

## GPTS DAN MASA DEPAN EKONOMI INDONESIA

I Putu Hedi Sasrawan<sup>1</sup>, Gede Crisna Wijaya<sup>2</sup>

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana

[Hedi.sasrawan@unud.ac.id](mailto:Hedi.sasrawan@unud.ac.id)

### ABSTRACT

*This study explores the role of General Purpose Technologies (GPTs) as fundamental drivers of long-term economic transformation and analyzes the prospective impact of Artificial Intelligence (AI) on the future of the Indonesian economy. GPTs, characterized by their pervasiveness, continuous improvement, and ability to foster complementary innovations, historically trigger profound structural changes. However, their full productivity benefits are often delayed, a phenomenon known as the "productivity paradox," pending significant co-investments in complementary assets such as human capital, infrastructure, and institutional adaptation. Indonesia's experience with the internet, where significant economic impact materialized only in the long term, serves as a pertinent case study. As the world enters a new wave driven by AI—a GPT with the unprecedented potential to automate cognitive tasks—Indonesia faces both a monumental opportunity for growth acceleration and substantial risks of deepening inequality and labor market dislocation. Through a qualitative literature review, this paper argues that successfully navigating the AI era demands a comprehensive national strategy. This strategy must transcend mere technological adoption to prioritize a fundamental reform of the education system towards automation-resistant skills, ensure equitable digital infrastructure development, and establish an adaptive ethical and regulatory framework. Ultimately, the paper concludes that a holistic, human-centric approach is crucial for Indonesia to leverage AI for inclusive and sustainable economic growth.*

**Keywords:** General Purpose Technology (GPTs), Artificial Intelligence (AI), Economic Growth, Indonesia, Innovation.

### I. PENDAHULUAN

Peran sentral teknologi sebagai motor penggerak pertumbuhan ekonomi telah menjadi konsensus dalam literatur ekonomi modern. Jauh dari sekadar faktor produksi tambahan, inovasi teknologi merupakan jantung dari kemajuan ekonomi jangka panjang, sebuah proses yang digambarkan oleh Schumpeter (1943) sebagai "penghancuran kreatif" (*creative destruction*), di mana teknologi baru secara konstan menggantikan yang lama dan merombak struktur industri. Teori pertumbuhan endogen modern lebih lanjut menegaskan bahwa investasi dalam pengetahuan dan teknologi baru adalah sumber utama pertumbuhan berkelanjutan, bukan lagi faktor eksternal yang tidak dapat dijelaskan (Romer, 1990).

Namun, tidak semua teknologi diciptakan setara dalam kapasitasnya untuk mendorong perubahan. Sebagian besar inovasi bersifat inkremental, hanya meningkatkan efisiensi pada sektor tertentu. Sebaliknya, terdapat kategori teknologi langka yang memiliki kekuatan transformatif untuk merombak seluruh tatanan ekonomi dan sosial secara fundamental. Untuk memahami fenomena ini, konsep *General Purpose Technologies* (GPTs) atau Teknologi Serbaguna, yang diperkenalkan oleh Bresnahan dan Trajtenberg (1995), memberikan kerangka kerja analitis yang kuat untuk mengidentifikasi dan menganalisis "mesin-mesin pertumbuhan" ini.

GPTs dibedakan dari teknologi lainnya melalui serangkaian karakteristik unik. Menurut Helpman (1998), karakteristik utama GPTs mencakup (1) pemanfaatan yang meresap (*pervasiveness*) di berbagai sektor ekonomi, (2) potensi perbaikan dan pengembangan yang berkelanjutan sehingga biayanya terus menurun dan kinerjanya meningkat, serta (3) kemampuannya untuk melahirkan inovasi komplementer dalam bentuk produk, proses, dan model bisnis baru. Kombinasi dari ketiga sifat inilah yang memungkinkan GPTs memicu gelombang inovasi yang luas dan berkelanjutan.

