JUTISAL – JURNAL TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSAL
https://jurnal.universal.ac.id/index.php/teknikinformatika
e-ISSN 2797-9512 (Media Online)
Vol. 3 No. 2 (September 2023)
DOI: xx.xxxxx
Submitted: 11-08-2023 | Accepted: 10-09-2023 | Published: 30-09-2023

Analisis Efektivitas Penggunaan AI Generatif (ChatGPT) Dalam Pengembangan Perangkat Lunak: Sistem Komparasi Produktivitas Developer Mahasiswa Manajemen Informatika

Lusi Victoria Lumbangaol[1*], Imam Setiawan[2], Fatimah Zuhra Hasibuan[3], Juanto Simangunsong[4], Fachrun Nissa[5], Muhammad Harpis[6]
[1*,2,3]Program Studi Manajemen Informatika Informatika, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia
[4]Program Studi Teknik Informatika, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia
[5]Program Studi Akuntansi Perpajakan, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia
[6]Program Studi Manajemen Sumber Daya Manusia Sektor Publik, Akademi Manajemen Informatika Komputer Universal, Medan, Indonesia

Email: [1]lusivictoria@gmail.com

Abstract

The rapid adoption of Generative AI, particularly ChatGPT, has transformed software development practices globally. While prior studies have examined ChatGPT's technical capabilities in code generation and debugging, there remains limited empirical understanding of how different user groups—novice developers and management informatics students—actually leverage this tool in real-world software development tasks. This study aims to analyze the effectiveness of ChatGPT usage in software development processes by comparing the productivity of novice developers and management informatics students. A quantitative experimental approach with a comparative design was employed, involving 40 participants divided into two groups: 20 novice developers and 20 management informatics students. Each participant completed identical software development tasks (debugging, code generation, and code explanation) under two conditions: with ChatGPT assistance and without ChatGPT assistance. Data were collected through task completion time, accuracy scores, and a Likert-scale questionnaire. The results show that ChatGPT usage significantly improves productivity for both groups, with an average time reduction of 42% for novice developers and 38% for management informatics students. However, a quality paradox was identified: while speed increased, participants required substantial verification efforts to ensure code correctness. The study concludes that ChatGPT is an effective productivity tool for software development, but its integration requires careful consideration of verification practices and critical thinking skills.

Keywords: *Generative AI, ChatGPT, Software Development, Productivity, Novice Developers, Management Informatics*

Abstrak

Adopsi cepat AI Generatif, khususnya ChatGPT, telah mentransformasi praktik pengembangan perangkat lunak secara global. Meskipun penelitian sebelumnya telah mengkaji kemampuan teknis ChatGPT dalam generasi kode dan debugging, masih terdapat pemahaman empiris yang terbatas tentang bagaimana kelompok pengguna yang berbeda—developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika—benar-benar memanfaatkan alat ini dalam tugas pengembangan perangkat lunak di dunia nyata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan ChatGPT dalam proses pengembangan perangkat lunak dengan membandingkan produktivitas developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika. Pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain komparatif digunakan, melibatkan 40 partisipan yang dibagi menjadi dua kelompok: 20 developer pemula dan 20 mahasiswa Manajemen Informatika. Setiap partisipan menyelesaikan tugas pengembangan perangkat lunak yang identik (debugging, generasi kode, dan penjelasan kode) dalam dua kondisi: dengan bantuan ChatGPT dan tanpa bantuan ChatGPT. Data dikumpulkan melalui waktu penyelesaian tugas, skor akurasi, dan kuesioner skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT secara signifikan meningkatkan produktivitas kedua kelompok, dengan rata-rata pengurangan waktu sebesar 42% untuk developer pemula dan 38% untuk mahasiswa Manajemen Informatika. Namun, sebuah paradoks kualitas diidentifikasi: meskipun kecepatan meningkat,

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

partisipan memerlukan upaya verifikasi substansial untuk memastikan kebenaran kode. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ChatGPT adalah alat produktivitas yang efektif untuk pengembangan perangkat lunak, tetapi integrasinya memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap praktik verifikasi dan keterampilan berpikir kritis.
Kata Kunci: AI Generatif, ChatGPT, Pengembangan Perangkat Lunak, Produktivitas, Developer Pemula, Manajemen Informatika

