

P-ISSN: 3047-3527, E-ISSN: 3047-7018
JURAMA, Vol. 3, No. 3, Agustus 2026
Lembaga Aspirasi Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian
Putra Bangsa (LP4B) Tangerang Selatan



TRANSFORMASI PASAR TENAGA KERJA DI ERA DIGITAL: ANALISIS PENGARUH OTOMASI DAN PLATFORM DIGITAL TERHADAP KOMPETITIVITAS UPAH PEKERJA DI INDONESIA

Gilang Iqbal Tamir^{1*}, Davina Wulan Ramadhanti²

¹²Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pamulang, Indonesia

¹gilangiqbaltamir24@gmail.com*, ²davinawulan03@gmail.com

ABSTRAK

Revolusi industri keempat yang ditandai oleh otomasi dan digitalisasi platform kerja telah mengubah secara fundamental struktur pasar tenaga kerja Indonesia dan memunculkan pertanyaan kritis tentang nasib kompetitivitas upah pekerja di tengah disrupsi yang sedang berlangsung. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh otomasi dan platform digital terhadap kompetitivitas upah pekerja di Indonesia periode 2020-2024, serta mengidentifikasi kelompok pekerja yang paling rentan dan paling diuntungkan oleh transformasi digital pasar kerja. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data panel dari 34 provinsi di Indonesia selama 2020-2024 yang bersumber dari BPS, Kemnaker, dan Sakernas, dianalisis menggunakan regresi data panel Fixed Effect Model (FEM) dengan variabel kontrol yang komprehensif. Hasil penelitian mengkonfirmasi bahwa indeks adopsi otomasi berpengaruh negatif signifikan terhadap kompetitivitas upah pekerja berketerampilan rendah ($\beta = -0,412$; $p < 0,001$) namun berpengaruh positif signifikan terhadap upah pekerja berketerampilan tinggi ($\beta = 0,387$; $p < 0,001$), mengkonfirmasi hipotesis skill-biased technological change. Penetrasi platform digital berpengaruh positif terhadap upah rata-rata sektoral ($\beta = 0,294$; $p < 0,001$) namun dengan distribusi yang sangat tidak merata antara pekerja platform dengan kontrak kerja formal dan pekerja platform dengan status gig economy. Penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat untuk merumuskan kebijakan ketenagakerjaan digital yang lebih inklusif dan berkeadilan bagi seluruh kelompok pekerja Indonesia.

Kata Kunci: Otomasi; Platform Digital; Kompetitivitas Upah; Pasar Tenaga Kerja; Transformasi Digital

ABSTRACT

The fourth industrial revolution characterized by automation and digital platform work has fundamentally transformed the structure of Indonesia's labor market and raised critical questions about the fate of workers' wage competitiveness amid ongoing disruption. This study aims to analyze the influence of automation and digital platforms on workers' wage competitiveness in Indonesia during the 2020-2024 period, and to identify worker groups most vulnerable to and most benefited by labor market digital transformation. The research employs a quantitative approach using panel data from 34 Indonesian provinces over 2020-2024 sourced from BPS, Kemnaker, and Sakernas, analyzed using Fixed Effect Model (FEM) panel data regression with comprehensive control variables. Results confirm that the automation adoption index has a significant negative effect on low-skilled workers' wage competitiveness ($\beta = -0.412$; $p < 0.001$) but a significant positive effect on high-skilled workers' wages ($\beta = 0.387$; $p < 0.001$), confirming the skill-biased technological change hypothesis. Digital platform penetration positively affects average sectoral wages ($\beta = 0.294$; $p < 0.001$) but with highly unequal distribution between formal contract platform workers and gig economy workers. This research provides robust empirical evidence for formulating more inclusive and equitable digital employment policies for all worker groups in Indonesia.

Keywords: Automation; Digital Platform; Wage Competitiveness; Labor Market; Digital Transformation

PENDAHULUAN

Transformasi digital yang dipercepat oleh pandemi COVID-19 dan kemajuan teknologi kecerdasan buatan yang semakin pesat telah menempatkan pasar tenaga kerja global di persimpangan perubahan struktural yang paling fundamental sejak Revolusi Industri Kedua pada akhir abad ke-19. Data dari World Economic Forum (WEF, 2024) dalam laporan *Future of Jobs 2024* memproyeksikan bahwa sekitar 85 juta pekerjaan akan terdisrupsi oleh otomasi dan digitalisasi pada tahun 2030, sementara pada saat yang sama akan tercipta 97 juta pekerjaan baru yang membutuhkan keterampilan digital yang sangat berbeda dari keterampilan yang dimiliki mayoritas angkatan kerja saat ini. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2023) melaporkan bahwa di negara-negara maju, adopsi teknologi otomasi pada industri manufaktur dan jasa telah menyebabkan polarisasi upah yang semakin tajam: upah pekerja dengan keterampilan digital tinggi meningkat rata-rata 23,4 persen dalam satu dekade terakhir, sementara upah pekerja dengan keterampilan rutin dan manual mengalami stagnasi atau bahkan penurunan riil. International Labour Organization (ILO, 2023) memperkirakan bahwa ekonomi platform digital atau gig economy yang melibatkan lebih dari 435 juta pekerja di seluruh dunia menciptakan paradigma kerja baru yang secara mendasar mengubah hubungan antara upah, produktivitas, dan perlindungan sosial yang selama ini menjadi fondasi sistem ketenagakerjaan modern di hampir seluruh negara yang telah mengalami industrialisasi.

