. Fungsi aktivasi yang umum dan karakteristiknya 37
Tabel 4. Istilah penting dalam pelatihan model *deep learning* dan maknanya..... 43
Tabel 5. Perbandingan ragam arsitektur *deep learning* 45
Tabel 6. Pembedaan pembelajaran adaptif, personalisasi, dan individualisasi..... 53
Tabel 7. Empat komponen sistem pembelajaran adaptif dan fungsinya 56
Tabel 8. Tantangan pembelajaran adaptif dan dampaknya bila diabaikan.. 64
Tabel 9. Pola penerapan pembelajaran adaptif dan pelajaran yang dipetik 67
Tabel 10. Prinsip perancangan model dan implikasinya 73
Tabel 11. Empat lapisan arsitektur model dan fungsinya 75
Tabel 12. Pembagian peran antara model dan guru 82
Tabel 13. Pertimbangan privasi, keamanan, dan interoperabilitas..... 86
Tabel 14. Tahap perkembangan kognitif menurut Piaget 90
Tabel 15. Lima dimensi penalaran formal dan contohnya 93
Tabel 16. Perbandingan tiga instrumen pengukuran penalaran formal 96
Tabel 17. Keterkaitan unsur kurikulum Indonesia dengan berpikir logis 99
Tabel 18. Strategi pedagogis penguatan berpikir logis dan mekanismenya 104
Tabel 19. Contoh pemetaan butir soal ke dimensi penalaran dan tingkat kesulitan..... 106
Tabel 20. Jenis umpan balik adaptif dan tujuannya 109
Tabel 21. Peran guru pada tiap tahap penguatan berbantuan model..... 113
Tabel 22. Indikator keberhasilan model dan metrik pengukurannya 122
Tabel 23. Tantangan implementasi dan implikasinya bagi evaluasi..... 129
Tabel 24. Lapisan tata kelola AI dalam pendidikan dan tanggung jawabnya 135
Tabel 25. Prasyarat teknis dan *non*-teknis penerapan model..... 142
Tabel 26. Tahapan adopsi model dan fokusnya 144

BAB I

PENDIDIKAN ABAD KE-21: TANTANGAN DAN PELUANG

Abad kedua puluh satu menyelinap masuk melalui layar-layar yang perlahan mengubah cara manusia belajar, bekerja, dan berhubungan satu sama lain Dengan memiliki telepon pintar saat ini, seorang siswa dapat mengakses lebih banyak informasi daripada perpustakaan mana pun seabad yang lalu. Akan tetapi, kemelimpahan itu menyimpan sebuah ironi. Kemudahan memperoleh informasi tidak dengan sendirinya melahirkan kemampuan untuk memilah, menimbang, dan menyimpulkan. Justru di sinilah letak tantangan terbesar pendidikan masa kini, bukan lagi soal ketersediaan pengetahuan, melainkan soal kesanggupan menalar atasnya. Namun di balik kegelisahan yang wajar terhadap zaman ini, penulis ingin menaruh pula secercah harapan. Setiap zaman memiliki tantangannya sendiri, dan setiap tantangan pada gilirannya memanggil lahirnya cara baru untuk menjawabnya. Penemuan mesin cetak dahulu membuat pengetahuan lebih luas, dan kecerdasan buatan saat ini memungkinkan orang untuk memperhatikan lebih banyak hal. Sejarah pendidikan adalah kisah tentang bagaimana manusia selalu menemukan cara untuk belajar, dan buku ini ditulis dengan keyakinan bahwa jalan itu masih ada.

Ada baiknya dibedakan tiga tingkat yang kerap dikaburkan, yaitu informasi, pengetahuan, dan kearifan. Informasi adalah keterangan mentah yang berserakan, pengetahuan adalah informasi yang telah dipahami dan tertata, sedangkan kearifan adalah kemampuan menggunakan pengetahuan itu secara bijak dalam kehidupan. Teknologi hari ini melimpahkan informasi, namun pengetahuan dan kearifan tetap menuntut kerja pikiran yang tekun. Pendidikan yang sejati mengantar siswa menaiki ketiga anak tangga ini, bukan sekadar menumpuk informasi di kaki tangga.