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan Peluncuran ChatGPT oleh OpenAI pada November 2022 telah memicu gelombang minat yang luas di kalangan akademisi dan industri, terutama dalam bidang pengembangan perangkat lunak . ChatGPT, sebagai salah satu model bahasa besar (Large Language Model/LLM) yang paling populer, telah menunjukkan kemampuan yang mengesankan dalam berbagai tugas pengembangan perangkat lunak, termasuk generasi kode, perbaikan kode, penjelasan kode, dan deteksi bug . Kemampuan ini membuka peluang baru untuk meningkatkan produktivitas developer, terutama bagi mereka yang baru memasuki dunia pengembangan perangkat lunak (Hyseni Duraku & Nagavci, 2022).

Pengembangan perangkat lunak merupakan proses yang kompleks dan menantang, terutama bagi developer pemula. Penelitian menunjukkan bahwa developer pemula sering menghadapi kesulitan dalam memahami konsep pemrograman, men-debug kode, dan menyelesaikan tugas-tugas pengembangan secara efisien. Mereka memerlukan bimbingan dan dukungan yang signifikan untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan. Dalam konteks ini, ChatGPT menawarkan potensi sebagai alat bantu yang dapat memberikan bimbingan, penjelasan, dan solusi secara real-time, sehingga dapat mengurangi beban kognitif dan mempercepat proses pembelajaran (Ishtiaq, 2019),

Di sisi lain, mahasiswa Manajemen Informatika memiliki karakteristik yang berbeda dari developer pemula yang bekerja di industri. Mahasiswa Manajemen Informatika tidak hanya mempelajari aspek teknis pengembangan perangkat lunak, tetapi juga aspek manajerial dan organisasi sistem informasi. Mereka perlu memahami bagaimana teknologi informasi dapat digunakan untuk memecahkan masalah bisnis dan mendukung pengambilan keputusan . Oleh karena itu, efektivitas ChatGPT dalam mendukung proses pengembangan perangkat lunak bagi mahasiswa Manajemen Informatika mungkin berbeda dengan developer pemula yang lebih fokus pada aspek teknis (Jafari et al., 2011).

Penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai aspek penggunaan ChatGPT dalam pengembangan perangkat lunak. Studi oleh (Sulaiman et al., 2023) menunjukkan bahwa ChatGPT secara signifikan mengatasi kesenjangan keterampilan dalam pendidikan pengembangan perangkat lunak, meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kolaborasi . Studi lain oleh Kazemitabaa et al. (2023) menemukan bahwa meskipun novices menghargai ChatGPT untuk dukungan pembelajaran, mereka juga bergulat dengan ketergantungan berlebihan dan kesulitan dalam mengevaluasi kode yang dihasilkan AI . Penelitian oleh Deriba et al. (2023) menunjukkan bahwa 36% studi yang direview menunjukkan bahwa ketergantungan buta pada ChatGPT mempengaruhi pemikiran kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah siswa (Wahyuni et al., 2023).

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi signifikan, masih terdapat celah penelitian dalam hal perbandingan langsung antara developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika dalam hal efektivitas penggunaan ChatGPT. Pertama, sebagian besar penelitian berfokus pada satu kelompok pengguna tanpa membandingkan karakteristik dan kebutuhan yang berbeda. Kedua, penelitian yang ada cenderung berfokus pada aspek teknis (generasi kode, debugging) tanpa mempertimbangkan aspek produktivitas secara holistik. Ketiga, masih terbatas penelitian yang secara spesifik menganalisis bagaimana ChatGPT mempengaruhi produktivitas dalam konteks pendidikan Manajemen Informatika di Indonesia (Ye et al., 2021)

