



## Determinan pencapaian siswa bidang matematika: Perbandingan antara Indonesia dan Singapura

**M. Mujiya Ulkhaq\***

\*Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Jawa Tengah, Indonesia

\*Correspondence: ulkhaq@live.undip.ac.id

© The Author(s) 2023

### Submission Track:

Received: 22-12-2022

Final Revision: 20-02-2023

Available Online: 28-02-2023

### Abstract

This study investigates and compares the determinants of Indonesian and Singaporean students' achievement in mathematics. The achievement is proxied by the PISA score of mathematics. The recent PISA 2018 data is used to answer this research question. Multivariate linear regression is used; as the dependent variable in the PISA score of mathematics, while the information concerning the student's background is used as independent variables, student's age, gender, the learning time in mathematics, index of economic, social, and cultural status, and ICT possession at home. For all samples (Indonesia and Singapore), all independent variables are statistically significant at least at the 10% level. This shows that age, gender, learning time in mathematics, index of economic, social, and cultural status, and ICT possession at home do have an influence on student achievement as measured by PISA mathematics scores. Several tests to test the classical assumptions, such as the residual normality test, heteroscedasticity test, and collinearity test were also carried out. According to this test, no problems occurred.

**Keywords:** mathematics; PISA; multivariate regression; Indonesia; Singapore

### Abstrak

Penelitian ini menyelidiki faktor-faktor penentu (determinan) pencapaian matematika siswa Indonesia dan Singapura. Pencapaian siswa diukur dengan dengan skor PISA matematika. Data PISA terbaru tahun 2018 digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian ini. Regresi linier multivariat digunakan; sebagai variabel terikat adalah nilai PISA matematika, sedangkan informasi mengenai latar belakang siswa digunakan sebagai variabel bebas, yaitu usia, jenis kelamin, waktu belajar matematika, indeks status ekonomi, sosial, dan budaya, serta kepemilikan ICT di rumah. Untuk semua sampel (Indonesia dan Singapura), semua variabel bebas signifikan secara statistik dalam taraf (paling tidak) 10%. Hal ini menunjukkan bahwa usia, jenis kelamin, kepemilikan ICT di rumah, kondisi ekonomi, sosial, dan budaya, dan waktu belajar matematika waktu belajar matematika, indeks status ekonomi, sosial, dan budaya, serta kepemilikan ICT di rumah berpengaruh terhadap prestasi siswa yang diukur dengan nilai PISA matematika. Beberapa pengujian untuk menguji asumsi klasik, seperti uji normalitas residual, uji heteroskedastisitas dan uji kolinearitas juga dilakukan. Menurut tes ini, tidak ada masalah yang terjadi.

**Kata Kunci:** matematika; PISA; regresi multivariat; Indonesia; Singapura



## Pendahuluan

Munculnya beberapa penilaian sektor pendidikan berskala internasional dalam dua dekade terakhir telah secara konsisten memberikan para peneliti khususnya bidang pendidikan suatu pangkalan data yang berisi beragam jenis variabel (misalnya, prestasi dan latar belakang siswa, praktik yang dilakukan di sekolah, dll.). Asesmen seperti Program for International Student Assessment (PISA) dari Organization for Cooperation and Economic Development (OECD) telah memberikan dampak nyata pada perkembangan penelitian pendidikan dalam beberapa tahun terakhir (Gamazo et al., 2016; Salma & Sumartini, 2022).

Telah diamati juga bahwa kebijakan pendidikan di beberapa negara maju biasanya dipengaruhi oleh laporan dan analisis yang dilakukan oleh OECD melalui PISA (Puspasari, Rinawati, & Pujisaputra, 2021). Hal ini dikarenakan PISA merupakan asesmen tingkat internasional yang pertama kali disajikan kepada publik secara gratis (Wiseman, 2013; Sanidah & Sumartini, 2022). Laporan dan analisis dari OECD ini bisa jadi agak terbatas mengingat banyaknya variabel yang ada pada PISA, sehingga selebihnya menjadi tanggung jawab bagi peneliti di bidang pendidikan untuk mempelajari lebih lanjut database ini dan menemukan hubungan di antara variabel-variabel yang ada serta memberikan kesimpulan yang mungkin tidak ditawarkan oleh laporan OECD untuk memperkaya penelitian bidang pendidikan.