BAB II

KONSEP DASAR *DEEP LEARNING*

Setiap bangunan besar menuntut pemahaman terhadap bahan penyusunnya. Jika Bab I telah menguraikan alasan mengapa kita memerlukan sebuah asisten pembelajaran cerdas, bab ini beralih ke pertanyaan yang lebih mendasar, yakni dari bahan apa sesungguhnya kecerdasan itu dibentuk. Jawabannya terletak pada sekumpulan gagasan dan teknik yang secara kolektif disebut *deep learning*. Uraian pada bab ini sengaja dibangun berlapis, dari yang paling umum menuju yang lebih rinci, dengan analogi yang membumi pada setiap tahap. Pembaca tidak dituntut menguasai matematika tingkat lanjut, melainkan cukup mengikuti alur berpikir secara sabar, sebab pemahaman yang kokoh atas fondasi ini akan menentukan kualitas pemahaman kita atas seluruh model pada bab-bab berikutnya.

A. DARI KECERDASAN BUATAN KE *DEEP LEARNING*

Salah satu sumber kebingungan yang paling sering dijumpai adalah pemakaian tiga istilah secara bergantian seolah bermakna sama, padahal ketiganya menunjuk pada lingkup yang berbeda dan tersusun berjenjang, yaitu:

Perlu ditegaskan bahwa kecerdasan mesin ini, betapa pun mengesankan, sangat berbeda dari kecerdasan manusia. Model dapat mengenali pola dengan luar biasa, namun ia tidak memiliki pemahaman sejati, tidak mengerti makna, dan tidak memiliki akal sehat yang dimiliki anak kecil sekalipun. Ia bisa keliru dengan cara yang tak masuk akal bagi manusia. Menyadari perbedaan ini penting supaya kita tidak melebih-lebihkan kemampuannya, sekaligus tetap menjadikan pertimbangan manusia sebagai penjaga terakhir. Upaya membuat keputusan model lebih dapat dijelaskan kini menjadi salah satu bidang yang paling giat dikembangkan. Alih-alih menerima keluaran model sebagai sabda yang tak terbantah, para peneliti berupaya membuka sedikit tutup kotak hitam itu,

BAB III

SISTEM PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Mesin *deep learning* yang telah kita telaah, betapa pun canggihnya, tidak akan bermakna bagi pendidikan apabila dibiarkan berdiri sendiri sebagai perangkat teknis yang terlepas dari konteks pembelajaran. Sebuah mesin memerlukan sarana, dan sarana untuk mesin tersebut dalam dunia pendidikan adalah sistem pembelajaran yang dapat disesuaikan. Bab ini beralih dari pertanyaan bagaimana mesin belajar menuju pertanyaan bagaimana mesin itu dirangkai menjadi sistem yang benar-benar melayani proses belajar seorang siswa.

Pembahasan ini berada pada posisi penting, berfungsi sebagai penghubung antara dasar teknis di Bab II dan model. AI-*Adaptive Learning Assistant* yang akan dijelaskan pada Bab IV. Dengan mengetahui anatomi dan fungsi sistem adaptif secara umum terlebih dahulu, pembaca akan lebih siap merekam keunikan model yang nantinya penulis sajikan.

A. KONSEP DAN DEFINISI PEMBELAJARAN ADAPTIF

Pembelajaran adaptif pada intinya merujuk pada pendekatan yang memungkinkan pengalaman belajar menyesuaikan diri secara dinamis dengan kebutuhan, kemampuan, dan kemajuan setiap pembelajar. Alih-alih menyuguhkan materi dan tempo yang sama, sistem ini terus-menerus menanggapi terhadap apa yang sudah dan belum dikuasai oleh seorang siswa, kemudian menyesuaikan tindakan selanjutnya. Di sisi lainnya, jika akses terhadap teknologi ini tidak merata, ia dapat memperlebar kesenjangan antara yang memiliki dan yang tidak mencukupi.

