

Transformasi Teknologi Komunikasi dan Informasi di Indonesia : Suatu Peluang Adaptasi Lapangan Kerja dan Pengangguran

¹Priyagus, ²Kun Muhammad Adi

¹Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

² Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia

Koresponden : priyagus@feb.unmul.ac.id

Submit : 23 Feb 2026 | Diterima : 25 Mar 2026 | Terbit : 27 Mar 2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between the Use of (GNT) and Skills (AHT) in Communication and Information Technology, Literacy (LRS) and Industrial Sector Capacity (PDI) on the Open Unemployment Rate (TPT). Using panel data from 34 provinces in Indonesia in 2021-2024 sourced from BPS. The analysis model uses the Fixed Effect Model (FEM) with several statistical tests indicated, the model used is suitable for estimation. The estimation results confirm that (GNT) has a positive and significant effect on (TPT), an increase in (GNT) will cause a significant increase in (TPT), while (AHT), (LRS) and (PDI) have a negative and significant effect on (TPT), an increase in (AHT), (LRS) and (PDI) will significantly decrease (TPT). In other words, the results of this study explain that technological transformation can significantly increase or decrease unemployment, but the reduction that occurs is greater than the increase, so that Open Unemployment in Indonesia tends to decrease or there is not enough evidence that technological transformation in Indonesia increases unemployment. Technological transformation in Indonesia not only increases efficiency due to automation, but also adds or creates new products that can expand employment opportunities. The adaptation of the Indonesian workforce, by improving skills in the field of communication and information technology and literacy, has become an opportunity to fill the opportunities absorbed in technology-based jobs. Policies to expand and improve the quality of technology-based education and training are important stimulants to take advantage of the ongoing transformation.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara Penggunaan (GNT) dan Keahlian (AHT) dalam Teknologi Komunikasi dan informasi, Literasi (LRS) dan Kapasitas sektor Industri (PDI) terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Menggunakan data panel 34 provinsi di Indonesia tahun 2021-2024 yang bersumber dari BPS. Model analisis menggunakan Fixed Effect Model (FEM) dengan beberapa uji statistik mengindikasikan, bahwa model yang digunakan layak untuk estimasi. Hasil estimasi mengkonfirmasi bahwa (GNT) berpengaruh positif dan signifikan terhadap (TPT), kenaikan (GNT) akan menyebabkan kenaikan (TPT) secara signifikan, sedangkan (AHT), (LRS) dan (PDI) berpengaruh negative dan signifikan terhadap (TPT), kenaikan (AHT), (LRS) dan (PDI) akan menurunkan (TPT) secara signifikan. Dengan kata lain, hasil penelitian ini menjelaskan, bahwa transformasi teknologi dapat menambah atau mengurangi pengangguran secara signifikan namun pengurangan yang terjadi, lebih besar dari penambahan sehingga Pengangguran Terbuka di Indonesia cenderung berkurang atau tidak ditemukan cukup bukti, bahwa transformasi teknologi di Indonesia menambah pengangguran. Transformasi teknologi di Indonesia tidak hanya meningkatkan efisiensi karena otomatisasi, tetapi juga menambah atau menciptakan produk-produk baru yang dapat mempeluas lapangan kerja. Adaptasi angkatan kerja Indonesia, dengan meningkatkan keahlian di bidang teknologi komunikasi dan informasi serta literasi, telah menjadi kesempatan untuk mengisi peluang yang terserap di lapangan kerja berbasis teknologi. Kebijakan memperluas dan meningkatkan kualitas pendidikan serta pelatihan berbasis teknologi, menjadi stimulant penting untuk memanfaatkan transformasi yang sedang berlangsung.

Keyword : Industri; Keahlian; Komunikasi dan Informasi; Literasi; Penggunaan; Pengangguran Terbuka; Teknologi.

PENDAHULUAN

Trend perkembangan teknologi yang cepat dan berbasis Internet of Thing (IoT) telah merubah secara fundamental aktivitas manusia dalam berbagai kegiatan sosial dan ekonomi termasuk lapangan kerja secara global. Choi (2017), Charles et al. (2022^b) Teknologi dengan otomatisasi banyak menggantikan pekerjaan manusia dan berpotensi menciptakan pengangguran, namun pada sisi lain, teknologi telah menciptakan peluang lapangan kerja baru. Bertambah atau berkurangnya pengangguran merupakan dua dimensi yang muncul dari perkembangan teknologi di era Industri 4.0. Tiga poin utama konsep Industri 4.0. menurut Rojko (2017) adalah 1) Industri 4.0. tidak hanya terbatas pada kelengkapan langsung di perusahaan, tetapi mencakup semua kelengkapan dalam proses bisnis di perusahaan. 2). Industri 4.0 mengasumsikan dukungan banyak pihak untuk seluruh tahapan sistem yang dilaksanakan secara unit dan keseluruhan. 3). Industri 4.0 adalah kekhususan dari Internet of Things (IoT) yang digunakan pada lingkungan perusahaan atau industri.