Sejarah ekonomi dipenuhi dengan contoh-contoh GPT yang dampaknya terasa hingga kini. Elektrifikasi, misalnya, tidak hanya menyediakan sumber daya baru, tetapi juga memungkinkan reorganisasi total lantai pabrik dan melahirkan seluruh industri barang konsumsi elektronik (Jovanovic & Rousseau, 2005). Namun, adopsi GPT sering kali disertai dengan "paradoks produktivitas", di mana investasi besar dalam teknologi baru tidak segera menghasilkan peningkatan produktivitas yang terukur secara statistik, sebuah fenomena yang pertama kali diamati pada era komputer (David, 1990; Solow, 1957). Hal ini terjadi karena ekonomi memerlukan waktu untuk mengembangkan aset-aset komplementer seperti keterampilan, proses bisnis, dan infrastruktur pendukung.

Era digital saat ini, yang sering disebut sebagai "The Second Machine Age", digerakkan oleh GPTs kembar, yaitu komputer dan internet (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Berbeda dengan Revolusi Industri pertama yang mengotomatisasi pekerjaan fisik, era ini ditandai oleh otomatisasi tugas-tugas kognitif. Internet, sebagai GPT, telah secara radikal menurunkan biaya komunikasi dan transaksi, memfasilitasi lahirnya "masyarakat jaringan" (*network society*) di mana informasi mengalir tanpa batas geografis (Castells, 1996) dan melahirkan model bisnis platform yang mendisrupsi pasar tradisional (Parker, Van Alstyne, & Choudary, 2016).

Bagi Indonesia, sebagai salah satu kekuatan ekonomi berkembang, gelombang GPT ini membawa peluang sekaligus tantangan. Pertumbuhan pesat ekonomi digital memiliki potensi terbesar di Asia Tenggara, adalah bukti nyata kemampuan Indonesia dalam mengadopsi dan berinovasi di atas fondasi internet. Munculnya perusahaan rintisan berstatus *unicorn* dan *decacorn* menunjukkan lahirnya inovasi komplementer

yang signifikan, menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan di sektor-sektor baru.

Namun, sejarah juga mengajarkan bahwa kemajuan teknologi yang pesat dapat memperlebar jurang ketimpangan. Fenomena "perubahan teknologi yang bias pada keterampilan" (*skill-biased technical change*) cenderung meningkatkan permintaan dan upah bagi pekerja berketerampilan tinggi, sementara menekan upah atau bahkan menggantikan pekerja berketerampilan rendah (Autor et al., 2003). Jika tidak diimbangi dengan kebijakan yang tepat, adopsi teknologi dapat memperburuk ketimpangan pendapatan, sebuah kekhawatiran yang menjadi pusat perdebatan ekonomi global saat ini (Acemoglu & Restrepo, 2019; Piketty, 2014).

Kini, dunia berada di ambang gelombang GPT berikutnya yang didorong oleh Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence - AI*). AI memiliki potensi transformatif yang mungkin melampaui GPTs sebelumnya. AI tidak hanya mengotomatisasi tugas, tetapi juga berfungsi sebagai "mesin prediksi" (*prediction machine*) yang secara drastis menurunkan biaya penilaian dan pengambilan keputusan di berbagai bidang (Agrawal et al., 2018). Potensi dampaknya yang luas, mulai dari kesehatan, keuangan, hingga manufaktur, menempatkan AI sebagai agenda utama bagi setiap negara.

Berdasarkan lanskap kompleks ini, pertanyaan krusial bagi Indonesia adalah: Bagaimana negara dapat memanfaatkan potensi transformatif AI sebagai GPT untuk mengakselerasi pertumbuhan ekonomi, sambil secara bersamaan memitigasi risiko meningkatnya ketimpangan dan dislokasi sosial? Studi ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan tersebut dengan menganalisis potensi dampak AI sebagai GPT modern terhadap masa depan ekonomi Indonesia.

