



Analisis faktor-faktor kesejahteraan sosial yang memengaruhi capaian membaca siswa Indonesia pada PISA 2018 menggunakan pemodelan multilevel

Dayyinah Mustaqimah*, Universitas Negeri Yogyakarta

Kismiantini, Universitas Negeri Yogyakarta

*e-mail: dayyinahmustaqimah.2021@student.uny.ac.id

Abstrak. Berdasarkan laporan OECD 2023, capaian membaca siswa Indonesia memiliki nilai yang relatif rendah dengan skor 359, nilai ini berada di bawah rata-rata dunia yang berada pada skor 476. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi capaian membaca siswa Indonesia terutama dari sudut pandang kesejahteraan sosial yang dirasakan oleh siswa menggunakan data PISA 2018 dengan sampel 11.392 siswa yang dari 395 sekolah memberikan respons lengkap pada variabel penelitian. Analisis dilakukan dengan model multilevel mencakup model null, model intersep acak, model slope acak, dan uji rasio likelihood guna memperoleh model terbaik. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah capaian membaca siswa Indonesia dengan variabel independen level siswa meliputi jenis kelamin, status sosial ekonomi dan budaya, rasa memiliki di sekolah, dukungan guru, serta paparan terhadap bullying, dan pada level sekolah meliputi tipe sekolah, kedisiplinan dalam pembelajaran membaca, serta pembelajaran berbasis inkuiri. Dari model null diketahui bahwa 55% variansi capaian membaca dijelaskan oleh level sekolah dan 45% dijelaskan oleh level siswa, sehingga mendukung penggunaan model multilevel. Model terbaik adalah model slope acak yang dimana semua variabel independen pada kedua level terbukti signifikan memengaruhi capaian membaca siswa Indonesia.

Kata Kunci: *model multilevel, PISA, capaian membaca, kesejahteraan sosial*

Abstract. Based on the 2023 OECD report, Indonesian students' reading achievement scores are relatively low at 359, which is below the world average of 476. This study aims to analyze the factors influencing Indonesian students' reading achievement, particularly from the perspective of students' perceived social well-being, using 2018 PISA data with a sample of 11,392 students from 395 schools that provided with complete response for research variables. The analysis was conducted using a multilevel model, including the null model, random intercept model, random slope model, and likelihood ratio test to obtain the best model. The dependent variable in this study is Indonesian students' reading achievement, with independent variables at the student level including gender, socioeconomic and cultural status, sense of belonging at school, teacher support, and exposure to bullying, and at the school level including school type, disciplinary climate in language, and inquiry-based learning. From the null model, it is known that 55% of the variance in reading achievement is explained by the school level and 45% by the student level, this supporting the use of a multilevel model. The best model is the random slope model, where all independent variables at both levels are found to significantly influence Indonesian students' reading achievement.

Keywords: *Multilevel Model, PISA, Reading Achievement, Social Welfare*

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman pada era 4.0 ini mengakibatkan adanya perubahan perilaku manusia yang dimana perubahan ini berpengaruh terhadap sistem pendidikan di dunia, khususnya Indonesia (Risdianto, 2019). Menurut Candra (2014), sistem pendidikan adalah sebuah metode pembelajaran yang bertujuan mengembangkan potensi peserta didik. Kemampuan membaca siswa merupakan salah satu potensi penting bagi siswa karena merupakan sebuah dasar untuk memahami dan menambah wawasan (Pratama, 2022). Sayangnya, hasil dari PISA menunjukkan bahwa kualitas pendidikan Indonesia masih rendah dibandingkan dengan negara lain. PISA 2022 menempatkan Indonesia pada posisi ke-71 dalam bidang membaca dari 81 negara di dunia dan terdapat sekitar 70% siswa di Indonesia masih memiliki kemampuan membaca yang rendah (OECD, 2023).

Berdasarkan laporan OECD (2023), pada PISA 2022 menunjukkan skor siswa Indonesia dalam bidang membaca sebesar 359 yang dimana skor ini masih jauh di bawah rata-rata skor negara lain yang berada pada rata-rata skor sekitar 427-476. Selain itu, laporan OECD (2019) pada PISA 2018 juga menunjukkan skor membaca yang rendah, yaitu sebesar 371. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya capaian membaca, yaitu kualitas guru, sumber daya sekolah, perundungan, dan rendahnya minat membaca (Kemendikbud, 2023). Fakta bahwa rendahnya capaian membaca Indonesia sangat memprihatinkan karena membaca merupakan salah satu dasar yang penting dalam pembelajaran dan berdampak signifikan pada hasil belajar siswa (Nurhayati et al., 2023; Pamungkas, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki fokus analisis terhadap capaian membaca, terutama pada sudut pandang kesejahteraan sosial menggunakan data PISA 2018 karena capaian membaca merupakan domain utama yang dijadikan penilaian pada PISA 2018.

Kesejahteraan sosial memiliki peran penting dalam mendukung capaian membaca. Adapun faktor-faktor kesejahteraan sosial diantaranya, yaitu status sosial ekonomi dan budaya, paparan terhadap *bullying*, rasa memiliki di sekolah, dukungan guru yang dimana faktor-faktor kesejahteraan sosial tersebut terbukti memiliki hubungan yang positif dan berpengaruh terhadap skor capaian membaca siswa di Swedia (OECD, 2019a; Buecker et al., 2018; Siebecke, 2023). Hal ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya rasa memiliki di sekolah dan dukungan emosional dari guru dan keluarga (Guthrie et al., 2013; Sirin, 2015). Selain itu, Santi (2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pada PISA 2018 terdapat variansi pada level siswa sebesar 11,42% dan pada level sekolah sebesar 60,66%, sehingga perlu adanya pertimbangan dari variabel level sekolah untuk memberikan hasil terbaik.