Analisis sekunder dengan menggunakan data PISA dapat dilakukan melalui penggunaan beberapa metode yang berbeda (Utami & Puspitasari, 2022). Salah satu yang paling umum adalah analisis regresi bertingkat (multilevel regression analysis), karena memungkinkan peneliti untuk memperhitungkan variabilitas di tingkat siswa dan sekolah pada saat yang sama, misalnya dilakukan oleh Willms (2010). Penulis lain telah memilih berbagai metode yang berbeda, seperti structural equation modeling, misalnya dalam Acosta dan Hsu (2014), Barnard-Brak et al. (2018) atau analisis kovarians, misalnya dalam Smith et al. (2018), Zhu dan Kaiser (2020). Teknik data mining baru-baru ini juga telah muncul dalam beberapa tahun terakhir sebagai salah satu teknik untuk menganalisis database PISA, misalnya dalam Gamazo dan Martínez-Abad (2020), She et al. (2019), dan Martínez-Abad (2019).

Penelitian ini mencoba memperluas praktik regresi linier berganda (multivariat) untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi matematika siswa di Indonesia dan Singapura. Hal ini penting mengingat mengidentifikasi faktor-faktor di balik prestasi siswa dapat meningkatkan kinerja sistem pendidikan.

PISA adalah penilaian berskala internasional yang mengukur kemampuan bahasa, matematika, dan sains siswa berusia 15 tahun yang diselenggara-kan setiap tiga tahun sekali (Siregar & Sari, 2020; Afriansyah & Turmudi, 2022). Pertama kali dilakukan pada tahun 2000, domain utama dibuat bergantian antara membaca, matematika, dan sains pada setiap siklusnya. PISA juga mencakup ukuran kompetensi umum atau lintas kurikuler, seperti pemecahan masalah secara kolaboratif. Secara desain, PISA menekankan

keterampilan fungsional yang telah diperoleh siswa pada saat mereka mendekati akhir wajib belajar. PISA dikoordinasikan oleh OECD, sebuah organisasi antarpemerintah negara-negara maju. PISA edisi tahun 2018 berfokus pada bahasa, dengan sains dan matematika sebagai bidang penilaian minor.

## Metode

Data diperoleh dari database PISA edisi 2018. Database ini memiliki informasi tentang status siswa, sekolah, dan orang tua. Dalam tulisan ini, saya memfokuskan perhatian saya pada data di Indonesia saja. Prestasi bidang matematika diestimasi dari nilai PISA bidang matematika. Nilai PISA bertindak sebagai variabel dependen. Untuk variabel independen, saya menggunakan lima jenis variabel independen. Kelima variabel independen beserta penjelasan dan indikatornya ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Variabel independen

| No. | Variabel | Penjelasan   |
|-----|----------|--|
| 1   | AGE      | Usia siswa.  |
| 2   | GENDER   | Jenis kelamin siswa.   |
| 3   | MMINS    | Waktu belajar siswa untuk pelajaran matematika per minggu (dalam menit).   |
| 4   | ESCS     | Indeks ekonomi, sosial, dan budaya dari siswa.<br><i>Indikator:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerjaan orang tua</li> <li>• Pendidikan orang tua</li> <li>• Barang kepemilikan di rumah</li> </ul>   |
| 5   | ICT      | Kepemilikan TIK.<br><i>Indikator:</i> Apakah kamu memiliki benda-benda ini di dalam rumah? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software yang berhubungan dengan pendidikan</li> <li>• Internet</li> <li>• Telepon yang terhubung dengan internet</li> <li>• Komputer (bisa <i>desktop computer</i>, <i>portable laptop</i>, atau <i>notebook</i>)</li> <li>• <i>Tablet computers</i> (misalnya, iPad, BlackBerry, PlayBook)</li> <li>• <i>E-book readers</i> (misalnya, Kindle, Kobo, Bookeen)</li> </ul> |