Ada harapan besar sekaligus kekhawatiran yang menyertai gagasan ini dari sudut pandang keadilan. Di satu sisi, pembelajaran adaptif berpotensi menolong justru siswa yang paling tertinggal, sebab merekalah yang paling membutuhkan perhatian yang disesuaikan. Di sisi lainnya, jika akses

BAB IV

MODEL AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT*: KONSEP DAN ARSITEKTUR

Kini kita tiba di jantung seluruh pembahasan buku ini. Kebutuhan akan penguatan penalaran, kemampuan *deep learning* dalam mengenali pola, serta keluwesan sistem pembelajaran adaptif bukanlah tiga hal yang berdiri sendiri, melainkan tiga unsur yang sama-sama menunggu untuk dipertemukan. Perjumpaan ketiganya melahirkan sebuah rancangan yang penulis namai *AI-Adaptive Learning Assistant*, sebuah gagasan inti yang layak dibahas dengan lebih mendalam. Sejak awal perlu ditegaskan bahwa model yang diajukan bukan sekadar penggabungan mekanis dari ketiga unsur tadi. Ia merupakan sebuah rancangan yang sengaja diarahkan pada satu tujuan pedagogis yang tunggal dan jelas, yakni penguatan kemampuan bernalar peserta didik. Orientasi inilah yang membedakannya dari banyak sistem adaptif lain yang cenderung berhenti pada percepatan penguasaan materi.

A. DEFINISI DAN KEDUDUKAN AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT*

AI-Adaptive Learning Assistant dapat didefinisikan sebagai sebuah asisten pembelajaran cerdas yang memanfaatkan *deep learning* untuk memodelkan keadaan penalaran seorang siswa secara terus-menerus, lalu menyesuaikan materi, latihan, dan umpan balik secara adaptif demi memperkuat kemampuan berpikir logisnya. Definisi ini mengandung tiga kata kunci yang saling terkait, yaitu cerdas dalam arti digerakkan oleh pemodelan berbasis data, adaptif dalam arti tanggap terhadap keadaan tiap individu, dan berorientasi penalaran dalam arti sasarannya bukan sekadar penguasaan konten. Sebuah rancangan yang baik jarang lahir sempurna sejak awal, melainkan tumbuh melalui putaran mendengarkan dan memperbaiki. Suara guru dan siswa yang menggunakannya adalah sumber perbaikan yang paling berharga, sebab merekalah yang merasakan langsung

BAB V

BERPIKIR LOGIS: TEORI, TAHAPAN, DAN PENGUKURAN

Bab sebelumnya telah memaparkan model *AI-Adaptive Learning Assistant* beserta arsitekturnya. Namun sebuah model hanya bermakna sejauh sasarannya dipahami dengan jernih. Sasaran model ini adalah kemampuan berpikir logis, dan bab ini didedikasikan untuk memahaminya secara mendalam, mulai dari hakikatnya, tahap perkembangannya, dimensi-dimensinya, cara mengukurnya, hingga faktor-faktor yang memengaruhinya. Tanpa pemahaman ini, seluruh kecanggihan teknis pada bab sebelumnya akan kehilangan arah.

Pada dasarnya, seluruh bab ini menegaskan satu hal, yakni bahwa mengukur bukanlah tujuan, melainkan alat untuk penguatan. Kita mengukur penalaran bukan untuk memberi label pada siswa, melainkan untuk mengetahui di mana bantuan paling diperlukan. Pengukuran yang lepas dari tujuan menguatkan mudah merosot menjadi penghakiman yang melukai. Karena itu, sepanjang buku ini, setiap pembahasan tentang pengukuran selalu tertambat pada satu niat, yaitu menolong siswa tumbuh, bukan sekadar menilai dan menggolongkannya.