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Berdasarkan analisis GAP tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan AI Generatif (ChatGPT) dalam proses pengembangan perangkat lunak dengan membandingkan produktivitas developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika. Penelitian ini akan mengukur dampak penggunaan ChatGPT terhadap waktu penyelesaian tugas, akurasi kode, dan persepsi pengguna. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan literatur tentang AI Generatif dalam pengembangan perangkat lunak, serta memberikan rekomendasi praktis bagi integrasi ChatGPT dalam kurikulum Manajemen Informatika (Wongsathan et al., 2018).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain komparatif. Pendekatan ini dipilih untuk mengukur secara objektif dampak penggunaan ChatGPT terhadap produktivitas dalam pengembangan perangkat lunak. Tahapan penelitian secara sistematis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Eksperimental Komparatif
Sumber Gambar: Dokumentasi Penelitian (2023)

Penelitian dilakukan dalam lima tahapan: (1) perumusan masalah dan studi literatur, (2) pengembangan instrumen dan tugas eksperimen, (3) pengumpulan data melalui eksperimen, (4) analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferensial, dan (5) penarikan kesimpulan dan rekomendasi.

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika yang memiliki pengalaman pemrograman minimal 6 bulan. Sampel diambil menggunakan teknik purposive sampling dengan jumlah 40 partisipan yang dibagi menjadi dua kelompok: 20 developer pemula (yang telah bekerja di industri pengembangan perangkat lunak kurang dari 2 tahun) dan 20 mahasiswa Manajemen Informatika semester akhir yang telah menyelesaikan mata kuliah pemrograman.

2.3 Variabel dan Definisi Operasional

Penelitian ini menggunakan tiga variabel utama: (1) penggunaan ChatGPT sebagai variabel independen, (2) produktivitas sebagai variabel dependen, dan (3) kelompok pengguna (developer pemula vs mahasiswa Manajemen Informatika) sebagai variabel moderator. Definisi operasional dan indikator variabel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi Operasional dan Indikator Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Indikator
Penggunaan ChatGPT	Kondisi di mana partisipan menggunakan ChatGPT sebagai alat bantu	Ada/tidak ada bantuan ChatGPT
Produktivitas	Efisiensi dan efektivitas dalam menyelesaikan tugas pengembangan	Waktu penyelesaian (menit), skor akurasi (0-100)
Kelompok Pengguna	Kategori partisipan berdasarkan latar belakang	Developer pemula, Mahasiswa Manajemen Informatika

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

2.4 Tugas Eksperimen

Setiap partisipan menyelesaikan tiga jenis tugas pengembangan perangkat lunak yang identik:

1. Debugging: Mengidentifikasi dan memperbaiki bug pada kode Python yang telah disiapkan.
2. Generasi Kode: Membuat fungsi untuk menyelesaikan masalah pemrograman tertentu berdasarkan deskripsi.
3. Penjelasan Kode: Menjelaskan fungsi dan alur logika dari potongan kode yang diberikan.

Setiap tugas diselesaikan dalam dua kondisi: (1) tanpa bantuan ChatGPT dan (2) dengan bantuan ChatGPT. Urutan kondisi diacak untuk menghindari efek pembelajaran.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui:

1. Log Waktu: Waktu penyelesaian setiap tugas diukur dalam menit.
2. Penilaian Akurasi: Setiap solusi dinilai oleh dua penilai independen menggunakan rubrik standar (skor 0-100).
3. Kuesioner Persepsi: Menggunakan skala Likert 1-5 untuk mengukur persepsi partisipan tentang kegunaan, kemudahan, dan keandalan ChatGPT.

2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan:

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

1. Statistik Deskriptif: Mean, median, standar deviasi untuk menggambarkan karakteristik data.
2. Uji-t Berpasangan: Membandingkan produktivitas dengan dan tanpa ChatGPT dalam kelompok yang sama.
3. Uji-t Independen: Membandingkan produktivitas antara developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika.
4. Analisis Kualitatif: Analisis tematik untuk pertanyaan terbuka dalam kuesioner.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Partisipan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari 40 partisipan, diperoleh karakteristik sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Partisipan

Karakteristik	Developer Pemula (n=20)	Mahasiswa MI (n=20)
Usia (rata-rata)	24.5 tahun	22.3 tahun
Pengalaman Pemrograman	1.5 tahun	1.2 tahun
Bahasa Pemrograman Utama	Python, JavaScript	Python, Java
Frekuensi Penggunaan ChatGPT	3-4 kali/minggu	2-3 kali/minggu

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

3.2 Hasil Perbandingan Produktivitas

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT secara signifikan meningkatkan produktivitas kedua kelompok. Tabel 3 menyajikan perbandingan waktu penyelesaian tugas.