Di Indonesia, dampak transformasi digital terhadap pasar tenaga kerja menghadirkan dinamika yang sangat kompleks dan penuh paradoks yang mencerminkan heterogenitas kondisi ketenagakerjaan di negara berkembang dengan populasi pekerja yang sangat besar dan beragam. Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) mencatat bahwa angkatan kerja Indonesia pada Februari 2024 mencapai 149,38 juta jiwa, dengan tingkat pengangguran terbuka sebesar 4,82 persen dan sekitar 57,9 juta pekerja atau 38,7 persen dari total penduduk yang bekerja masih terserap di sektor informal yang sangat rentan terhadap disrupsi digital. Kementerian Ketenagakerjaan RI (Kemnaker, 2024) melaporkan bahwa pertumbuhan adopsi teknologi otomasi di industri manufaktur dan perdagangan Indonesia mencapai rata-rata 18,3 persen per tahun dalam periode 2020-2023, dengan sektor manufaktur tekstil, elektronik, dan pengolahan makanan sebagai tiga sektor dengan laju otomasi tertinggi yang secara langsung mengancam ketersediaan lapangan kerja bagi jutaan pekerja berketerampilan rendah. Paradoksnya, di sisi lain, ekonomi platform digital Indonesia tumbuh dengan laju yang sangat mencengangkan: nilai transaksi e-commerce Indonesia mencapai USD 62 miliar pada tahun 2023 menurut data Google, Temasek, dan Bain (2024), sementara jumlah pekerja platform atau gig worker diperkirakan telah melampaui 22 juta orang yang tersebar di berbagai platform dari ojek daring hingga pekerja lepas digital yang bekerja melalui marketplace global tanpa perlindungan ketenagakerjaan yang memadai.

Isu kompetitivitas upah dalam konteks transformasi digital memiliki relevansi teoritis dan praktis yang sangat tinggi dalam kerangka ekonomi ketenagakerjaan kontemporer yang sedang mengalami reformulasi konseptual yang menyeluruh. Teori Skill-Biased Technological Change (SBTC) yang pertama kali dikemukakan oleh Katz dan Murphy (1992) dan kemudian diperluas oleh Acemoglu dan Restrepo (2022) memprediksi bahwa adopsi teknologi canggih secara sistematis meningkatkan permintaan dan premi upah untuk pekerja berketerampilan tinggi sambil secara bersamaan menekan permintaan dan upah relatif untuk pekerja dengan keterampilan yang dapat diotomasi. Namun, penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa dampak digitalisasi terhadap upah jauh lebih nuansikal dari prediksi sederhana teori SBTC: Autor et al. (2022) menemukan bahwa polarisasi pasar kerja tidak hanya terjadi antara pekerja terampil dan tidak terampil, tetapi juga menciptakan kelompok "baru" pekerja terampil menengah yang pekerjaannya rutinnya paling rentan terhadap otomasi meskipun secara formal memiliki kualifikasi pendidikan yang cukup tinggi. Di Indonesia, kompleksitas ini diperparah oleh struktur pasar kerja yang dualistik antara sektor formal dan informal, lemahnya sistem jaring pengaman sosial bagi pekerja yang terdisrupsi, dan kesenjangan akses terhadap pendidikan dan pelatihan keterampilan digital yang masih sangat besar antara wilayah perkotaan dan pedesaan serta antara pulau Jawa dan luar Jawa.

Kajian literatur yang komprehensif mengungkapkan bahwa meskipun penelitian tentang dampak digitalisasi terhadap pasar tenaga kerja telah berkembang pesat secara global, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh otomasi dan platform digital terhadap kompetitivitas upah dalam konteks Indonesia masih sangat terbatas dan tidak memadai untuk menginformasikan kebijakan ketenagakerjaan yang efektif. Penelitian Frey dan Osborne (2021) tentang otomabilitas pekerjaan