A. HAKIKAT DAN KARAKTERISTIK BERPIKIR LOGIS

Berpikir logis pada dasarnya adalah kemampuan menata proposisi dan menarik kesimpulan yang mengikuti secara sahih dari premis-premisnya. Ia bukan sekadar berpikir yang benar, melainkan berpikir yang tertib, yang setiap langkahnya dapat dipertanggungjawabkan. Beberapa karakteristik yang menandai berpikir logis antara lain:

Salah satu buah termanis dari penalaran yang kukuh adalah kemampuannya berpindah antarbidang. Seseorang yang terlatih mengendalikan variabel dalam percobaan sains akan lebih siap menimbang faktor-faktor dalam sebuah keputusan ekonomi, meski keduanya tampak

BAB VI

PENGUATAN BERPIKIR LOGIS MELALUI AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT*

Dua bab sebelumnya telah menyediakan dua sisi dari satu persamaan. Bab IV memaparkan model beserta arsitekturnya, sedangkan Bab V menguraikan berpikir logis sebagai sasaran yang hendak diperkuat. Bab ini mempertemukan keduanya, dengan menjelaskan bagaimana model secara nyata bekerja untuk memperkuat penalaran siswa. Inilah bab yang menjawab pertanyaan paling praktis dari seluruh buku, yakni bagaimana teknologi itu sungguh-sungguh menyentuh dan menumbuhkan kemampuan bernalar.

A. KERANGKA KONSEPTUAL MENGHUBUNGKAN MODEL DENGAN PENALARAN LOGIS

Titik tolak penguatan adalah sebuah kerangka konseptual yang menautkan setiap kemampuan model dengan dimensi penalaran yang hendak diperkuat. Logikanya sederhana namun mengikat, yaitu model memperkirakan penguasaan siswa atas tiap dimensi penalaran, lalu mengarahkan intervensi yang tepat pada dimensi yang paling membutuhkan.

Perlu ditegaskan bahwa penguatan penalaran berbeda dari sekadar membuat siswa banyak mengerjakan soal. Latihan yang banyak tetapi tanpa arah hanya melelahkan, seperti berjalan jauh tanpa peta yang hanya menghabiskan tenaga. Yang membedakan penguatan yang terarah adalah adanya diagnosis atas letak kelemahan, sehingga tiap latihan menyasar tepat pada bagian yang perlu diperkuat. Sedikit latihan yang tepat sasaran kerap lebih berbuah daripada banyak latihan yang serampangan. Kerangka ini penting karena menjaga agar seluruh kecanggihan teknis tetap tertambat pada tujuan yang benar. Tanpa kerangka semacam itu, sebuah sistem mudah sekali terpeleset menjadi mesin penghasil latihan yang sibuk

BAB VII

EVALUASI DAN EFEKTIVITAS MODEL

Sebuah gagasan, betapa pun elegan rancangannya, pada akhirnya harus tunduk pada satu pertanyaan yang jujur, yaitu apakah ia benar-benar berhasil. Kejujuran inilah yang membedakan sebuah tawaran ilmiah dari sekadar janji. Bab ini mengajak pembaca menimbang model *AI-Adaptive Learning Assistant* secara kritis, dengan menguraikan bagaimana efektivitasnya semestinya diukur, indikator apa yang menandai keberhasilannya, serta keterbatasan apa yang harus diakui secara terbuka.

A. DESAIN DAN METODOLOGI EVALUASI

Evaluasi atas sebuah model pembelajaran berbasis kecerdasan buatan tidak dapat dilakukan dari satu sudut pandang saja. Setidaknya ada dua sisi yang harus dinilai secara bersamaan, yaitu:

Perlu pula dibedakan antara evaluasi yang bertujuan menghakimi dan evaluasi yang bertujuan memperbaiki. Evaluasi terhadap model buku ini sepatutnya bercorak yang kedua, yaitu bukan sekadar memberi nilai lulus atau gagal, melainkan menerangi di mana model bekerja baik dan di mana ia perlu disempurnakan. Evaluasi yang bercorak memperbaiki menjadikan setiap kekurangan sebagai petunjuk arah bagi pengembangan selanjutnya, bukan sebagai aib yang harus disembunyikan. Sebuah contoh dapat menunjukkan mengapa satu sisi saja tidak cukup. Bayangkan sebuah model yang sangat pandai menebak jawaban siswa berikutnya, hampir selalu tepat, sehingga secara teknis tampak mengagumkan. Namun jika ketepatan itu dicapai hanya karena model menyodorkan soal yang terlalu mudah, siswa mungkin merasa senang tetapi tidak bertambah pandai bernalar. Ketepatan teknisnya tinggi, tetapi dampak pembelajarannya nol. Tanpa menimbang kedua sisi sekaligus, kita bisa tertipu oleh angka yang berkilau.

Menilai model hanya dari satu sisi akan menyesatkan Sebuah sistem bisa saja sangat akurat dalam memperkirakan keadaan siswa tetapi tidak berdampak pada pembelajaran, atau sebaliknya tampak bermanfaat

BAB VIII

ETIKA, TATA KELOLA, DAN MASA DEPAN AI DALAM PENDIDIKAN

Kecanggihan teknologi tidak pernah bebas nilai. Setiap keputusan untuk menghadirkan kecerdasan buatan di ruang kelas membawa serta tanggung jawab moral, terutama karena yang dilayani adalah anak-anak yang sedang tumbuh. Bab ini menimbang dimensi etis dan tata kelola dari penerapan model, sekaligus menatap arah perkembangan yang mungkin ditempuh pada masa mendatang.

A. ISU ETIS PENGGUNAAN AI DALAM PEMBELAJARAN

Penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan memunculkan sejumlah persoalan etis yang harus dihadapi secara terbuka, bukan diabaikan demi kenyamanan. Tiga isu yang paling mendasar yaitu:

Persoalan tentang kepemilikan juga mulai mengemuka. Kepada siapa sebenarnya data belajar yang dihasilkan siswa itu menjadi milik, dan siapa yang berhak memanfaatkannya kelak? Pertanyaan semacam ini belum sepenuhnya terjawab, tetapi kesadaran untuk mengajukannya sudah merupakan langkah penting. Prinsip yang patut dipegang adalah bahwa data siswa pertama-tama milik siswa, dan pemanfaatannya oleh pihak mana pun harus tunduk pada kepentingan dan persetujuan pemiliknya, bukan semata pada kepentingan pengembang. Dimensi lain yang belakangan makin diperhatikan adalah jejak lingkungan dari teknologi ini. Melatih dan menjalankan model besar menuntut energi yang tidak sedikit, dan energi itu punya ongkos bagi bumi. Meski penerapan di ruang kelas biasanya jauh lebih hemat daripada pelatihan awalnya, kesadaran akan hal ini mendorong sikap tidak boros, yaitu memakai model secukupnya dan sehemat mungkin, sebagai bagian dari tanggung jawab yang lebih luas terhadap dunia yang diwariskan kepada anak-anak.

BAB IX

MENERAPKAN AI-*ADAPTIVE LEARNING ASSISTANT* DI RUANG KELAS

Perjalanan dari gagasan menuju ruang kelas selalu menyimpan jurang antara rancangan di atas kertas dan kenyataan di lapangan. Sebuah model yang secara konseptual meyakinkan dapat tersandung oleh hal-hal yang tampak sepele, mulai dari keterbatasan perangkat hingga keraguan guru. Bab penutup ini membumikan seluruh gagasan buku dengan menguraikan bagaimana model *AI-Adaptive Learning Assistant* dapat diterapkan secara nyata, bertahap, dan bertanggung jawab di satuan pendidikan.

A. DARI MODEL KE PRAKTIK, PRASYARAT DAN KESIAPAN

Sebelum sebuah sekolah memutuskan untuk menerapkan model ini, ada sejumlah prasyarat yang perlu dipenuhi agar penerapannya tidak berakhir sia-sia. Prasyarat tersebut mencakup dua kelompok, yaitu prasyarat teknis dan prasyarat non-teknis. Prasyarat teknis berkaitan dengan sarana, sedangkan prasyarat non-teknis berkaitan dengan manusia dan budaya.