Untuk menganalisis bagaimana faktor-faktor yang berbeda mempengaruhi prestasi siswa pada bidang matematika, persamaan regresi multivariat didefinisikan sebagai berikut:

$$PV\_MATH_i = \alpha + \beta_1 AGE_i + \beta_2 GENDER_i + \beta_3 MMINS_i + \beta_4 ESCS_i + \beta_5 ICT_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

di mana PV\_MATH adalah nilai PISA untuk bidang matematika,  $\alpha$  adalah intersep,  $\beta_i$  adalah koefisien regresi,  $\varepsilon_i$  adalah noise term, dan  $i$  adalah subskrip yang menunjukkan siswa ( $i = 1, 2, \dots, N$ ).

## Hasil

Parameter diestimasi menggunakan metode ordinary least square. Hasil analisis regresi ditunjukkan pada Tabel 2 (kolom Coef.). Tanda koefisien regresi dapat diartikan sebagai

berikut. Koefisien positif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai variabel independen maka nilai ekspektasi variabel dependen juga cenderung meningkat. Sebaliknya, apabila nilai koefisien adalah negatif, menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai variabel independen, maka nilai ekspektasi variabel dependen akan cenderung turun. Nilai koefisien menandakan seberapa besar nilai yang diharapkan dari variabel dependen berubah dengan adanya pergeseran satu unit dalam variabel independen tertentu sementara variabel independen lainnya tetap konstan. Hal ini sangat penting karena memungkinkan untuk menilai efek dari setiap variabel secara terpisah dari yang lain. Tidak hanya tanda, tetapi kita juga harus melihat signifikansi koefisien. Semua variabel memiliki koefisien yang signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

Pada sampel Indonesia, nilai positif ESCS menunjukkan bahwa semakin tinggi status ekonomi, sosial, dan budaya siswa, semakin tinggi skor PISA pada bidang matematika. Karena tidak ada ukuran pendapatan langsung yang tersedia dari database PISA, keberadaan barang-barang rumah tangga telah digunakan sebagai proxy untuk kekayaan keluarga. Temuan ini menegaskan hasil penelitian lain, misalnya, (Ulkhag, 2021, 2022; Perelman & Santín, 2011; Salas-Velasco, 2020). Tanda positif juga ditemukan di ICT, artinya semakin banyak siswa memiliki perangkat terkait TIK (misalnya, komputer desktop, komputer tablet, ponsel), semakin tinggi prestasi bidang matematikanya.

**Tabel 2.** Estimasi parameter

| No. | Variabel | Indonesia   |         |      | Singapura   |         |      |
|-----|----------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|
|     |          | Coef.       | p-value | VIF  | Coef.       | p-value | VIF  |
| 1   | Constant | 390.2947**  | 0.000   |      | 407.6396**  | 0.000   |      |
| 2   | GENDER:  |             |         |      |             |         |      |
|     | Male     | -12.37214** | 0.000   | 1.00 | 10.55801**  | 0.000   | 1.00 |
| 3   | AGE      | 4.86408*    | 0.059   | 1.00 | 9.82723**   | 0.009   | 1.00 |
| 4   | MMINS    | 0.013179**  | 0.001   | 1.01 | -0.022478** | 0.000   | 1.00 |
| 5   | ESCS     | 9.135276**  | 0.000   | 2.24 | 38.31716**  | 0.000   | 1.55 |

\*signifikan pada taraf 10%

\*\*signifikan pada taraf 5%

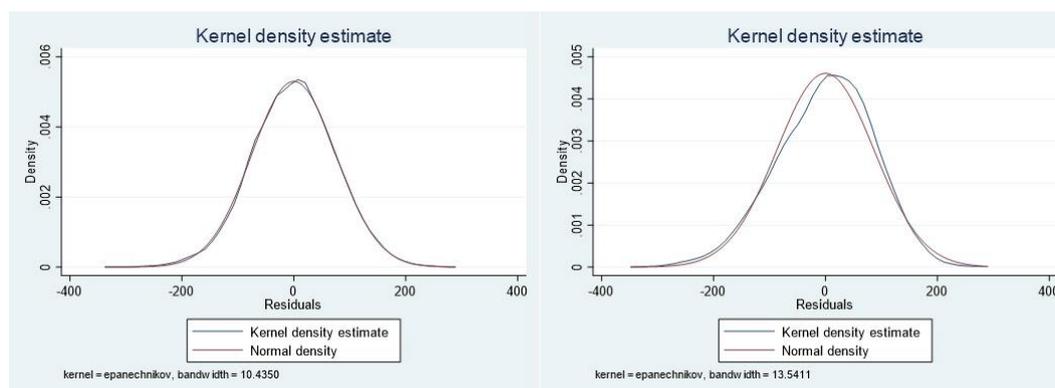
Pada sampel Singapura, nilai positif ESCS menunjukkan bahwa semakin tinggi status ekonomi, sosial, dan budaya siswa, semakin tinggi skor PISA pada bidang matematika. Tanda positif juga ditemukan di ICT, artinya semakin banyak siswa memiliki perangkat terkait TIK, semakin tinggi prestasi bidang matematikanya. Perbedaan antara hasil sampel Indonesia dan Singapura terletak pada variabel AGE. Di Indonesia, usia siswa berpengaruh pada taraf 10% terhadap nilai matematika yang diperoleh, namun di Singapura variabel ini berpengaruh pada taraf 5%. Pada sampel Indonesia, waktu belajar matematika mempunyai tanda positif, namun pada sampel Singapura, variabel ini mempunyai tanda negatif, meski pada kedua sampel sama-sama signifikan pada taraf 5%. Sebaliknya, pada sampel Indonesia, variabel GENDER untuk kategori siswa pria mempunyai tanda negatif, sedangkan pada sampel Singapura, variabel ini bertanda positif.

## Menguji Asumsi Klasik

Pada bagian ini, akan diperlihatkan bagaimana model yang digunakan lolos uji asumsi klasik. Pengujian pertama adalah memeriksa normalitas residual dengan menggunakan kernel density plot. Grafiknya ditunjukkan pada Gambar 2 (a) untuk sampel Indonesia dan (b) untuk sampel Singapura. Plot residual menyerupai distribusi normal sehingga bisa dikatakan model lolos uji asumsi normalitas residual.

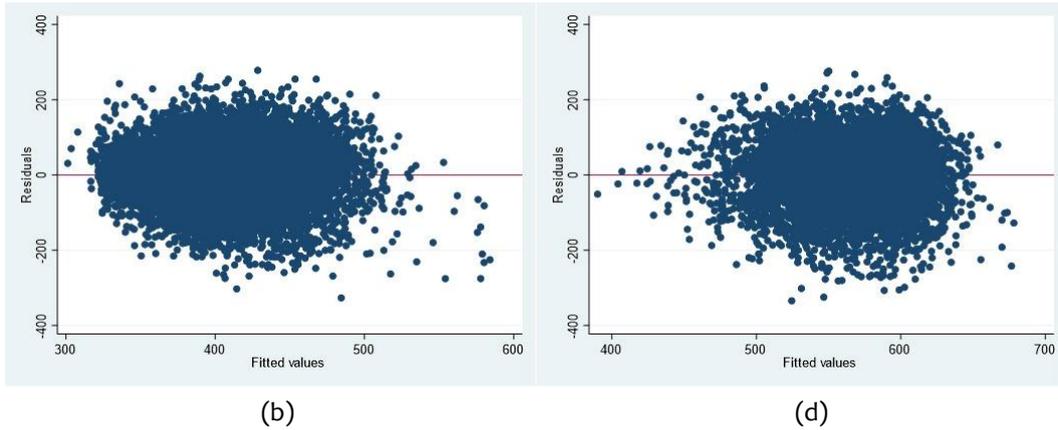
Asumsi klasik lainnya adalah homogenitas varians dari residual. Jika model baik, seharusnya tidak ada pola yang terjadi apabila residual di-plot terhadap fitted values. Jika varians dari residual tidak konstan, maka varians residual dikatakan “heteroskedastis”. Sebuah metode grafis yang umum digunakan adalah untuk memplot residual versus fitted values seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (c) untuk sampel Indonesia dan Gambar 2 (d) untuk sampel Singapura. Seperti terlihat pada Gambar 2 (c) dan (d), tidak terdapat pola pada grafik yang menunjukkan tidak terjadi heteroskedastisitas.

Asumsi selanjutnya adalah kolinearitas, yang menyiratkan bahwa dua variabel adalah kombinasi linier yang mendekati sempurna satu sama lain. Bila lebih dari dua variabel yang terlibat, maka disebut multikolinieritas. Perhatian utama adalah bahwa ketika derajat multikolinieritas meningkat, estimasi model regresi dari koefisien menjadi tidak stabil dan kesalahan standar (standard error) untuk koefisien dapat meningkat secara tidak beraturan. Untuk memeriksa masalah ini, saya menggunakan varians inflation factor (VIF). Sebagai rule of thumb, variabel yang nilai VIF lebih besar dari 10 mungkin memerlukan penyelidikan lebih lanjut karena dicurigai ada multikolinieritas. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2 pada kolom VIF. Nilai VIF untuk semua variabel independen lebih rendah dari 10, menunjukkan tidak ada masalah multikolinieritas untuk semua sampel.



(a)

(c)



**Gambar 1.** Uji asumsi klasik

Keterangan:

- (a). Uji kenormalan residual: Indonesian Sampel
- (b). Uji heteroskedastisitas: Indonesian Sampel
- (c). Uji kenormalan residual: Singaporean Sampel
- (d). Uji heteroskedastisitas: Singaporean Sampel

## Kesimpulan

Studi ini menyelidiki faktor-faktor penentu (determinan) pencapaian matematika siswa Indonesia dan Singapura. Data PISA tahun 2018 digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Regresi linier multivariat digunakan untuk menjawab tujuan penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk semua sampel (Indonesia dan Singapura), semua variabel bebas signifikan secara statistik dalam taraf (paling tidak) 10%. Hal ini menunjukkan bahwa usia, jenis kelamin, kepemilikan ICT di rumah, kondisi ekonomi, sosial, dan budaya, dan waktu belajar matematika waktu belajar matematika, indeks status ekonomi, sosial, dan budaya, serta kepemilikan ICT di rumah berpengaruh terhadap prestasi siswa yang diukur dengan nilai PISA matematika.

Perbedaan antara hasil sampel Indonesia dan Singapura terletak pada variabel MMINS. Pada sampel Indonesia, waktu belajar matematika mempunyai tanda positif, namun pada sampel Singapura, variabel ini mempunyai tanda negatif, meski pada kedua sampel sama-sama signifikan pada taraf 5%. Sebaliknya, pada sampel Indonesia, variabel GENDER untuk kategori siswa pria mempunyai tanda negatif, sedangkan pada sampel Singapura, variabel ini bertanda positif. Asumsi klasik diuji (yaitu, normalitas residual, adanya heteroskedastisitas, dan juga multikolinearitas) untuk menunjukkan bahwa estimasi yang telah dilakukan valid.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan mengenai publikasi naskah ini. Selain itu, masalah etika, termasuk plagiarisme, pelanggaran, fabrikasi data dan/atau pemalsuan, publikasi ganda dan/atau pengiriman, dan redudansi telah sepenuhnya oleh penulis.