Dengan menggunakan pendekatan deskriptif melalui metode kualitatif berbasis studi literatur, penelitian ini akan mensintesis berbagai temuan dari riset akademis, laporan industri, dan dokumen kebijakan. Diharapkan, studi ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam bentuk kerangka pemahaman strategis bagi para pembuat kebijakan, pelaku industri, dan akademisi dalam merumuskan langkah-langkah adaptasi dan optimalisasi pemanfaatan GPTs untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan di Indonesia.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Teori General Purpose Technologies (GPTs)

Konsep GPTs secara formal diperkenalkan oleh Bresnahan dan Trajtenberg (1995) untuk menjelaskan peran unik beberapa teknologi sebagai "mesin pertumbuhan" (*engines of growth*) ekonomi. Mereka mengidentifikasi tiga karakteristik inti: peresapan yang luas ke berbagai sektor, potensi perbaikan teknologi yang berkelanjutan, dan

kemampuannya memfasilitasi inovasi di sektor-sektor hilir. Lipsey, Carlaw, dan Bekar (2005) lebih lanjut memperluas kerangka ini, dengan menyatakan bahwa GPTs tidak hanya mendorong pertumbuhan, tetapi juga menyebabkan transformasi struktural yang mendalam, mengubah segala hal mulai dari organisasi perusahaan, kebutuhan tenaga kerja, hingga lokasi kegiatan ekonomi. Transformasi inilah yang membedakan GPTs dari inovasi-inovasi lainnya yang bersifat lebih spesifik.

Kunci dari kekuatan transformatif GPTs terletak pada "komplementaritas inovasi". Ini adalah sebuah siklus umpan balik positif di mana kemajuan di sektor pengembang GPT (misalnya, peningkatan kecepatan prosesor) akan meningkatkan produktivitas di sektor pengguna (misalnya, perusahaan analisis data), yang pada gilirannya menciptakan permintaan baru dan insentif untuk inovasi lebih lanjut di sektor GPT. Namun, komplementaritas ini tidak terbatas pada teknologi semata. Milgrom dan Roberts (1990) menunjukkan bahwa untuk menuai manfaat penuh dari teknologi baru, perusahaan harus mengadopsi serangkaian praktik organisasi yang saling melengkapi, seperti desentralisasi pengambilan keputusan, pelatihan ulang tenaga kerja, dan restrukturisasi alur kerja. Tanpa perubahan organisasi yang komplementer ini, investasi teknologi sering kali gagal memberikan hasil yang diharapkan.

Fenomena ini menjelaskan mengapa adopsi GPT sering kali disertai dengan "paradoks produktivitas"—sebuah periode di mana investasi teknologi yang masif tidak segera tercermin dalam statistik pertumbuhan produktivitas nasional. Menggunakan analogi historis tentang elektrifikasi, David (1990) berargumen bahwa dibutuhkan waktu puluhan tahun sebelum pabrik-pabrik sepenuhnya direorganisasi untuk memanfaatkan fleksibilitas motor listrik, dan barulah setelah itu lonjakan produktivitas terjadi. Brynjolfsson, Rock, dan Syverson (2018) berpendapat bahwa paradoks serupa terjadi hari ini dengan AI, yang diperparah oleh tantangan dalam mengukur output digital dan investasi dalam aset tak berwujud seperti data, algoritma, dan modal manusia yang spesifik.

Secara historis, gelombang GPTs cenderung mengikuti pola siklus yang dapat diprediksi. Carlota Perez (2002) dalam analisisnya mengenai revolusi teknologi mengemukakan adanya dua fase utama. Fase pertama adalah "periode instalasi", yang ditandai oleh euforia finansial (sering kali berujung pada gelembung spekulatif), pembangunan infrastruktur inti, dan polarisasi sosial antara pemenang dan pecundang dari disrupti awal. Fase kedua adalah "periode penyebaran" atau "era keemasan", di mana potensi teknologi tersebut terintegrasi penuh ke dalam struktur ekonomi dan sosial, menghasilkan pertumbuhan yang lebih stabil dan merata setelah adanya penyesuaian regulasi dan institusional.

