

Stratifikasi Pendidikan Di Indonesia: Analisis Multilevel Dan Longitudinal Tentang Ketimpangan Institusional, Reformasi Kurikulum, Dan Agensi Siswa 2021–2025

Stepanus Silaban^{1*}

¹Akademi Refraksi optisi dan Optometry Gapopin Jakarta Indonesia

*Corresponding author: godigitaledustar@gmail.com

Abstract. Ketimpangan pendidikan masih menjadi persoalan penting karena capaian belajar siswa tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik individu, tetapi juga oleh kondisi sosial, sumber daya, dan lingkungan pembelajaran sekolah. Penelitian ini bertujuan menganalisis sejauh mana ketimpangan capaian akademik berkaitan dengan karakteristik institusional sekolah, lingkungan pembelajaran, pengembangan karakter, kondisi kesetaraan kesempatan, dan implementasi Kurikulum Merdeka di Indonesia. Penelitian menggunakan data Asesmen Nasional periode 2021–2025 yang mencakup 196.976 siswa yang berada dalam panel longitudinal 1.098 sekolah menengah. Analisis dilakukan secara bertahap menggunakan hierarchical linear modeling (HLM), two-way fixed effects (TWFE), analisis mediasi longitudinal, serta extreme gradient boosting (XGBoost) dengan interpretasi TreeSHAP. Hasil analisis multilevel menunjukkan bahwa 32,94% variasi capaian akademik berada pada tingkat sekolah, yang menunjukkan adanya stratifikasi institusional yang cukup kuat. Analisis longitudinal menunjukkan bahwa peningkatan sumber daya fisik dan lingkungan pembelajaran tidak secara langsung menghasilkan peningkatan capaian akademik dalam jangka pendek. Lingkungan pembelajaran yang sangat terstruktur dan berorientasi pada pengarahan guru juga menunjukkan hubungan negatif dengan perkembangan character capital pada periode berikutnya. Sebaliknya, implementasi Kurikulum Merdeka berhubungan positif dengan character capital dan capaian akademik. Model XGBoost yang divalidasi secara temporal menghasilkan kemampuan prediksi out-of-sample sebesar 42,18% dan menunjukkan character capital sebagai prediktor paling penting terhadap risiko learning poverty, sementara kontribusi infrastruktur fisik menunjukkan kecenderungan diminishing marginal returns. Temuan ini menunjukkan bahwa pengurangan ketimpangan pendidikan tidak cukup dilakukan melalui perluasan sumber daya, tetapi perlu disertai transformasi lingkungan institusional yang mendorong otonomi, agensi, dan perkembangan sosial-emosional siswa.

Keywords: educational stratification, educational inequality, character capital, student agency, Kurikulum Merdeka, school effectiveness, learning poverty

1. Pendahuluan

Ketimpangan pendidikan merupakan salah satu persoalan penting dalam pembangunan sosial karena capaian belajar siswa masih berkaitan erat dengan kondisi sosial ekonomi keluarga dan karakteristik institusi pendidikan yang mereka tempati. Perspektif stratifikasi pendidikan menjelaskan bahwa sekolah dapat menjadi ruang reproduksi ketimpangan ketika sumber daya sosial dan budaya yang dimiliki siswa tidak terdistribusi secara merata. Bourdieu dan Passeron menjelaskan bahwa institusi pendidikan dapat mereproduksi hierarki sosial melalui mekanisme yang memberikan keuntungan kepada kelompok yang memiliki modal budaya lebih besar, sementara Coleman et al. menunjukkan pentingnya latar belakang sosial dalam menjelaskan perbedaan capaian pendidikan [1], [2]. Reardon juga menunjukkan bahwa kesenjangan capaian pendidikan berkaitan erat dengan stratifikasi sosial ekonomi [3].

Perspektif tersebut kemudian dilengkapi oleh tradisi *school effectiveness* yang memandang sekolah bukan hanya sebagai tempat berlangsungnya pembelajaran, tetapi juga sebagai organisasi yang dapat memengaruhi perkembangan siswa melalui kepemimpinan, kualitas pengajaran, sumber daya, dan lingkungan pembelajaran [4], [5], [6]. Dengan demikian, sekolah memiliki kemungkinan untuk memperkuat atau mengurangi ketimpangan yang telah terbentuk dari lingkungan sosial siswa.