Peluang pekerjaan baru yang ditawarkan dari berkembang IoT terjadi pada berbagai sektor. Pekerjaan digital secara umum menurut Charles et al. (2022^a) dibagi menjadi tiga jenis : Pertama, pekerjaan yang intensif TIK pekerjaan yang secara langsung diciptakan melalui sektor TIK dan secara intensif menggunakan TIK. seperti pengembangan situs web. Kedua, pekerjaan yang bergantung pada TIK yang tidak dapat dilakukan tanpa teknologi, seperti platform e-commerce. Terakhir, pekerjaan yang ditingkatkan dengan TIK yang menggunakan teknologi digital namun dapat dilakukan tanpa TIK, seperti akuntansi, manajemen kantor. Pada sisi lain, perkembangan teknologi dapat juga mengurangi lapangan kerja. Menurut Schwab (2016^b) Sensus Ekonomi AS menjelaskan, inovasi dalam informasi dan teknologi cenderung meningkatkan produktivitas dengan mengganti pekerja yang ada dari pada menambah tenaga kerja karena tambahan produksi. Artinya teknologi baru berpotensi mengurangi tenaga kerja. Selanjutnya KURT (2019) menjelaskan, negara-negara kurang berkembang atau berkembang akan menghadapi gelombang pengangguran massal, karena Industri 4.0 akan semakin mentransformasikan produksi dan lapangan kerja global kembali ke dunia industri. Gelombang besar pengangguran akan terjadi akibat kurangnya tenaga kerja terampil. Soniansih, et al. (2021) menjelaskan hubungan negative terjadi antara PAT (*Patent applications, residents*) dengan LFP (*Labor force participation rate*). Artinya inovasi teknologi di Indonesia dapat mengurangi kesempatan kerja atau meningkatkan pengangguran. Dengan demikian, diperlukan adanya adaptasi keahlian untuk memanfaatkan transformasi teknologi dengan SDM yang kompeten.

Alfaraby (2025) di era digital, transformasi manajemen sumber daya manusia (SDM) menekankan penciptaan nilai strategis yang berkontribusi pada nilai bisnis, inovasi, dan keberhasilan organisasi dalam beradaptasi dengan perubahan. Temuan Sobczak (2025) studi di Uni Eropa tentang tranformasi tenaga kerja, terdapat hubungan positif antara tingkat transformasi digital dan pangsa ketenagakerjaan di sektor layanan berbasis pengetahuan dan tidak signifikan untuk sektor lainnya. Tingkat transformasi digital yang lebih tinggi mendukung pertumbuhan lapangan kerja di bidang jasa berbasis pengetahuan, sedangkan temuan Pastpipatkul et al. (2025) di ASEAN hubungan modal manusia dengan partisipasi angkatan kerja dan pertumbuhan pendapatan menjelaskan, investasi modal manusia menunjukkan efek heterogen di berbagai tingkatan ekonomi sehingga diperlukan strategi untuk meningkatkan nilai tambah tenaga kerja.

Kegiatan pendidikan dan pelatihan merupakan strategi menghadapi perubahan, menurut Sumual, et al. (2024) perbaikan SDM memberikan kontribusi atau nilai tambah signifikan untuk meningkatkan pengetahuan, kemampuan, dan motivasi dalam bekerja. Konfirmasi Sari et al. (2025) menemukan, adanya pengaruh negatif dan signifikan dari pendidikan terhadap tingkat pengangguran terdidik. Artinya semakin tinggi tingkat pendidikan maka semakin kecil kemungkinan menjadi pengangguran. Teknologi memoderasi secara negative pengaruh pendidikan terhadap tingkat pengangguran terdidik yang berarti peran teknologi dapat mengurangi lebih besar pengaruh pendidikan terhadap pengangguran. Konfirmasi dari hasil penelitian Priyono et al. (2018) menjelaskan, Indeks Pembangunan Teknologi dan Komunikasi (IP-TIK) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka sementara pertumbuhan ekonomi sebagai variabel kontrol. Artinya kenaikan IP-TIK akan menurunkan tingkat pengangguran terbuka. Pendapat senada juga dikemukakan Paundralingga (2018) menyimpulkan: Jumlah pengemudi Go-Jek yang bertambah, baik Go-Jek motor maupun Go-Jek mobil, berdampak terhadap bertambahnya jumlah orang yang bekerja secara keseluruhan, ini membuktikan adanya lapangan kerja baru yang tercipta. Dengan demikian, teknologi digital dapat menjadi alternatif penyerapan tenaga kerja. Kesimpulan utama dari makalah Arntz et al. (2016) menjelaskan, otomatisasi dan digitalisasi tidak mungkin menghancurkan sejumlah

besar pekerjaan. namun tenaga kerja dengan kualifikasi rendah kemungkinan akan menanggung beban karena penyesuaian keahlian. Oleh karena itu, tantangan yang mungkin dihadapi di masa depan terletak pada ketimpangan keahlian pada lapangan kerja.

Terbatas kesempatan kerja karena adanya gap keahlian, berpotensi menciptakan pengangguran yang merupakan satu diantara banyak permasalahan demografi di Indonesia. Menurut European Central Bank (ECB) Monthly Bulletin (2013) seorang dapat dikatakan pengangguran jika memenuhi tiga kriteria: (i) tidak bekerja sama sekali pada minggu yang dimaksud, (ii) bersedia untuk mulai bekerja dalam dua minggu ke depan, dan (iii) telah aktif mencari pekerjaan dalam empat minggu terakhir atau telah menemukan pekerjaan yang dimulai dalam tiga bulan ke depan. Konsep pengangguran juga dikemukakan oleh BPS (2025) dan ILO (2019) bahwa pengangguran adalah penduduk usia produktif yang tidak bekerja, tidak mempunyai pekerjaan atau memiliki pekerjaan tetapi belum memulai bekerja.

Sebagai permasalahan demografi, pengangguran selalu ada di berbagai wilayah regional, nasional bahkan internasional. World Economic Outlook, IMF (April 2024) mengkonfirmasi pengangguran di Indonesia mencapai (5,2%) lebih besar dari Filipina (5,1%), Malaysia (3,5%), Vietnam (2,1%), Singapura (1,9%), dan Thailand (1,1%). Oleh sebab itu persoalan dan penanganan pengangguran berbeda-beda, karena faktor penyebab dan kemampuan pemerintahan yang berbeda.

