PENGARUH TENAGA KERJA, MODAL DAN TEKNOLOGI TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA

Hanif Afif Naufal¹; Yeti Lastuti²; Alifah Kusumaningrum³;
Dwi Ringga Edwid Dian Negara⁴; Maulia Siti Mukharohmah⁵

Universitas Negeri Jakarta, Jakarta^{1,2,3,4}; Universitas Tidar⁵

Email : hanifafifn@unj.ac.id¹; yeti.lastuti@unj.ac.id²; alifahksmngm@gmail.com³;
ringgaedwid@gmail.com⁴; mauliasm@untidar.ac.id⁵

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh modal, tenaga kerja, dan teknologi informasi-komunikasi (ICT) terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka panjang. Menggunakan data runtut waktu tahunan 1971–2024, model yang digunakan adalah fungsi produksi Cobb-Douglas yang diperluas. Variabel independen terdiri dari modal, tenaga kerja, dan teknologi, sedangkan variabel dependen adalah PDB. Estimasi awal dilakukan dengan OLS, namun karena terdeteksi autokorelasi, digunakan metode Prais-Winsten. Hasil menunjukkan bahwa ketiga variabel berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Modal memberikan kontribusi terbesar, diikuti oleh tenaga kerja dan teknologi. Temuan ini mengindikasikan pentingnya investasi produktif, peningkatan kualitas sumber daya manusia, dan adopsi teknologi digital untuk mendukung pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

Kata Kunci : Pertumbuhan Ekonomi; Modal; Tenaga Kerja; Teknologi

ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of capital, labor, and information and communication technology (ICT) on Indonesia's long-term economic growth. Using annual time-series data from 1971 to 2024, the analysis applies an augmented Cobb-Douglas production function. Independent variables include gross fixed capital formation, labor productivity, and ICT-based capital services growth, with real GDP as the dependent variable. Initial estimates were conducted using OLS, followed by Prais-Winsten regression to correct for autocorrelation. The results show that all three variables have a positive and significant effect on economic growth. Capital contributes the most, followed by labor and technology. These findings highlight the importance of productive investment, human capital development, and digital technology adoption in achieving sustainable economic growth.

Keywords : Economic Growth; Capital; Labor; Technology

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator utama dalam mengukur kesejahteraan suatu negara. Bagi Indonesia, sebagai negara berkembang dengan struktur ekonomi yang dinamis, pertumbuhan ekonomi tidak hanya menjadi tujuan utama kebijakan makroekonomi, tetapi juga cerminan dari efektivitas pengelolaan sumber daya nasional (Bangun, 2020). Pemahaman terhadap faktor-faktor yang menentukan

pertumbuhan menjadi sangat krusial untuk merumuskan kebijakan pembangunan jangka panjang yang inklusif dan berkelanjutan.

Pendekatan analitis yang lazim digunakan untuk mengkaji faktor-faktor penentu pertumbuhan ekonomi adalah fungsi produksi Cobb-Douglas. Kerangka kerja teoritis ini, yang sederhana namun efektif, memungkinkan kuantifikasi kontribusi relatif dari akumulasi modal, ketersediaan tenaga kerja, dan produktivitas total faktor terhadap total output ekonomi. (Colther & Doussoulin, 2024). Dalam berbagai studi empiris, fungsi ini telah menunjukkan fleksibilitasnya dalam memodelkan hubungan antara input produksi dan output, baik pada tingkat sektoral maupun agregat. (Gautam, 2024).

Model produksi Cobb-Douglas diakui secara luas sebagai model yang relevan untuk menganalisis kontribusi faktor-faktor produksi terhadap output nasional. Bentuk fungsionalnya yang sederhana memfasilitasi estimasi parameter yang mudah dan interpretasi yang intuitif terhadap elastisitas output terhadap modal dan tenaga kerja. Lebih lanjut, model ini memungkinkan perhitungan residual Solow, yang mencerminkan produktivitas total faktor dan secara implisit merepresentasikan kemajuan teknologi (Colther & Doussoulin, 2024; Gautam, 2024). Model Cobb-Douglas terbukti fleksibel dalam penerapan di berbagai tingkatan, baik makro maupun sektoral, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian-penelitian yang berfokus pada sektor manufaktur, pertanian, dan jasa di Indonesia. (Nurunnajib et al., 2018; Basri et al., 2020).