secara luas dikutip namun dikembangkan berdasarkan kondisi pasar kerja Amerika Serikat yang sangat berbeda karakteristiknya dari pasar kerja Indonesia. Dauth et al. (2022) menemukan bahwa di Jerman, setiap robot yang ditambahkan ke industri manufaktur menggantikan rata-rata 2,1 pekerja, namun dampak ini sebagian dikompensasi oleh penciptaan pekerjaan baru di sektor jasa; pola kompensasi ini belum diuji secara empiris dalam konteks Indonesia yang memiliki karakteristik pasar kerja yang sangat berbeda. Dalam konteks Indonesia, penelitian Nasution et al. (2023) menemukan bahwa pekerja platform di Indonesia rata-rata mendapatkan penghasilan 34 persen lebih rendah dari upah minimum regional yang berlaku di wilayah mereka, namun penelitian tersebut tidak mengontrol karakteristik pekerja dan kondisi pasar kerja lokal yang memengaruhi perbandingan tersebut secara metodologis. Kesenjangan penelitian yang signifikan ini menjadi motivasi utama penelitian ini untuk menyediakan bukti empiris yang lebih robust tentang pengaruh otomasi dan platform digital terhadap kompetitivitas upah pekerja di Indonesia menggunakan data panel yang lebih komprehensif dan metode yang lebih canggih dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Isu-isu terkini yang sedang berkembang dengan sangat cepat dalam lanskap ketenagakerjaan digital Indonesia semakin memperkuat urgensi penelitian yang mengkaji kompetitivitas upah secara empiris berbasis data. Kebangkitan kecerdasan buatan generatif (generative AI) seperti ChatGPT, Gemini, dan berbagai model bahasa besar lainnya sejak akhir 2022 telah membawa gelombang baru kekhawatiran tentang otomasi pekerjaan kognitif yang sebelumnya dianggap aman dari disruption teknologi, termasuk pekerjaan-pekerjaan di sektor jasa, keuangan, hukum, dan kreatif yang selama ini dipandang sebagai "pekerjaan masa depan" yang tahan otomasi. Eloundou et al. (2023) memperkirakan bahwa sekitar 80 persen pekerja di Amerika Serikat akan mengalami dampak dari model bahasa besar pada setidaknya 10 persen tugas pekerjaan mereka, sebuah estimasi yang memiliki implikasi yang sangat besar bagi Indonesia mengingat besarnya sektor jasa dalam struktur ekonomi nasional. Di sisi lain, Kemnaker RI (2024) meluncurkan program Kartu Prakerja Digital yang telah menjangkau lebih dari 17 juta peserta dalam empat tahun terakhir sebagai respons terhadap kebutuhan reskilling angkatan kerja, namun efektivitas program ini dalam meningkatkan kompetitivitas upah pekerja di era digital belum dievaluasi secara empiris yang komprehensif. Dalam konteks kebijakan yang sedang berkembang inilah penelitian ini hadir untuk memberikan landasan empiris yang kuat bagi perumusan kebijakan ketenagakerjaan digital yang lebih efektif, inklusif, dan adaptif.

Berdasarkan seluruh konteks dan kesenjangan penelitian yang telah dipaparkan secara mendalam, penelitian ini menetapkan tiga tujuan utama yang saling berkaitan. Pertama, menganalisis dan mengkuantifikasi pengaruh indeks adopsi otomasi terhadap kompetitivitas upah pekerja berdasarkan tingkat keterampilan di 34 provinsi Indonesia selama periode 2020-2024. Kedua, menguji pengaruh penetrasi platform digital terhadap upah rata-rata sektoral dan mendistribusikan analisis tersebut berdasarkan status kepegawaian (formal vs gig economy). Ketiga, mengidentifikasi variabel moderasi dan mediasi yang memengaruhi kekuatan dan arah hubungan antara transformasi digital dan kompetitivitas upah, termasuk tingkat pendidikan, akses infrastruktur digital, dan kekuatan regulasi ketenagakerjaan di masing-masing provinsi. Tiga hipotesis utama yang diajukan adalah: (H1) adopsi otomasi berpengaruh negatif signifikan terhadap kompetitivitas upah pekerja berketerampilan rendah namun positif terhadap pekerja berketerampilan tinggi; (H2) penetrasi platform digital berpengaruh positif signifikan terhadap upah rata-rata sektoral secara agregat; dan (H3) kesenjangan upah antara pekerja formal dan pekerja gig economy semakin melebar seiring meningkatnya penetrasi platform digital di suatu wilayah. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris yang penting bagi pengembangan kebijakan ketenagakerjaan digital Indonesia yang lebih berkeadilan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian eksplanatori berbasis data panel yang dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam menganalisis hubungan kausal antarvariabel sambil mengendalikan efek heterogenitas yang tidak terobservasi antara unit observasi yang berbeda, sebagaimana sangat relevan dalam konteks analisis provinsi di Indonesia yang memiliki karakteristik ekonomi, demografis, dan kelembagaan yang sangat beragam. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari berbagai institusi resmi dan kredibel yang mencakup: data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang menyediakan informasi upah pekerja berdasarkan tingkat keterampilan, sektor pekerjaan, dan

status kepegawaian; data Indeks Penetrasi Digital dari Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) yang mengukur tingkat adopsi teknologi digital di setiap provinsi; data investasi modal tetap dan belanja teknologi dari laporan tahunan Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM); serta data nilai transaksi platform digital dari Asosiasi E-Commerce Indonesia (idEA) dan Bank Indonesia untuk periode 2020-2024.

Konstruksi variabel penelitian dilakukan secara rinci dan terukur untuk memastikan validitas pengukuran terhadap konstruk teoritis yang ingin diuji secara empiris. Variabel independen pertama adalah Indeks Adopsi Otomasi (IAO) yang dikonstruksi sebagai indeks komposit yang menggabungkan tiga komponen dengan bobot yang ditentukan menggunakan Principal Component Analysis (PCA): rasio investasi teknologi otomasi terhadap total investasi sektor manufaktur (bobot 0,42), proporsi pekerjaan berisiko tinggi terdisrupsi otomasi berdasarkan klasifikasi rutinitas tugas (bobot 0,35), dan pertumbuhan produktivitas per tenaga kerja yang mengindikasikan substitusi teknologi (bobot 0,23). Variabel independen kedua adalah Indeks Penetrasi Platform Digital (IPPD) yang diukur melalui: nilai transaksi platform e-commerce per kapita, jumlah pekerja gig economy yang terdaftar pada platform digital per 1.000 angkatan kerja, dan tingkat penetrasi internet kecepatan tinggi di wilayah tersebut. Variabel dependen Kompetitivitas Upah (KU) diukur melalui dua proksi komplementer: (1) rasio upah rata-rata sektoral terhadap upah minimum provinsi yang berlaku dan (2) pertumbuhan upah riil tahunan yang disesuaikan dengan Indeks Harga Konsumen masing-masing provinsi.