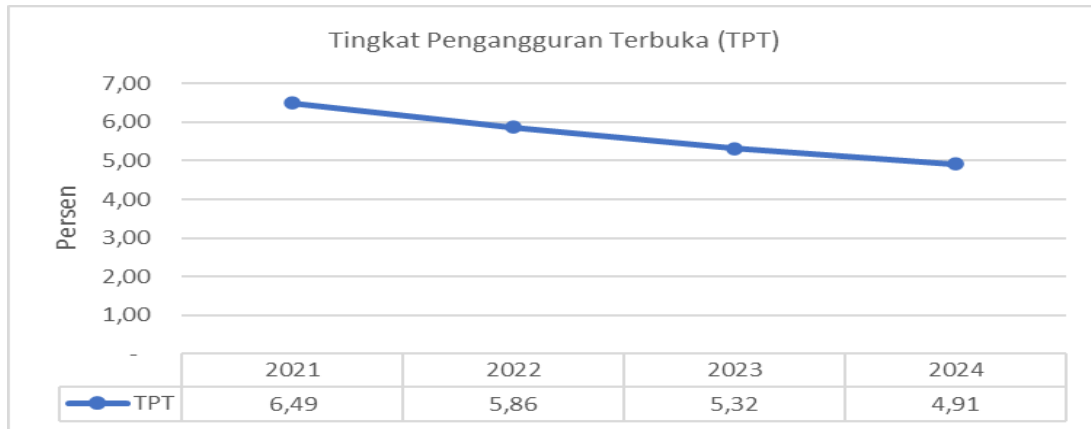
Dalam perspektif sosial ekonomi, pengangguran berpotensi menciptakan instabilitas seperti : Disharmonisasi, kriminalitas, menurunnya investasi dan kontraksi kegiatan ekonomi. Pohlan (2018) menjelaskan individu yang menganggur selama lebih dari satu tahun merasa lebih terasing secara sosial, lebih tidak Bahagia dan lebih terkekang secara finansial. Dampak negatif dari kehilangan pekerjaan masih tetap ada meskipun individu tersebut kembali bekerja. Efek putus asa, stigmatisasi dan penurunan modal manusia.

Selanjutnya Pritadrajati, et al. (2020) menjelaskan efek traumatis akibat pengangguran lebih terlihat di antara pekerja wira usaha senior dan pekerja muda berusia 25-34 tahun, berdampak negatif terhadap pendapatan dan peluang akumulasi modal manusia dalam pekerjaan mandiri atau menjadi informasi sebagai pekerja dengan produktivitas rendah. Mc Clelland and Macdonald (1998) menjelaskan. Pengangguran akan mengalami keterbatasan dalam keuangan, menjadi miskin, memiliki utang, tidak memiliki rumah dan tidak harmonis dalam keluarga, merasa kurang nyaman, penyendiri, pemalu dan terbatas dari pergaulan, potensi kriminal, menurunnya kepercayaan dan harga diri, keterampilan kerja dan kesehatan yang cenderung menurun.

Di Indonesia, pengangguran disebabkan oleh beberapa banyak faktor, diantaranya keahlian yang rendah khususnya terkait teknologi digital, lapangan kerja yang tidak memadai karena investasi yang terbatas dan akses informasi pasar tenaga kerja karena keterbatasan teknologi informasi dan literasi. Dengan demikian jika angkatan kerja yang bertambah tidak disertai peningkatan kapasitas, investasi tidak bertambah dan akses pasar yang terbatas, maka angkatan kerja tersebut akan kehilangan kesempatan dan akan menjadi pengangguran.

Tingkat pengangguran yang tinggi, menyebabkan perekonomian menjadi kurang optimal (*full employment*), karena sumberdaya yang tersedia tidak digunakan secara penuh, sehingga produksi atau pendapatannya terbatas. Kondisi ini berpotensi menciptakan efek domino ekonomi dan sosial. Pendapatan yang terbatas akan menekan konsumsi, investasi dan tabungan serta kontraksi kapasitas ekonomi. Akumulasi dari kondisi ini menjadi sumber terjadinya resesi dan menurunnya kesejahteraan.

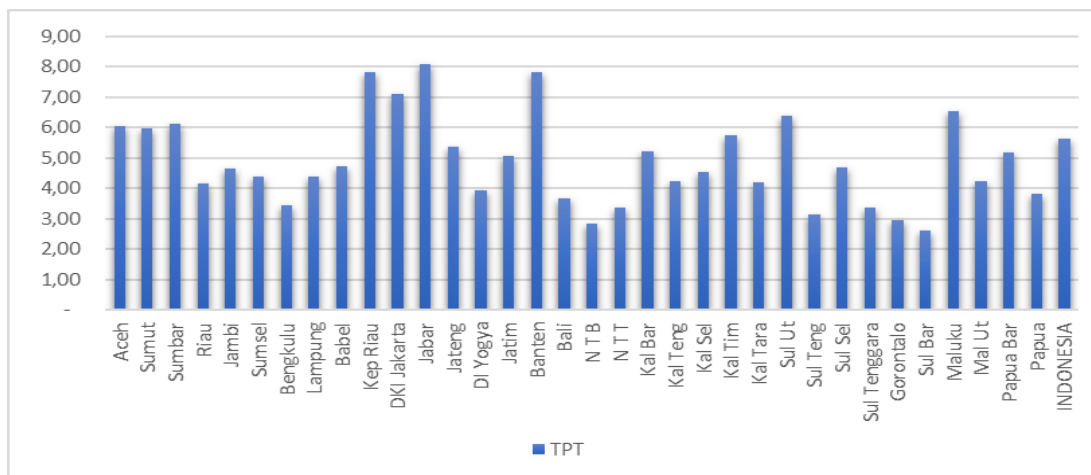
Tingkat pengangguran di Indonesia tahun 2021-2024 cenderung menurun dengan rata-rata mencapai 5,65% . Jika tahun 2021 tingkat pengangguran 6,49%, maka tahun 2024 turun menjadi 4,91%. Penurunan tingkat pengangguran di Indonesia (2021-2024) disebabkan oleh banyak faktor, diantara adalah perkembangan teknologi informasi atau digitalisasi pada berbagai kegiatan sosial dan ekonomi yang mampu menciptakan lapangan kerja baru, namun pada sisi lain, digitalisasi juga dapat menambah pengangguran, karena beberapa pekerjaan yang semula dikerjakan secara manual telah digantikan dengan teknologi digital. Perkembangan tingkat pengangguran terbuka disajikan pada Gambar 1.