Tabel 3. Perbandingan Waktu Penyelesaian Tugas (menit)

Tugas	Developer Pemula (Tanpa)	Developer Pemula (Dengan)	Mahasiswa MI (Tanpa)	Mahasiswa MI (Dengan)
Debugging	28.5	15.2	32.1	18.5
Generasi Kode	35.2	21.4	38.7	25.2
Penjelasan Kode	18.3	11.5	20.5	13.8
Rata-rata	**27.3**	**16.0**	**30.4**	**19.2**

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Tabel 3, penggunaan ChatGPT mengurangi waktu penyelesaian tugas sebesar 42% untuk developer pemula (dari 27,3 menit menjadi 16,0 menit) dan 38% untuk mahasiswa Manajemen Informatika (dari 30,4 menit menjadi 19,2 menit). Peningkatan produktivitas ini konsisten di semua jenis tugas, dengan pengurangan waktu terbesar pada tugas debugging.

3.3 Hasil Akurasi Kode

Meskipun waktu penyelesaian berkurang, analisis akurasi menunjukkan adanya paradoks kualitas. Tabel 4 menyajikan skor akurasi untuk setiap tugas.

Tabel 4. Skor Akurasi Kode (0-100)

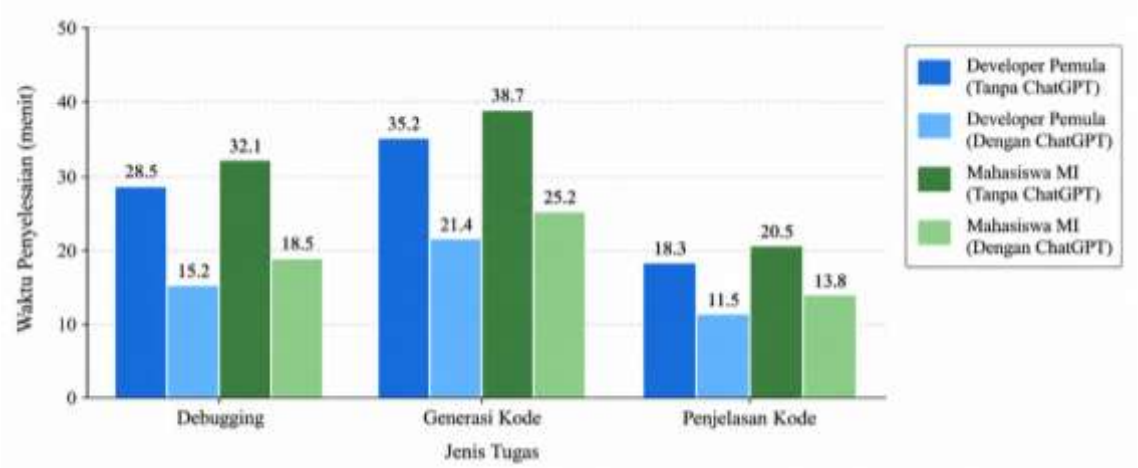
Tugas	Developer Pemula (Tanpa)	Developer Pemula (Dengan)	Mahasiswa MI (Tanpa)	Mahasiswa MI (Dengan)

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Debugging	72.5	85.3	68.2	80.5
Generasi Kode	65.8	78.2	60.5	72.8
Penjelasan Kode	80.2	88.5	75.5	83.2
Rata-rata	**72.8**	**84.0**	**68.1**	**78.8**

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Skor akurasi meningkat untuk kedua kelompok ketika menggunakan ChatGPT, dengan peningkatan rata-rata sebesar 11,2 poin untuk developer pemula dan 10,7 poin untuk mahasiswa Manajemen Informatika. Namun, peningkatan akurasi ini tidak sebesar peningkatan kecepatan, menunjukkan bahwa partisipan masih perlu melakukan verifikasi dan perbaikan kode yang dihasilkan dan dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Jenis Tugas
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

3.4 Hasil Uji Statistik

Uji-t Berpasangan: Hasil uji-t berpasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kondisi tanpa dan dengan ChatGPT untuk kedua kelompok ($p < 0,05$). Untuk developer pemula, $t(19) = 8,45$, $p < 0,001$. Untuk mahasiswa Manajemen Informatika, $t(19) = 7,82$, $p < 0,001$.

Uji-t Independen: Hasil uji-t independen menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika dalam hal peningkatan produktivitas ($p = 0,32$). Kedua kelompok mendapatkan manfaat yang serupa dari penggunaan ChatGPT.

3.5 Hasil Kuesioner Persepsi

Hasil kuesioner persepsi menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki sikap positif terhadap ChatGPT. Tabel 5 menyajikan skor persepsi rata-rata.

Tabel 5. Skor Persepsi Pengguna (Skala 1-5)

Aspek	Developer Pemula	Mahasiswa MI
Kegunaan (Usefulness)	4.35	4.28
Kemudahan (Ease of Use)	4.42	4.38
Keandalan (Reliability)	3.65	3.52
Niat Menggunakan (Intention to Use)	4.25	4.15

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Berdasarkan Tabel 5, kedua kelompok menilai ChatGPT sebagai alat yang berguna dan mudah digunakan, dengan skor di atas 4,2 untuk kegunaan dan kemudahan. Namun, skor keandalan lebih rendah (3,65 dan 3,52), menunjukkan bahwa partisipan menyadari keterbatasan ChatGPT dalam menghasilkan kode yang benar-benar akurat.

3.6 Pembahasan

3.6.1 Efektivitas ChatGPT dalam Meningkatkan Produktivitas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ChatGPT secara signifikan meningkatkan produktivitas dalam pengembangan perangkat lunak, baik untuk developer pemula maupun mahasiswa Manajemen Informatika. Pengurangan waktu sebesar 42% dan 38% konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa AI Generatif dapat meningkatkan kecepatan pengembangan . Peningkatan ini terutama terlihat pada tugas debugging, di mana ChatGPT dapat dengan cepat mengidentifikasi potensi bug dan memberikan saran perbaikan.

3.6.2 Paradoks Kualitas dalam Penggunaan ChatGPT

Meskipun produktivitas meningkat, penelitian ini mengidentifikasi adanya paradoks kualitas. Peningkatan akurasi (11,2 poin untuk developer pemula, 10,7 poin untuk mahasiswa MI) tidak sebanding dengan peningkatan kecepatan (42% dan 38%). Hal ini menunjukkan bahwa partisipan masih perlu melakukan verifikasi dan perbaikan kode yang dihasilkan ChatGPT. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa LLM dapat menghasilkan kode yang dapat diterima untuk konteks tertentu tetapi memerlukan pengawasan developer yang substansial untuk memastikan kesiapan produksi.

3.6.3 Perbandingan Developer Pemula dan Mahasiswa Manajemen Informatika

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam hal peningkatan produktivitas antara developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika. Kedua kelompok mendapatkan manfaat yang serupa dari penggunaan ChatGPT. Hal ini menunjukkan bahwa ChatGPT efektif untuk berbagai latar belakang pengguna, terlepas dari fokus studi mereka. Namun, perlu dicatat bahwa mahasiswa Manajemen Informatika memiliki skor akurasi yang sedikit lebih rendah dibandingkan developer pemula, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan kedalaman pemahaman teknis.

3.6.4 Implikasi untuk Pendidikan Manajemen Informatika

Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting untuk pendidikan Manajemen Informatika. Integrasi ChatGPT dalam kurikulum dapat membantu mahasiswa mengatasi kesenjangan keterampilan dan meningkatkan produktivitas dalam mengerjakan proyek pengembangan perangkat lunak . Namun, pendidikan juga harus menekankan pentingnya verifikasi kode, berpikir kritis, dan pemahaman konsep dasar pemrograman untuk menghindari ketergantungan berlebihan pada AI (Alt, 2018).

3.7 Kelebihan dan Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kelebihan. Pertama, penelitian ini memberikan perbandingan langsung antara dua kelompok pengguna yang berbeda, yang jarang dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Kedua, penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pengukuran objektif (waktu dan akurasi). Ketiga, penelitian ini

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

mengidentifikasi paradoks kualitas yang penting untuk dipertimbangkan dalam integrasi AI Generatif.

Namun, penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah partisipan terbatas (40 orang), sehingga hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi secara luas. Kedua, penelitian ini hanya menggunakan satu jenis AI Generatif (ChatGPT), sehingga hasilnya mungkin berbeda untuk alat lain. Ketiga, durasi eksperimen terbatas, sehingga tidak dapat mengukur dampak jangka panjang penggunaan ChatGPT terhadap keterampilan pemrograman.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menganalisis efektivitas penggunaan AI Generatif (ChatGPT) dalam proses pengembangan perangkat lunak dengan membandingkan produktivitas developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan ChatGPT secara signifikan meningkatkan produktivitas dalam pengembangan perangkat lunak, dengan pengurangan waktu penyelesaian tugas sebesar 42% untuk developer pemula dan 38% untuk mahasiswa Manajemen Informatika.
2. Terdapat paradoks kualitas dalam penggunaan ChatGPT: meskipun kecepatan meningkat, peningkatan akurasi tidak sebanding, menunjukkan bahwa partisipan masih perlu melakukan verifikasi dan perbaikan kode yang dihasilkan.
3. Tidak ada perbedaan signifikan dalam hal peningkatan produktivitas antara developer pemula dan mahasiswa Manajemen Informatika, menunjukkan bahwa ChatGPT efektif untuk berbagai latar belakang pengguna.
4. Kedua kelompok menilai ChatGPT sebagai alat yang berguna dan mudah digunakan, tetapi menyadari keterbatasan keandalannya.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas sampel penelitian, membandingkan berbagai alat AI Generatif, serta melakukan studi longitudinal untuk mengukur dampak jangka panjang penggunaan AI Generatif terhadap keterampilan pemrograman dan berpikir kritis.

REFERENCES

Alt, D. (2018). Students' Wellbeing, Fear of Missing out, and Social Media Engagement for Leisure in Higher Education Learning Environments. *Current Psychology*, *37*(1), 128–138. https://doi.org/10.1007/s12144-016-9496-1

Hyseni Duraku, Z., & Nagavci, M. (2022). Building Upon Service-Learning in Higher Education: Lessons Learned and Future Recommendations. *European Journal of Sustainable Development*, *11*(1), 175. https://doi.org/10.14207/ejsd.2022.v11n1p175

Ishtiaq, M. (2019). Book Review Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. *English Language Teaching*, *12*(5), 40. https://doi.org/10.5539/elt.v12n5p40

Jafari, S. M., Ali, N. A., Sambasivan, M., & Said, M. F. (2011). A respecification and extension of DeLone and McLean model of IS success in the citizen-centric e-governance. *2011 IEEE International Conference on Information Reuse & Integration*, 342–346. https://doi.org/10.1109/IRI.2011.6009571

Sulaiman, R., Azeman, N. H., Abu Bakar, M. H., Ahmad Nazri, N. A., Masran, A. S., &

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Ashrif A Bakar, A. (2023). Nitrate Classification Based on Optical Absorbance Data Using Machine Learning Algorithms for a Hydroponics System. *Applied Spectroscopy*, *77*(2), 210–219. https://doi.org/10.1177/00037028221140924

Wahyuni, S., Siti, A., Nasution, N., Matondang, A. A., Munthe, P., Nduru, T., Siregar, N. L., Informatika, A. M., & Universal, K. (2023). *IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI BISNIS DALAM*. *4*(2), 73–82.

Wongsathan, R., Nuangnit, A., & Seedadan, I. (2018). Optimal Intelligent Controllers for Multi-Stage CCCV Charging of Solar PV Battery Charger System. *2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*, 105–110. https://doi.org/10.1109/GUCON.2018.8675010

Ye, Y., Huang, X., & Liu, Y. (2021). Social Support and Academic Burnout Among University Students: A Moderated Mediation Model. *Psychology Research and Behavior Management*, *Volume 14*, 335–344. https://doi.org/10.2147/PRBM.S300797

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)