Pada akhirnya, realisasi penuh potensi sebuah GPT bukanlah sebuah keniscayaan teknologi, melainkan hasil dari proses ko-evolusi yang kompleks antara teknologi, ekonomi, dan institusi. Sebagaimana ditekankan oleh Freeman dan Louçã (2001), setiap sistem tekno-ekonomi yang baru memerlukan "kecocokan" (*match*) dengan kerangka sosio-institusional yang ada, termasuk sistem pendidikan, hubungan industrial, struktur korporasi, dan kebijakan pemerintah. Oleh karena itu, agar manfaat GPT dapat terwujud sepenuhnya dan terdistribusi secara luas, diperlukan investasi komplementer yang signifikan tidak hanya dalam teknologi itu sendiri, tetapi juga dalam modal manusia, reorganisasi perusahaan, dan adaptasi institusional (Aghion, 2009).

## **2.2 GPTs Historis dan Dampak Ekonomi Digital di Indonesia**

Sejarah ekonomi modern dapat dilihat melalui lensa evolusi GPTs, di mana setiap gelombang teknologi fundamental membuka jalan bagi reorganisasi ekonomi. Elektrifikasi memungkinkan produksi massal (Jovanovic & Rousseau, 2005), sementara internet secara drastis menurunkan biaya komunikasi, melahirkan model bisnis platform yang mendisrupsi pasar tradisional (Parker, Van Alstyne, & Choudary, 2016) dan memunculkan fenomena "kapitalisme platform" (Srnicek, 2017). Bagi negara berkembang seperti Indonesia, internet memungkinkan terjadinya "lompatan katak" (*leapfrogging*), di mana adopsi teknologi digital seluler yang masif menjadi gerbang utama akses internet, mempercepat penetrasi layanan digital dan memungkinkan negara melewati tahap pembangunan infrastruktur darat yang mahal (Steinmueller, 2001).

Manifestasi paling nyata dari dampak ini adalah munculnya ekosistem ekonomi digital Indonesia yang dinamis, yang menurut Bank Dunia (2021) memiliki potensi terbesar di Asia Tenggara. Potensi ini diwujudkan melalui kehadiran perusahaan unicorn lokal di sektor e-commerce, *ride-hailing*, dan teknologi finansial (*fintech*). Perusahaan-perusahaan ini bukan sekadar entitas bisnis, melainkan representasi dari inovasi komplementer yang berhasil dibangun di atas infrastruktur internet. Mereka menciptakan pasar baru, memberdayakan jutaan UMKM dengan akses ke pasar yang lebih luas, dan menyediakan layanan keuangan bagi populasi yang sebelumnya tidak terjangkau oleh bank konvensional (*unbanked*).

Meskipun demikian, perjalanan transformasi digital Indonesia bukannya tanpa tantangan. Pemanfaatan potensi ekonomi digital masih terkendala oleh "kesenjangan digital" (*digital divide*) yang signifikan dan berlapis. Kesenjangan ini tidak hanya menyangkut akses terhadap infrastruktur (kesenjangan tingkat pertama), tetapi juga mencakup perbedaan dalam keterampilan untuk menggunakan teknologi secara produktif (kesenjangan tingkat kedua) dan kemampuan untuk memperoleh manfaat ekonomi dan sosial darinya (kesenjangan tingkat ketiga) (van Dijk, 2020). Kesenjangan

keterampilan ini menjadi perhatian utama, karena tanpa tenaga kerja yang mampu beradaptasi dan berinovasi, investasi teknologi yang masif berisiko tidak mencapai potensi maksimalnya.