Sumber : Penulis.

Gambar 1. TPT Indonesia Tahun 2021-2024

Secara regional, beberapa wilayah di Sumatera memiliki tingkat pengangguran relative tinggi ($> 6\%$) adalah : Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Kepulauan Riau, sedangkan di wilayah Jawa adalah DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten, di luar Jawa adalah Sulawesi Utara dan Maluku, sedangkan beberapa wilayah dengan tingkat pengangguran rendah ($< 3\%$) adalah Nusa Tenggara Barat, Gorontalo dan Sulawesi Barat atau secara nasional rata-rata kurang dari 6%. Rata-rata tingkat pengangguran terbuka di provinsi Indonesia disajikan pada Gambar 2.



Sumber : Penulis

Gambar 2. Rata-rata TPT Provinsi (2001-2024)

Berdasar tingkat pendidikan, pengangguran di Indonesia di dominasi oleh tenaga kerja berpendidikan sekolah menengah atas dan kejuruan, kondisi ini terjadi karena pada tingkat pendidikan tersebut jumlah angkatan kerja Indonesia tumbuh relatif besar, pada sisi lain lapangan kerja yang tersedia relative kecil, demikian halnya dengan angkatan kerja sekolah kejuruan pada umumnya kurang berbasis teknologi digital sesuai dengan perkembangan pasar tenaga kerja sekarang. Struktur pengangguran berdasar pendidikan disajikan pada Gambar 3.



Sumber: Penulis.

Gambar 3. Struktur Pengangguran Berdasar Pendidikan.

Revolusi industry generasi (4.0.) yang dimulai abad 20 telah merubah struktur pasar tenaga kerja dan proses produksi di seluruh dunia termasuk Indonesia yang ditandai dengan kegiatan ekonomi berbasis digital dengan Internet of Thing (IoT). Temuan Hee Chang, J et al. (2016) menjelaskan bahwa IoT akan berdampak besar pada lapangan kerja dengan kompetensi tinggi di ASEAN, karena tenaga kerja dengan spesifikasi tersebut terbatas, sebagian besar menghadapi tantangan yang cukup berat dimasa depan.

Tranformasi teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan penting dalam berbagai akitivitas. Menurut Schwab (2016 ^a) Perubahan fundamental dalam perilaku kehidupan, bekerja, dan berkomunikasi dalam masyarakat dengan skala, cakupan yang kompleks. Revolusi ini berkembang secara eksponensial, bukan linier dan adanya bukti bahwa teknologi baru melahirkan sesuatu yang lebih berkembang dan berkemampuan tinggi.

Penelitian ini fokus pada aspek sumberdaya manusia dalam memanfaatkan teknologi digital (penggunaan, keahlian, literasi) dan kapasitas sektor industri sebagai bentuk tranformasi dan adaptasi dari perubahan pasar tenaga kerja yang berbasis teknologi digital dan perkembangan ekonomi Indonesia yang berbasis industri. Oleh sebab itu, variable penggunaan teknologi digunakan sebagai proksi dari adaptasi perkembangan teknologi, variable keahlian sebagai proksi dari adaptasi peningkatan skill, variable literasi sebagai proksi dari adaptasi pendidikan dan akses informasi pasar tenaga kerja berbasis teknologi dan variable kapasitas industri (PDRB sektor industri) sebagai proksi dari perkembangan ekonomi.

Penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi : Pertama, pengayaan literatur demografi terkait pengangguran sebagai dampak dari perkembangan, pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, literasi lapangan kerja serta kapasitas ekonomi sektor industri. Kedua, menjelaskan dan memberi bukti empiris adanya hubungan antara perkembangan teknologi informasi dan komunikasi serta kapasitas ekonomi dengan pengangguran. Terahir, menjelaskan bahwa, tenaga kerja dan kegiatan ekonomi sektoral Indonesia telah beradaptasi dengan perkembangan teknologi sehingga sektor industri tetap dapat menyediakan lapangan kerja yang diisi oleh tenaga kerja ahli dan berdampak mengurangi pengangguran.

Adapun kebaruan dari penelitian ini adalah fokus pada sumber daya manusia yang beradaptasi dengan perkembangan teknolgi dan komunikasi, literasi serta kapasitas ekonomi spesifik sektor industri yang mendominasi perekonomian Indonesia dan bertepatan dengan era revolusi Industri 4.0, sehingga berbeda dengan penelitian sebelumnya. Seperti : Adha et al. (2020) Menggunakan studi literatur, Davani & Sulistyaningrum (2022) Menggunakan tenaga kerja fokus perempuan, Rachmawati (2024) Tenaga kerja hanya satu provinsi, Soniansih et al. (2021) Menggunakan paten sebagai proksi teknologi dan Sari (2025) menggunakan teknologi sebagai moderasi.