Penelitian ini menggunakan model multilevel untuk menangani struktur data yang hierarkis pada data PISA 2018 dengan menggunakan level siswa dan sekolah. Model multilevel dapat memperhitungkan variabilitas antar level dalam data guna mengurangi risiko kesalahan dalam memperhitungkan *standard error* yang menunjukkan seberapa besar variasi, sehingga model multilevel dapat digunakan untuk analisis data bertingkat untuk mencapai hasil analisis dan kesimpulan yang tepat (Huang & Francis, 2023). Miftahudin (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa multilevel dapat memberikan hasil yang baik dalam menganalisis hubungan antar variabel dengan nilai AIC sebesar 37476,41, dan nilai BIC sebesar 37682,99. Diaprina (2022) melaporkan faktor-faktor yang memengaruhi capaian siswa Indonesia pada PISA 2018 menggunakan model multilevel dengan taraf signifikansi sebesar 5%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi capaian membaca siswa Indonesia, terutama pada sudut pandang kesejahteraan sosial siswa Indonesia dengan

mempertimbangkan faktor pada level sekolah menggunakan model multilevel dan data PISA 2018. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan ilmu psikologi pendidikan, khususnya terkait pengaruh kesejahteraan sosial terhadap capaian membaca siswa, serta dapat menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi sains data dalam memahami, menerapkan, dan mengembangkan model multilevel secara lebih baik guna meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model multilevel untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi capaian membaca siswa Indonesia, terutama dari sudut pandang kesejahteraan sosial yang dirasakan oleh siswa dengan mempertimbangkan pengaruh pada variabel level sekolah. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data PISA tahun 2018 yang diperoleh melalui [website www.oecd.org](http://www.oecd.org) dengan sampel penelitian yang terdiri dari 11.932 siswa Indonesia yang berusia 15 tahun berasal dari 395 sekolah di Indonesia. Variabel dependen yang digunakan berupa capaian membaca siswa dengan 10 nilai *plausible values* yang mempertimbangkan nilai campuran berbobot pada bobot level siswa dan level sekolah. Adapun variabel independen yang digunakan pada level siswa, yaitu jenis kelamin (X_1), indeks status sosial ekonomi dan budaya (X_2), kenyamanan siswa di sekolah (X_3), dukungan guru (X_4), dan paparan terhadap *bullying* (X_5). Sedangkan variabel independen pada level sekolah yang digunakan, yaitu tipe sekolah (Z_1), kedisiplinan dalam pembelajaran membaca (Z_2), dan pembelajaran berbasis inkuiri (Z_3). Analisis dilakukan menggunakan model multilevel pada level siswa dan level sekolah dengan bantuan program R (RCore Team, 2025) dengan *interface* RStudio (Posit team, 2025). Langkah-langkah dalam analisis data meliputi:

1. Melakukan *preprocessing* data untuk memahami karakteristik data melalui analisis deskriptif seperti rata-rata, median, standar deviasi, serta nilai minimum dan maksimum dari setiap variabel yang digunakan, serta visualisasi menggunakan plot pencar guna mengidentifikasi hubungan antar variabel.
2. Melakukan analisis model *null* yang merupakan model awal yang dibangun tanpa memasukkan prediktor level 1 (siswa) dan level 2 (sekolah) untuk mengetahui proporsi varians skor capaian membaca siswa pada level 1 (siswa) dan level 2 (sekolah) (Huang & Francis, 2023). Secara matematis model null pada 2 level dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Heck & Thomas, 2020).

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Persamaan (1) merupakan persamaan model *null* pada level 1 (individu) yang dimana Y_{ij} adalah variabel respons untuk individu i ($1, 2, 3, \dots, n_j$) pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$), β_{0j} adalah intersep pada kelompok j , dan ε_{ij} adalah efek acak untuk individu i ($1, 2, 3, \dots, n_j$) pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$). Variabel ε_{ij} direpresentasikan sebagai $\text{var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2$ dan diasumsikan memiliki rata-rata 0. Kemudian persamaan model *null* pada level 2 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (2)$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma^2)$$

Pada persamaan (2) β_{0j} merupakan intersep acak pada kelompok j , γ_{00} merupakan intersep pada level 2, dan u_{0j} merupakan efek acak pada kelompok j (1,2,3, ..., m). Kemudian dengan mensubstitusikan persamaan (2) ke persamaan (1), maka diperoleh persamaan regresi dari model *null* sebagai berikut.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Setelah mengetahui besar proporsi varians pada model *null*, maka selanjutnya adalah mencari nilai *intraclass correlation coefficient* (ICC) untuk mengukur variansi antar kelompok, jika lebih besar dari 5%, maka perlu dilakukan analisis multilevel (Heck & Thomas, 2020). Secara matematis nilai ICC dapat diperoleh melalui persamaan 4 (Huang & Francis, 2023).

$$ICC = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (4)$$

dengan τ_{00} adalah variansi pada level 1 (individu) dan σ^2 adalah variansi pada level 2 (kelompok). Setelah mengetahui nilai ICC, maka selanjutnya adalah mencari nilai *design effect* (DE) untuk melihat *error* atau kesalahan yang terjadi akibat dari pengambilan sampel pada dua level secara acak, jika nilai DE lebih dari dua, maka terdapat kesalahan independen pada estimasi standar *error* dan secara matematis nilai DE dapat diperoleh melalui persamaan berikut (Peugh, 2010):

$$DE = 1 + (n_c - 1)ICC \quad (5)$$

dengan *DE* adalah *design effect* dan n_c adalah jumlah rata-rata individu.

3. Analisis model intersep acak dibangun dengan menambahkan variabel prediktor level 1 (siswa) yang dimodelkan sebagai efek acak dan mengabaikan variabel level 2 (sekolah). Secara matematis dapat dihitung dengan persamaan berikut (Finch et al., 2024):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

pada persamaan (6) Y_{ij} merupakan variabel respons untuk individu i (1,2,3, ..., n_j) pada kelompok j (1,2,3, ..., m), β_{1j} merupakan koefisien regresi pada kelompok j , X_{ij} merupakan variabel prediktor untuk individu i (1,2,3, ..., n_j) pada kelompok j (1,2,3, ..., m), dan ε_{ij} merupakan efek acak untuk individu i (1,2,3, ..., n_j) pada kelompok j (1,2,3, ..., m). Kemudian intersep acak pada level 2 secara matematis dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (7)$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma^2)$$

pada persamaan (7) β_{0j} merupakan intersep acak pada kelompok j , γ_{00} merupakan intersep pada level 2, dan u_{0j} efek acak pada kelompok j (1,2,3, ..., m). Kemudian dengan mensubstitusikan persamaan (7) ke persamaan (6), maka diperoleh persamaan regresi dari model intersep acak sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