Hasil model Cobb-Douglas telah diterapkan dalam berbagai studi, seperti pada sektor industri logam (Jandhana et al., 2018) dan sektor manufaktur di Sumatera Barat (Nurunnajib et al., 2018). Dari studi-studi tersebut ditemukan bahwa modal dan tenaga kerja memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas, namun efisiensi teknis dan pengaruh eksternal seperti krisis global tetap menjadi tantangan besar dalam menjaga pertumbuhan ekonomi.

Penelitian Bangun (2019) menyimpulkan bahwa tenaga kerja masih merupakan kontributor terbesar terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia, namun kualitas tenaga kerja Indonesia masih tertinggal jika dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya. Lebih lanjut, Pratiknyo et al. (2023) menyampaikan bahwa dalam beberapa sektor, seperti koperasi, tenaga kerja bahkan tidak menunjukkan hubungan yang

signifikan terhadap output, yang mengindikasikan rendahnya produktivitas sumber daya manusia..

Penelitian lain menekankan pentingnya akumulasi modal tetap sebagai motor utama pertumbuhan. Basri et al. (2020) menunjukkan bahwa investasi asing langsung (FDI) dan tenaga kerja secara signifikan meningkatkan ekspor sektor manufaktur, dengan tenaga kerja menunjukkan pengaruh lebih kuat. Hasil serupa ditemukan oleh Syarifa (2021) pada produksi karet rakyat di Sumatra Selatan, yang menunjukkan ketidakefisienan produksi dapat dikurangi dengan peningkatan modal dan praktik pertanian yang lebih baik.

Studi-studi lain menggarisbawahi peran krusial akumulasi modal tetap sebagai pendorong utama pertumbuhan. Basri et al. (2020) menemukan bahwa investasi asing langsung dan tenaga kerja memberikan kontribusi signifikan terhadap ekspor sektor manufaktur, dengan tenaga kerja menunjukkan pengaruh yang lebih dominan. Temuan serupa dilaporkan oleh Syarifa (2021) dalam analisis produksi karet rakyat di Sumatra Selatan, yang mengindikasikan bahwa peningkatan modal dan praktik pertanian yang lebih baik dapat mengurangi inefisiensi produksi.

Berdasarkan beberapa peneliti menjelaskan keterbatasan model ini, khususnya dalam mengakomodasi substitusi input yang tidak linier dan peran teknologi yang dinamis (Stijepic, 2015). Selain itu, pendekatan residual TFP telah menekankan pentingnya memasukkan variabel teknologi secara eksplisit dalam fungsi produksi. Teknologi digital dianggap sebagai faktor produksi keempat yang mendukung transformasi struktural ekonomi dan efisiensi sektor riil (Nuryakin et al., 2017; Stehrer, 2024).

Salah satu pendekatan analitis dijelaskan melalui variabel pertumbuhan jasa modal dari aset berbasis ICT (Information and Communication Technology). Beberapa studi di negara berkembang dan maju menunjukkan bahwa ICT memiliki hubungan signifikan terhadap produktivitas sektor industri, meskipun pengaruhnya bervariasi antar sektor dan fase pembangunan (Tsachtsiris et al., 2022; Smida, 2025).

Di Indonesia, belum banyak studi yang mengintegrasikan data capital ICT sebagai variabel independen dalam model Cobb-Douglas jangka panjang. Hal ini menimbulkan celah penelitian karena kemajuan teknologi digital telah menjadi bagian integral dari strategi pembangunan nasional, terutama sejak tahun 2000-an. Penambahan

variabel ini ke dalam model ekonomi makro diyakini mampu menangkap lebih akurat efek teknologi terhadap pertumbuhan (Piven & Kubatko, 2023).