METODE PENELITIAN

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah gabungan time series dan crossection atau (panel data) dengan 34 provinsi di Indonesia tahun 2021-2024 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Analisis statistik menggunakan metode Regresi berganda model Fixed Effect Model (FEM) seperti pada penelitian Ali Imron et al. (2025), Chairunisa and Fauzan (2023). Menurut Widarjono (2017^b) Estimasi regresi data panel secara umum akan dihasilkan intersep dan slope koefisien yang berbeda pada setiap unit dan waktu, sehingga dalam mengestimasi, sangat tergantung dari asumsi yang digunakan dalam analisis. Penelitian ini menggunakan asumsi bahwa intersep antar obyek (provinsi) berbeda sedangkan slopenya sama.

Adapun langkah analisis adalah : 1) Tabulasi data dari sumber yang relevan dan valid; 2) Input data ke program Eviews; 3) Uji asumsi klasik regresi; 4) Estimasi sesuai model yang ditentukan (FEM); 5) Uji model; 6) Analisis dan interpretasi hasil.

Formulasi persamaan FEM sebagai berikut :

$$\ln Y_{it} = \beta_{oi} + \beta_1 \ln X_{1it} + \beta_2 \ln X_{2it} + \varepsilon_{it}$$

Selanjutnya persamaan ini, dioperasionalkan sesuai dengan obyek penelitian.

$$Y_{i,t} = \beta_{oi} + \beta_1 \text{Log (GNT)}_{1i,t} + \beta_2 \text{Log (AHT)}_{2i,t} + \beta_3 \text{Log (LRS)}_{3i,t} + \beta_4 \text{Log (PDI)}_{4i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

TPT_{it} = Tingkat pengangguran terbuka_{it}
 Log (GNT)_{1i,t} = Penggunaan teknologi komunikasi dan informasi_{1i,t}
 Log (AHT)_{2i,t} = Keahlian dalam teknologi komunikasi dan informasi_{2i,t}
 Log (LRS)_{3i,t} = Literasi_{3i,t}
 Log (PDI)_{4i,t} = PDRB Sektor Industri_{4i,t}
 ε_{it} = Error_{it}
 i = Obyek (provinsi = 34)
 t = Waktu (2021-2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif.

Deskripsi statistic dari variable penelitian, disajikan pada Tabel 1. Dengan obesrvasi sebanyak 136, meliputi 34 provinsi dengan waktu masing-masing 4 tahun (2021-2024). Rata-rata Tingkat Pengangguran Terbuka 4,8812% dengan simpangan baku 1,583627. Variabel sumber daya manusia yang terdiri dari (GNT, AHT dan LRS) rata-rata 5,666103; 6,175295 dan 54,30279 sedangkan variable kapasitas Industri (PDI) rata-ratanya 13,6888 Milyar dengan simpangan baku 242,1784.

Tabel 1. Deskripsi Statistik Variabel Penelitian

Variabel	Definition	Obs	Mean	SD
TPT	Tingkat Pengangguran Terbuka (%)	136	4,884412	1,583627
GNT	Penggunaan Teknologi (Indeks)	136	5,666103	0,840507
AHT	Keahlian dalam Teknologi (Index)	136	6,175294	0,533747
LRS	Indek Pembangunan Literasi (Index)	136	54,30279	24,22826
PDI	PDRB Industri (Rp Milyar)	136	134,6888	242,1784

Sumber : Penulis

Uji Asumsi Klasik

Untuk memperoleh estimasi yang konsisten dan efisien, maka beberapa uji statistic dilakukan (Normalitas, Heterokedastisity dan Multikolinier). Berdasar uji Jarque-Bera (JB) diperoleh nilai (4,158887) dengan signifikansi (12,5 %) atu lebih besar dari 5 % sehingga residual berdistribusi normal. Proses perhitungan metode FEM (Fixed Effect Model) memakai Cross Section Weights sehingga masalah heteroskedastisitas dapat diminimalisir (Widarjono, 2017^a). Hubungan antar variable bebas relative kecil (r < 0,80) sehingga model ini terindikasi bebas dari Multikolinier. Matrik korelasi terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrik Korelasi Variabel Independent

Variabel	GNT	AHT	LRS	PDI
PNT	1.000000			
KHT	0.128148 (0.1371)	1.000000 -----		
LTR	0.500747 (0.0000)	0.092819 (0.2825)	1.000000 -----	
PDI	0.475920 (0.0000)	-0.068004 (0.4315)	0.219704 (0.0102)	1.000000 -----

Sumber : Penulis

Uji Kecocokan Model

Untuk memperoleh estimasi yang baik, maka dilakukan uji tiap variable (uji-t), uji kesuruhan/uji model (uji-F), Koefisien penjelas variable bebas (R²) dan uji model FEM (Chow-test). Hasil estimasi regresi panel metode FEM dengan Crossection Weights, terdapat pada Tabel 3 dan estimasi persamaan 1.

Tabel 3. Hasil Estimasi regresi metode FEM

No	Variabel	Koefisien	Probability
1	Konstanta	49,10480	0,0000 ***
2	Log (GNT)	3,274476	0,0031 **
3	Log (AHT)	-23,50446	0,0000 ***
4	Loga (LRS)	-0,252258	0,0000 ***
5	Log (PDI)	-1,728005	0,0000 ***
6	Constan	49,10480	0,6762
7	R-squared	0,972908	
8	Adjusted R-squared	0,962679	
9	Prob(F-statistic)	0,000000	
10	Chow-test	0,000000	

Sumber : Penulis. Note : *** , ** , * , tingkat signifikan 1%, 5% dan 10%

$$TPT = 49,10480 + 3,274476 \text{ Log (GNT)} - 23,50446 \text{ Log (AHT)} - 0,252258 \text{ Log (LRS)} - 1,728005 \text{ Log (PDI)} \dots\dots\dots (1)$$

Pembahasan.