4. Analisis model *slope* acak dibangun dengan menambahkan prediktor pada level 1 dan level 2 yang dimodelkan sebagai efek acak dengan asumsi bahwa *slope* (kemiringan)

yang ada pada setiap sekolah berbeda-beda (Hox, 2010). secara matematis dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Finch et al., 2024):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (9)$$

pada persamaan (9) Y_{ij} merupakan variabel respons untuk individu i ($1, 2, 3, \dots, n_j$) pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$), β_{1j} merupakan koefisien regresi pada kelompok j , X_{ij} merupakan variabel prediktor untuk individu i ($1, 2, 3, \dots, n_j$) pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$), dan ε_{ij} merupakan efek acak untuk individu i ($1, 2, 3, \dots, n_j$) pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$). Kemudian model *slope* acak pada level 2 secara matematis dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (10)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

pada persamaan (9) β_{0j} merupakan intersep acak pada kelompok j , γ_{00} merupakan intersep pada level 2, u_{0j} efek acak pada kelompok j ($1, 2, 3, \dots, m$), β_{1j} merupakan koefisien regresi pada kelompok j , γ_{10} merupakan koefisien regresi pada level 2Q, dan u_{1j} merupakan efek acak kelompok j pada *slope*. Kemudian dengan mensubstitusikan persamaan (10) ke persamaan (9), maka diperoleh persamaan regresi dari model *slope* acak sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}X_{ij} + u_{1j}X_{ij} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (11)$$

5. Penelitian ini menggunakan *effect size* lokal untuk mengukur efek variabel individu pada variabel respon (Ellis, 2010). *Effect size* dapat menjadi sebuah tolak ukur untuk menilai hipotesis nol dapat diterima atau tidak (Lakens, 2013). Secara matematis, *effect size* lokal dapat dilakukan melalui persamaan berikut (Peugh, 2010):

$$PRV = \frac{(var_{NoPredictor} - var_{Predictor})}{var_{NoPredictor}} \quad (12)$$

dengan PRV adalah *proportion reduction in variance* atau pengurangan proporsi varians, kemudian 'var' dapat mewakili varians level 1, varians intersep level 2, atau varians *slope* level 2, subskrip '*NoPredictor*' mewakili estimasi varians dari model sebelum menambahkan prediktor, dan subskrip '*Predictor*' mewakili varians terkait dari model yang merupakan variabel prediktor.

6. Pemilihan model terbaik pada penelitian ini dilakukan dengan uji rasio *likelihood* untuk mendefinisikan hipotesis yang sedang diuji dan hipotesis dari *likelihood ratio test* (LRT) dapat didefinisikan sebagai berikut (West et al., 2014):

H_0 : Model Tereduksi

H_1 : Model Lengkap

LRT dapat dihitung dengan -2 dikalikan dengan beda antara *log-likelihood* untuk *reduced model* dan *log-likelihood* untuk *full model* yang secara matematis didefinisikan sebagai berikut:

$$LRT = -2(\log L_{ReducedModel} - \log L_{FullModel}) \quad (13)$$

Pada persamaan (13) $L_{ReducedModel}$ dapat diartikan sebagai nilai *likelihood* dari model yang tereduksi (model yang lebih sederhana dengan parameter lebih sedikit), $L_{FullModel}$ dapat diartikan sebagai nilai *likelihood* dari model penuh (model yang lebih kompleks dengan parameter lebih banyak) dan dengan kriteria keputusan jika $LRT > X^2_{df}$, maka H_0 ditolak. Perhitungan nilai df dapat dilakukan melalui persamaan $df = n_{FullModel} - n_{ReducedModel}$ yang dimana n adalah banyaknya parameter dari model.

7. Setelah pemilihan model terbaik, maka selanjutnya adalah melakukan pengecekan asumsi. Pada penelitian ini pengecekan asumsi yang digunakan adalah pengecekan asumsi normalitas menggunakan fungsi “residuals()” serta visualisasi histogram dengan menggunakan fungsi “hist()”, kemudian pengecekan asumsi linearitas melalui *scatter plot* yang diperoleh menggunakan fungsi “pairs.panels()” pada *package* psych (Revelle, 2025), dan pengecekan asumsi multikolinearitas pada model terbaik dengan menggunakan fungsi “corr.test()” pada *package* psych.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preprocessing Data

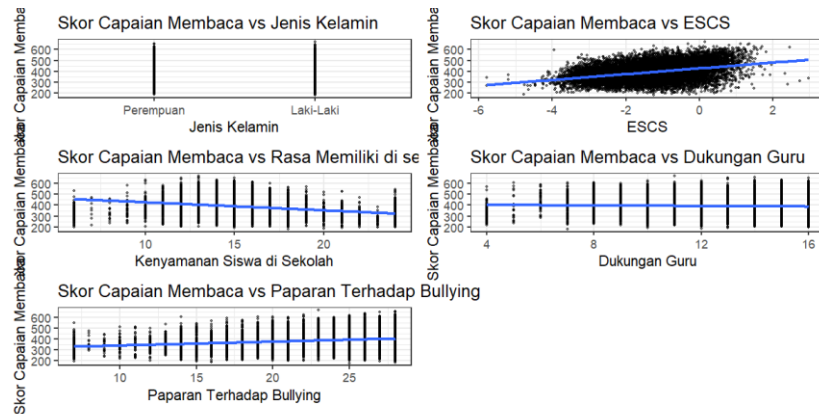
Preprocessing data dilakukan untuk memahami karakteristik dan pola yang terakandung dalam data. Tahap ini diawali dengan analisis statistik deskriptif, termasuk perhitungan rata-rata, standar deviasi, serta nilai minimum dan maksimum guna memberikan gambaran awal terkait distribusi variabel terhadap skor capaian membaca.

Tabel 1. Statistik deskriptif dari variabel penelitian.