Adanya jeda waktu ini secara langsung dikonfirmasi oleh temuan empiris Sasrawan dkk. (2025) yang menunjukkan bahwa adopsi internet memiliki pengaruh signifikan terhadap PDB dalam jangka panjang, bukan jangka pendek. Hal ini menggarisbawahi bahwa diperlukan waktu untuk membangun modal manusia dan menyebarkan infrastruktur secara merata. Dalam konteks ini, peran negara menjadi sangat krusial. Kebijakan pemerintah, seperti inisiatif "Making Indonesia 4.0" (Kementerian Perindustrian, 2018), merupakan langkah awal yang penting. Namun, keberhasilan jangka panjang akan bergantung pada kemampuan untuk menciptakan kerangka regulasi yang adaptif dan pro-inovasi, serta investasi publik strategis dalam pendidikan dan infrastruktur untuk memastikan manfaat dari GPT terdistribusi secara lebih merata (Mazzucato, 2018).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan desain studi literatur deskriptif-analitis. Pendekatan ini dipilih karena relevansinya dalam menjawab pertanyaan penelitian yang bersifat eksploratif dan konseptual mengenai fenomena yang kompleks dan dinamis, yaitu peran Kecerdasan Buatan (AI) sebagai General Purpose Technology (GPT) dan implikasinya bagi ekonomi Indonesia. Serta belum terdapat data memadai terkait kecerdasan buatan yang merupakan teknologi baru diadopsi di Indonesia.

### **IV. PEMBAHASAN**

#### **4.1 Listrik sebagai GPT**

Listrik adalah contoh klasik dari sebuah GPT, yang keuatannya seringkali dianggap remeh karena telah menyatu dengan kehidupan modern. Kemunculannya sebagai sistem yang andal pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20 memicu Revolusi Industri Kedua, sebuah periode transformasi yang setara dengan penemuan mesin uap. Listrik secara fundamental mengubah cara produksi diatur, beralih dari sistem terpusat yang bergantung pada sabuk dan puli yang digerakkan uap, ke sistem unit-drive yang fleksibel di mana setiap mesin memiliki motor listriknya sendiri. Perubahan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memungkinkan desain ulang total alur kerja pabrik, yang pada akhirnya melahirkan era produksi massal (Nye, 1990).

Karakteristik peresapan (*pervasiveness*) listrik tidak tertandingi. Dalam beberapa dekade, listrik menyebar dari pabrik dan jalanan kota ke rumah tangga, pertanian, dan

kantor, menjadi input esensial bagi hampir semua aktivitas ekonomi. Pembangunan "jaringan kekuasaan" (*networks of power*)—sistem pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang kompleks—merupakan pencapaian rekayasa monumental yang menjadi prasyarat bagi adopsi massal ini (Hughes, 1983). Ketersediaan daya listrik yang murah dan dapat diandalkan menjadi fondasi di mana masyarakat industri modern dibangun, mengubah ritme kehidupan sehari-hari dan memungkinkan aktivitas produktif berlangsung di luar batasan siang hari.

Lebih penting lagi, listrik adalah katalisator inovasi komplementer yang tak terhitung jumlahnya. Keberadaan jaringan listrik tidak hanya menciptakan permintaan untuk bola lampu Thomas Edison, tetapi juga memicu gelombang penemuan dan komersialisasi perangkat baru, mulai dari peralatan rumah tangga seperti lemari es dan mesin cuci, hingga peralatan kantor seperti mesin tik listrik dan akhirnya komputer. Tanpa listrik, seluruh revolusi elektronik dan digital di abad ke-20 tidak akan pernah ada. Kemampuan listrik untuk mendukung inovasi di berbagai bidang yang tampaknya tidak berhubungan adalah bukti sejati dari statusnya sebagai GPT (Smil, 2017).