Pada Tabel 3. disajikan hubungan variable Independent dan Dependent dilengkapi dengan uji parsial (t-test) dan uji bersama-sama (F-test). Hasil analisis mengindikasikan seluruh variabel bebas berpengaruh signifikan (probability < 5%) terhadap variable terikat. Nilai koefisien determinasi (R-Squared) sangat tinggi (97,27%) menjelaskan bahwa, perubahan variable dependent dapat dijelaskan oleh perubahan variable independent sebesar 97,27% dan 2,73% oleh variable di luar model. Selanjutnya uji Chow-test (Redudent Fixed Effect) memiliki probability 0% yang mengindikasikan bahwa model FEM layak digunakan dibanding model lain.

Secara parsial, variable Penggunaan Teknologi (GNT) berhubungan positif dan signifikan dengan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Artinya, jika penggunaan teknologi komunikasi dan informasi meningkat, maka Tingkat Pengangguran Terbuka juga meningkat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi komunikasi dan informasi di Indonesia, bukan untuk mencari dan memperoleh informasi yang dapat meningkatkan ketrampilan terkait dengan kebutuhan lapangan kerja. Menurut BPS (2024) internet lebih banyak digunakan untuk mencari hiburan (85,29%) dan media sosial (77,57%). Kondisi ini berdampak terhadap kemampuan berteknologi yang kurang memadai, tidak sesuai lagi dengan kebutuhan lapangan kerja yang berbasis teknologi, sehingga berpotensi menimbulkan pengangguran secara signifikan.

Beberapa temuan dan pendapat yang mendukung bahwa perkembangan teknologi akan mendegaradasi lapangan kerja: Soniansih, et al. (2021) Inovasi teknologi di Indonesia meningkatkan pengangguran. Warhurst et al. (2019). Prediksi masa depan pekerjaan berbasis tenaga manusia akan berakhir sehingga menimbulkan pengangguran. Menon (2019) McKinsey memperkirakan bahwa 800 juta atau sepertiga angkatan kerja akan kehilangan pekerjaan di 42 negara. Hee Chang, J et al. (2016) IoT akan berdampak besar pada pengurangan lapangan kerja di ASEAN. KURT (2019) Negara-negara

kurang berkembang atau berkembang akan menghadapi gelombang pengangguran massal karena Industri 4.0.

Secara parsial, variable Keahlian Berteknologi(AHT), Literasi (LRS) dan Kapasitas sektor industri (PDI) berhubungan negative dan signifikan dengan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Artinya jika kapasitas keahlian sumberdaya manusia berteknologi (AHT) dan Literasi atau akses pasar lapangan kerja (LRS) serta kapasitas ekonomi atau PDRB sektor industri (PDI) meningkat, maka Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) akan menurun. Hasil ini membuktikan dan menjelaskan, bahwa adaptasi dengan meningkatkan keahlian berteknologi (AHT) dan Literasi atau akses pasar lapangan kerja (LRS) serta meningkatnya kapasitas sektor industry (PDI) karena semakin banyaknya barang dan jasa yang diproduksi, dapat menurunkan pengangguran secara signifikan. Kondisi ini sekaligus menjawab keraguan banyak pihak, bahwa perkembangan teknologi di Indonesia hanya meningkatkan efisiensi produksi sehingga banyak tenaga kerja konvensional yang diganti dengan otomatisasi dan cenderung menambah pengangguran tidak terbukti.

Perkembangan teknologi di Indonesia juga telah menciptakan produk baru, adanya peluang atau kesempatan lapangan kerja baru yang dapat dimanfaatkan oleh mereka yang telah beradaptasi (meningkatkan keahlian, berliterasi) sesuai perkembangan teknologi. Dengan kata lain, perkembangan teknologi digital tidak hanya mengurangi lapangan kerja atau menambah pengangguran, tetapi juga dapat menambah lapangan kerja atau meningkatkan penyerapan tenaga kerja baru sehingga mengurangi pengangguran. Kebijakan pemerintah memperluas dan meningkatkan kualitas Pendidikan dan Latihan berbasis teknologi menjadi langkah strategis untuk memanfaatkan tranformasi yang sedang terjadi.

Beberapa temuan dan pendapat yang mendukung perkembangan teknologi akan memberi peluang baru atau memperluas lapangan kerja adalah : Paundralingga (2018). Terjadi peningkatan jumlah orang yang bekerja (sebagai Go-jek). Sobczak (2025) Studi Uni Eropa, Transformasi digital meningkatkan pangsa ketenagakerjaan di sektor berbasis pengetahuan. Xu et al. (2018) Revolusi industri terbaru memiliki potensi untuk membuat peningkatan lebih besar pada setiap aspek kehidupan.

Beberapa temuan dan pendapat yang cukup moderat terhadap perkembangan teknologi dan lapangan kerja adalah : Choi (2017), Arntz et al. (2016) dan Charles et al. (2022^b). Secara keseluruhan penelitian ini menemukan, bahwa dampak kemajuan teknologi komunikasi dan informasi serta kapasitas ekonomi dapat menambah pengangguran namun pada sisi lain dapat mengurangi pengangguran dengan jumlah lebih besar.

KESIMPULAN

Metode dan model yang digunakan dalam analisis, layak dan konsisten untuk estimasi. Variable independent mampu menjelaskan perubahan variable dependent dengan sangat baik. Secara bersama-sama variable yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap penurunan pengangguran dan variable keahlian memiliki elastisitas paling besar. Penggunaan teknologi tidak disertai peningkatan keahlian akan menambah pengangguran, sedangkan dengan meningkatkan keahlian, akses pasar dan kapasitas sektor industri, dapat mengurangi pengangguran secara signifikan. Tidak ditemukan bukti bahwa perkembangan teknologi komunikasi dan informasi dengan otomatisasinya, dapat menambah pengangguran lebih besar dari lapangan kerja baru yang tersedia. Tenaga kerja di Indonesia telah beradaptasi (meningkatkan keahlian) sesuai dengan perkembangan teknologi dan mampu memanfaatkan serta mengisi peluang kesempatan kerja berbasis teknologi, khususnya pada sektor industri, sehingga pengangguran dapat diturunkan. Hasil penelitian ini lebih kuat mendukung meningkatnya lapangan dan penyerapan tenaga kerja baru atau pengurangan pengangguran, dibanding dengan penambahan pengangguran. Hasil penelitian ini juga menjelaskan, bahwa perkembangan teknologi memiliki dua dimensi yang berbeda, yaitu menambah dan mengurangi pengangguran serta tidak cukup bukti, bahwa perkembangan teknologi di Indonesia akan menambah pengangguran. Memperluas dan meningkatkan kualitas Pendidikan dan Latihan berbasis teknologi, merupakan kebijakan strategis untuk memanfaatkan era transformasi.

REFERENSI

Adha, H, L ., Asyhadie, Z ., & Kusuma, R (2020). DIGITALISASI INDUSTRI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETENAGAKERJAAN DAN HUBUNGAN KERJA DI INDONESIA. Jurnal Kompilasi Hukum Volume Vol 5 No.2 . <https://jkh.unram.ac.id./index.php/jkh/article/view/49/36>

- Alfaraby, A., & Sinambela, L, P (2025). Human Capital Development Strategies in Improving the Performance of The General and Financial Bureaus of The Indonesian Quarantine Agency. *International Journal of Management Science and Information Technology*, Volume 5 (1), 20-26. <https://journal.lembagakita.org/IJMSIT/article/view/3619/2646>
- Ali Imron, M., Huda, N, Mocd Satar., Hazli, R, Zakaria., & Ashraf, M, Khalid (2025). Panel Econometric Analysis of Energy-Efficient Appliance Adoption in Malaysian Households, *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol 15, Issue 5. <https://doi.org/10.32479/ijeep.19380>.
- Arntz, M ., Gregory, T ., & Zierahn, U (2016). THE RISK OF AUTOMATION FOR JOBS IN OECD COUNTRIES: A COMPARATIVE ANALYSIS. *OECD SOCIAL, EMPLOYMENT AND MIGRATION WORKING PAPERS* No. 189. Pp. 4. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/05/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_g17a27d8/5jlz9h56dvq7-en.pdf
- BPS (2022). *Indek Pembangunan Teknologi Komunikasi dan Informasi 2022*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/09/30/12567c4a325929839ae63740/indeks-pembangunan-teknologi-informasi-dan-komunikasi-2022.html>
- BPS (2024). *Indek Pembangunan Teknologi Komunikasi dan Informasi. 2024*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/09/30/12567c4a325929839ae63740/indeks-pembangunan-teknologi-informasi-dan-komunikasi-2024.html>
- BPS (2025). *Statiskan Indonesia 2025*. <https://www.bps.go.id/assets/publication/2025/02/28/8cfe1a589ad3693396d3db9f/statistik-indonesia-2025.html>
- BPS (2025). *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2020-2024*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/04/11/95c729ee8c6fb5e2cb86b00f/produk-domestik-regional-bruto-provinsi-provinsi-di-indonesia-menurut-lapangan-usaha-2020-2024.html>
- BPS (2025). *Keadaan Angkatan Kerja Indonesia, Volume 47 No.1. pp. xii-xiv*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/06/20/fec826c9a88adaa045a6ac9f/keadaan-angkatan-kerja-di-indonesia-februari-2025.html>.
- Davani, I., & Sulistyaningrum, E (2022). Pengaruh Digitalisasi terhadap Penyerapan Tenaga Kerja Perempuan Indonesia. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, Volume 11 Number 3, 301-316. <https://jurnal.isei.or.id/index.php/isei/issue/view/11>.
- Charles, L., Xia, S., & Coutts, A P (2022 ^a). *A Review . Digitalization and Employment*, pp. 9. International Labour Organization, First published. www.ilo.org/publns.
- Charles, L., Xia, S., & Coutts, A P (2022 ^b). *A Review . Digitalization and Employment*, pp.15. International Labour Organization, First published. www.ilo.org/publns.
- Choi, J. (2017). *The Future of Jobs and the Fourth Industrial Revolution: Business as Usual for Unusual Business*. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/psd/future-jobs-and-fourth-industrial-revolution-business-usual-unusual-business> Collins Dictionaries (2022). *Definition of "Soft Skills"*. <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/soft-skills#:~:text=Soft%20skills%20are%20interpersonal%20skills,to%20work%20in%20a%20team>
- Chairunisa, A, D, A., & Fauzan, A (2023). Implementation of Panel Data Regression in the Analysis of Factors Affecting Poverty Levels in Bengkulu Province in 2017-2020. *Journal of Sciences and Data Analisis*, Volume 4, Issue 1, 40-45. DOI:10.20885/EKSAKTA.vol14.iss1.art5.
- ECB Monthly Bulletin (2013). *THREE INDICATORS TO COMPLEMENT THE STANDARD DEFINITION OF EMPLOYMENT AND UNEMPLOYMENT*. European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/mb201306_focus07.en.pdf
- Hee Chang, J., Rynhart, G., & Huynh, P (2016). *ASEAN IN TRANSFORMATION HOW TECHNOLOGY IS CHANGING JOBS AND ENTERPRISES* hal 3-4. International Labour Office, Bureau for Employers' Activities (ACT/EMP). - Geneva: ILO, 2016 (Bureau for Employers' Activities (ACT/EMP) working paper; No. 10). https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_dialogue/@act_emp/documents/publication/wcms_579559.pdf.