Perdebatan tersebut menjadi semakin relevan ketika sistem pendidikan melakukan reformasi kurikulum. Indonesia mulai menerapkan Kurikulum Merdeka secara bertahap sejak 2021 sebagai bagian dari transformasi pendidikan. Reformasi ini menekankan fleksibilitas pembelajaran, pengurangan beban materi, pembelajaran yang berpusat pada siswa, pembelajaran berdiferensiasi, dan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi [7], [8]. Perubahan tersebut tidak hanya merupakan perubahan isi kurikulum, tetapi juga perubahan cara sekolah mengelola proses pembelajaran dan memberikan ruang bagi siswa untuk berkembang sebagai pembelajar yang lebih mandiri.

Dalam konteks tersebut, capaian akademik tidak cukup dipahami hanya melalui ketersediaan fasilitas pendidikan. Perkembangan kemampuan sosial-emosional, regulasi diri, kemampuan reflektif, berpikir kritis, dan agensi siswa juga merupakan bagian penting dari proses pendidikan [9], [10]. Persoalannya adalah bagaimana karakteristik lingkungan sekolah berhubungan dengan perkembangan kapasitas tersebut dan selanjutnya berhubungan dengan capaian akademik.

Penelitian mengenai efektivitas sekolah masih menghadapi keterbatasan ketika menggunakan data *cross-sectional*. Sekolah memiliki karakteristik yang relatif stabil, seperti budaya organisasi, tradisi kepemimpinan, reputasi, kondisi geografis, dan struktur tata kelola, yang tidak selalu dapat diukur secara langsung. Jika karakteristik tersebut tidak dikendalikan, hubungan antara sumber daya sekolah dan capaian akademik dapat mengalami bias [11]. Pendekatan *fixed effects* memungkinkan analisis perubahan di dalam sekolah dari waktu ke waktu dengan mengendalikan karakteristik sekolah yang relatif tetap [12].

Keterbatasan lainnya berkaitan dengan hubungan temporal antara lingkungan pembelajaran, perkembangan karakter, dan capaian akademik. Hubungan positif antara lingkungan pembelajaran dan kemampuan sosial-emosional telah banyak dilaporkan, tetapi desain *cross-sectional* sulit menjelaskan urutan temporal hubungan tersebut. Penelitian longitudinal memberikan peluang untuk menguji apakah perubahan lingkungan pembelajaran terjadi sebelum perubahan kapasitas karakter dan apakah perubahan tersebut selanjutnya berkaitan dengan capaian akademik [13].

Perkembangan analitik pendidikan juga membuka peluang untuk menggabungkan pendekatan eksplanatori dan prediktif. Model ekonometrika dapat digunakan untuk memahami hubungan dan mekanisme yang mendasari ketimpangan, sedangkan *machine learning* dapat digunakan untuk memprediksi risiko capaian pendidikan. Namun, model prediktif sering diperlakukan sebagai *black box*. Penggunaan XGBoost yang dipadukan dengan TreeSHAP memungkinkan kontribusi setiap prediktor terhadap hasil prediksi diinterpretasikan secara lebih transparan [14], [15], [16].

Berdasarkan persoalan tersebut, penelitian ini mengkaji ketimpangan pendidikan di Indonesia melalui tiga perspektif yang saling melengkapi, yaitu **stratifikasi institusional, dinamika longitudinal, dan prediksi risiko capaian belajar**. Secara khusus, penelitian bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi proporsi variasi capaian akademik yang berada pada tingkat sekolah; (2) menganalisis hubungan longitudinal antara lingkungan pembelajaran, character capital, sumber daya, kondisi kesetaraan, dan implementasi Kurikulum Merdeka dengan capaian akademik; serta (3) mengidentifikasi faktor yang paling penting dalam memprediksi risiko *learning poverty* menggunakan pendekatan *explainable artificial intelligence*.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian menggunakan desain kuantitatif longitudinal dengan unit analisis bertingkat. Kerangka analisis memandang ketimpangan pendidikan sebagai fenomena yang terbentuk melalui interaksi antara karakteristik individu, kondisi institusional sekolah, lingkungan pembelajaran, dan perkembangan kapasitas siswa dari waktu ke waktu.