Hubungan antara konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi telah menjadi subjek penelitian yang luas. Berbagai studi secara konsisten menunjukkan korelasi positif yang kuat antara ketersediaan dan penggunaan listrik dengan tingkat PDB, terutama pada tahap awal dan pertengahan pembangunan suatu negara (Wolde-Rufael, 2006; Apergis & Payne, 2010). Bagi negara-negara berkembang, investasi dalam elektrifikasi sering kali dilihat sebagai prasyarat fundamental untuk industrialisasi dan peningkatan standar hidup. Energi yang terjangkau dan andal memungkinkan bisnis untuk beroperasi secara efisien dan masyarakat untuk mengakses pendidikan dan layanan kesehatan yang lebih baik.

Namun, seiring dengan matangnya suatu teknologi dan tercapainya adopsi yang nyaris universal, dampak marginalnya terhadap pertumbuhan cenderung menurun. Inilah konteks untuk memahami temuan kuantitatif di Indonesia, di mana rasio elektrifikasi yang sudah tinggi tidak lagi menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap PDB (Sasrawan dkk., 2025). Hal ini tidak meniadakan peran historis listrik yang sangat penting, tetapi menunjukkan bahwa Indonesia mungkin telah mencapai titik jenuh dalam kurva pertumbuhan yang didorong oleh elektrifikasi. Pada titik ini, peran sebagai "mesin pertumbuhan" utama telah beralih ke GPT yang lebih baru seperti internet, sebuah pola yang konsisten dengan teori siklus hidup teknologi dan penurunan pertumbuhan produktivitas jangka panjang yang diamati di negara maju (Gordon, 2016).

#### 4.2 Internet sebagai GPT

Internet adalah GPT yang mendefinisikan era digital, sebuah "jaringan dari segala jaringan" yang secara fundamental mengubah sifat informasi dan komunikasi. Kekuatan

utamanya terletak pada kemampuannya untuk secara drastis mengurangi biaya transaksi dan pencarian, mendekatkan dunia pada konsep "kematian jarak" (*death of distance*) yang pertama kali diartikulasikan oleh Cairncross (1997). Dengan meruntuhkan hambatan geografis, internet memungkinkan kolaborasi dan perdagangan dalam skala global yang belum pernah terjadi sebelumnya, mengubah perusahaan multinasional dan usaha kecil secara bersamaan.

Sifat peresapan internet didorong oleh arsitekturnya yang terbuka dan terdesentralisasi, serta prinsip efek jaringan (*network effects*), di mana nilai jaringan meningkat secara eksponensial dengan setiap pengguna tambahan (Katz & Shapiro, 1985). Hal ini menciptakan lingkaran umpan balik positif yang mendorong adopsi massal. Lebih dari sekadar alat komunikasi, internet berfungsi sebagai platform berlapis di mana inovasi lebih lanjut dapat dibangun dengan biaya marjinal yang rendah. Lapisan protokol dasar (TCP/IP) memungkinkan lapisan aplikasi yang tak terhitung jumlahnya untuk berkembang di atasnya, mulai dari World Wide Web hingga layanan streaming dan media sosial.

Gelombang inovasi komplementer yang dipicu oleh internet sangat masif dan beragam. Munculnya mesin pencari seperti Google mengubah cara manusia mengakses pengetahuan. Perkembangan e-commerce menciptakan pasar ritel baru yang beroperasi 24/7. Lahirnya media sosial merevolusi komunikasi interpersonal dan pemasaran. Keseluruhan fenomena ini melahirkan apa yang disebut sebagai "ekonomi platform", di mana perusahaan tidak lagi hanya menjual produk, tetapi memfasilitasi interaksi dan transaksi antara berbagai kelompok pengguna (Cusumano, Yoffie, & Gawer, 2020).