Studi yang telah dilakukan sebagian besar menggunakan data dalam cakupan waktu yang terbatas, sering kali hanya mencakup satu dekade atau fokus pada sektor tertentu. Belum ditemukan studi yang secara eksplisit dan komprehensif menganalisis pertumbuhan ekonomi Indonesia selama lebih dari lima dekade (1971–2024) menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menganalisis kontribusi faktor modal, tenaga kerja, dan teknologi berbasis ICT terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia melalui model Cobb-Douglas.

TINJAUAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Pertumbuhan ekonomi secara teoritis telah menjadi pusat perhatian sejak zaman klasik. Teori klasik menekankan akumulasi kapital dan pertumbuhan populasi sebagai pendorong utama pertumbuhan output. Adam Smith dan David Ricardo berpendapat bahwa pertumbuhan terjadi melalui peningkatan spesialisasi dan akumulasi kapital, namun dengan batasan hasil marginal yang menurun (Dornbusch, Fischer & Startz, 2014). Pertumbuhan ekonomi merupakan topik penting bagi negara maju dan berkembang mencari pertumbuhan produksi dan konsumsi. Ada beberapa manfaat bagi negara-negara yang ingin memperbaiki pembangunan ekonomi melalui investasi pembangunan manusia. Manfaat utamanya adalah memperbaiki kesejahteraan warga negara. (Bagianto, A., & Zulkarnaen, W. 2020:317). Dalam kerangka neoklasik, model pertumbuhan Solow-Swan (1956) memperkenalkan konsep akumulasi kapital fisik dan tenaga kerja, disertai dengan faktor teknologi yang eksogen sebagai penjelas pertumbuhan jangka panjang (Mankiw, Romer, & Weil, 1992).

Model Solow-Swan memisahkan pertumbuhan output menjadi kontribusi modal, tenaga kerja, dan residual yang disebut sebagai Total Factor Productivity (TFP). TFP dianggap mencerminkan faktor-faktor seperti efisiensi teknologi, pendidikan, dan kelembagaan yang tidak dapat dijelaskan secara langsung oleh input konvensional (Solow, 1957).

Fungsi produksi Cobb-Douglas dikembangkan oleh Charles Cobb dan Paul Douglas pada 1928 untuk menjelaskan hubungan antara input (modal dan tenaga kerja) terhadap output dalam ekonomi industri AS. Fungsi ini memiliki bentuk umum $Y =$

$A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta$, di mana A adalah TFP, K adalah modal, dan L adalah tenaga kerja. Model ini berasumsi adanya return to scale konstan, elastisitas marjinal yang tetap, dan substitusi parsial antar input (Smirnov et al., 2022).

Model ini banyak digunakan karena kesederhanaannya dan kemampuannya untuk mengukur kontribusi relatif tiap faktor produksi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa bentuk fungsional Cobb-Douglas masih sangat relevan dalam konteks makroekonomi, bahkan ketika disesuaikan dengan input tambahan seperti teknologi digital atau energi (Colther & Doussoulin, 2024).

Di Indonesia, fungsi produksi Cobb-Douglas telah digunakan dalam berbagai sektor. Nurunnajib et al. (2018) menerapkannya pada sektor manufaktur di Sumatera Barat dan menemukan bahwa modal memiliki kontribusi dominan terhadap output, sementara tenaga kerja kurang signifikan. Jandhana et al. (2018) meneliti efisiensi teknis sektor logam dan mengindikasikan bahwa ketidakefisienan teknologi menjadi hambatan utama produktivitas industri.

Studi oleh Nuryakin et al. (2017) menyatakan bahwa dimensi teknologi dengan mengkaji pengaruh belanja modal ICT terhadap produktivitas perusahaan di sektor industri Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa ICT memiliki hubungan positif meskipun tidak selalu signifikan, tergantung skala dan jenis perusahaan.