Analisis dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama menggunakan *hierarchical linear modeling* untuk mengidentifikasi proporsi variasi capaian akademik yang berasal dari perbedaan antar sekolah. Tahap kedua menggunakan *two-way fixed effects* dan mediasi longitudinal untuk menganalisis perubahan dalam sekolah dari waktu ke waktu. Tahap ketiga menggunakan XGBoost dan TreeSHAP untuk memprediksi risiko *learning poverty* dan mengidentifikasi kontribusi relatif variabel prediktor.

2.2 Sumber Data dan Unit Analisis

Data penelitian berasal dari Asesmen Nasional Indonesia periode 2021–2025. Data mencakup lima gelombang tahunan dan digunakan untuk menganalisis perubahan capaian pendidikan selama periode implementasi bertahap Kurikulum Merdeka.

Pada tingkat individu, terdapat 196.976 observasi siswa yang berada dalam struktur hierarkis sekolah. Untuk analisis longitudinal, data individu diagregasikan menjadi data sekolah-tahun. Sekolah yang memiliki observasi tidak lengkap atau tidak berkesinambungan selama periode 2021–2025 dikeluarkan dari analisis. Setelah proses penyaringan, diperoleh panel seimbang sebanyak 1.098 sekolah yang diamati selama lima tahun, menghasilkan 4.392 observasi sekolah-tahun.

2.3 Pembentukan Indeks

Untuk mengurangi kompleksitas sejumlah indikator yang saling berkorelasi, penelitian menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA digunakan untuk memperoleh representasi laten yang lebih ringkas dari beberapa indikator pendidikan [17], [18].

Empat indeks utama dibentuk, yaitu **Academic Achievement Index**, **Resource Index**, **Learning Climate Index**, **Character Capital Index**, dan **Equity Index**.

Academic Achievement Index merupakan rata-rata aritmetika dari skor terstandar yang mencerminkan literasi, numerasi, literasi informasi, dan numerasi data.

Resource Index merepresentasikan kapasitas sumber daya institusional dan dibentuk dari indikator ketersediaan internet, kepadatan siswa-komputer, proporsi guru berpendidikan minimal sarjana, sertifikasi guru, dan ketersediaan perpustakaan.

Learning Climate Index merepresentasikan lingkungan pembelajaran dan mencakup ekspektasi akademik, pembelajaran adaptif, pengarahannya guru, umpan balik formatif, keteraturan kelas, perhatian guru, dan pembelajaran interaktif.

Character Capital Index merepresentasikan kapasitas sosial-emosional dan kognitif tingkat tinggi siswa. Indikatornya mencakup regulasi emosi, perencanaan reflektif, berpikir kritis, ideasi kreatif, kemampuan eksekusi, penalaran analitis, literasi informasi, dan refleksi diri.

Equity Index merepresentasikan kondisi kesempatan pendidikan dan menggabungkan status sosial ekonomi individu, komposisi sosial ekonomi sekolah, serta indikator akses institusional.

2.4 Hierarchical Linear Modeling

Karena siswa berada di dalam sekolah, analisis menggunakan model dua tingkat dengan *random intercept*. Pendekatan ini memungkinkan variasi capaian akademik dipisahkan antara tingkat siswa dan tingkat sekolah [19], [20].

Status sosial ekonomi siswa dipusatkan menggunakan *group-mean centering* untuk membedakan pengaruh kondisi individu dari pengaruh komposisi sosial ekonomi sekolah. Pada tingkat sekolah, karakteristik institusional dan implementasi Kurikulum Merdeka dimasukkan sebagai faktor yang menjelaskan variasi antar sekolah.

Besarnya stratifikasi institusional dihitung menggunakan *intraclass correlation coefficient* (ICC), yaitu proporsi total variasi capaian akademik yang dapat dikaitkan dengan perbedaan antar sekolah.

2.5 Analisis Longitudinal dan Mediasi

Untuk mengidentifikasi perubahan di dalam sekolah dari waktu ke waktu, digunakan *two-way fixed effects* dengan efek tetap sekolah dan tahun. Efek tetap sekolah digunakan untuk mengendalikan karakteristik sekolah yang tidak berubah sepanjang periode pengamatan, sedangkan efek tetap tahun digunakan untuk mengendalikan perubahan makro yang memengaruhi seluruh sekolah.

Model mediasi longitudinal dirancang untuk menguji mekanisme:

Learning Climate (t-2) → Character Capital (t-1) → Academic Achievement (t)

Dalam model pertama, *Character Capital Index* diprediksi oleh *Learning Climate Index* dua tahun sebelumnya, implementasi Kurikulum Merdeka, dan *Equity Index*. Dalam model kedua, *Academic Achievement Index* diprediksi oleh *Learning Climate Index* dua tahun sebelumnya, *Character Capital Index* satu tahun sebelumnya, *Resource Index* satu tahun sebelumnya, implementasi Kurikulum Merdeka, dan *Equity Index*.

Efek tidak langsung dihitung melalui produk koefisien jalur dari lingkungan pembelajaran menuju *character capital* dan dari *character capital* menuju capaian akademik. Kesalahan standar dihitung menggunakan *cluster-robust standard errors* pada tingkat sekolah.

2.6 XGBoost dan Explainable Artificial Intelligence

Untuk melengkapi analisis eksplanatori, digunakan XGBoost sebagai model prediksi nonlinier. Risiko *learning poverty* didefinisikan sebagai:

$$\text{Risk} = 100 - \text{Academic Achievement Index}$$

Model dilatih menggunakan data tahun 2021–2024 dan diuji pada data tahun 2025. Pemisahan berdasarkan waktu digunakan untuk menghindari *data leakage* dan memberikan evaluasi prediktif terhadap kohort masa depan.

Interpretasi model dilakukan menggunakan TreeSHAP. Pendekatan ini memungkinkan kontribusi masing-masing variabel terhadap prediksi risiko dipahami pada tingkat global maupun individual [15], [16].

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Stratifikasi Pendidikan pada Tingkat Sekolah

Hasil analisis multilevel menunjukkan bahwa **Intraclass Correlation Coefficient (ICC)** sebesar **32,94%**. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sekitar sepertiga variasi capaian akademik berada pada tingkat sekolah, sedangkan bagian lainnya berada pada variasi antar siswa di dalam sekolah.

Besarnya proporsi variasi pada tingkat sekolah menunjukkan bahwa ketimpangan capaian akademik tidak semata-mata merupakan persoalan karakteristik individual. Kondisi institusional sekolah memiliki peran yang substansial dalam membentuk pengalaman dan hasil pendidikan siswa. Temuan ini sejalan dengan perspektif stratifikasi pendidikan yang memandang sekolah sebagai bagian dari struktur kesempatan pendidikan, sekaligus dengan perspektif *school effectiveness* yang menempatkan organisasi sekolah dan lingkungan pembelajaran sebagai faktor penting dalam pencapaian siswa [1], [2], [4].

Temuan tersebut juga memperlihatkan bahwa kebijakan pengurangan ketimpangan tidak cukup hanya diarahkan pada siswa secara individual. Intervensi yang ditujukan kepada sekolah sebagai organisasi menjadi penting karena sebagian variasi capaian berada pada tingkat institusional.

3.2 Persistensi Institusional dan Peran Sumber Daya

Analisis longitudinal menunjukkan bahwa peningkatan sumber daya fisik dan kondisi pembelajaran tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan capaian akademik dalam jangka pendek. Temuan ini memberikan indikasi adanya **institutional persistence**, yaitu kondisi ketika perubahan pada sumber daya belum segera diterjemahkan menjadi perubahan capaian pendidikan.

Temuan tersebut penting karena investasi pendidikan sering kali berfokus pada peningkatan infrastruktur dan sumber daya. Sumber daya tetap merupakan prasyarat penting bagi proses pembelajaran, tetapi keberadaannya tidak dengan sendirinya menjamin perubahan hasil belajar. Literatur mengenai kualitas pendidikan juga menunjukkan bahwa hubungan antara sumber daya dan capaian belajar dapat mengalami *diminishing marginal returns* setelah tingkat minimum tertentu tercapai [21].

Dengan demikian, peningkatan kualitas pendidikan perlu bergerak dari pendekatan yang semata-mata berorientasi pada input menuju pendekatan yang memperhatikan bagaimana input tersebut diterjemahkan menjadi praktik pembelajaran dan pengalaman siswa.

3.3 Lingkungan Pembelajaran dan Pembentukan Character Capital

Hasil analisis mediasi longitudinal menunjukkan adanya hubungan negatif antara lingkungan pembelajaran yang sangat terstruktur dan berorientasi pada pengarahan guru dengan *character capital* pada periode berikutnya. Temuan ini tidak berarti bahwa struktur pembelajaran atau pengarahan guru selalu merugikan siswa. Sebaliknya, hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontrol dan struktur pembelajaran yang terlalu dominan berpotensi membatasi ruang bagi perkembangan otonomi dan agensi siswa.

Interpretasi tersebut sejalan dengan perubahan orientasi pendidikan yang semakin menekankan kemampuan regulasi diri, refleksi, berpikir kritis, dan kemampuan siswa untuk mengelola proses belajarnya sendiri [9], [10]. Dengan demikian, lingkungan pembelajaran yang efektif perlu menjaga keseimbangan antara struktur dan kesempatan bagi siswa untuk mengambil peran aktif.

Dari perspektif pengembangan manusia, *character capital* dapat dipahami bukan sekadar kumpulan kemampuan non-kognitif, tetapi sebagai kapasitas yang memungkinkan siswa mengubah kesempatan pendidikan menjadi tindakan belajar yang produktif.

3.4 Kurikulum Merdeka dan Transformasi Lingkungan Belajar

Implementasi Kurikulum Merdeka menunjukkan hubungan positif dengan *character capital* dan capaian akademik. Temuan ini konsisten dengan karakter reformasi yang memberikan ruang lebih besar bagi fleksibilitas pembelajaran, pembelajaran berpusat pada siswa, diferensiasi, dan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi [7], [8].

Dari perspektif organisasi pendidikan, perubahan kurikulum dapat dipahami sebagai perubahan pada mekanisme pengelolaan proses pembelajaran. Artinya, keberhasilan reformasi tidak hanya bergantung pada perubahan dokumen kurikulum, tetapi pada kemampuan sekolah menerjemahkan fleksibilitas kebijakan menjadi praktik pembelajaran yang memberikan ruang bagi perkembangan siswa.

Temuan ini juga memberikan implikasi penting bagi pengelolaan sekolah. Reformasi kurikulum membutuhkan dukungan pada kapasitas guru, kepemimpinan pembelajaran, budaya organisasi, dan mekanisme evaluasi yang memungkinkan sekolah menggunakan otonomi secara produktif.

3.5 Character Capital sebagai Faktor Prediktif Learning Poverty

Model XGBoost yang menggunakan validasi temporal menghasilkan kemampuan prediksi *out-of-sample* sebesar **42,18%** pada kohort 2025. Hasil interpretasi TreeSHAP menunjukkan bahwa **character capital merupakan prediktor paling berpengaruh terhadap risiko learning poverty**, sementara kontribusi infrastruktur fisik menunjukkan kecenderungan *diminishing marginal returns*.

Temuan ini memperluas interpretasi mengenai ketimpangan pendidikan. Jika capaian akademik hanya dipandang sebagai hasil dari ketersediaan fasilitas, maka kebijakan dapat berhenti pada peningkatan input. Namun, hasil penelitian menunjukkan pentingnya kapasitas siswa dalam mengelola, memahami, dan menggunakan kesempatan belajar yang tersedia.

Penggunaan TreeSHAP juga memberikan nilai praktis karena model prediksi tidak hanya menghasilkan skor risiko, tetapi dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor yang berkontribusi terhadap risiko tersebut. Dengan demikian, pendekatan *explainable artificial intelligence* dapat membantu menghubungkan analitik prediktif dengan pengambilan keputusan pendidikan.

3.6 Implikasi bagi Pengelolaan dan Pemerataan Pendidikan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ketimpangan pendidikan terbentuk melalui interaksi antara faktor individual dan institusional. Proporsi variasi antar sekolah yang mencapai 32,94% menunjukkan pentingnya intervensi pada tingkat organisasi. Namun, hasil longitudinal menunjukkan bahwa peningkatan sumber daya saja tidak cukup.

Implikasi utama penelitian ini adalah perlunya menggeser paradigma pemerataan pendidikan dari **resource expansion** menuju **institutional transformation**. Sekolah membutuhkan sumber daya yang memadai, tetapi sumber daya tersebut harus diikuti dengan lingkungan pembelajaran yang mampu mengembangkan otonomi, agensi, regulasi diri, dan kemampuan sosial-emosional siswa.

Dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka, pengelolaan sekolah perlu memberikan ruang bagi guru dan siswa untuk menggunakan fleksibilitas secara produktif. Kebijakan pendidikan juga perlu mempertimbangkan bahwa sekolah berbeda dalam karakteristik organisasi dan konteks sosialnya. Oleh karena itu, kebijakan yang seragam dapat memiliki dampak yang berbeda antar sekolah.

Penggunaan analitik multilevel, longitudinal, dan *explainable artificial intelligence* dapat menjadi instrumen pendukung bagi pengelola pendidikan untuk mengidentifikasi sekolah dengan risiko ketimpangan yang tinggi sekaligus memahami faktor yang mendasarinya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa ketimpangan pendidikan di Indonesia memiliki dimensi institusional yang kuat. Berdasarkan data Asesmen Nasional 2021–2025, sebesar 32,94% variasi capaian akademik berada pada tingkat sekolah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perbedaan antar sekolah merupakan bagian penting dari struktur ketimpangan pendidikan.

Analisis longitudinal menunjukkan bahwa peningkatan sumber daya fisik tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan capaian akademik dalam jangka pendek. Lingkungan pembelajaran yang sangat terstruktur dan berorientasi pada pengarahan guru juga menunjukkan hubungan negatif dengan perkembangan *character capital*, sedangkan implementasi Kurikulum Merdeka berhubungan positif dengan *character capital* dan capaian akademik.

Model XGBoost dengan validasi temporal menghasilkan kemampuan prediksi *out-of-sample* sebesar 42,18% dan mengidentifikasi *character capital* sebagai prediktor penting terhadap risiko *learning poverty*. Temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa pemerataan pendidikan tidak cukup dicapai melalui peningkatan sumber daya fisik, tetapi membutuhkan transformasi institusional yang mendukung otonomi, agensi, dan perkembangan sosial-emosional siswa.

Dengan demikian, strategi peningkatan kualitas pendidikan perlu mengintegrasikan pemerataan sumber daya dengan penguatan kapasitas organisasi sekolah dan pengembangan kapasitas siswa. Pendekatan tersebut dapat memberikan dasar yang lebih komprehensif bagi pengelolaan pendidikan yang berorientasi pada pemerataan kesempatan dan peningkatan capaian belajar.

Referensi

- [1] Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1977). *Reproduction in education, society and culture*. Sage.
- [2] Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., & York, R. L. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Government Printing Office.
- [3] Reardon, S. F. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. In G. J. Duncan & R. J. Murnane (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (pp. 91–116). Russell Sage Foundation.
- [4] Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness: A contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. Routledge.

- [5] Reynolds, D., Sammons, P., De Fraine, B., Townsend, T., Van Damme, J., Teddlie, C., & Stringfield, S. (2014). Educational effectiveness research (EER): A state-of-the-art review. *School Effectiveness and School Improvement*, 25(2), 197–230.
- [6] Scheerens, J. (2016). *Educational effectiveness and ineffectiveness: A critical review of the knowledge base*. Springer.
- [7] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- [8] OECD. (2024). *Education policy outlook in Indonesia*. OECD Publishing.
- [9] Duckworth, A. L., & Yeager, D. S. (2015). Measurement matters: Assessing personal qualities other than cognitive ability for educational purposes. *Educational Researcher*, 44(4), 237–251.
- [10] Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Economics*, 19(4), 451–464.
- [11] Allensworth, E. M., & Hart, H. M. (2018). How do principals influence student achievement? A case study of leadership and school improvement. [Sumber sesuai naskah asli].
- [12] Wooldridge, J. M. (2021). *Two-way fixed effects, the two-way fixed effects estimator, and panel data methods*. [Sumber sesuai naskah asli].
- [13] Eccles, J. S., & Roeser, R. W. (2011). Schools as developmental contexts during adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 225–241.
- [14] Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning analytics: From research to practice* (pp. 61–75). Springer.
- [15] Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- [16] Lundberg, S. M., Erion, G., Chen, H., DeGrave, A., Prutkin, J. M., Nair, B., Katz, R., Himmelfarb, J., Bansal, N., & Lee, S.-I. (2020). From local explanations to global understanding with explainable AI for trees. *Nature Machine Intelligence*, 2, 56–67.
- [17] Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2065), 20150202.
- [18] Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433–459.

- [19] Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed.). Sage.
- [20] Snijders, T. A. B., & Bosker, R. J. (2012). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling* (2nd ed.). Sage.
- [21] Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2015). *The knowledge capital of nations: Education and the economics of growth*. MIT Press.