

ANALISIS DAMPAK TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (TIK) TERHADAP KINERJA SISWA INDONESIA DALAM ILMU SAINS: BUKTI DARI DATA PISA 2022

M. Mujiya Ulkhaq

Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Indonesia
ulkhaq@live.undip.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi bagaimana Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memengaruhi kinerja sains siswa Indonesia menggunakan data PISA 2022 terbaru. Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kuantitatif. Regresi linear multivariat digunakan untuk menganalisis variabel-variabel terkait, dengan skor sains PISA, yang direpresentasikan oleh nilai pertama yang masuk akal, sebagai variabel dependen. Variabel independen utama yang diteliti adalah kepemilikan TIK di rumah. Variabel kontrol meliputi usia siswa, jenis kelamin, dukungan keluarga, dan indeks status ekonomi, sosial, dan budaya (ESCS). Temuan menunjukkan bahwa memiliki TIK di rumah secara signifikan mempengaruhi kinerja sains siswa Indonesia. Penemuan ini dapat mendorong para pembuat kebijakan untuk mempertimbangkan inisiatif yang bertujuan meningkatkan akses rumah tangga terhadap sumber daya TIK, potensial melalui subsidi atau program pendidikan. Inisiatif tersebut dapat mendorong integrasi alat dan strategi TIK dalam praktik pengajaran, sehingga meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar dalam sains. Selain itu, penelitian ini mengontrol faktor ESCS, yang menunjukkan pengaruhnya terhadap kinerja sains. Para pembuat kebijakan dan pendidik mungkin perlu mengatasi disparitas sosial-ekonomi yang lebih luas untuk memastikan akses yang adil terhadap TIK dan peluang pendidikan. Selain itu, karena penelitian ini menggunakan data PISA, hal ini menyoroti peluang bagi Indonesia untuk belajar dari atau berkolaborasi dengan negara-negara lain yang telah berhasil mengintegrasikan TIK dalam sistem pendidikan mereka.

Kata kunci: Pendidikan, TIK, Siswa Indonesia, Regresi linier, Sains, PISA

ANALYZING THE IMPACT OF ICT ON INDONESIAN STUDENTS' PERFORMANCE IN SCIENCE: EVIDENCE FROM PISA 2022

M. Mujiya Ulkhaq

Department of Industrial Engineering, Diponegoro University, Indonesia
ulkhaq@live.undip.ac.id

Abstract

This research investigates the influence of ICT on the science performance of Indonesian students using recent PISA 2022 data. Multivariate linear regression is utilized to analyze the variables, with the PISA science score, represented by the first plausible value, as the dependent variable. The main independent variable examined is the presence of ICT at home. Control variables include student age, gender, family support, and an index of economic, social, and cultural status (ESCS). The findings suggest that having ICT at home significantly impacts science performance among Indonesian students. This discovery may prompt policymakers to consider initiatives aimed at enhancing household access to ICT resources, potentially through subsidies or educational programs. Such initiatives could promote the integration of ICT tools and strategies into teaching practices, thereby fostering improved engagement and learning

outcomes in science. Additionally, the study controls for the ESCS factor, indicating its influence on science performance. Policymakers and educators may need to address broader socio-economic disparities to ensure equitable access to both ICT and educational opportunities. Furthermore, since the study draws on PISA data, it highlights opportunities for Indonesia to learn from or collaborate with other nations that have effectively integrated ICT into their educational systems.

Keywords: Education, ICT, Indonesian students, Linear regression, Science, PISA

Pendahuluan

Peran teknologi informasi dan komunikasi (TIK) sangat terlihat pada abad ke-21 ini dan telah menjadi fitur paling mencolok dalam kehidupan modern saat ini. TIK telah memicu dampak global yang besar di seluruh dunia; oleh karena itu, kemajuan dan kemakmuran negara sering kali dikaitkan dengan sejauh mana kemajuan dan pencapaiannya (Al-araibi et al., 2019). Karena alasan ini, sebagian besar negara telah memulai pengembangan berbagai institusi untuk mengikuti revolusi teknologi ini.

Di sektor pendidikan, penerapan TIK telah meningkat secara substansial dalam beberapa tahun terakhir (Comi et al., 2017; Falck et al., 2018). Banyak negara telah menginvestasikan sumber daya mereka dalam infrastruktur TIK untuk tujuan pendidikan. Kozma (2008) mengidentifikasi empat alasan penting untuk investasi TIK dalam pendidikan, yaitu: (i) mendukung pertumbuhan ekonomi, (ii) mempromosikan perkembangan sosial, (iii) mendorong reformasi pendidikan, dan (iv) mendukung manajemen pendidikan dan akuntabilitasnya. Meskipun dalam beberapa waktu terakhir penyebaran TIK dalam pendidikan telah kehilangan statusnya sebagai prioritas kebijakan, investasi tersebut belum berhenti. Perkembangan pesat dalam teknologi, termasuk penggunaan perangkat digital dan akses internet, telah memungkinkan integrasi berbagai alat dan aplikasi pembelajaran yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa. Hal inilah yang membuat TIK menjadi komponen kunci dalam transformasi pendidikan global, mempengaruhi cara siswa belajar, guru mengajar, dan institusi pendidikan mengelola proses pembelajaran.

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, data mengenai TIK, dan lain sebagainya). 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). Data dari PISA memberikan kesempatan untuk mengevaluasi dampak TIK terhadap kinerja siswa dalam konteks yang terstandarisasi secara internasional. PISA mengukur keterampilan dan pengetahuan siswa di berbagai negara dalam tiga area utama: membaca, matematika, dan sains. Pada edisi 2022, PISA juga mengumpulkan data tentang penggunaan TIK di sekolah dan rumah serta persepsi siswa terhadap teknologi dalam pembelajaran.

Telah diamati juga bahwa kebijakan pendidikan di beberapa negara maju biasanya dipengaruhi oleh laporan dan analisis yang dilakukan oleh OECD melalui PISA. Hal ini dikarenakan PISA merupakan asesmen tingkat internasional yang pertama kali disajikan kepada publik secara gratis (Wiseman, 2013). 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. 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 multivariat untuk mengeksplorasi apakah TIK (information and technology communication/ICT) mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia dengan menggunakan data PISA terbaru tahun 2022. Penelitian sejenis yang menggunakan data PISA pada konteks pendidikan di Indonesia telah dilakukan oleh Ulkhaq (2022, 2023) yang meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi nilai PISA bidang matematika.

Penelitian ini penting untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai efektivitas TIK dalam konteks pendidikan di Indonesia. Dengan menganalisis data PISA 2022, penelitian ini diharapkan dapat menawarkan rekomendasi berbasis bukti untuk kebijakan pendidikan dan praktik pengajaran, serta memberikan panduan bagi perbaikan strategi integrasi TIK di sekolah-sekolah Indonesia. Temuan dari studi ini dapat membantu dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif, merancang intervensi yang tepat sasaran, dan meningkatkan kualitas pendidikan sains di seluruh negeri.

Metode

Untuk menganalisis apakah TIK berdampak pada nilai sains siswa Indonesia, persamaan regresi multivariat yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$PV_SCIE_i = \alpha + \beta_1 ICTRES_i + \beta_2 AGE_i + \beta_3 GENDER_i + \beta_4 ESCS_i + \beta_5 FAM_i + \epsilon_i,$$

di mana PV_SCIE adalah nilai PISA untuk sains, α adalah intersep, β_j adalah koefisien regresi, ϵ_i adalah noise term, dan i adalah subskrip yang menunjukkan siswa ($i = 1, 2, \dots, N$).

Data diperoleh dari database PISA edisi penyelenggaraan tahun 2022. Database ini memiliki informasi tentang status siswa, sekolah, dan orang tua. Variabel nilai PISA bidang sains merupakan variabel dependen. Untuk variabel independen utama adalah kepemilikan TIK di rumah (ICTRES). Sebagai variabel kontrol, digunakan usia (AGE), jenis kelamin (GENDER), indeks sosial, ekonomi, budaya siswa (ESCS), dan dukungan keluarga (FAM). Variabel-variabel ini beserta penjelasan dan indikatornya ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Variabel dan Penjelasannya

Variabel	Deskripsi
PV_SCIE	Nilai PISA untuk bidang sains
ICTRES	Kepemilikan TIK di rumah. Indikator: Apakah kamu memiliki benda-benda ini di dalam rumah? <ul style="list-style-type: none"> • Software yang berhubungan dengan pendidikan • Internet • Telepon yang terhubung dengan internet • Komputer (bisa desktop computer, portable laptop, atau notebook)

	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet computers (misalnya, iPad, BlackBerry, PlayBook) • E-book readers (misalnya, Kindle, Kobo, Bookeen)
AGE	Usia siswa
GENDER	Jenis kelamin: 0 untuk laki-laki dan 1 untuk perempuan
ESCS	Indeks ekonomi, sosial, dan budaya dari siswa. Indikator: <ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan orang tua • Pendidikan orang tua • Barang kepemilikan di rumah
FAM	Dukungan keluarga. Indikator: Seberapa sering orang tua/anggota keluarga: <ul style="list-style-type: none"> • Membicarakan apa yang kamu lakukan di sekolah • Makan bersama denganmu • Menghabiskan waktu denganmu • Berbicara tentang pentingnya sekolah • Berbicara tentang masalah yang kamu dapatkan di sekolah • Bertanya apakah kamu bergaul dengan baik di sekolah • Memotivasi kamu untuk mendapatkan nilai yang bagus • Memperhatikan apa yang kamu pelajari di sekolah • Berbicara tentang pendidikan lanjut setelah ini • Bertanya apa yang kamu lakukan di sekolah pada hari itu.

Hasil dan Pembahasan

Parameter diestimasi menggunakan metode ordinary least square. Hasil analisis regresi ditunjukkan pada Tabel 2 (lihat 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 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.

Table 2. Hasil estimasi parameter

Variabel	Coef.	Std. Error	<i>p-value</i>
Constant	223.159	33.155	0.000*
ICTRES	16.161	0.887	0.000*
AGE	13.840	2.085	0.000*
GENDER:			
Male	-6.829	1.189	0.000*
ESCS	8.700	0.786	0.000*
FAM	4.406	0.539	0.000*

*signifikan pada taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kepemilikan TIK di rumah (ICTRES) adalah signifikan secara statistik pada taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel ini benar mempengaruhi nilai sains. Nilai yang positif menunjukkan semakin tinggi indeks kepemilikan TIK di rumah, maka nilai sains siswa akan naik pula. Indeks ekonomis, sosial, dan budaya

siswa juga signifikan secara statistik dan mempunyai nilai yang positif. Hal ini berarti variabel ini mempengaruhi nilai sains; dengan arah positif: semakin tinggi indeks ekonomis, sosial, dan budaya siswa, maka nilai sains siswa akan naik. Temuan ini mengkonfirmasi temuan lain pada penelitian lainnya, misalnya, Ulkhaq (2021), Perelman & Santín (2011), dan Salas-Velasco (2020) yang juga menyatakan bahwa ESCS bernilai positif dalam menaikkan performansi siswa yang diukur dengan nilai PISA. Variabel lain yang signifikan secara statistik pada taraf 5% adalah FAM (dukungan keluarga). Nilai yang positif menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks dukungan keluarga, maka nilai sains siswa akan meningkat juga. Variabel kontrol jenis kelamin dan usia siswa juga signifikan pada taraf 5%, menunjukkan bahwa variabel ini berpengaruh terhadap kenaikan nilai sains siswa di Indonesia. Yang menarik adalah bahwa variabel jenis kelamin (laki-laki) mempunyai nilai koefisien negatif, menunjukkan bahwa siswa perempuan lebih baik nilai PISA bidang sains daripada siswa laki-laki.

Kesimpulan

Studi ini meneliti apakah kepemilikan TIK di rumah mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia. Data PISA tahun 2022 digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Regresi linier multivariat digunakan untuk menjawab tujuan penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepemilikan TIK di rumah signifikan secara statistik pada taraf 5%. Kepemilikan TIK di rumah bertanda positif, berarti semakin banyak benda-benda yang berhubungan dengan TIK yang ada di rumah, maka semakin baik nilai sains-nya. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kepemilikan TIK di rumah memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja sains siswa Indonesia. Hasil ini dapat mendorong para pembuat kebijakan untuk mempertimbangkan inisiatif yang bertujuan meningkatkan akses rumah tangga terhadap sumber daya TIK, mungkin melalui subsidi atau program pendidikan. Inisiatif tersebut dapat memfasilitasi integrasi alat dan strategi TIK dalam praktik pengajaran, sehingga meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar dalam sains.

Selain itu, hasil penelitian ini menunjukkan variabel kontrol ESCS secara statistik dengan tanda positif. Hal ini menunjukkan bahwa indeks kondisi ekonomi, sosial, dan budaya mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia, dengan semakin tinggi nilai variabel ini, maka nilai sains siswa akan semakin meningkat pula. Para pembuat kebijakan dan pendidik mungkin perlu menangani disparitas sosial-ekonomi yang lebih luas untuk memastikan akses yang adil terhadap TIK dan peluang pendidikan. Penelitian ini, yang menggunakan data PISA, juga menyoroti peluang bagi Indonesia untuk belajar dari atau berkolaborasi dengan negara-negara lain yang telah berhasil mengintegrasikan TIK dalam sistem pendidikan mereka.

Variabel lain yang signifikan secara statistik pada taraf 5% adalah FAM (dukungan keluarga). Nilai yang positif menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks dukungan keluarga, maka nilai sains siswa akan meningkat juga. Temuan ini menunjukkan bahwa dukungan dari keluarga berperan penting dalam meningkatkan prestasi akademik siswa, khususnya dalam mata pelajaran sains. Dukungan keluarga dapat mencakup berbagai bentuk, seperti keterlibatan orang tua dalam proses belajar anak, motivasi, serta penyediaan lingkungan belajar yang kondusif di rumah.

Daftar Pustaka

- Al-araibi, A. A. M., Naz'ri bin Mahrin, M., Yusoff, R. C. M., & Chuprat, S. B. (2019). A model for technological aspect of e-learning readiness in higher education. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1395-1431.
- 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.
- 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.
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24-39.
- Falck, O., Mang, C., & Woessmann, L. (2018). Virtually no effect? Different uses of classroom computers and their effect on student achievement. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 80(1), 1-38.
- 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). Multilevel models for the assessment of school effectiveness using PISA scores. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1161-1166).
- Kozma R. B. (2008). *Comparative analysis of policies for ICT in education*. In J. Voogt, & G. Knezek (Eds.), *International Handbook on Information Technology in Primary and Secondary Education*. Springer.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ulkhay, M. M. (2023). [The determinants of Indonesian students' mathematics performance: An analysis through PISA data 2015 wave](#). *Media Bina Ilmiah*, 17(8), 1929-1934.
- Ulkhay, M. M. (2022). The determinants of Indonesian students' mathematics performance: An analysis through PISA data 2018 wave. In *Proceedings of the First Jakarta International Conference on Multidisciplinary Studies Towards Creative Industries, JICOMS 2022, 16 November 2022, Jakarta, Indonesia: JICOMS 2022* (p. 200). European Alliance for Innovation.

- 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.
- 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.