Variabel	N	Rata-rata	SD	Min.	Median	Maks.
PV1READ	11932	390,47	79,53	158,65	385,61	688,16
PV2READ	11932	390,68	82,60	128,40	385,20	717,95
PV3READ	11932	390,76	82,54	154,55	386,24	686,12
PV4READ	11932	390,60	82,37	124,17	385,72	705,55
PV5READ	11932	390,24	82,04	125,89	386,15	699,06
PV6READ	11932	390,26	82,31	134,28	385,01	687,56
PV7READ	11932	390,16	82,26	149,01	385,82	686,08
PV8READ	11932	389,85	81,45	126,62	385,42	687,65
PV9READ	11932	390,22	81,78	130,26	384,98	665,10
PV10READ	11932	390,47	82,60	158,65	385,61	688,16

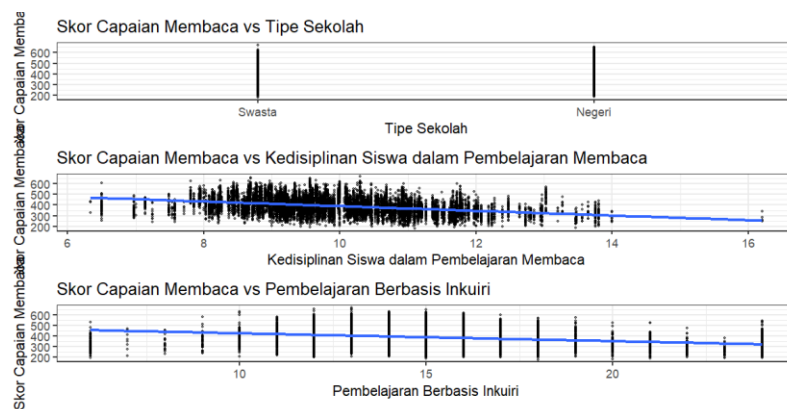
Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata capaian membaca siswa Indonesia berada pada kisaran 390 dengan siswa perempuan memiliki skor lebih tinggi dibandingkan dengan siswa laki-laki, yaitu sebesar $404,43 > 375,45$. Sekolah negeri juga menunjukkan hasil skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan sekolah swasta, yaitu sebesar $395,13 > 384,04$. Variabel lainnya, seperti dukungan guru, rasa memiliki di sekolah, dan kedisiplinan dalam pembelajaran membaca juga

menunjukkan hubungan yang positif terhadap skor capaian membaca. Setelah itu, dilakukan visualisasi data dengan plot pencar guna melihat hubungan variabel pada level siswa dan sekolah terhadap skor capaian membaca sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Karakteristik variabel independen level siswa.

Gambar 1 menunjukkan hubungan yang bervariasi antara variabel independen level siswa terhadap skor capaian membaca siswa. Variabel ESCS memiliki korelasi yang positif, sedangkan variabel paparan terhadap *bullying* memiliki korelasi yang negatif. Selain itu, variabel jenis kelamin dan dukungan guru memiliki korelasi yang rendah, sedangkan variabel rasa memiliki di sekolah memiliki hubungan yang negatif.



Gambar 2. Karakteristik variabel independen level sekolah.

Gambar 2 menunjukkan hubungan yang bervariasi antara variabel independen level sekolah terhadap skor capaian membaca siswa. Variabel tipe sekolah menunjukkan korelasi yang rendah, sedangkan variabel kedisiplinan dalam pembelajaran membaca menunjukkan korelasi yang negatif. Selain itu, variabel pembelajaran berbasis inkuiri memiliki korelasi yang lemah terhadap skor capaian membaca.

Model Null

Analisis model *null* dilakukan dengan mempertimbangkan bobot pada level siswa dan level sekolah, yaitu W_{FSTUWT} dan W_{FSCHWT} menggunakan *package* 'WeMix' pada program R untuk menganalisis 10 *plausible values* sekaligus (Huang, 2024). Model *null*

dibangun tanpa prediktor menggunakan fungsi `mixPV()` dan fungsi `summary()` di R. Perkiraan model *null* adalah sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{ij} = 381,82 + \hat{u}_{0j} + \hat{\varepsilon}_{ij} \quad (14)$$

dengan $\hat{\sigma}^2 = 3739,10$ dan $\hat{\tau}_{00} = 3110,60$. Analisis model *null* diperoleh rata-rata capaian membaca sebesar 381,82 dengan $p\text{-value} = 0,001$ serta terdapat variansi pada level 1 (siswa) sebesar $\hat{\sigma}^2 = 3739,10$ dan variansi pada level 2 (sekolah) sebesar $\hat{\tau}_{00} = 3110,60$ dengan $p\text{-value} = 0,001$. Selanjutnya adalah menghitung nilai ICC dengan persamaan berikut:

$$ICC = \frac{\hat{\tau}_{00}}{\hat{\tau}_{00} + \hat{\sigma}^2} = \frac{3110,}{3500,81 + 2823,43} = 0,55 \quad (15)$$

Oleh karena nilai ICC sebesar $0,55 > 0,05$, maka analisis multilevel lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui hubungan antara variabel individu (skor capaian literasi membaca) dan faktor-faktor variabel kelompok yang memengaruhinya. Selanjutnya adalah menghitung nilai DE dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} DE &= 1 + (n_c - 1)ICC = 1 + \left(\left(\frac{1193}{395} \right) - 1 \right) 0,5 \\ &= 1 + (30,21 - 1)0,55 = 16,94 \end{aligned} \quad (16)$$

Oleh karena nilai DE sebesar 16,94 yang dimana nilai ini lebih dari 2, maka dapat diartikan bahwa adanya pelanggaran independensi pada estimasi *standar error*. Oleh karena itu, diperlukan analisis multilevel untuk mengetahui karakteristik multilevel dari data.