Bagi perusahaan, internet memungkinkan reorganisasi fundamental dari proses bisnis dan rantai nilai. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memungkinkan perusahaan untuk memecah proses produksi mereka secara geografis, mengalihdayakan (*outsource*) tugas-tugas non-inti ke lokasi dengan biaya lebih rendah, dan mengelola rantai pasok global yang kompleks secara efisien. Studi tentang rantai nilai global, seperti pada produksi iPod, menunjukkan bagaimana komponen dan tenaga kerja dari berbagai negara diintegrasikan melalui koordinasi yang dimungkinkan oleh internet (Dedrick, Kraemer, & Linden, 2010).

Di negara berkembang seperti Indonesia, internet terbukti menjadi alat yang ampuh untuk inklusi ekonomi dan sosial. Internet memberikan akses pasar yang belum pernah ada sebelumnya bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), memungkinkan mereka untuk menjual produk mereka secara nasional dan bahkan internasional melalui platform e-commerce (Choi & Hoon Yi, 2009). Di sektor keuangan, teknologi finansial (*fintech*) yang berbasis internet menawarkan layanan pinjaman,

pembayaran, dan investasi kepada jutaan orang yang sebelumnya tidak memiliki akses ke perbankan formal.

Namun, kekuatan transformatif internet juga memunculkan tantangan baru. Model bisnis dari banyak platform digital bergantung pada pengumpulan dan analisis data pengguna dalam skala besar, yang menimbulkan kekhawatiran serius tentang privasi dan pengawasan. Fenomena yang disebut "kapitalisme pengawasan" (*surveillance capitalism*) ini menggambarkan bagaimana data pribadi diekstraksi sebagai bahan mentah gratis untuk ditargetkan dengan iklan dan dimonetisasi, menciptakan dinamika kekuasaan baru antara perusahaan teknologi dan individu (Zuboff, 2019).

Pada akhirnya, temuan bahwa dampak ekonomi internet di Indonesia baru terasa signifikan dalam jangka panjang (Sasrawan dkk., 2025) sangat sejalan dengan teori GPTs. Hal ini mencerminkan jeda waktu yang diperlukan untuk membangun infrastruktur fisik (seperti serat optik dan menara seluler), mengembangkan modal manusia (literasi digital), dan bagi perusahaan serta individu untuk beradaptasi dengan cara kerja dan interaksi yang baru. Realisasi penuh potensi internet, oleh karena itu, bergantung pada investasi berkelanjutan dalam aset-aset komplementer ini.

#### **4.3 Kendaraan Bermotor sebagai GPT**

Kendaraan bermotor, khususnya mobil yang diproduksi secara massal, merupakan GPT yang secara radikal membentuk lanskap fisik dan sosial abad ke-20. Dampak utamanya adalah penaklukan ruang dan waktu, memberikan tingkat mobilitas pribadi yang belum pernah ada sebelumnya dan secara efektif "menyusutkan" geografi (Flink, 1988). Teknologi ini tidak hanya menggantikan kereta kuda, tetapi juga menantang dominasi kereta api, menawarkan fleksibilitas dari pintu ke pintu yang tidak dapat ditandingi oleh transportasi berbasis rel. Kemampuan untuk bepergian kapan saja dan ke mana saja mengubah konsep komunitas, pekerjaan, dan waktu luang secara fundamental.

Pemanfaatan kendaraan bermotor meresap ke hampir setiap aspek ekonomi. Selain mobil pribadi yang menjadi simbol status dan kebebasan, truk dan bus menjadi tulang punggung baru bagi logistik dan transportasi publik. Truk memungkinkan pengiriman barang yang lebih fleksibel dan responsif, memfasilitasi munculnya sistem manufaktur "just-in-time" dan merevolusi industri ritel dengan memungkinkan pengiriman langsung ke toko-toko di lokasi yang jauh dari jalur kereta api. Peningkatan volume lalu lintas jalan raya secara langsung berkorelasi dengan pertumbuhan ekonomi, meskipun hubungan ini juga dipengaruhi oleh faktor kemacetan (Duranton & