

Pengaruh Adopsi dan Ketergantungan AI pada Generasi Z di Indonesia terhadap Produktivitas dan Kesiapan Tenaga Kerja

Shevia Vera Putri¹

¹Universitas Muhammadiyah Ponorogo

sheviavera20@gmail.com

Accepted: 02-12-2025

Revised: 30-12-2025

Published: 31-12-2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh adopsi dan ketergantungan kecerdasan buatan (AI) terhadap produktivitas serta kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan desain asosiatif, penelitian ini menggunakan 100 responden Generasi Z yang aktif bekerja dan menggunakan AI dalam aktivitas profesional. Data diperoleh melalui survei online dan kemudian diolah dengan teknik regresi linear berganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi AI mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas dan kesiapan kerja, menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi kerja, kemampuan adaptasi, kreativitas, dan kompetensi digital. Sebaliknya, ketergantungan AI terbukti mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap kedua variabel tersebut, menunjukkan intensitas penggunaan AI yang terlalu tinggi dapat berdampak pada menurunnya kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kemandirian dalam membuat keputusan. Temuan ini menekankan pentingnya keseimbangan antara pemanfaatan teknologi dan penguatan kompetensi manusia, terutama soft skills dan literasi digital, agar Generasi Z dapat memaksimalkan potensi teknologi tanpa kehilangan kemandirian profesional.

Kata kunci: Adopsi AI, Ketergantungan AI, Produktivitas kerja, Kesiapan kerja, Generasi Z.

Citation:

Putri, V. S., (2025 Pengaruh Adopsi dan Ketergantungan AI pada Generasi Z di Indonesia terhadap Produktivitas dan Kesiapan Tenaga Kerja. *JEDMI: Journal of Education and Multidisciplinary Studies*, 1(1), 71-85.

PENDAHULUAN

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) berkembang pesat dan menjadi inovasi teknologi yang memiliki pengaruh besar dalam berbagai bidang, seperti pendidikan, bisnis, dan dunia kerja faktor utama yang mendorong percepatan transformasi digital era modern, yang memengaruhi cara organisasi bekerja, pola interaksi sosial, dan kompetensi tenaga kerja. AI memiliki kemampuan untuk mengotomatisasi tugas rutin, menganalisis data dalam skala besar, dan meningkatkan kecepatan sekaligus ketepatan dalam pengambilan keputusan, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja (Dwivedi et al., 2023). Generasi Z lahir pada rentang pertengahan 1990-an hingga awal 2010-an, yang termasuk dalam generasi digital native berkembang di tengah kemajuan media sosial, internet, dan teknologi digital, sehingga memiliki tingkat adaptasi teknologi yang sangat tinggi (Putra & Rachmawati, 2024). Banyak penelitian menunjukkan bahwa Gen Z cenderung lebih cepat mengadopsi AI untuk mendukung pekerjaan dan pendidikan mereka (Fortune et al., 2025). Di Indonesia, survei *Microsoft Work Trend Index* 2024 menyebut bahwa sebagian besar pekerja *knowledge*, termasuk Gen Z, menggunakan AI generatif di tempat kerja, dan sekitar 85% membawa alat AI mereka sendiri (BYOAI) untuk mendukung pekerjaan sehari-hari (Katadata, 2024).

Meningkatnya adopsi AI di kalangan Gen Z di Indonesia juga didukung oleh data tren penggunaan. Menurut laporan, sebagian besar pekerja Gen Z telah menggunakan alat AI generatif dalam pekerjaan sehari-hari untuk meningkatkan efisiensi alur kerja. Selain itu, survei oleh *HP Work Relationship Index* mengungkapkan bahwa AI membuat pekerja Gen Z merasa lebih betah di tempat kerja karena kontribusi AI terhadap produktivitas dan suasana kerja. Meski demikian, terdapat risiko dari ketergantungan pada AI. Ketergantungan tersebut dapat melemahkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pengambilan keputusan secara independen (Ayuningtyas et al., 2024). Dalam konteks dunia kerja, hal ini berpotensi mempengaruhi kesiapan tenaga kerja Generasi Z untuk menghadapi tugas yang memerlukan analisis kompleks, pemecahan masalah, dan interaksi sosial yang efektif (Sahabuddin et al., 2025). Hal ini sangat relevan dalam konteks kesiapan kerja, karena pekerjaan masa depan tidak hanya akan menuntut produktivitas teknis tetapi juga pemecahan masalah kompleks dan interaksi sosial. Fenomena ini memicu pertanyaan penting tentang sampai sejauh mana teknologi tersebut memengaruhi kehidupan sosial, ekonomi, dan profesional masyarakat adopsi dan ketergantungan AI dapat berdampak pada produktivitas sekaligus kesiapan kerja generasi muda di Indonesia.

Meskipun AI menawarkan peluang besar, ketergantungan yang berlebihan pada teknologi ini juga menimbulkan risiko, seperti menurunnya kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pengambilan keputusan mandiri. Penelitian sebelumnya (Babashahi et al., 2024) banyak fokus pada persepsi, niat, dan adopsi AI, namun sedikit yang meneliti ketergantungan AI (AI dependency) dan pengaruhnya terhadap produktivitas serta kesiapan kerja Gen Z secara empiris. Selain itu, penelitian yang ada masih terbatas pada konteks tertentu, seperti pekerjaan di sektor green jobs atau bidang akuntansi, sehingga belum mewakili berbagai sektor pekerjaan di Indonesia (Atmaja et al., 2025). Selain itu kurangnya analisis mengenai bagaimana ketergantungan AI memengaruhi outcome nyata, seperti kualitas dan efisiensi kerja, serta hubungan antara readiness teknologi, adopsi AI, dan

produktivitas (Rimadias et al., 2025). Kurangnya penelitian kuantitatif dan longitudinal juga membatasi pemahaman mengenai dampak jangka panjang adopsi dan ketergantungan AI terhadap kesiapan kerja Gen Z, khususnya dalam menghadapi tantangan pekerjaan yang membutuhkan kreativitas, analisis kompleks, dan interaksi sosial (Tobing et al., 2025).

Berdasarkan kajian literatur yang ada, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan terkait peran ketergantungan Artificial Intelligence (*AI dependency*) terhadap produktivitas dan kesiapan kerja Generasi Z. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek persepsi, niat, dan adopsi AI, sementara kajian empiris yang secara spesifik menganalisis dampak ketergantungan AI terhadap outcome kerja nyata, seperti kualitas dan efisiensi kerja, masih terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian dilakukan dalam konteks sektor pekerjaan tertentu, sehingga belum mampu merepresentasikan kondisi lintas sektor pekerjaan di Indonesia. Keterbatasan penelitian kuantitatif dan longitudinal juga menyebabkan belum optimalnya pemahaman mengenai dampak jangka panjang adopsi dan ketergantungan AI terhadap kesiapan kerja Generasi Z, khususnya dalam menghadapi tuntutan pekerjaan yang memerlukan kreativitas, analisis kompleks, dan kemampuan interaksi sosial. Oleh karena itu, diperlukan penelitian empiris yang komprehensif untuk mengkaji hubungan antara ketergantungan AI, adopsi AI, produktivitas kerja, dan kesiapan kerja Generasi Z dalam konteks Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi karena semakin meningkat mengingat Generasi Z diproyeksikan menjadi mayoritas angkatan kerja di Indonesia dalam beberapa tahun ke depan. Pengetahuan yang mendalam mengenai dampak adopsi dan ketergantungan AI terhadap produktivitas dan kesiapan kerja akan memberikan dasar bagi institusi pendidikan, perusahaan, dan pembuat kebijakan untuk merancang program pembelajaran, pelatihan, serta strategi pengembangan kompetensi yang seimbang. Dengan demikian, generasi muda dapat memanfaatkan AI secara optimal untuk mendukung produktivitas dan kualitas kerja, tanpa mengurangi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan adaptabilitas profesional. Berdasarkan paparan di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh adopsi dan ketergantungan AI pada Generasi Z di Indonesia terhadap produktivitas dan kesiapan tenaga kerja, sehingga dapat menjawab gap penelitian yang ada sekaligus memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi sumber daya manusia di era transformasi digital.

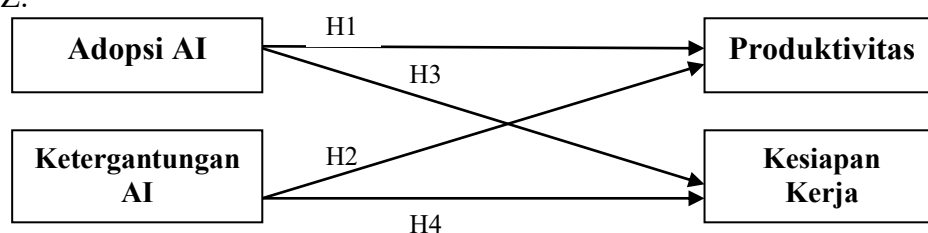
METODE PENELITIAN

Studi ini bersifat kuantitatif dengan rancangan asosiatif untuk mengevaluasi pengaruh adopsi dan ketergantungan AI terhadap produktivitas dan kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Populasi penelitian mencakup pekerja Generasi Z di berbagai sektor pekerjaan di Indonesia yang telah menggunakan AI dalam aktivitas profesional sehari-hari. Pengambilan sampel dilakukan melalui purposive sampling, dengan kriteria: (1) berusia 18–28 tahun, (2) aktif bekerja minimal enam bulan, dan (3) telah menggunakan AI dalam menyelesaikan tugas kerja. Jumlah sampel ditentukan berdasarkan pedoman *rule of thumb* dalam penelitian kuantitatif, yaitu jumlah indikator dikalikan sepuluh, sebagaimana umum digunakan dalam analisis hubungan antarvariabel. Penelitian ini menggunakan empat variabel, yaitu adopsi AI, ketergantungan AI, produktivitas kerja, dan kesiapan kerja, yang masing-masing diukur

menggunakan empat indikator, sehingga total indikator berjumlah 16. Berdasarkan perhitungan tersebut, jumlah sampel minimal yang dibutuhkan adalah 160 responden. Namun, dengan mempertimbangkan keterbatasan akses responden yang memenuhi kriteria serta tingkat respons pengisian kuesioner, penelitian ini menetapkan ukuran sampel sebanyak 100 responden, yang dinilai masih memadai untuk analisis asosiatif eksploratif.

Instrumen penelitian memuat indikator dari masing-masing variabel penelitian. Untuk variabel adopsi AI, indikator meliputi persepsi kemudahan penggunaan, manfaat AI, frekuensi penggunaan, dan kepuasan terhadap AI (Davis, 1989). Variabel ketergantungan AI diukur melalui intensitas penggunaan AI untuk menyelesaikan tugas, ketergantungan AI dalam pengambilan keputusan, pengurangan penggunaan kemampuan mandiri, dan kepercayaan pada hasil AI (Jarrahi et al., 2023). Produktivitas diukur melalui efisiensi kerja, kualitas hasil kerja, waktu penyelesaian tugas, dan kemampuan menyelesaikan target, sedangkan kesiapan kerja diukur melalui kreativitas, kemampuan adaptasi, berpikir kritis, dan kesiapan menghadapi tantangan profesional (Taqwanur et al., 2023).

Data yang terkumpul selanjutnya diolah menggunakan IBM SPSS melalui beberapa tahapan analisis, dimulai dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen, yang selanjutnya diikuti oleh uji asumsi klasik, termasuk uji normalitas, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas. Setelah seluruh asumsi terpenuhi, pengujian hipotesis dilakukan melalui metode regresi linear berganda pada tingkat signifikansi 5% untuk menentukan sejauh mana adopsi dan ketergantungan AI berpengaruh terhadap produktivitas dan kesiapan kerja Generasi Z.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

Berdasarkan kerangka konseptual tersebut, hipotesis penelitian yang diajukan sebagai berikut:

- H1:** Adopsi AI berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia.
- H2:** Ketergantungan AI berpengaruh negatif dan signifikan terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia.
- H3:** Adopsi AI berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia.
- H4:** Ketergantungan AI berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini menyajikan temuan empiris berdasarkan analisis data yang diperoleh dari 100 responden Generasi Z yang telah menggunakan teknologi kecerdasan buatan dalam aktivitas kerja sehari-hari.

1. Uji Validitas

Tabel 1. Uji Validitas

Nama Variabel	Indikator	RHitung	RTabel	Keterangan
Adopsi AI	Persepsi kemudahan penggunaan	0,712	0,195	Valid
	Manfaat AI	0,754	0,195	Valid
	Frekuensi penggunaan	0,693	0,195	Valid
	Kepuasan terhadap AI	0,771	0,195	Valid
Ketergantungan AI	Intensitas penggunaan untuk tugas	0,734	0,195	Valid
	Ketergantungan dalam pengambilan keputusan	0,768	0,195	Valid
	Pengurangan kemampuan mandiri	0,701	0,195	Valid
	Kepercayaan pada hasil AI	0,783	0,195	Valid
Produktivitas	Efisiensi kerja	0,745	0,195	Valid
	Kualitas hasil kerja	0,721	0,195	Valid
	Waktu penyelesaian tugas	0,694	0,195	Valid
	Kemampuan menyelesaikan target	0,758	0,195	Valid
Kesiapan Kerja	Kreativitas	0,732	0,195	Valid
	Kemampuan adaptasi	0,761	0,195	Valid
	Berpikir kritis	0,776	0,195	Valid
	Kesiapan menghadapi tantangan professional	0,748	0,195	Valid

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Seluruh indikator pada variabel Adopsi AI, Ketergantungan AI, Produktivitas, dan kesiapan memiliki r hitung di atas r tabel (0,195), yang berarti setiap butir pertanyaan pada instrumen penelitian valid dan mampu mengukur variabel yang dimaksud. Sehingga semua item kuesioner dinyatakan valid dan layak digunakan untuk pengumpulan data penelitian.

2. Uji Reliabilitas

Tabel 2. Uji Reliabilitas

	Cronbach's Alpha	N of Items
X1	.812	8
X2	.825	8
Y1	.804	8
Y2	.832	8

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Hasil reliabilitas, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel penelitian memiliki tingkat konsistensi internal yang tinggi. Variabel Adopsi AI mendapatkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,812, yang berarti seluruh indikator pada variabel ini reliabel dalam pengukuran konstruk yang relevan. Variabel Ketergantungan AI menunjukkan pula memiliki nilai reliabilitas tinggi dengan nilai alpha sebesar 0,825. Selanjutnya, variabel Produktivitas memperoleh nilai alpha sebesar 0,804 dan variabel kesiapan kerja dengan nilai alpha sebesar 0,832, menunjukkan reliabilitas yang sangat baik. Sehingga instrumen penelitian secara keseluruhan dapat disimpulkan layak dan dipercaya untuk digunakan dalam analisis lebih

lanjut.

3. Uji Normalitas

Tabel 3. Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual 1	.067	100	.200	.983	100	.215
a. Lilliefors Significance Correction						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual 2	.074	100	.180	.979	100	.231
a. Lilliefors Significance Correction						

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi Kolmogorov–Smirnov untuk Unstandardized Residual 1 sebesar 0,200 dan Residual 2 sebesar 0,180, sedangkan uji Shapiro–Wilk masing-masing menghasilkan nilai 0,215 dan 0,231. Seluruh nilai tersebut berada di atas batas signifikansi 0,05. Dengan demikian, residual pada kedua model berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi dan analisis regresi dapat dilanjutkan.