Di tingkat global, fungsi Cobb-Douglas telah digunakan untuk menilai pertumbuhan di negara berkembang dan maju. Smirnov et al. (2022) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Tiongkok pasca-reformasi ekonomi dapat dimodelkan secara efektif menggunakan Cobb-Douglas dengan TFP sebagai komponen utama. Tsachtsiris et al. (2022) menguji 27 negara Uni Eropa dan menemukan bahwa kontribusi ICT terhadap PDB tiga kali lipat dibanding porsi investasinya, menegaskan kekuatan kapital teknologi. Studi Smida (2025) di Tunisia dan Jung et al. (2020) di Jepang dan Korea Selatan menunjukkan bahwa kapital digital memperkuat hubungan antara tenaga kerja dan pertumbuhan melalui peningkatan efisiensi dan fleksibilitas produksi. Stehrer (2024) menegaskan bahwa pertumbuhan investasi dalam aset ICT dan intangible capital berkorelasi positif terhadap produktivitas tenaga kerja dan pendapatan pekerja di Eropa.

Fungsi produksi Cobb-Douglas telah banyak diterapkan dalam studi-studi di Indonesia, namun terdapat beberapa kekosongan literatur yang signifikan. Pertama,

mayoritas studi masih menggunakan data dengan cakupan waktu terbatas, biasanya hanya mencakup satu dekade. Hal ini menyulitkan untuk menangkap dinamika struktural ekonomi Indonesia dalam jangka panjang, seperti dampak krisis 1998, reformasi struktural, digitalisasi ekonomi, dan pandemi COVID-19 (Kala et al., 2018).

Kedua, sebagian besar studi cenderung fokus pada dua faktor konvensional, yaitu modal dan tenaga kerja, tanpa mempertimbangkan kontribusi eksplisit teknologi dalam bentuk kapital ICT. Padahal, transformasi digital dan investasi teknologi informasi telah menjadi salah satu prioritas pembangunan nasional sejak 2000-an (Nuryakin et al., 2017).

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, hipotesis penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

H1: Modal tetap bruto (capital) berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDB riil Indonesia.

H2: Produktivitas tenaga kerja (labor productivity) berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDB riil Indonesia.

H3: Pertumbuhan kapital teknologi berbasis ICT (ICT-based capital services growth) berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDB riil Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan eksplanatori. Tujuan utama penelitian adalah untuk menganalisis kontribusi faktor-faktor produksi terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka panjang. Fokus utama diarahkan pada tiga komponen utama dalam kerangka fungsi produksi Cobb-Douglas yang diperluas (augmented), yakni modal (capital), tenaga kerja (labor), dan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) sebagai proksi kemajuan teknologi. Model ini dipilih karena secara teoritis mampu merepresentasikan hubungan antara input dan output secara fungsional dalam perekonomian.

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder berbentuk runtut waktu (time series) tahunan untuk periode 1971–2024. Data dikumpulkan dari berbagai sumber resmi. Produk Domestik Bruto (PDB) riil sebagai variabel dependen diambil dari World Bank dalam bentuk konstan 2015 US\$. Variabel independen terdiri dari: (1) modal yang dijelaskan oleh pembentukan modal tetap bruto (PMTB) dalam bentuk konstan 2015 US\$ (sumber: World Bank); (2) tenaga kerja yang direpresentasikan oleh output per

pekerja dalam bentuk persentase (sumber: CEIC); dan (3) teknologi sebagai proksi pertumbuhan jasa modal dari aset teknologi informasi dan komunikasi dalam bentuk persentase (sumber: CEIC).

Model dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi produksi Cobb-Douglas yang telah diperluas (augmented) untuk memasukkan kontribusi teknologi dalam bentuk pertumbuhan jasa modal dari aset berbasis ICT (Information and Communication Technology). Spesifikasi model sebagai berikut. Spesifikasi model yang digunakan sebagai berikut:

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_t + \alpha_2 L_t + \alpha_3 T_t + \varepsilon$$

Keterangan:

Y = Produk Domestik Bruto (PDB)

K = Modal (PMTB)

L = Tenaga kerja (output per pekerja)

T = Teknologi (pertumbuhan jasa modal ICT)

ln = Logaritma natural

ε_t = Error term

t = Tahun

α_0 = Konstanta (intersep)

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ = Koefisien elastisitas input terhadap output

Estimasi awal dilakukan menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS), dan dilanjutkan dengan regresi Prais-Winsten (Cochrane-Orcutt) untuk mengoreksi autokorelasi yang terdeteksi dari uji Durbin-Watson. Validitas model diperiksa dengan uji asumsi klasik seperti multikolinearitas, heteroskedastisitas, autokorelasi dan normalitas.

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk memahami karakteristik dasar dari masing-masing variabel dalam model yaitu Produk Domestik Bruto (PDB), modal, tenaga kerja, dan teknologi. Statistik deskriptif meliputi nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum untuk masing-masing variabel selama periode pengamatan 1971–2024.

Berdasarkan tabe 1 variabel $\ln_PDB$ memiliki nilai rata-rata sebesar 26,61 dengan standar deviasi sebesar 0,7787, menunjukkan variasi yang relatif kecil antar tahun. Variabel $\ln_Modal$ menunjukkan rata-rata sebesar 25,32 dengan standar deviasi 0,9703, yang menandakan bahwa distribusi akumulasi modal cenderung stabil selama periode pengamatan.

Sementara itu, variabel tenaga kerja menunjukkan rata-rata sebesar 2,71 namun dengan standar deviasi yang cukup besar yaitu 4,5545, dan nilai minimum bahkan menunjukkan angka negatif sebesar -16,53. Hal ini mengindikasikan adanya fluktuasi tajam dalam pertumbuhan tenaga kerja tahunan, yang mungkin mencerminkan kondisi krisis atau kontraksi ekonomi di periode tertentu. Demikian pula, variabel teknologi yang diukur melalui pertumbuhan jasa modal dari aset ICT menunjukkan rata-rata sebesar 27,63 dan standar deviasi yang tinggi sebesar 22,5392, dengan nilai minimum -12,54 dan maksimum 94,52. Hal ini mencerminkan tingkat pertumbuhan teknologi digital yang sangat bervariasi dari tahun ke tahun, sejalan dengan dinamika investasi dan adopsi teknologi di sektor produktif nasional.

Uji Asumsi Klasik

Sebelum dilakukan analisis regresi lebih lanjut, penelitian ini menguji asumsi-asumsi klasik yang meliputi multikolinearitas, normalitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi untuk memastikan kelayakan model regresi.

Hasil uji multikolinearitas pada tabel 2 menunjukkan bahwa nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk semua variabel independen berada di bawah 10, yang berarti tidak terdapat masalah multikolinearitas. Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan uji Breusch-Pagan, dan hasilnya menunjukkan 0,1388, menunjukkan bahwa tidak adanya indikasi heteroskedastisitas. Sementara itu, uji normalitas dengan menggunakan uji Skewness/Kurtosis. Hasil pengujian menunjukkan nilai Prob > χ^2 sebesar 0,7301, menunjukkan bahwa sebaran residual mendekati distribusi normal. Namun, hasil uji autokorelasi dengan Durbin-Watson menunjukkan adanya masalah autokorelasi, karena nilai DW mendekati 1

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, digunakan regresi Prais-Winsten dengan koreksi Cochrane-Orcutt. Metode ini dirancang untuk memperbaiki estimasi model OLS yang terdistorsi akibat adanya autokorelasi residual, terutama autokorelasi orde pertama (AR(1)). Dalam regresi OLS biasa, autokorelasi dapat menyebabkan varians koefisien yang bias, sehingga uji signifikansi menjadi tidak valid (Gujarati & Porter, 2009).

Hasil regresi Prais-Winsten menunjukkan bahwa model telah berhasil mengatasi masalah autokorelasi, yang ditunjukkan oleh nilai statistik Durbin-Watson (transformed) sebesar 2,1059, mendekati nilai ideal 2 yang menandakan tidak adanya autokorelasi.

Koefisien regresi pada model yang telah dikoreksi tetap menunjukkan hasil yang signifikan secara statistik, dengan arah hubungan yang konsisten. Hal ini memperkuat validitas model regresi yang digunakan dalam penelitian ini setelah dilakukan penyesuaian terhadap pelanggaran asumsi. Dengan demikian, setelah dilakukan koreksi autokorelasi, seluruh asumsi klasik telah terpenuhi.

Hasil dan Pembahasan

Dalam mengestimasi hubungan antara output riil (PDB) dan faktor-faktor produksi yang terdiri dari modal, tenaga kerja, dan teknologi diperoleh estimasi yang efisien dengan pendekatan Prais-Winsten guna mengatasi masalah autokorelasi. Setelah dilakukan iterasi model hingga konvergen, nilai Durbin-Watson meningkat menjadi 2.1059, yang berada dalam kisaran tidak terdapat autokorelasi. Model ini kemudian digunakan untuk mengestimasi kontribusi masing-masing variabel input terhadap pertumbuhan output riil Indonesia dalam jangka panjang.

Hasil estimasi regresi pada tabel 3 menggunakan metode Prais-Winsten menunjukkan bahwa model yang digunakan signifikan secara statistik, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai F-statistik sebesar 53,39 dengan tingkat signifikansi 0,000. Nilai koefisien determinasi (R-squared) sebesar 0,7657 mengindikasikan bahwa sekitar 76,57% variasi dalam logaritma PDB riil dapat dijelaskan oleh variabel modal, tenaga kerja, dan teknologi.

Secara parsial, ketiga variabel independen menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Variabel modal memiliki koefisien sebesar 0,2523 dan signifikan yang menunjukkan bahwa peningkatan 1% pada modal akan meningkatkan PDB riil sebesar 0,25%.

Penelitian Fevriera et al. (2022) mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa akumulasi modal fisik secara signifikan meningkatkan PDRB regional di Pulau Jawa. Hasil serupa juga ditemukan oleh Wicaksono et al. (2024) dalam konteks UMKM, di mana peningkatan investasi modal menghasilkan kenaikan produktivitas dan kapasitas ekspor. Selain itu, Hindrayani et al. (2024) dalam studi sistematis menegaskan bahwa modal fisik tetap menjadi pilar utama pertumbuhan jangka panjang, bahkan dalam era digital. Sementara itu, Kustanto (2024) menambahkan bahwa pembangunan infrastruktur dan kapital teknologi memiliki efek ganda terhadap inklusi sosial dan pertumbuhan ekonomi, menegaskan relevansi temuan ini dalam konteks pembangunan

berkelanjutan. Kombinasi bukti ini menunjukkan bahwa investasi modal bukan hanya mendorong output, tetapi juga memperkuat fondasi struktural perekonomian.

Variabel tenaga kerja menunjukkan koefisien sebesar 0,00128 dan signifikan pada level 1%, menandakan bahwa peningkatan output per pekerja sebesar 1% akan meningkatkan PDB sebesar 0,00128%.

Studi Fevriera et al. (2022) juga menunjukkan hubungan positif signifikan antara tenaga kerja dan pertumbuhan ekonomi regional. Dalam konteks nasional, Nugrahadi et al. (2023) menunjukkan bahwa meskipun pandemi berdampak pada kesehatan dan pasar kerja, tenaga kerja tetap menjadi faktor kunci yang secara statistik memengaruhi PDB. Studi Soepriyadi et al. (2024) memberikan pandangan sektoral yang lebih dalam, mencatat bahwa tenaga kerja lebih elastis di sektor jasa dibandingkan industri, yang menunjukkan pentingnya restrukturisasi angkatan kerja menuju sektor bernilai tambah. Selain itu, Wicaksono et al. (2024) menegaskan bahwa kualitas dan pelatihan tenaga kerja di sektor UMKM juga meningkatkan produktivitas output, relevan dengan kebutuhan peningkatan kualitas SDM secara nasional.

Variabel teknologi (ICT) sebagai proksi pertumbuhan jasa modal memberikan koefisien sebesar 0,00036 dan signifikan pada level 5%, menunjukkan bahwa peningkatan jasa modal berbasis teknologi informasi berkontribusi positif terhadap PDB, meskipun dalam skala yang relatif kecil.