Sebuah kekeliruan yang perlu dihindari adalah menganggap kesiapan sebagai syarat mutlak yang harus sempurna sebelum memulai. Bila sekolah menunggu sampai segala sesuatunya ideal, ia mungkin tidak akan pernah memulai sama sekali. Yang lebih bijak adalah memulai dari yang ada sambil terus membenahi, asalkan prasyarat yang paling mendasar telah terpenuhi. Kesempurnaan bukanlah tiket masuk, melainkan arah yang dituju sambil berjalan. Prasyarat ini perlu dijernihkan sejak awal agar penerapan tidak berakhir sebagai kekecewaan. Banyak inisiatif teknologi pendidikan gagal bukan karena teknologinya buruk, melainkan karena dihadirkan pada lahan yang belum digarap. Mengenali prasyarat, dengan demikian, adalah wujud kejujuran sekaligus kehati-hatian.

DAFTAR PUSTAKA

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of *artificial* intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1*, 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Farhood, H., Nyden, M., Beheshti, A., & Muller, S. (2025). *Artificial* intelligence-based personalised *learning* in education: A *system*atic literature review. *Discover Artificial Intelligence, 5*, 331. https://doi.org/10.1007/s44163-025-00598-x

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. Basic Books.

Lawson, A. E. (2000). *Classroom test of scientific reasoning* (Edisi revisi). Arizona State University.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *Nature, 521*(7553), 436-444. https://doi.org/10.1038/nature14539

Miao, F., & Holmes, W. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.

Piech, C., Bassen, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L. J., & Sohl-Dickstein, J. (2015). *Deep knowledge tracing*. *Advances in Neural Information Processing Systems, 28*, 505-513.

Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. (1982). *The construction and validation of the Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. University of Georgia.

Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., & Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence, 11*(3), 54. https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054

Tobin, K. G., & Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement, 41*(2), 413-423.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human *tutoring*, *intelligent tutoring systems*, and other *tutoring systems*. *Educational Psychologist, 46*(4), 197-221. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369

PROFIL PENULIS

Dr. Wahyudin, S.T., M.T.



Penulis adalah seorang akademisi yang mendedikasikan dirinya sebagai dosen tetap di lingkungan Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung, mengajar pada jenjang Sarjana (S-1) maupun Magister (S-2) di Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA). Perjalanan akademiknya diawali dengan menyelesaikan studi S-1 Teknik Informatika di Universitas Kebangsaan pada tahun 1997, yang kemudian dilanjutkan ke jenjang S-2 Informatika di Institut Teknologi Bandung (ITB) hingga lulus pada tahun 2003, serta berhasil meraih gelar Doktoral (S-3) dari UPI pada tahun 2018 dalam bidang Pengembangan Kurikulum berfokus pada Pendidikan dan Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. Selain mengabdi di UPI, beliau juga memiliki pengalaman mengajar di berbagai perguruan tinggi swasta di kota Bandung dengan mengampu mata kuliah inti seperti Komputer dan Masyarakat, Interaksi Manusia dan Komputer, serta Pembelajaran Berbasis TIK.

Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T., Ph.D.



Penulis menempuh pendidikan magister bidang Informatika di Institut Teknologi Bandung dengan tesis mengenai prediksi data deret waktu menggunakan algoritma *Ant System*, kemudian menyelesaikan pendidikan doktoral pada tahun 2015 di *Department of Computer Science and Artificial Intelligence, University of Granada*, Spanyol. Saat ini beliau mengabdi sebagai dosen tetap pada Departemen Pendidikan Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, dan dikukuhkan sebagai Guru Besar dalam bidang *Data Science* dan *Big Data Analysis*. Pengalaman mengajarnya mencakup jenjang sarjana dan magister dengan mata kuliah Metodologi Penelitian, Komputasi Paralel dan Terdistribusi, *Machine Learning*, Filsafat Ilmu, *Computational Thinking*, dan Analisis Data, dilengkapi pengalaman panjang sebagai pembimbing akademik serta pembimbing skripsi, tesis, dan

disertasi di lingkungan Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer dan Ilmu Komputer UPI.

Erlangga, M.T.