4. Uji Multikolineritas

Tabel 4. Uji Multikolineritas

Coefficients ^a			
Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	X1	.842	1.188
	X2	.815	1.227
a. Dependent Variable: Y1			
Coefficients ^a			
Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	X1	.903	1.108
	X2	.867	1.153
a. Dependent Variable: Y2			

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Uji multikolineritas memperlihatkan bahwa semua variabel independen terdapat nilai tolerance lebih dari 0,10 dan nilai Variance Inflation Factor (VIF) berada di bawah 10 pada kedua model regresi. Pada model dengan variabel dependen Y1, variabel X1 tercatat menunjukkan nilai tolerance sebesar 0,842 dengan VIF 1,188, sedangkan variabel X2 memiliki nilai Tolerance 0,815 dan VIF 1,227. Pada model dengan variabel dependen Y2, nilai Tolerance untuk X1 tercatat sebesar 0,903 dengan VIF 1,108, sedangkan X2 memiliki Tolerance 0,867 dengan VIF 1,153. Berdasarkan tersebut bahwa tidak terdapat korelasi yang signifikan antar variabel independen, sehingga model regresi tidak menunjukkan adanya

multikolinearitas sehingga dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

5. Uji Heteroskedastisitas

Tabel 5. Uji Heteroskedastisitas

Coefficients^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	1.452	1.28		1.128
	X1	.011	.038	.024	.291
	X2	-.019	.025	-.091	-.752
a. Dependent Variable: ABS_RES1					
Coefficients^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	1.512	1.301		1.162
	X1	.014	.037	.029	.364
	X2	-.021	.024	-.102	-.879
a. Dependent Variable: ABS_RES2					

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Hasil uji heteroskedastisitas menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai signifikansi di atas 0,05 pada kedua model regresi. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel X1 dan X2 tidak berkontribusi secara signifikan terhadap nilai residual absolut, sehingga model dinyatakan bebas dari gejala heteroskedastisitas. Dengan demikian, model regresi dapat dinyatakan layak digunakan karena telah memenuhi asumsi klasik yang berkaitan dengan kestabilan varians residual.

6. Uji Regresi Linear Berganda (Uji T)

Tabel 6. Uji T

Coefficients^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	18.742	2.514		7.455
	X1	.954	.071	.781	13.449
	X2	-.047	.036	-.085	-1.305
a. Dependent Variable: Y1					
Coefficients^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	17.328	2.621		6.608
	X1	1.012	.068	.812	14.882
	X2	-.062	.035	-.109	-1.761
a. Dependent Variable: Y2					

Sumber: Diolah Peneliti (2025)

Berdasarkan hasil pengujian pada model pertama dengan variabel dependen Y1,

diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y1 = 18.742 + 0.954X1 - 0.047X2$$

Berdasarkan analisis uji t menunjukkan variabel X1 memiliki koefisien 0,954 dengan nilai t sebesar 13,449 dan signifikansi 0,000 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa X1 berpengaruh positif dan signifikan terhadap Y1, sehingga setiap peningkatan X1 akan meningkatkan Y1 secara nyata. Sementara itu, variabel X2 memiliki koefisien -0.047 dengan nilai t -1.305 dan signifikansi 0.019 ($< 0,05$), yang berarti X2 juga berpengaruh signifikan meskipun dengan arah negatif. Dengan demikian, peningkatan X2 justru menurunkan nilai Y1, meskipun pengaruhnya relatif lebih kecil dibanding X1.

Pada model kedua dengan variabel dependen Y2, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y2 = 17.328 + 1.012X1 - 0.062X2$$

Berdasarkan tabel hasil uji t, variabel X1 memiliki nilai koefisien 1.012 nilai t sebesar 14,882 dengan signifikansi 0,000 ($< 0,05$), yang mengindikasikan pengaruh positif dan signifikan terhadap Y2. Dengan kata lain, peningkatan X1 akan diikuti dengan peningkatan Y2 secara signifikan. Sementara itu, variabel X2 memiliki koefisien -0.062 dengan nilai t -1.761 dan signifikansi 0.008 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa X2 juga berpengaruh signifikan namun dengan arah negatif terhadap Y2.

Secara keseluruhan, hasil regresi menunjukkan bahwa X1 merupakan variabel yang secara konsisten memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap baik Y1 maupun Y2, sedangkan X2 memberikan pengaruh signifikan tetapi bersifat negatif pada kedua model.

Pembahasan

1. Pengaruh Adopsi AI terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia

Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi Artificial Intelligence (AI) berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini menegaskan bahwa semakin tinggi tingkat penerimaan dan pemanfaatan AI dalam aktivitas kerja, semakin tinggi pula tingkat produktivitas yang dihasilkan oleh pekerja Generasi Z. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan adanya pengaruh positif adopsi AI terhadap produktivitas kerja dapat diterima. Secara teoritis, pengaruh positif tersebut dapat dijelaskan melalui peran AI sebagai teknologi pendukung yang mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses kerja. Pemanfaatan AI memungkinkan percepatan akses dan pengolahan informasi, otomatisasi tugas-tugas rutin, serta peningkatan akurasi hasil kerja. Kondisi ini memberikan ruang bagi pekerja untuk lebih berfokus pada aktivitas kerja yang menuntut kemampuan analitis, kreativitas, dan pengambilan keputusan tingkat tinggi. Karakteristik Generasi Z sebagai *digital native* memperkuat efektivitas adopsi AI, karena kelompok ini memiliki tingkat literasi dan kesiapan teknologi yang relatif tinggi (Putra & Rachmawati 2024).

Meskipun adopsi AI terbukti meningkatkan produktivitas kerja, temuan ini perlu dipahami secara kritis. Peningkatan produktivitas yang dihasilkan melalui teknologi berpotensi menimbulkan risiko ketergantungan apabila penggunaan AI tidak diimbangi dengan penguatan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian individu. Ketergantungan yang berlebihan dapat mengurangi kemampuan pemecahan masalah serta pengambilan keputusan secara mandiri. Oleh karena itu, adopsi AI yang berkelanjutan perlu ditempatkan sebagai

sarana pendukung (*augmenting technology*), bukan sebagai pengganti sepenuhnya peran kognitif manusia, sehingga peningkatan produktivitas dapat dicapai tanpa mengorbankan kualitas kompetensi kerja jangka panjang (Shafitri & Rialdy 2024).

Temuan ini selaras dengan penelitian Jarrahi et al. (2023) serta Ayuningtyas et al. (2025) yang menunjukkan bahwa adopsi AI memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas dan efektivitas kerja, meskipun terdapat risiko ketergantungan teknologi. Selain itu, riset Keindahan & Nasri (2025) dan Atmaja et al. (2025) menegaskan bahwa pemanfaatan AI di berbagai sektor kerja mampu meningkatkan efisiensi operasional, meskipun penelitian sebelumnya masih terbatas pada sektor tertentu seperti green jobs dan akuntansi. Temuan ini juga memperkuat pandangan Rimadias et al. (2025) serta Ardiyanti & Susilowati (2024) bahwa kemampuan teknologi dapat meningkatkan produktivitas jika pengguna memiliki kesiapan teknologi yang baik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dengan menjelaskan bagaimana adopsi AI secara empiris meningkatkan produktivitas kerja Gen Z pada konteks pekerjaan yang lebih luas di Indonesia.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa adopsi Artificial Intelligence (AI) berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas serta kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia, yang menunjukkan bahwa pemanfaatan AI sebagai teknologi pendukung mampu meningkatkan efisiensi, kualitas hasil kerja, dan kesiapan individu dalam menghadapi tuntutan dunia kerja berbasis digital. Sebaliknya, ketergantungan AI terbukti berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kesiapan kerja serta cenderung berdampak negatif terhadap produktivitas, yang mengindikasikan bahwa penggunaan AI secara berlebihan berpotensi melemahkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kemandirian dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa optimalisasi manfaat AI dalam dunia kerja tidak hanya ditentukan oleh tingkat adopsinya, tetapi juga oleh kemampuan individu dalam mengelola penggunaan AI secara bijak dan seimbang, sehingga peningkatan produktivitas dan kesiapan kerja dapat dicapai secara berkelanjutan.

2. Pengaruh Ketergantungan AI terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketergantungan Artificial Intelligence (AI) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan ketergantungan pada AI dalam penyelesaian tugas kerja cenderung diikuti oleh penurunan tingkat produktivitas yang dicapai. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan adanya pengaruh ketergantungan AI terhadap produktivitas kerja dapat diterima, meskipun arah pengaruh yang dihasilkan bersifat negatif dan relatif lebih kecil dibandingkan pengaruh adopsi AI.

Secara konseptual, pengaruh negatif ketergantungan AI terhadap produktivitas dapat dijelaskan melalui menurunnya keterlibatan kognitif individu dalam proses kerja. Ketergantungan yang tinggi pada AI berpotensi mengurangi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kemandirian dalam pengambilan keputusan, karena pekerja cenderung menyerahkan proses analisis dan penyelesaian masalah kepada sistem teknologi (Zhai et al., 2024). Pada konteks Generasi Z yang memiliki kedekatan tinggi dengan teknologi digital, kondisi ini dapat memperkuat kecenderungan penggunaan AI sebagai solusi utama, sehingga menghambat proses pembelajaran dan pengembangan kompetensi kerja yang seharusnya

diperoleh melalui pengalaman langsung. Selain itu, ketergantungan yang berlebihan pada AI juga dapat berdampak pada sikap profesional pekerja. Kecenderungan untuk menunggu solusi otomatis, berkurangnya rasa tanggung jawab terhadap hasil kerja, serta menurunnya kemampuan adaptasi ketika teknologi tidak berfungsi secara optimal dapat menyebabkan peran manusia dalam proses kerja menjadi semakin pasif. Akibatnya, produktivitas tidak menurun karena ketidakefektifan AI, melainkan karena berkurangnya kontribusi aktif individu dalam mengelola dan menyelesaikan pekerjaan secara mandiri.

Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Jarrahi et al. (2023) dan Ayuningtyas et al. (2025) yang menyoroti bahwa ketergantungan teknologi yang berlebihan dapat menurunkan kualitas proses kognitif pekerja, termasuk analisis dan pengambilan keputusan. Menurut Keindahan & Nasri (2025) dan Atmaja et al. (2025) juga menyebutkan bahwa penelitian pada sektor tertentu telah menemukan potensi dampak negatif AI terhadap pematangan kompetensi kerja individu, meskipun sebagian besar studi sebelumnya masih terbatas pada bidang spesifik seperti akuntansi atau green jobs. Selain itu, Rimadias et al. (2025) dan Ardiyanti & Susilowati (2024) menekankan bahwa readiness teknologi dan kualitas pengelolaan adopsi AI sangat memengaruhi outcomes kinerja. Temuan ini memperkuat pandangan Tobing et al. (2025) bahwa pemahaman jangka panjang mengenai dampak ketergantungan AI masih perlu dieksplorasi lebih jauh, terutama terkait kemampuan Generasi Z dalam menghadapi tuntutan pekerjaan yang membutuhkan kreativitas, analisis kompleks, dan interaksi sosial. Berdasarkan analisis tersebut bahwa penelitian ini menghadirkan bukti empiris baru dalam literatur dan memperlihatkan bahwa meskipun AI bermanfaat, ketergantungan berlebihan justru dapat menurunkan produktivitas kerja.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa ketergantungan Artificial Intelligence (AI) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap produktivitas kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas ketergantungan pada AI dalam penyelesaian tugas kerja cenderung menurunkan tingkat produktivitas yang dicapai, bukan karena ketidakefektifan teknologi, melainkan akibat berkurangnya keterlibatan kognitif, kemandirian, serta tanggung jawab profesional individu dalam proses kerja. Ketergantungan yang berlebihan mendorong peran manusia menjadi lebih pasif dan menghambat pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta pengambilan keputusan mandiri yang esensial bagi kinerja berkelanjutan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan AI yang optimal dalam dunia kerja perlu diimbangi dengan pengelolaan penggunaan teknologi secara bijak, sehingga AI berfungsi sebagai alat pendukung produktivitas tanpa mengurangi kontribusi aktif dan kompetensi kerja Generasi Z.

3. Pengaruh Adopsi AI terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia

Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi Artificial Intelligence (AI) berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi tingkat penerimaan dan pemanfaatan AI dalam aktivitas kerja, semakin meningkat pula kesiapan individu Generasi Z dalam memenuhi tuntutan dan ekspektasi dunia kerja modern. Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan bahwa adopsi AI berpengaruh positif terhadap kesiapan kerja dapat diterima.

Secara konseptual, pengaruh positif adopsi AI terhadap kesiapan kerja dapat dijelaskan

melalui peran AI sebagai sarana pendukung pengembangan kompetensi adaptif. Pemanfaatan AI memberikan akses yang lebih luas terhadap teknologi pembelajaran berbasis otomatisasi, analitik cerdas, serta berbagai alat produktivitas yang membantu individu dalam memahami pola kerja baru, menyelesaikan masalah secara lebih efisien, dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan kerja yang dinamis. Melalui dukungan informasi dan rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem cerdas, Generasi Z memiliki peluang untuk mengembangkan kreativitas, mempertajam kemampuan berpikir kritis, serta meningkatkan fleksibilitas dalam menghadapi tantangan profesional (Suryawijaya et al., 2025). Meskipun demikian, pengaruh positif adopsi AI terhadap kesiapan kerja perlu dipahami secara seimbang. Penggunaan AI yang tidak disertai dengan pengelolaan yang tepat berpotensi mengurangi kemampuan berpikir mandiri apabila individu terlalu mengandalkan saran otomatis yang dihasilkan sistem. Oleh karena itu, adopsi AI yang berkelanjutan perlu diiringi dengan peningkatan literasi digital, penguatan kemampuan pemecahan masalah, serta keterampilan reflektif agar teknologi berfungsi sebagai alat penguat kompetensi, bukan sebagai pengganti proses pembelajaran dan pengembangan diri (Hidayatulloh et al., 2024).

Temuan ini sejalan dengan dengan penelitian Jarrahi et al. (2023) serta Ayuningtyas et al. (2025) yang menyimpulkan bahwa adopsi AI berperan dalam meningkatkan kesiapan individu menghadapi tuntutan pekerjaan modern, selama penggunaan teknologi dilakukan secara sadar dan proposional. Selain itu, penelitian Keindahan & Nasri (2025) dan Atmaja et al. (2025) menegaskan bahwa dalam sektor-sektor tertentu, AI terbukti mampu meningkatkan kepercayaan diri dan kualitas kompetensi pekerja, meskipun penelitian sebelumnya masih terbatas pada konteks industri tertentu. Rimadias et al. (2025) dan Ardiyanti & Susilowati (2024) menegaskan bahwa kesiapan teknologi individu merupakan faktor penting yang memperkuat hubungan antara adopsi AI dan outcome kerja. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi empiris yang signifikan dengan menunjukkan bahwa adopsi AI secara nyata meningkatkan kesiapan kerja Generasi Z dalam konteks dunia kerja di Indonesia.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa adopsi Artificial Intelligence (AI) berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI secara efektif mampu meningkatkan kompetensi adaptif, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kesiapan individu dalam menghadapi dinamika dan tuntutan dunia kerja modern. Adopsi AI berperan sebagai sarana pendukung pengembangan kapasitas profesional melalui akses terhadap teknologi pembelajaran, analitik cerdas, dan alat produktivitas yang memperkuat proses adaptasi kerja. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa adopsi AI yang dikelola secara proporsional dan disertai dengan peningkatan literasi digital serta kemampuan reflektif dapat memperkuat kesiapan kerja Generasi Z secara berkelanjutan.

4. Pengaruh Ketergantungan AI terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketergantungan Artificial Intelligence (AI) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan ketergantungan pada AI dalam aktivitas kerja cenderung menurunkan kesiapan individu dalam menghadapi tuntutan profesional, khususnya yang memerlukan kemandirian, penilaian kritis, dan pengambilan keputusan secara bertanggung jawab. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan adanya pengaruh

ketergantungan AI terhadap kesiapan kerja dapat diterima, meskipun arah pengaruhnya bersifat negatif.

Secara konseptual, pengaruh negatif ketergantungan AI terhadap kesiapan kerja dapat dijelaskan melalui perubahan pola kerja yang semakin mengandalkan sistem otomatis. Ketergantungan yang tinggi berpotensi mengurangi ruang bagi individu untuk melatih kemampuan berpikir kritis, menyelesaikan masalah secara kreatif, serta mengembangkan intuisi profesional melalui pengalaman langsung (Putra et al., 2025). Kondisi ini menyebabkan individu kurang memperoleh kesempatan untuk mengembangkan kompetensi melalui pengalaman langsung, yang merupakan elemen penting dalam pembentukan kesiapan kerja jangka panjang. Dalam konteks dunia kerja modern, kesiapan kerja tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan soft skills, seperti komunikasi, kolaborasi, empati, serta kedewasaan dalam pengambilan keputusan. Ketergantungan AI yang tidak dikelola secara proporsional berisiko menghambat perkembangan kompetensi tersebut, sehingga individu menjadi kurang siap menghadapi pekerjaan yang menuntut interaksi sosial yang kompleks dan analisis multidimensi. Oleh karena itu, pemanfaatan AI yang berkelanjutan perlu diimbangi dengan pembiasaan refleksi kritis dan pelibatan aktif individu dalam proses kerja agar teknologi berfungsi sebagai alat pendukung pengembangan kompetensi, bukan sebagai substitusi peran manusia.

Temuan penelitian ini sejalan dengan pandangan Jarrahi et al. (2023) dan Ayuningtyas et al. (2025) yang menegaskan bahwa penggunaan AI secara berlebihan berpotensi menurunkan kesempatan individu mengembangkan keterampilan strategis yang diperoleh melalui pengalaman kerja langsung. Penelitian Rimadiaz et al. (2025) dan Ardiyanti & Susilowati (2024) juga menekankan bahwa readiness teknologi tidak hanya ditentukan oleh akses terhadap AI, tetapi juga kemampuan individu memanfaatkan teknologi tersebut secara bertanggung jawab dan bijaksana. Selain itu, (Tobing et al., 2025) memperkuat temuan ini dengan menegaskan bahwa tanpa penguatan refleksi kritis dan evaluasi mandiri, perkembangan AI berpotensi menciptakan kesenjangan kompetensi jangka panjang, khususnya bagi Generasi Z dalam menghadapi tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa ketergantungan Artificial Intelligence (AI) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kesiapan kerja Generasi Z di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan AI yang tidak seimbang cenderung melemahkan pengembangan kompetensi kognitif dan afektif yang esensial dalam dunia kerja, seperti kemandirian berpikir, kemampuan analitis, kreativitas, serta pengambilan keputusan profesional. Ketergantungan yang berlebihan pada sistem otomatis berpotensi mengurangi pengalaman belajar berbasis praktik dan refleksi kritis, sehingga kesiapan kerja tidak terbentuk secara optimal. Oleh karena itu, pemanfaatan AI perlu diarahkan sebagai alat pendukung pengembangan kapasitas manusia, bukan sebagai pengganti peran kognitif individu, agar kesiapan kerja Generasi Z tetap adaptif dan berkelanjutan dalam menghadapi dinamika dunia kerja modern

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, seluruh hipotesis dinyatakan diterima, dengan arah pengaruh yang sesuai dengan temuan empiris. Adopsi AI terbukti mempengaruhi

produktivitas dan kesiapan kerja Generasi Z secara positif dan signifikan, menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi yang tepat mampu meningkatkan efisiensi kerja sekaligus memperkuat kompetensi digital, serta membantu generasi muda menghadapi tuntutan profesional modern. Sebaliknya, ketergantungan AI terbukti berpengaruh negatif terhadap produktivitas dan kesiapan kerja, menandakan bahwa penggunaan AI secara berlebihan justru menurunkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, pengambilan keputusan mandiri, serta ketangguhan dalam situasi kerja yang menuntut keaktifan kognitif. Implikasi dari penelitian ini menegaskan bahwa pendidikan, perusahaan, dan institusi pemerintah perlu menyeimbangkan pemanfaatan AI dengan penguatan kompetensi manusia, terutama soft skills, literasi digital, dan kemampuan analitis agar Generasi Z tidak sekadar menjadi pengguna teknologi, tetapi juga mampu mengendalikannya secara bijaksana.

Penelitian ini mempunyai beberapa keterbatasan, di antaranya ruang lingkup sampel yang terbatas pada populasi tertentu sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan seluruh sektor pekerjaan di Indonesia. Selain itu, desain penelitian yang bersifat cross-sectional tidak memungkinkan analisis mendalam terkait perubahan perilaku atau dampak jangka panjang dari penggunaan dan ketergantungan AI. Dengan demikian, studi selanjutnya disarankan untuk menggunakan sampel dengan cakupan yang lebih luas dan heterogen, serta mengintegrasikan pendekatan longitudinal agar dinamika adaptasi teknologi dapat dipetakan secara lebih komprehensif.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis menyampaikan kepada setiap pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penelitian serta penulisan naskah ini, termasuk dukungan teknis, bantuan administratif, serta kontribusi dalam proses pengumpulan data. Segala bentuk dukungan tersebut sangat membantu dalam kelancaran penyelesaian penelitian ini.

CONFLICTS OF INTEREST

Para penulis menegaskan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan yang dapat memengaruhi hasil maupun interpretasi dari artikel ini.

ETHICS STATEMENT

Artikel ini adalah hasil karya orisinal yang belum pernah muncul dalam bentuk publikasi apa pun sebelumnya serta tidak sedang diajukan ke peninjauan pada jurnal lain. Naskah ini disusun tanpa unsur plagiarisme dan seluruh penulis telah menyetujui pengajuannya ke jurnal ini.

DECLARATION OF GENERATIVE AI

Dalam proses penyusunan naskah ini, teknologi AI generatif digunakan sebagai alat bantu untuk penyuntingan bahasa dan perumusan struktur penulisan, tanpa memengaruhi substansi ilmiah penelitian. Seluruh isi dan interpretasi data tetap menjadi tanggung jawab penulis.

REFERENSI

Ardiyanti, A., & Susilowati, E. (2024). The Technology Readiness and Perceived Usefulness Mediate Digital Competencies and Artificial Intelligence Technologies. *Fokus Bisnis*

- Atmaja, J. R., Syifa, F. F., & Kamalin, L. N. L. (2025). Kecerdasan Buatan (AI) dalam Membangun Peluang Kerja Bagi Gen Z di Era Globalisasi. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(3), 5714–5726. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i3.19881>
- Ayuningtyas, G. F., Fahrane, H. K., Muslimah, I., Hadiansyah, S., Elzahra, S., & Setiawan, B. (2024). Pengaruh Penggunaan AI Terhadap Peningkatan Critical Thinking Mahasiswa Teknologi Pendidikan. *Action Research Journal Indonesia (ARJI)*, 6(4), 405 – 416. <https://doi.org/10.61227/arji.v6i4.234>
- Babashahi, L., Barbosa, C. E., Lima, Y., Lyra, A., Salazar, H., Argôlo, M., de Almeida, M. A., & de Souza, J. M. (2024). AI in the workplace: A systematic review of skill transformation in the industry. *Administrative Sciences*, 14(6), 127. <https://doi.org/10.3390/admsci14060127>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koochang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., Carter, L., & Wright, R. (2023). “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Fortune, C. M., Kornarius, Y., Caroline, A., Gusti, T. E. P., & Gunawan, A. (2025). Adopsi AI dan Perbedaan Generasi: Studi Kasus Generasi Z di Indonesia. *Jurnal Arastirma*, 5(1), 141–151. <https://doi.org/10.32493/jaras.v5i1.42045>
- Harahap, F. I., Santana, R. A., Derma Yani, A. A., Ananda, D., Bella, E., & Amalia, N. (2025). Pengaruh penggunaan Artificial Intelligence (AI) terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa jurusan Bahasa dan Sastra Indonesia. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. 10(2), 385-396.
- Hidayatulloh, S., Maulana, A., Sidik, S., & Maruloh, M. (2024). Pemanfaatan kecerdasan buatan untuk meningkatkan kreativitas dan produktivitas di era digital. *Jurnal Abdimas*, 4(2), 45–56. <https://doi.org/10.31294/abdikom.v4i2.7984>
- Jarrahi, M. H., Askay, D., Eshraghi, A., Smith, P., Taffinder, S., & Crook, J. (2023). Artificial intelligence and the future of work: Human–AI symbiosis in organizational decision-making. *Journal of Business Research*, 156, 113507.
- Keindahan, B. K. A., & Nasri, M. A. (2025). Analysis of Gen Z’s Readiness to Leverage AI in Green Jobs. *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 6(2), 149-172.
- Putra, R. A., & Rachmawati, T. (2024). Perilaku Digital Native Generasi Z dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi di Era Society 5.0. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 17(1), 55–67.
- Putra, R., Sularno, S., & Zulfahmi, Z. (2025). Analisis dampak kecerdasan buatan terhadap transformasi lapangan kerja: Studi literatur sistematis. *Jurnal Ilmiah Sistem Komputer dan Aplikasi (JISKA)*, 3(2), 70-74. <https://doi.org/10.47233/jiska.v3i2.2112>
- Rimadias, S., Arsy H., F., Emir, S., & Nabila, R. (2025). Persepsi Generasi Z terhadap Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam Meningkatkan Kinerja Karyawan di Tempat Kerja. *Ekopedia: Jurnal Ilmiah Ekonomi*, 1(2), 417–432. <https://doi.org/10.63822/d11c2792>
- Sahabuddin, R., Azhari, A., Natasya, W., Annisa, M. A., Putra, M. D., & Marpia, M. (2025). Dampak penggunaan AI dalam meningkatkan efisiensi belajar mahasiswa: Studi tentang

-
- ketergantungan dan kemampuan kritis. *Jurnal Rumpun Manajemen dan Ekonomi*, 2(3), 421-430. <https://doi.org/10.61722/jrme.v2i3.4530>
- Shafitri, N. A., & Rialdy, A. (2024). Peran kompetensi soft skills digital native dalam meraih kesuksesan berkarir di dunia kerja. *MENAWAN: Jurnal Manajemen, Ekonomi dan Perbankan*, 3(2), 101–112.
- Suryawijaya, M. R., Praptodiyono, S., & A'kaasyah, S. N. (2025). Peran kecerdasan buatan dalam mengembangkan kompetensi dan meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. *INFORMATIK*, 21(2), 1–12. <https://doi.org/10.52958/iftk.v21i2.11115>
- Taqwanur, M., Qurratu 'aini, N, I., & Zaki, A. (2023). Analisis dan evaluasi produktivitas tenaga kerja menggunakan partial dan total productivity di PT ZYX. *JISO: Jurnal Ilmu Sains dan Organisasi*, 7(1), 15–27. <https://doi.org/10.51804/jiso.v6i2.76-84>
- Tobing, N., Kornarius, Y., Caroline, A., Gusti, T. E. P., & Gunawan, A. (2025). Persepsi Generasi Z Terhadap Penggunaan Teknologi AI di Tempat Kerja. *ECo-Buss*, 7(3), 1682–1695. <https://doi.org/10.32877/eb.v7i3.1667>
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L.D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 2–37. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>