Model Intersep Acak

Model intersep acak dibangun dengan menambahkan variabel prediktor level 1 (siswa) dengan mengabaikan variabel prediktor level 2 (sekolah) menggunakan fungsi `mixPV()` dan fungsi `summary()` pada RStudio untuk memperoleh estimasi dari setiap parameter. Perkiraan dari model intersep acak adalah

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{ij} &= 407,58 + (-15,40)X_{1ij} + 2,88X_{2ij} + (-3,81)X_{3ij} + 1,02X_{4ij} \\ &\quad + 1,23X_{5ij} + \hat{u}_{0j} + \hat{\varepsilon}_{ij} \end{aligned} \quad (17)$$

dengan $\hat{\sigma}^2 = 3165,30$ dan $\hat{\tau}_{00} = 2900,90$. Oleh karena itu, diperoleh hasil analisis dengan menggunakan 8 parameter, yaitu $\gamma_{00}, \gamma_{10}, \gamma_{20}, \gamma_{30}, \gamma_{40}, \gamma_{50}, \tau_{00}$, dan σ^2 . Hasil analisis model intersep acak menunjukkan bahwa variabel jenis kelamin ($\hat{\gamma}_{10}$) dengan nilai sebesar $-15,40$ dan rasa memiliki di sekolah ($\hat{\gamma}_{30}$) dengan nilai sebesar $-3,81$ berpengaruh negatif terhadap skor capaian membaca ($\hat{\gamma}_{00}$), sedangkan variabel ESCS ($\hat{\gamma}_{20}$) dengan nilai sebesar 2,88, dukungan guru ($\hat{\gamma}_{40}$) dengan nilai sebesar 1,02, dan paparan terhadap *bullying* ($\hat{\gamma}_{50}$) dengan nilai sebesar 1,23 memberikan pengaruh positif terhadap skor capaian membaca siswa ($\hat{\gamma}_{00}$).

Model Slope Acak

Model *slope* acak dibangun dengan menambahkan variabel level 2 (sekolah) ke dalam model dengan variabel level 1 (siswa) dan level 2 (sekolah) sebagai efek acak terhadap variabel dependen (capaian membaca) menggunakan fungsi `mixPV()` dan fungsi `summary()` pada

RStudio untuk memperoleh estimasi dari setiap parameter dengan penerapan hasil analisis pada rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{ij} = & 479,82 - 15,38X_{1ij} + 2,88X_{2ij} - 3,81X_{3ij} \quad (18) \\ & + 1,02X_{4ij} + 1,23X_{5ij} + 7,05Z_{1j} \\ & - 15,82Z_{2j} + 40,27Z_{3j} + \hat{u}_{1j}Z_{1j} \\ & + \hat{u}_{2j}Z_{2j} + \hat{u}_{3j}Z_{3j} + \hat{u}_{0j} + \hat{\epsilon}_{ij}\end{aligned}$$

dengan $\hat{\sigma}^2 = 7488,84$, $\hat{\tau}_{00} = 2900,80$, $\hat{\tau}_{01} = 2151,09$, $\hat{\tau}_{02} = 25,07$, $\hat{\tau}_{03} = 2043,06$. Oleh karena itu, diperoleh hasil analisis dengan menggunakan 14 parameter, yaitu $\gamma_{00}, \gamma_{10}, \gamma_{20}, \gamma_{30}, \gamma_{40}, \gamma_{50}, \gamma_{01}, \gamma_{02}, \gamma_{003}, \tau_{00}, \tau_{01}, \tau_{02}, \tau_{03}$ dan σ^2 . Hasil analisis model *slope* acak menunjukkan bahwa pada level 1 (siswa) variabel jenis kelamin ($\hat{\gamma}_{10}$) dengan nilai sebesar $-15,38$ dan rasa memiliki di sekolah ($\hat{\gamma}_{30}$) dengan nilai sebesar $-3,81$ berpengaruh negatif terhadap skor capaian membaca ($\hat{\gamma}_{00}$), sedangkan variabel ESCS ($\hat{\gamma}_{20}$) dengan nilai sebesar $2,88$, dukungan guru ($\hat{\gamma}_{40}$) dengan nilai sebesar $1,02$, dan paparan terhadap *bullying* ($\hat{\gamma}_{50}$) dengan nilai sebesar $1,23$ memberikan pengaruh positif terhadap skor capaian membaca siswa ($\hat{\gamma}_{00}$). Adapun hasil analisis pada level 2 (sekolah) menunjukkan bahwa variabel tipe sekolah ($\hat{\gamma}_{01}$) dengan nilai sebesar $7,05$ dan pembelajaran berbasis inkuiri ($\hat{\gamma}_{02}$) dengan nilai sebesar $40,27$ berpengaruh positif terhadap skor capaian membaca ($\hat{\gamma}_{00}$).

Effect Size

Penelitian ini menggunakan *effect size* lokal, yaitu *proportion in variance* (PRV) yang dapat diperoleh dengan mengurasi proporsi varians pada model, sehingga pada penelitian terdapat 4 nilai PRV.

$$PRV_1 = \frac{(3739,10 - 3165,30)}{3739,10} = 0,1534 \quad (19)$$

Persamaan (19) menunjukkan nilai PRV_1 sebesar $0,1534$ dengan keterangan nilai $var_{NoPredictor}$ adalah nilai σ^2 pada variansi level 1 model *null* dan $var_{Predictor}$ adalah nilai σ^2 pada variansi level 1 model intersep acak. Sehingga dapat diartikan bahwa setelah ditambahkan variabel prediktor level siswa pada model intersep acak variansi level 1 mengalami penurunan sebesar $15,34\%$. Secara matematis, perhitungan nilai PRV_2 dapat diperoleh sebagai berikut:

$$PRV_2 = \frac{(3739,10 - 7488,83)}{7488,83} = -1,0 \quad (20)$$

Persamaan (20) menunjukkan nilai PRV_2 sebesar $-1,01$ dengan keterangan nilai $var_{NoPredictor}$ adalah nilai σ^2 pada variansi level 1 model *null* dan $var_{Predictor}$ adalah nilai σ^2 pada variansi level 1 model *slope* acak. Sehingga dapat diartikan bahwa setelah ditambahkan variabel prediktor level siswa pada model intersep acak variansi level 1 mengalami peningkatan sebesar $1,01\%$. Secara matematis, perhitungan nilai PRV_3 dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$PRV_3 = \frac{(3110,60 - 2900,90)}{3110,60} = 0,067 \quad (21)$$

Persamaan (21) menunjukkan nilai PRV_3 sebesar $0,0674$ dengan keterangan nilai $var_{NoPredictor}$ adalah nilai $\hat{\tau}_{00}$ pada variansi level 2 model *null* dan $var_{Predictor}$ adalah nilai $\hat{\tau}_{00}$ pada variansi level 2 model intersep acak. Sehingga dapat diartikan bahwa setelah ditambahkan variabel prediktor level siswa pada model intersep acak variansi level 2

mengalami penurunan sebesar 6,74%. Secara matematis, perhitungan nilai PRV_4 dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$PRV_4 = \frac{(3110,60 - 2900,80)}{3110,60} = 0,0675 \quad (22)$$

Persamaan (22) menunjukkan nilai PRV_4 sebesar 0,0675 dengan keterangan nilai $var_{NoPredictor}$ adalah nilai $\hat{\tau}_{00}$ pada variansi level 2 model *null* dan $var_{Predictor}$ adalah nilai $\hat{\tau}_{00}$ pada variansi level 2 model *slope* acak. Sehingga dapat diartikan bahwa setelah ditambahkan variabel prediktor level siswa pada model acak variansi level 2 mengalami penurunan sebesar 6,75%.