- ILO (2019). Quick Guide On Interpreting The Unemployment Rate, pp. 6. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40dgreports/%40stat/documents/publication/wcms_675155.pdf
- IMF (2024). World Economic Outlook, April 2024. ASEAN Unemployment Rate Overview. https://www.google.com/search?q=ASEAN+Unemployment+Rate+Overview%2C+IMF+2024&og=ASEAN+Unemployment+Rate+Overview%2C+IMF+2024&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigATIHCAEQIRigAdIBCDc5MjJqMGo3qAllsAIB8QUGQfk3S6UK-g&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- KURT, R (2019) Industry 4.0 in Terms of Industrial Relations and Its IVolImpacts on Labour Life. *Procedia Computer Science* 158 (2019) 590-601. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919312633?via%3Dihub>
- McClelland, A., & Macdonald, F (1998). The social consequences of unemployment. Business Council of Australia. https://library.bsl.org.au/jspui/bitstream/1/266/1/social_consequences_of_unemployment_A_McClelland.pdf
- Menon, J (2019). Why the Fourth Industrial Revolution could spell more jobs – not fewer. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2019/09/fourth-industrial-revolution-jobs/>
- Pastpipatkul, P., Ko, H., & Dirth, G. R. (2025). Impact of Government Investment in Human Capital on Labor Force Participation and Income Growth Across Economic Tiers in Southeast Asian Countries. *Economies*, 13(9), 249. <https://doi.org/10.3390/economies13090249>.
- Paundralingga, A, Y (2018). Working Paper. Bank Sentral Republik Indonesia. Perubahan Struktural Pasar Tenaga Kerja Terkait Ekonomi Digital : Studi Kasus Jasa Transportasi Daring. <https://publication-bi.org/repec/idn/wpaper/WP42018.pdf>
- Pohlan, L (2018). Unemployment and Social Exclusion, Discussion Paper No. 18-029. Centre for European Economic Research. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp18029.pdf>. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/179507/1/1024070646.pdf>
- Pritadrajati, D., Kusuma, A., & Saxena, S (2020). A Non-Healing Wound: Lasting Consequences Of Unemployment And Informal Self-Employment: An Empirical Evidence From Indonesia," Working Papers, Bank Indonesia. https://www.bi.go.id/id/publikasi/kajian/Documents/WP_9_2020.pdf
- Priyono, T, H., Gianavasya, S., Hanim, A., Yunitasari, D., Wibisono, S., & Jumiaty, A (2018) . JAE: Jurnal Akuntansi Dan Ekonomi . DOI: 10.29407/jae.v8i1.19794. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/akuntansi/article/view/19794/3170>.
- Rachmawati, A; Sari, N I; Baroka, R, T (2024). DAMPAK DIGITALISASI TERHADAP TINGKAT PENGANGGURAN DI PROVINSI LAMPUNG. *IJET : Indonesian Journal of Techniques and Education Techniques* Vol 02, No. 02. <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJET>
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 11(5), pp. 77–90. <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>.
- Sari, S,R., & Nihayah, A, N (2025). Analisis Determinan Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terdidik dengan Teknologi sebagai Variabel Moderasi di Indonesia, Vol 6 No.8. 2850-2868. DOI : 1047467/elmal.v6i8.9139. <https://journal-laaroiba.com/ojs/index.php/elmal/article/view/9139/7010>.
- Sobczak, E (2025). Digital Transformation of Enterprises and Employment in Technologically Advanced and Knowledge-Intensive Sectors in the European Union Countries. *Sustainability*, 17, 5868. <https://doi.org/10.3390/su17135868>
- Soniansih, S., Kusmiati, Y., & Humeira, B (2021). Komunikasi, Teknologi Informasi Dan Ketenaga Kerjaan Kajian Perkembangan Inklusi Teknologi Digital Dan Pengangguran Di Indonesia. *VIRTU: JURNAL KAJIAN KOMUNIKASI, BUDAYA DAN ISLAM*. <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kpi>
- Sumual, T., & Lumapow, H., Rotty, V (2024). The Role of Human Capital Investment in Improving the Quality of Human Resources (HR) in Education in the Digital Era. *Asian Journal of Engineering, Social and Health*, Volume 3, No. 11, (2520-2528). <https://ajesh.ph/index.php/gp>
- Schwab, K (2016 ^a). The Fourth Industrial Revolution, pp. 7-9. World Economic Forum. www.weforum.org.
- Schwab, K (2016 ^b). The Fourth Industrial Revolution, pp. 39. World Economic Forum. www.weforum.org.

- Warhurst, Chris., & Hunt, Wil (2019). The digitalisation of future work and employment: Possible impact and policy responses, JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology, No.05, European Commission, Joint Research Centre (JRC), Seville.
- Widarjono, A (2017^b). *Ekonometrika, Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan EViews*, Cetakan Ketiga, pp, 68. UPP STIM YKPN, Yogyakarta
- Widarjono, A (2017^a). *Ekonometrika, Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan EViews*, Cetakan Ketiga, pp, 354-356. UPP STIM YKPN, Yogyakarta
- Xu, M., David, J.M., & Kim, S, H (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research* Vol. 9, No. 2. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>
. doi:10.5430/ijfr.v9n2p90