Penulis adalah dosen Pendidikan Ilmu Komputer di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) dengan latar belakang pendidikan S.Kom dari Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) dan M.T dari Institut Teknologi Bandung (ITB). Pada tahun 2025-sekarang sedang mengambil program Doktoral di Universitas Pendidikan Indonesia. Pengalaman mengajar sejak 2010 di UNIKOM dengan mata kuliah seperti *Human-Computer Interface*, *Software Engineering*, dan *Java Programming*, kemudian sejak 2018 bergabung di UPI mengajar pada program studi Pendidikan Ilmu Komputer dengan fokus pada *Software Engineering*, *Object-Oriented Programming*, serta *Human-Computer Interaction*. Bidang keahliannya meliputi *mobile learning*, *cloud computing*, rekayasa perangkat lunak, dan kecerdasan buatan, dengan sejumlah publikasi internasional terkait pengembangan sistem pendidikan berbasis teknologi.

Yogi Muhamad Suardi, S.Pd.



Penulis adalah seorang sarjana pendidikan muda yang menaruh minat pada pemanfaatan teknologi digital dan kecerdasan buatan untuk pembelajaran. Penulis menyelesaikan studi Sarjana (S-1) pada Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA), Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung, dan lulus pada tahun 2026. Minat itu telah ia tuangkan dalam sebuah artikel ilmiah bertema teknologi untuk pendidikan yang tengah menjalani proses publikasi pada jurnal terakreditasi Sinta 4, dan dari penelitiannya penulis juga memperoleh Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas media pembelajaran yang dikembangkannya. Semasa kuliah, penulis aktif berorganisasi sebagai anggota Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) di bidang pengawasan dan legislasi, serta memiliki pengalaman mengajar di SMK Negeri 4 Bandung.

PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Untuk Memperkuat Kemampuan Berpikir Logis



Buku ini berangkat dari keyakinan bahwa kecerdasan buatan, apabila dirancang di atas landasan pedagogis yang benar, akan menjadi penopang kemampuan bernalar peserta didik dan bukan ancaman baginya. Disusun dalam sembilan bab, buku ini mempertemukan tiga bidang yang selama ini berjalan sendiri-sendiri, yaitu teori berpikir logis, arsitektur *deep learning*, dan rancangan pembelajaran adaptif, lalu menyatukannya dalam gagasan AI-*Adaptive Learning Assistant*. Pembahasan dimulai dari potret transformasi pendidikan era digital dan kedudukan berpikir logis sebagai fondasi keterampilan abad ke-21, dilanjutkan dengan konsep dasar *deep learning* mencakup arsitektur jaringan saraf tiruan, proses pelatihan model, perbandingan CNN, RNN, dan Transformer, serta *Deep Knowledge Tracing* sebagai model yang paling relevan bagi pendidikan. Fondasi ini menopang uraian mengenai anatomi sistem pembelajaran adaptif dan pemaparan utuh model AI-*Adaptive Learning Assistant*, meliputi prinsip perancangan, arsitektur berlapis, siklus kerja, mekanisme adaptasi, kendali manusia atas keputusan model, hingga isu privasi dan keamanan data.

Bagian penerapan menautkan model tersebut dengan teori berpikir logis, mulai dari landasan perkembangan kognitif, dimensi penalaran formal, instrumen pengukuran, hingga kedudukannya dalam kurikulum Indonesia, kemudian menyajikan strategi pedagogis penguatan penalaran, personalisasi bank soal, umpan balik adaptif, dan pembagian peran antara guru dan model. Buku dilengkapi bab evaluasi efektivitas beserta metrik keberhasilannya, pembahasan etika dan tata kelola kecerdasan buatan dalam pendidikan, serta panduan praktis penerapan di ruang kelas mencakup prasyarat kesiapan, tahapan adopsi bertahap, dan penyiapan ekosistem pendidik sekaligus kebijakan. Didukung 42 gambar dan 26 tabel, buku ini ditujukan bagi guru, dosen, pengembang kurikulum, perancang instruksional, peneliti teknologi pendidikan, mahasiswa kependidikan, serta pengambil kebijakan yang berkepentingan menyelaraskan kemajuan teknologi dengan mutu penalaran peserta didik.

www.penerbitwidina.com
@penerbitwidina
penerbit widina
penerbitwidina@gmail.com
widina store
widina bookstore

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699

SCANME

Pendidikan

ISBN 978-634-317-408-0

9 786343 174080