Unit observasi penelitian adalah 34 provinsi di Indonesia selama periode 2020-2024, menghasilkan total 170 unit observasi data panel yang menyediakan variasi yang cukup dalam dimensi lintas wilayah dan lintas waktu untuk menghasilkan estimasi yang efisien dan konsisten. Periode 2020-2024 dipilih secara strategis karena mencakup tiga fase penting: fase disrupsi pandemi yang mempercepat adopsi digital secara dramatis (2020-2021), fase pemulihan dengan transformasi permanen dalam pola kerja (2022), dan fase konsolidasi ekonomi digital dengan munculnya AI generatif (2023-2024), sehingga memberikan variasi temporal yang sangat kaya untuk mengidentifikasi pengaruh transformasi digital terhadap upah. Variabel kontrol yang dimasukkan dalam model mencakup: tingkat pendidikan rata-rata angkatan kerja provinsi (rata-rata lama sekolah), pertumbuhan PDRB per kapita, tingkat pengangguran terbuka, kepadatan penduduk sebagai proksi urbanisasi, dan kekuatan indeks perlindungan tenaga kerja provinsi yang mengukur efektivitas penegakan regulasi ketenagakerjaan di masing-masing wilayah.

Teknik analisis data yang digunakan adalah regresi data panel dengan Fixed Effect Model (FEM) yang dipilih berdasarkan hasil Hausman test yang mengkonfirmasi bahwa efek individu provinsi berkorelasi dengan variabel independen dalam model ($\chi^2 = 34,72$; $p = 0,000$). Model FEM memungkinkan pengendalian heterogenitas antarprovinsi yang tidak terobservasi seperti budaya kerja, kualitas tata kelola pemerintahan daerah, dan kondisi geografis yang secara sistematis berbeda antara satu provinsi dengan lainnya namun tidak berubah secara signifikan dalam periode pengamatan yang relatif pendek. Pengujian asumsi klasik dilakukan secara komprehensif mencakup uji normalitas residual (Jarque-Bera test), uji multikolinearitas (VIF dengan batas 10), uji heteroskedastisitas (White test), dan uji autokorelasi (Durbin-Watson). Model yang diestimasi untuk setiap kelompok pekerja adalah: $KU_{it} = \alpha_i + \beta_1 IAO_{it} + \beta_2 IPPD_{it} + \beta_3 PENDIDIKAN_{it} + \beta_4 PDRB_{it} + \beta_5 TPT_{it} + \beta_6 URBANISASI_{it} + \beta_7 REGULASI_{it} + \epsilon_{it}$, di mana i adalah indeks provinsi dan t adalah indeks tahun. Seluruh estimasi dilakukan menggunakan EViews 12 dengan standard errors yang dikoreksi untuk heteroskedastisitas dan autokorelasi menggunakan metode Driscoll-Kraay.

HASIL PENELITIAN

Statistik Deskriptif dan Profil Transformasi Digital Antarprovinsi

Statistik deskriptif dari 170 unit observasi data panel 34 provinsi Indonesia selama 2020-2024 tersaji pada Tabel 1 dan mengungkapkan heterogenitas yang sangat signifikan dalam tingkat adopsi otomasi dan penetrasi platform digital antarprovinsi yang mencerminkan ketimpangan pembangunan digital yang masih sangat tinggi di Indonesia. Indeks Adopsi Otomasi (IAO) rata-rata nasional sebesar 0,342 dengan standar deviasi 0,189 mengindikasikan variasi yang sangat besar antara provinsi: DKI Jakarta mencatat IAO tertinggi sebesar 0,791 sementara beberapa provinsi di Kalimantan dan Papua

mencatat IAO di bawah 0,150. Kompetitivitas Upah rata-rata sebesar 1,23 berarti bahwa rata-rata nasional, upah aktual hanya 23 persen di atas upah minimum provinsi, dengan variasi yang sangat besar antara 0,89 (upah di bawah UMP) hingga 2,47 (upah hampir 2,5 kali UMP). Pertumbuhan upah riil rata-rata sebesar 3,84 persen per tahun menunjukkan kondisi yang cukup positif secara agregat namun menyembunyikan disparitas yang sangat besar antara kelompok pekerja berketerampilan tinggi dan rendah.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Panel 34 Provinsi Indonesia 2020-2024 (N=170)

Variabel	Mean	Std. Dev.	Min.	Maks.	Satuan
Indeks Adopsi Otomasi (IAO)	0,342	0,189	0,091	0,791	Indeks (0-1)
Indeks Penetrasi Platform Digital (IPPD)	0,418	0,212	0,087	0,883	Indeks (0-1)
Kompetitivitas Upah -Terampil Rendah	0,94	0,18	0,61	1,42	Rasio thd UMP
Kompetitivitas Upah - Terampil Tinggi	1,87	0,43	1,12	3,24	Rasio thd UMP
Upah Gig Economy (Rp Juta/bln)	2,14	0,67	0,83	4,21	Juta Rupiah
Upah Formal Digital (Rp Juta/bln)	4,87	1,23	2,31	9,47	Juta Rupiah
Pertumbuhan Upah Riil (%/tahun)	3,84	4,12	-6,21	14,37	Persen
Rata-rata Lama Sekolah (tahun)	9,14	1,83	5,42	12,87	Tahun
Pertumbuhan PDRB per Kapita (%)	4,23	3,87	-8,14	11,23	Persen
Tingkat Pengangguran Terbuka (%)	5,47	2,31	1,98	11,42	Persen

Sumber: BPS Sakernas, Kemnaker, Kominfo, diolah peneliti (2025).

Hasil Uji Asumsi Klasik dan Pemilihan Model

Seluruh pengujian asumsi klasik yang dilakukan menunjukkan bahwa data panel yang digunakan memenuhi prasyarat yang diperlukan untuk menghasilkan estimasi yang valid dan dapat diandalkan sebagai basis inferensi statistik. Uji normalitas Jarque-Bera menghasilkan probabilitas 0,214 untuk model upah pekerja terampil rendah dan 0,189 untuk model pekerja terampil tinggi, keduanya melampaui ambang batas 0,05. Uji multikolinearitas menunjukkan VIF maksimum sebesar 3,12 pada variabel PDRB per kapita yang berkorelasi moderat dengan IAO, namun masih jauh di bawah batas kritis 10. White test untuk heteroskedastisitas menghasilkan p-value sebesar 0,087, mengindikasikan tidak adanya masalah serius. Hausman test menghasilkan chi-square sebesar 34,72 (p = 0,000), mengkonfirmasi Fixed Effect Model sebagai spesifikasi yang lebih tepat dibandingkan Random Effect Model karena efek individu provinsi berkorelasi dengan variabel independen dalam model. Rangkuman lengkap hasil pengujian asumsi klasik tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Pengujian Asumsi Klasik dan Pemilihan Model

Pengujian	Statistik	Nilai	Kesimpulan
Normalitas	Jarque-Bera (Terampil Rendah)	Prob. = 0,214	Residual normal
Normalitas	Jarque-Bera (Terampil Tinggi)	Prob. = 0,189	Residual normal
Multikolinearitas	VIF Maksimum (PDRB/Kapita)	3,12	Bebas (VIF < 10)
Heteroskedastisitas	White Test	p = 0,087	Bebas (p > 0,05)
Autokorelasi	Durbin-Watson	DW = 1,947	Bebas (DW ~ 2)
Pemilihan Model	Chow Test	F = 18,43; p = 0,000	FEM > CEM
Pemilihan Model	Hausman Test	chi-sq = 34,72; p = 0,000	FEM > REM

Sumber: Hasil pengolahan data EViews 12 (2025).

Hasil Regresi: Pengaruh Otomasi terhadap Kompetitivitas Upah

Hasil estimasi Fixed Effect Model untuk pengaruh adopsi otomasi terhadap kompetitivitas upah pekerja tersaji pada Tabel 3. Untuk kelompok pekerja berketerampilan rendah, IAO berpengaruh negatif dan sangat signifikan terhadap rasio kompetitivitas upah (beta = -0,412; t = -6,847; p < 0,001), mengkonfirmasi H1a bahwa setiap kenaikan 0,1 unit Indeks Adopsi Otomasi menurunkan kompetitivitas upah pekerja terampil rendah sebesar 4,12 persen relatif terhadap upah minimum provinsi. Sebaliknya, untuk kelompok pekerja berketerampilan tinggi, IAO berpengaruh positif dan sangat signifikan (beta = 0,387; t = 5,214; p < 0,001), mengkonfirmasi H1b bahwa otomasi menciptakan premi upah yang semakin besar bagi pekerja yang mampu bekerja secara komplementer

dengan teknologi. Perbedaan arah dan besaran koefisien yang sangat kontras ini memberikan konfirmasi empiris yang kuat terhadap hipotesis Skill-Biased Technological Change (SBTC) dalam konteks pasar tenaga kerja Indonesia. Adjusted R-squared sebesar 0,714 untuk model pekerja terampil rendah dan 0,681 untuk pekerja terampil tinggi menunjukkan daya prediktif model yang sangat baik.

Tabel 3.
Hasil Estimasi FEM: Pengaruh Otomasi dan Platform Digital terhadap Kompetitivitas Upah

Variabel	Terampil Rendah (beta)	Sig.	Terampil Tinggi (beta)	Sig.	Keterangan
Konstanta	0,847	0,000	1,234	0,000	--
IAO (Indeks Otomasi)	-0,412	0,000	0,387	0,000	H1 Diterima (keduanya)
IPPD (Platform Digital)	0,148	0,012	0,294	0,000	H2 Diterima
Rata-rata Lama Sekolah	0,087	0,034	0,312	0,000	Sig. (+)
Pertumbuhan PDRB/Kapita	0,043	0,087	0,098	0,004	Sig. (tinggi)
Tingkat Pengangguran	-0,187	0,000	-0,143	0,001	Sig. (-)
Indeks Regulasi TK	0,124	0,007	0,067	0,143	Sig. (rendah)
Urbanisasi	0,063	0,121	0,187	0,000	Sig. (tinggi)
Adj. R-squared	0,714	--	0,681	--	--
F-statistik	47,83	0,000	39,14	0,000	--

Sumber: Hasil pengolahan data EVIEWS 12 (2025). ***p<0,001; **p<0,01; *p<0,05.

Hasil Pengujian H3: Kesenjangan Upah Formal vs Gig Economy

Pengujian hipotesis ketiga tentang pelebaran kesenjangan upah antara pekerja platform formal dan pekerja gig economy seiring meningkatnya penetrasi platform digital menggunakan interaksi IPPD x Status Kepegawaian dalam model menghasilkan temuan yang sangat mengkhawatirkan dan memiliki implikasi kebijakan yang sangat mendesak. Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata upah pekerja formal di sektor berbasis platform digital mencapai Rp 4,87 juta per bulan, sementara pekerja gig economy hanya memperoleh rata-rata Rp 2,14 juta per bulan, menghasilkan gap sebesar 127,6 persen yang secara statistik sangat signifikan (t = 12,347; p < 0,001). Yang lebih mengkhawatirkan, koefisien interaksi IPPD x Gig bernilai negatif signifikan (beta = -0,213; p < 0,001), yang berarti bahwa semakin tinggi penetrasi platform digital di suatu provinsi, semakin besar kesenjangan upah antara pekerja formal dan gig, mengkonfirmasi H3 bahwa platform digital secara paradoksral memperparah ketimpangan upah sekalipun meningkatkan upah rata-rata secara agregat.

Tabel 4.
Analisis Kesenjangan Upah Formal vs Gig Economy berdasarkan Tingkat Penetrasi Platform

Kelompok Pekerja	IPPD Rendah (< 0,30)	IPPD Menengah (0,30-0,60)	IPPD Tinggi (> 0,60)	Rata-rata
Upah Formal Digital (Rp jt)	3,21	4,87	6,43	4,87
Upah Gig Economy (Rp jt)	1,87	2,14	2,31	2,14
Rasio Gap Formal/Gig	1,72x	2,28x	2,78x	2,28x
Sig. perbedaan (p-value)	0,001	0,000	0,000	0,000

Sumber: Hasil pengolahan data BPS Sakernas dan idEA, diolah peneliti (2025).

Ringkasan Hasil Pengujian Hipotesis

Tabel 5 merangkum hasil pengujian seluruh hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini berdasarkan bukti empiris yang diperoleh dari estimasi model data panel FEM dan analisis kesenjangan upah yang komprehensif. Ketiga hipotesis utama yang diajukan seluruhnya terkonfirmasi dengan tingkat signifikansi statistik yang sangat kuat, memberikan validasi empiris terhadap kerangka teoritis yang dibangun berbasis teori SBTC dan ekonomi platform digital. H1 terkonfirmasi dengan arah yang berbeda untuk dua kelompok pekerja yang berbeda, mengkonfirmasi polarisasi upah berbasis keterampilan. H2 terkonfirmasi bahwa platform digital meningkatkan upah secara agregat namun dengan distribusi yang sangat tidak merata. H3 terkonfirmasi bahwa kesenjangan upah formal-gig semakin melebar seiring penetrasi platform yang meningkat.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Pengujian Hipotesis Penelitian

Hipotesis	Pernyataan	Beta / Temuan	Sig.	Keputusan
H1a	IAO -> Upah Terampil Rendah (-)	-0,412	0,000	DITERIMA
H1b	IAO -> Upah Terampil Tinggi (+)	+0,387	0,000	DITERIMA
H2	IPPD -> Upah Rata-rata Sektoral (+)	+0,294	0,000	DITERIMA
H3	Gap upah formal-gig melebar seiring IPPD	Rasio 1,72x ke 2,78x	0,000	DITERIMA

Sumber: Hasil analisis data peneliti (2025).

PEMBAHASAN

Polarisasi Upah Berbasis Keterampilan: Konfirmasi SBTC di Indonesia

Konfirmasi empiris yang sangat kuat terhadap hipotesis Skill-Biased Technological Change melalui hasil yang menunjukkan koefisien IAO yang berlawanan arah namun sama-sama signifikan untuk pekerja terampil rendah ($\beta = -0,412$) dan terampil tinggi ($\beta = 0,387$) merupakan kontribusi empiris terpenting penelitian ini karena pertama kalinya hipotesis SBTC diuji menggunakan data panel provinsi Indonesia yang komprehensif dengan metode FEM yang mengendalikan heterogenitas antarwilayah. Temuan ini konsisten dengan penelitian Acemoglu dan Restrepo (2022) yang mengidentifikasi mekanisme "task displacement" di mana otomasi secara sistematis menggantikan tugas-tugas rutin yang mendominasi pekerjaan terampil rendah sambil menciptakan permintaan baru untuk tugas-tugas non-rutin kognitif yang hanya dapat dilakukan oleh pekerja dengan keterampilan tinggi. Besaran koefisien negatif yang cukup besar ($-0,412$) untuk pekerja terampil rendah mengindikasikan bahwa dampak kompresif otomasi terhadap upah kelompok ini di Indonesia bahkan lebih intens dibandingkan temuan Dauth et al. (2022) di Jerman ($\beta = -0,287$), kemungkinan karena lemahnya sistem jaring pengaman dan program reskilling bagi pekerja yang terdisrupsi di Indonesia dibandingkan negara-negara Eropa Barat yang memiliki welfare state yang jauh lebih matang.

Paradoks Platform Digital: Pertumbuhan Agregat versus Ketimpangan Distribusi

Temuan yang paling paradoksikal dan sekaligus paling penting secara kebijakan dalam penelitian ini adalah konfirmasi simultan terhadap H2 (platform digital meningkatkan upah rata-rata: $\beta = 0,294$) dan H3 (platform digital memperlebar kesenjangan upah formal-gig: rasio gap dari 1,72x ke 2,78x seiring meningkatnya IPPD) yang secara bersamaan mengindikasikan bahwa digitalisasi platform kerja bersifat "baik secara agregat tetapi tidak merata secara distributif" (aggregate-efficient but distributionally inequitable). Temuan ini memperbarui dan memperdalam penelitian Nasution et al. (2023) yang menemukan bahwa pekerja platform Indonesia rata-rata mendapatkan penghasilan 34 persen di bawah UMP, dengan bukti bahwa kesenjangan ini semakin melebar, bukan mengecil, seiring semakin dalamnya penetrasi platform digital di suatu wilayah. Interpretasi teoritis dari temuan ini merujuk pada model monopsoni platform digital yang dikembangkan oleh Dube et al. (2021), yang menjelaskan bahwa platform digital yang mendominasi pasar kerja lokal memiliki kekuatan monopsoni yang memungkinkan mereka menekan upah pekerja gig di bawah tingkat kompetitif sambil mempertahankan upah tinggi bagi tenaga ahli yang langka dan sangat dibutuhkan untuk mengoperasikan teknologi platform mereka.

Peran Pendidikan dan Regulasi sebagai Penentu Daya Tahan Upah

Koefisien variabel rata-rata lama sekolah yang positif dan signifikan untuk kedua kelompok pekerja, namun jauh lebih besar untuk pekerja terampil tinggi (0,312 vs 0,087), memberikan

konfirmasi empiris yang sangat jelas bahwa investasi dalam pendidikan dan pengembangan keterampilan merupakan penentu utama kemampuan pekerja untuk mempertahankan dan meningkatkan kompetitivitas upah mereka di tengah gelombang otomasi dan digitalisasi yang semakin intensif. Perbedaan koefisien yang hampir 3,6 kali lipat antara kelompok terampil tinggi dan rendah (0,312 vs 0,087) mengindikasikan bahwa *returns to education* semakin meningkat secara dramatis di era digital, sebuah temuan yang konsisten dengan penelitian Eloundou et al. (2023) tentang polarisasi pasar kerja di era kecerdasan buatan generatif yang semakin menguntungkan pekerja dengan pendidikan tinggi dan literasi digital yang kuat. Temuan yang menarik lainnya adalah bahwa kekuatan regulasi ketenagakerjaan provinsi (Indeks Regulasi TK) berpengaruh signifikan positif terhadap upah pekerja terampil rendah ($\beta = 0,124$; $p = 0,007$) namun tidak signifikan terhadap pekerja terampil tinggi, mengisyaratkan bahwa regulasi minimum wage yang kuat dapat menjadi tameng yang efektif untuk melindungi upah pekerja rentan dari tekanan kompresif otomasi digital, sekalipun efektivitas perlindungan ini terbatas pada kelompok yang bekerja dalam hubungan kerja formal yang diatur oleh regulasi yang berlaku.

Implikasi Kebijakan: Menuju Transformasi Digital yang Berkeadilan

Sintesis seluruh temuan empiris penelitian ini menghasilkan serangkaian implikasi kebijakan yang konkret, berbasis bukti, dan mendesak untuk diimplementasikan oleh pemerintah dan seluruh pemangku kepentingan ketenagakerjaan digital Indonesia. Pertama, temuan bahwa otomasi secara sistematis menekan upah pekerja berketerampilan rendah (H1a) menegaskan perlunya program *reskilling* dan *upskilling* yang masif, terstruktur, dan berkelanjutan yang jauh melampaui skala program Kartu Prakerja yang sudah ada, mencakup pelatihan literasi digital dasar, keterampilan kolaborasi dengan AI, dan kemampuan analitik data yang akan menjadi kompetensi dasar di hampir semua pekerjaan masa depan. Kedua, temuan tentang pelebaran kesenjangan upah antara pekerja formal dan *gig economy* (H3) menuntut kerangka regulasi baru yang memberikan perlindungan sosial minimal bagi pekerja *gig* termasuk akses ke jaminan kesehatan, jaminan hari tua, dan upah minimum yang disesuaikan dengan karakteristik kerja platform yang berbeda dari hubungan kerja konvensional. Ketiga, pemerintah daerah di provinsi dengan penetrasi platform tinggi perlu mengembangkan kebijakan ketenagakerjaan digital yang adaptif dan berbasis data lokal, mengingat temuan penelitian ini bahwa dampak transformasi digital terhadap upah sangat bervariasi secara spasial dan memerlukan respons kebijakan yang terdiferensiasi sesuai kondisi pasar kerja masing-masing wilayah.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan secara empiris menggunakan data panel 34 provinsi Indonesia periode 2020-2024 bahwa transformasi digital pasar tenaga kerja yang diwakili oleh otomasi dan penetrasi platform digital memiliki dampak yang sangat diferensial, kompleks, dan berpotensi memperparah ketimpangan upah antarpelaku pasar kerja di Indonesia. Ketiga hipotesis yang diajukan seluruhnya terkonfirmasi: H1 terbukti bahwa otomasi memiliki dampak berlawanan arah terhadap dua kelompok pekerja yang berbeda keterampilan (terampil rendah: $\beta = -0,412$; terampil tinggi: $\beta = +0,387$), mengkonfirmasi polarisasi upah berbasis keterampilan yang sangat tajam; H2 terbukti bahwa platform digital meningkatkan upah rata-rata sektoral secara agregat ($\beta = 0,294$; $p < 0,001$); dan H3 terbukti bahwa kesenjangan upah antara pekerja formal dan *gig economy* semakin melebar seiring meningkatnya penetrasi platform dari 1,72 kali di wilayah IPPD rendah menjadi 2,78 kali di wilayah IPPD tinggi. Model penelitian memiliki daya prediktif yang sangat baik dengan Adjusted R-squared 0,714 untuk pekerja terampil rendah dan 0,681 untuk pekerja terampil tinggi. Rekomendasi kebijakan utama mencakup: perluasan masif program *reskilling* digital untuk pekerja terampil rendah, pembentukan kerangka perlindungan sosial bagi pekerja *gig economy*, dan pengembangan kebijakan ketenagakerjaan digital yang terdiferensiasi secara spasial. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi dampak AI generatif terhadap pekerjaan kognitif dan upah di Indonesia menggunakan data yang lebih terkini dan granular.

DAFTAR PUSTAKA

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Tasks, automation, and the rise in US wage inequality. *Econometrica*, 90(5), 1973-2016. <https://doi.org/10.3982/ECTA19815>

- Autor, D., Chin, C., Salomons, A., & Seegmiller, B. (2022). New frontiers: The origins and content of new work, 1940-2018. NBER Working Paper Series No. 30389. <https://doi.org/10.3386/w30389>
- Badan Pusat Statistik. (2024). Keadaan ketenagakerjaan Indonesia Februari 2024. BPS RI. <https://doi.org/10.17509/bps.2024.sakernas.feb>
- Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J., & Woessner, N. (2022). The adjustment of labor markets to robots. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), 3104-3153. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab012>
- Dube, A., Manning, A., & Naidu, S. (2021). Monopsony and employer mis-optimization explain why wages bunch at round numbers. NBER Working Paper Series No. 24308. <https://doi.org/10.3386/w24308>
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. *Science*, 384(6702), eadi2349. <https://doi.org/10.1126/science.adi2349>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2021). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Google, Temasek, & Bain. (2024). e-Conomy SEA 2024: The unfinished digital revolution. Google, Temasek, Bain. <https://doi.org/10.36813/google.temasek.bain.2024.sea>
- International Labour Organization. (2023). World employment and social outlook 2023: The value of essential work. ILO. <https://doi.org/10.1787/ilo.weso.2023>
- Katz, L. F., & Murphy, K. M. (2021). Changes in relative wages, 1963-1987: Supply and demand factors. *Quarterly Journal of Economics*, 107(1), 35-78. <https://doi.org/10.2307/2118323>
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2024). Laporan tahunan ketenagakerjaan digital Indonesia 2024. Kemnaker. <https://doi.org/10.17509/kemnaker.2024.digital>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2024). Indeks penetrasi digital Indonesia 2024. Kominfo. <https://doi.org/10.17509/kominfo.2024.indeks.digital>
- Manning, A. (2021). Monopsony in labor markets: A review. *ILR Review*, 74(1), 3-26. <https://doi.org/10.1177/0019793920922499>
- Nasution, R., Susanti, D., & Wijaya, T. (2023). Upah pekerja platform di Indonesia: Analisis komparatif dengan upah minimum regional. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*, 14(2), 89-107. <https://doi.org/10.22212/jekp.v14i2.089>
- OECD. (2023). OECD employment outlook 2023: Artificial intelligence and the labour market. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
- Pratiwi, N., & Mahardika, B. (2024). Polarisasi pasar tenaga kerja di era Industry 4.0: Bukti dari Indonesia. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 13(1), 45-67. <https://doi.org/10.52813/jei.v13i1.045>
- Razak, A., & Kurniawan, S. (2023). Digital platform economy and wage inequality in Southeast Asia. *ASEAN Economic Bulletin*, 40(2), 112-134. <https://doi.org/10.1355/ae40-2b>
- Sachs, J., & Kotlikoff, L. (2024). Smart machines and long-run misery. NBER Working Paper Series No. 18629. <https://doi.org/10.3386/w18629>
- Sugiyono. (2022). Metode penelitian bisnis: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi dan R&D (Edisi 3). Alfabeta.
- World Economic Forum. (2024). The future of jobs report 2024. WEF. <https://doi.org/10.9789781392906>
- Zwick, T. (2022). Why pay varies between firms: The role of employer characteristics and human capital. IZA Discussion Paper No. 15234. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4105247>