Studi oleh Sianturi (2024) membuktikan bahwa penggunaan internet, komputer, dan ponsel memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan PDB di Indonesia. Prasetyo dan Rini (2023) lebih lanjut menjelaskan bahwa peningkatan akses internet, terutama mobile, memiliki korelasi kuat dengan pertumbuhan ekonomi, walaupun infrastruktur fixed-line masih belum optimal. Sementara itu, studi Bangsawan, Nuryartono, dan Pasaribu (2023) menunjukkan bahwa pengaruh ICT paling kuat terjadi di kawasan timur Indonesia, yang sebelumnya tertinggal, menandakan potensi konvergensi regional melalui digitalisasi. Secara holistik, Hindrayani et al. (2024) menegaskan dalam kajian literatur sistematis bahwa teknologi informasi memiliki dampak positif jangka pendek dan panjang terhadap pertumbuhan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa variabel modal, tenaga kerja, dan teknologi informasi-komunikasi (ICT) memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan

ekonomi Indonesia dalam jangka panjang. Estimasi regresi Prais-Winsten menunjukkan bahwa modal memiliki elastisitas paling tinggi, menandakan bahwa peningkatan akumulasi kapital secara langsung memperbesar output nasional. Tenaga kerja, meskipun kontribusinya secara kuantitatif lebih kecil, tetap signifikan dan menegaskan pentingnya peningkatan produktivitas tenaga kerja. Sementara itu, variabel ICT menunjukkan dampak positif yang relatif kecil, namun signifikan, mengindikasikan bahwa digitalisasi telah menjadi katalis pertumbuhan meski implementasinya masih belum merata.

Temuan ini sejalan dengan literatur empiris terbaru yang menegaskan bahwa pembangunan ekonomi Indonesia sangat dipengaruhi oleh peningkatan investasi modal dan kualitas tenaga kerja, serta didorong secara gradual oleh kemajuan teknologi digital. Oleh karena itu, strategi kebijakan ke depan perlu difokuskan pada perluasan infrastruktur produktif, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, serta percepatan transformasi digital yang inklusif untuk memperkuat fondasi pertumbuhan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagianto, A., & Zulkarnaen, W. (2020). *Factors Affecting Economic Development. Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 4(1), 316-332. <https://doi.org/10.31955/mea.v4i1.263>.
- Bangun, W. (2019). The Influence of The Production Factors Toward Indonesia Economic Growth In Indonesia. *Asia Proceedings of Social Sciences*.
- Bangun, W. (2020). Employee Production Factor in Economic Development (A Study in Indonesia). *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 17, 859-863..
- Basri, R., Karimi, S., & Zulkifli, Z. (2020). Export orientation of Indonesia's manufacturing industry. *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah*.
- Colther, C., & Doussoulin, J. (2024). Recent Applications and Developments of the Cobb–Douglas Function: From Productivity to Sustainability. *Journal of the Knowledge Economy*.
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2014). *Macroeconomics (12th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Fevriera, S., Archintia, S., & Siwi, V. (2022). How Capital, Labor, and Technology Influence Java's Economic Growth. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, 23(2), 269-282.
- Gautam, S. (2024). Understanding Cobb-Douglas Production Function in Agricultural Economics. *Journal of Technology & Innovation*..
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics (5th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Hindrayani, A., Rina, L., & Naufalin, L. R. (2024). Impact of Indonesia's ICT Development on Economic Growth. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Bisnis (JPEB)*, 12(01), 01–10.

- Jandhana, I., Zagloel, T., & Nurcahyo, R. (2018). Resilient Structure Assessment using Cobb-Douglas Production Function: The Case of the Indonesian Metal Industry. *International Journal of Technology*.
- Jung, H., Lee, K., & Lim, H. (2020). Catch-up by capital, labor and technology: A decomposition analysis of Korea's growth. *Asian Economic Papers*, 19(3), 1–22.
- Kala, G., Masbar, R., & Syahnur, S. (2018). The Effect of Exchange Rate, Inflation, Capital and Labor Force on Economic Growth in Indonesia. 5, 35-50.
- Kustanto, A. (2024). Can ICT Diffusion Reduce Income Inequality for a Better Life? Evidence from Indonesian Provinces. *Asian Journal of Applied Economics*, 31(1), 1–36.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.
- Nugrahadi, E.W., Maipita, I., Firawaty, Hidayat, N., Rinaldi, M. (2023). Impact of labor and health on economic growth in Indonesia during the COVID-19 pandemic: A panel data regression analysis. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, Vol. 18, No. 12, pp. 4015-4021.
- Nurunnajib, A., Wulan, E., Awalluddin, A., Supian, S., & Subiyanto, S. (2018). Application of Cobb-Douglas Production Function to Manufacturing Industries in West Sumatra Indonesia. , 101, 145-156.
- Nuryakin, C., Rachman, F., Damayati, A., Kurnia, N., & Afrizal, M. (2017). ICT Capital Spending, ICT Sector, and Firm Productivity: Evidence from Indonesian Firm-Level Data. LPEM UI Working Paper Series.
- Piven, V., & Kubatko, O. (2023). Sustainable Economic Growth Factors in the EU: Applying a Modified Cobb-Douglas Production Function with Renewable Energy and Digitalization. *E3S Web of Conferences*.
- Prasetyo, M. D. R., & Rini, A. N. (2022). The Capability of Information Communication Technology to Boost Indonesia Economic Growth: Study From 34 Provinces. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 5(3), 210-220.
- Pratiknyo, Y., Bangun, W., Hidayah, Z., & Kambara, R. (2023). Cobb Douglas Production in The Volterra Integral Equation. *Asian Journal of Entrepreneurship and Family Business*.
- Sianturi, T. A. (2024). Analysis Effect of Information and Communication Technology on Economic Growth in Indonesia. *Journal of Analytical Research, Statistics and Computation*, 3(1)..
- Smida, R. (2025). Assessing the impact of ICT on economic growth in Tunisia: A cointegration approach. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 7(3), 446–459.
- Smirnov, R., Wang, K., & Wang, Z. (2022). The Cobb-Douglas Production Function for an Exponential Model. *Contributions to Economics*.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- Stehrer, R. (2024). The impact of ICT and intangible capital accumulation on employment growth and labour income shares. *Structural Change and Economic Dynamics*.
- Stijepic, D. (2015). An Argument Against Cobb-Douglas Production Functions (in Multi-Sector-Growth Modeling). SSRN.

- Syarifa, L. F. (2021). Analisis Risiko dan Inefisiensi Pada Produksi Perkebunan Karet Rakyat di Sumatera Selatan: Aplikasi Model Cobb-Douglas. *Jurnal Penelitian Karet*, 39(1), 75–84.
- Tsachtsiris, G., Magoutas, A., & Papadogonas, T. (2022). ICT and Economic Growth in EU: A macro Level Comparison of Estimated ICT Output Elasticities. *Journal of Global Information Technology Management*, 25, 202 - 216.
- Wicaksono, B. B. ., Hermawan, A., & Evien. (2024). Unveiling Labor and Capital Investment Potential: How to Impact Productivity in Indonesia’s MSME Sector?. *International Journal of Digital Entrepreneurship and Business*, 5(1), 29-37.

TABEL

Tabel 1. Statistik Deskriptif

	Rata-Rata	Std. Deviasi	Min	Max
ln_PDB	26,61	0,7787	25,1378	27,8447
ln_Modal	25,32	0,9703	23,1312464	26,6849116
Tenaga kerja	2,71	4,5545	-16,53	10,76
Teknologi	27,63	22,5392	-12,54	94,52

Tabel 2. *Variance Inflation Factor (VIF)*

Variable	VIF	1/VIF
teknologi	1.53	0.655167
ln_modal	1.53	0.655226
tenaga kerja	1.00	0.999192
Mean VIF	1.35	

Tabel 3. Regresi pendekatan Prais-Winsten

Variabel	Koefisien	t-Statistik	P-Value
ln_modal	0.2523	8.74	0.000**
tenaga_kerja	0.0013	3.45	0.001**
teknologi	0.00036	2.10	0.041*
Konstanta	42.7518	17.06	0.000**
Prob > F	0.0000		
R- Square	0.7657		
Adj R-squared	0.7514		
Root MSE	0.0162		

Keterangan: ** signifikan pada $\alpha = 1\%$; * pada 5%