## Referensi

- Acosta, S. T., & Hsu, H. Y. (2014). Negotiating diversity: An empirical investigation into family, school and student factors influencing New Zealand adolescents' science literacy. *Educational Studies*, 40(1), 98-115.
- Afriansyah, E. A., & Turmudi, T. (2022). Prospective teachers' thinking through realistic mathematics education based emergent modeling in fractions. *Jurnal Elemen*, 8(2), 605-618.
- Barnard-Brak, L., Lan, W. Y., & Yang, Z. (2018). Differences in mathematics achievement according to opportunity to learn: A 4pL item response theory examination. *Studies in Educational Evaluation*, 56, 1-7.
- Gamazo, A., & Martínez-Abad, F. (2020). An exploration of factors linked to academic performance in PISA 2018 through data mining techniques. *Frontiers in Psychology*, 11, 3365.
- Gamazo, A., Olmos-Migueláñez, S., & Martínez-Abad, F. (2016, November). Multilevel models for the assessment of school effectiveness using PISA scores. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturalism* (pp. 1161-1166).
- Mancebón, M. J., Calero, J., Choi, Á., & Ximénez-de-Embún, D. P. (2012). The efficiency of public and publicly subsidized high schools in Spain: Evidence from PISA-2006. *Journal of the operational research Society*, 63(11), 1516-1533.
- Martínez-Abad, F. (2019). Identification of factors associated with school effectiveness with data mining techniques: testing a new approach. *Frontiers in Psychology*, 2583.
- Perelman, S., & Santín, D. (2011). Measuring educational efficiency at student level with parametric stochastic distance functions: an application to Spanish PISA results. *Education economics*, 19(1), 29-49.
- Puspasari, R., Rinawati, A., & Pujisaputra, A. (2021). Pengungkapan Aspek Matematis pada Aktivitas Etnomatematika Produksi Ecoprint di Butik El Hijaaz. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 379-390.
- Salas-Velasco, M. (2020). Assessing the performance of Spanish secondary education institutions: distinguishing between transient and persistent inefficiency, separated from heterogeneity. *The Manchester School*, 88(4), 531-555.
- Salma, F. A., & Sumartini, T. S. (2022). Kemampuan Representasi Matematis Siswa antara yang Mendapatkan Pembelajaran Contextual Teaching and Learning dan Discovery Learning. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 265-274.
- Sanidah, S., & Sumartini, T. S. (2022). Kesulitan siswa kelas viii dalam menyelesaikan soal cerita spldv dengan menggunakan langkah polya di desa cihikeu. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 1(1), 15-26.

- She, H. C., Lin, H. S., & Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309-1340.
- Siregar, I., & Sari, V. T. A. (2020). Strategi Motivasi Green's, Gaya Baru Pembelajaran Matematika pada Siswa Kemampuan Rendah di Indonesia. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(3), 383-394.
- Smith, P., Cheema, J., Kumi-Yeboah, A., Warrican, S. J., & Alleyne, M. L. (2018). Language-based differences in the literacy performance of bidialectal youth. *Teachers College Record*, 120(1), 1-36.
- Ulkhag, M. M. (2021). Efficiency analysis of Indonesian schools: A stochastic frontier analysis using OECD PISA 2018 data. In *2nd International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Asia Pacific Conference*, Surakarta, Indonesia.
- Ulkhag, M. M. (2022). The determinants of Indonesian students' science performance: An analysis through PISA data 2015 wave. In *Bioteknologi dan Penerapannya dalam Penelitian dan Pembelajaran Sains*, Moh. Nasrudin (Ed.), Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management, 529-539.
- Utami, H. S., & Puspitasari, N. (2022). Kemampuan pemecahan masalah siswa smp dalam menyelesaikan soal cerita pada materi persamaan kuadrat. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 1(1), 57-68.
- Willms, J. D. (2010). School composition and contextual effects on student outcomes. *Teachers College Record*, 112(4), 1008-1037.
- Wiseman, A. W. (2013). Policy responses to PISA in comparative perspective. PISA, power, and policy: The emergence of global educational governance, 303-322.
- Zhu, Y., & Kaiser, G. (2020). Do east asian migrant students perform equally well in mathematics? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(6), 1127-1147.