Pemilihan Model Terbaik

Penelitian ini menggunakan uji rasio *likelihood* dengan membandingkan model *null* dan model intersep acak, model *null* dan model *slope* acak, serta model intersep acak dan model *slope* acak dengan mempertimbangkan nilai AIC dan BIC yang dimiliki oleh setiap model yang dimana nilai tersebut diperoleh menggunakan fungsi `glance()` pada RStudio dengan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai AIC dan BIC

Model	Nilai AIC	Nilai BIC
Model <i>Null</i>	40018538	40018560
Model Intersep Acak	39761057	39761116
Model <i>Slope</i> Acak	39752688	39752836

Kemudian dilakukan *likelihood ratio test* (LRT) dengan membandingkan antar model menggunakan fungsi `lrtPV()` pada RStudio yang dimana hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji rasio *Likelihood*

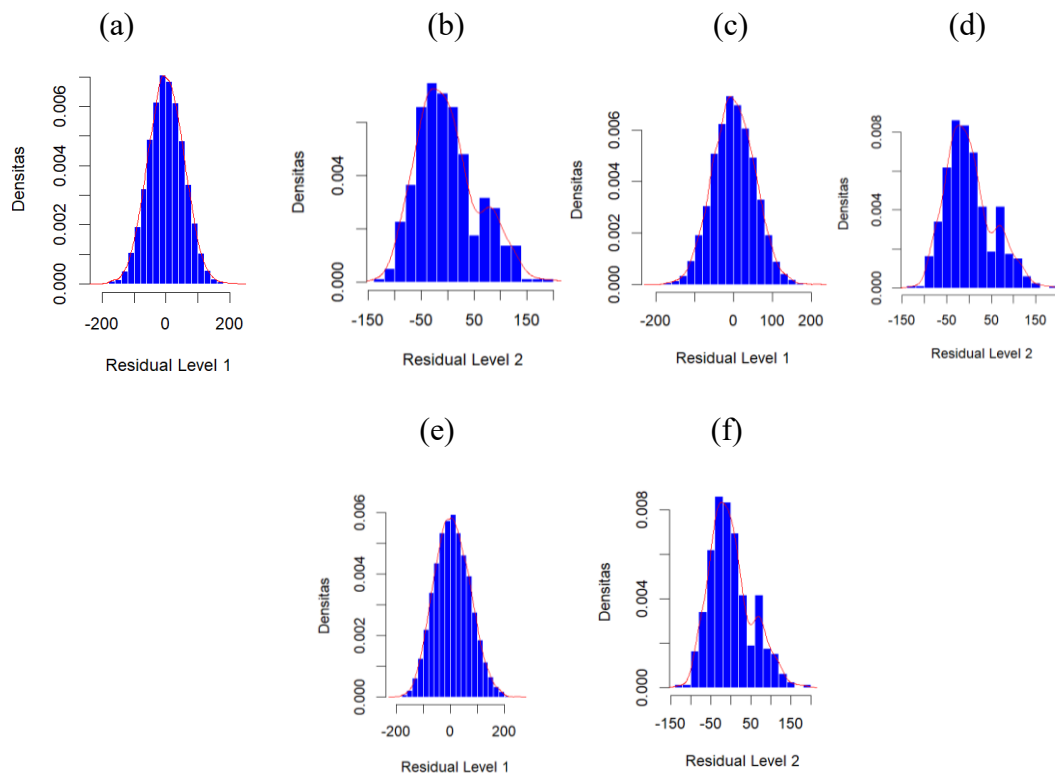
Model	D_2 Statistik	DF 1	DF 2	P – Value
Model <i>Null</i> vs Model Intersep Acak	224,73	5	5,60	0,00
Model <i>Null</i> vs Model <i>Slope</i> Acak	69,99	17	3,88	0,05
Model Intersep Acak vs Model <i>Slope</i> Acak	436,98	12	30,44	0,00

Hasil analisis nilai AIC, BIC dan uji rasio *likelihood* berdasarkan uji D_2 statistik diinterpretasikan sebagai berikut (Huang & Francis, 2023). Hasil analisis statistik D_2 menunjukkan bahwa model intersep acak secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan model *null* dengan nilai uji $F(5,5,60) = 224,73$ dan $p\text{-value} < 0,05$. Model intersep acak juga memiliki nilai AIC dan BIC yang lebih rendah sebesar 39761057 dan 39761116. Sehingga dapat diartikan bahwa model intersep acak memberikan kontribusi yang signifikan dan akurat dalam memprediksi capaian membaca siswa, serta menyesuaikan model lebih baik terhadap data dibandingkan dengan model *null*. Hasil analisis statistik D_2 menunjukkan bahwa model *slope* acak secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan model *null* dengan nilai uji $F(17,3,88) = 69,9$ dan $p\text{-value} < 0,05$. Model intersep acak juga memiliki nilai AIC dan BIC yang lebih rendah sebesar 39752688 dan 39752836. Sehingga dapat diartikan bahwa model *slope* acak memberikan kontribusi yang signifikan dan akurat dalam memprediksi capaian membaca siswa, serta menyesuaikan model lebih baik terhadap data dibandingkan dengan model *null*. Hasil analisis statistik D_2 menunjukkan bahwa model *slope* acak secara signifikan

lebih baik dibandingkan dengan model intersep acak dengan nilai uji $F(12,30,44) = 436,98$ dan $p\text{-value} < 0,05$. Model intersep acak juga memiliki nilai AIC dan BIC yang lebih rendah sebesar 39752688 dan 39752836. Sehingga dapat diartikan bahwa model *slope* acak memberikan kontribusi yang signifikan dan akurat dalam memprediksi capaian membaca siswa, serta menyesuaikan model lebih baik terhadap data dibandingkan dengan model intersep acak. Berdasarkan hasil uji rasio *likelihood* yang didukung oleh nilai AIC dan BIC pada setiap model, maka model terbaik adalah model *slope* acak. Model ini menunjukkan nilai AIC dan BIC terendah dibandingkan dengan model *null* dan model intersep acak yang mengindikasikan bahwa penambahan variabel pada model *slope* acak memberikan kontribusi yang signifikan serta penyesuaian yang lebih baik terhadap data.

Pengecekan Asumsi

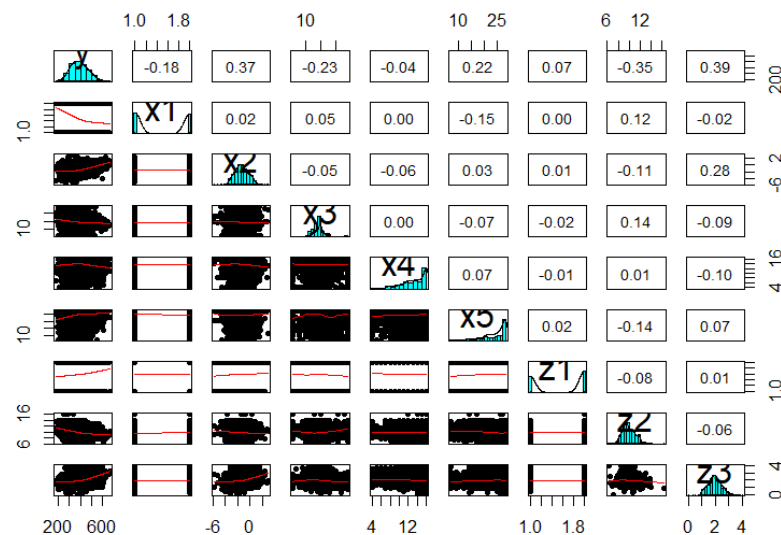
Asumsi normalitas. Pengecekan asumsi normalitas dilakukan pada data residual pada level 1 dan level 2 menggunakan RStudio, yaitu data residual dari model *null*, model intersep acak, dan model *slope* acak. Kemudian dilakukan visualisasi data residual dalam bentuk histogram untuk setiap model guna mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, apabila pola pada histogram berbentuk lonceng (simetris) maka residual berdistribusi normal sedangkan apabila pola pada histogram berbentuk miring atau *skewed* maka residual tidak berdistribusi normal (Huang & Francis, 2023).



Gambar 3. Histogram (a) residual model *null* level 1, Histogram (b) residual model *null* level 2, Histogram (c) residual model intersep acak level 1, Histogram (d) residual model intersep acak level 2, Histogram (e) residual model *slope* acak level 1, Histogram (f) residual model *slope* acak level 2.

Gambar 3 menunjukkan bahwa histogram model *null*, model intersep acak, dan model *slope* acak pada residual level 1 dan level 2 terlihat berbentuk seperti lonceng, sehingga dapat diartikan bahwa residual level 1 dan level 2 untuk model *null*, model intersep acak, dan model *slope* acak berdistribusi normal.

Asumsi linearitas. Pengecekan asumsi linearitas untuk mengetahui apakah variabel independen level 1 (siswa) dan level 2 (sekolah) memiliki hubungan yang linear atau berpengaruh terhadap variabel dependen (skor capaian membaca). Pengecekan asumsi linearitas menggunakan *scatter plot matrix* yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Scatter Plot Matrix Antar Variabel Penelitian

Gambar 4 menunjukkan bahwa variabel indeks status sosial ekonomi dan budaya siswa (X_2), paparan terhadap *bullying* (X_5), tipe sekolah (Z_1) dan pembelajaran berbasis inkuiri (Z_3) memiliki hubungan linear positif terhadap skor capaian membaca siswa Indonesia. Sedangkan variabel jenis kelamin (X_1), rasa memiliki siswa di sekolah (X_3), dukungan guru (X_4), dan kedisiplinan dalam pembelajaran membaca (Z_2) memiliki pengaruh negatif terhadap skor capaian membaca siswa.

Asumsi multikolinearitas. Pengecekan asumsi multikolinearitas untuk memastikan bahwa antar variabel independen dalam model tidak memiliki hubungan yang terlalu kuat. Pengecekan asumsi multikolinearitas ini dilakukan dengan melihat nilai koefisien korelasi, jika hubungan antar prediktor menunjukkan nilai $r > 0,8$, maka dapat diartikan bahwa hubungan antar prediktor terdapat kolinearitas yang tinggi (Field et al., 2012). Hasil nilai koefisien korelasi pada model *slope acak* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Nilai koefisien korelasi antar variabel.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Z_1	Z_2	Z_3
X_1	1,00	0,02	0,05	0,00	-0,15	0,00	0,12	-0,02
X_2	0,02	1,00	-0,05	-0,06	0,03	0,01	-0,11	0,28
X_3	0,05	-0,05	1,00	0,00	-0,07	-0,02	0,14	-0,09
X_4	0,00	-0,06	0,00	1,00	0,07	-0,01	0,01	-0,10
X_5	-0,15	0,03	-0,07	0,07	1,00	0,02	-0,14	0,07
Z_1	0,00	0,01	-0,02	-0,01	0,02	1,00	-0,08	0,01
Z_2	0,12	-0,11	0,14	0,01	-0,14	-0,08	1,00	-0,06
Z_3	-0,02	0,28	-0,09	-0,10	0,07	0,01	-0,06	1,00

Tabel 19 menunjukkan bahwa seluruh variabel yang digunakan pada model *slope* acak memiliki nilai $r < 0,8$, sehingga dapat diartikan bahwa variabel $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, Z_1, Z_2$ dan Z_3 memiliki multikolinearitas yang rendah dan tidak terdapat multikolinearitas yang kuat antar variabel independen kontinu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pada data skor capaian membaca ditemukan bahwa 55% variansi capaian membaca dapat dijelaskan oleh perbedaan antar sekolah, sedangkan 45% dapat dijelaskan oleh perbedaan antar siswa dalam sekolah. Model terbaik yang digunakan adalah model *slope* acak yang dimana seluruh variabel pada level siswa, yaitu jenis kelamin, ESCS, rasa memiliki di sekolah, dukungan guru, serta paparan terhadap *bullying* dan variabel pada level sekolah, yaitu tipe sekolah, kedisiplinan dalam pembelajaran membaca, serta pembelajaran berbasis inkuiri terbukti signifikan dalam memengaruhi skor capaian membaca. Adapun variabel yang memiliki hubungan positif pada skor capaian membaca siswa Indonesia, yaitu ESCS, dukungan guru, paparan terhadap *bullying*, tipe sekolah, dan pembelajaran berbasis inkuiri, sedangkan variabel jenis kelamin, rasa memiliki di sekolah, dan kedisiplinan dalam pembelajaran membaca memiliki hubungan yang negatif terhadap skor capaian membaca siswa Indonesia. Temuan ini menunjukkan variansi capaian membaca pada level siswa dan sekolah yang dimana hal ini mengindikasikan bahwa perlu adanya kebijakan pemerataan kualitas pendidikan di Indonesia. Penelitian ini menggunakan model multilevel tanpa mengeksplorasi interaksi antar variabel, sehingga studi lanjutan dengan pengaruh interaksi perlu dilakukan. Selain itu, penelitian ini menggunakan data PISA tahun 2018 yang bersifat *cross-sectional* dan tidak mencerminkan kondisi terbaru pasca COVID-19, sehingga perlu adanya studi longitudinal untuk menguji hubungan sebab akibat yang lebih mendalam dan relevan dengan kondisi terkini.

DAFTAR PUSTAKA

- Buecker, S., Nuraydin, S., Simonsmeier, B.A., Schneider, M., (2018). Subjective well-being and academic achievement: a meta-analysis. *Journal of Research in Personality*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrp.2018.02.007>.
- Candra, A. (2014, Februari). Sistem pendidikan. Kompasiana,
- Diaprina, S.R. (2022). *Analisis multilevel univariat dan multivariat pada data PISA tahun 2018 di Indonesia*. Institut Teknologi Surabaya. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/94645>
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge University Press.
- Field, Z., Field, A., Miles, J. (2012). *Discovering statistics using R*. SAGE Publications Ltd.
- Finch, K., Lawrence, D., Williams, M.O., Thompson, A.R. (2024). Relationships between adverse childhood experiences, attachment, resilience, psychological distress and trauma among forensic mental health populations. *Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*, 35(2), 1-25. <http://dx.doi.org/10.1080/14789949.2024.2365149>

- Guthrie, J.T., Klauda, S.L., Ho, A.N., (2013). Modeling the relationship among reading instructions, motivation, engagement, and achievement for adolescents. *Reading Research Quarterly*, 48(1). <http://dx.doi.org/10.1002/rrq.035>
- Heck, R., & Thomas, S.L. (2020). *An introduction to multilevel modeling techniques: MLM and SEM approaches (4th ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429060274z>
- Hox, J. J. (2010). *Multilevel analysis: Techniques and applications* (2nd ed.). Routledge.
- Huang Francis, L. (2024). Using plausible values when fitting multilevel models with large-scale assessment data using R. *Large-scale Assessments in Education*, 12(7), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40536-024-00192-0>
- Huang., Francis, L. (2023). *Practical multilevel modeling using R*. SAGE Publications, Inc.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2023). *Peringkat Indonesia pada PISA 2022 naik 5–6 posisi dibanding 2018*. Balai Penjaminan Mutu Pendidikan Kalimantan Tengah. <https://bpmpkalteng.kemdikbud.go.id/peringkat-indonesia-pada-pisa-2022-naik-5-6-posisi-dibanding-2018/>.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for *t*-tests and ANOVAs. *Frontiers Journal of Psychology*, 4 (863), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Miftahuddin., Fadhli., & Fitri, Juraida. (2021). *Pemodelan multilevel untuk data konsumsi energi listrik*. Aceh. Universitas Syiah Kuala. <https://doi.org/10.29313/jstat.v21i1.7958>.
- Nurhayati, S., Lahagu, K., Harahap, N., (2023). Pengaruh minat baca terhadap prestasi belajar Bahasa Indonesia siswa kelas V SD Negeri 0304 Siundol. *Jurnal Alim Publishing*, 4(1). <https://doi.org/10.59024/simpativ1i4.450>.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (volume i): what students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OECD. (2019a). *Country note of programme for international student assessment (PISA) result from PISA 2018 Indonesia*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_IDN.pdf.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (volume i): the state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Pamungkas, R., Probosari, R.M., & Puspitasari, Dewi. (2015). *Peningkatan literasi membaca melalui penerapan problem based learning pada pembelajaran biologi siswa kelas X MIA SMAN 1 Boyolali tahun pelajaran 2014/2015*. Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Pratama, A. (2022). *Strategi pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan kemampuan literasi membaca pemahaman siswa*. Cirebon. 6(2). <https://ojsdikdas.kemdikbud.go.id/index.php/didaktika/article/view/545>.
- Posit team. (2025). *RStudio: Integrated development environment for R*. Posit Software, PBC, Boston, MA. <http://www.posit.co/>.
- Risdianto, E. (2019). *Analisis pendidikan Indonesia di era revolusi industri 4.0*. Universitas Bengkulu. <https://www.researchgate.net/publication/332415017>.

- R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Revelle, W. (2025). *psych: Procedures for psychological, psychometric, and personality research*. Northwestern University, Evanston, Illinois. R package version 2.5.6, <<https://CRAN.R-project.org/package=psych>>
- Santi, V.M., Kamilia, R., Ladayya, F. (2022). Multilevel regression with maximum likelihood and restricted maximum likelihood method in analyzing indonesuan reading literacy scores. *Journal of Mathematics and Its Application*, 16(4), 1423–1432.
- Siebecke, D. E. (2023). *Does social well-being predict academic resilience and achievement? Analysis of Swedish PISA 2018 data*. European Journal of Psychology of Education, 1-24
- Sirin, S.R., Sirin, L.R. (2015). The educational and mental health needs of Syrian Refugee children. *Migration Policy Institute Publisher*.
- West, B.T., Welch, K.B., & Galecki, A.T. (2014). Linear-mixed models-a practical guide using statistical software, second edition. *Chapman and Hall/CRC*.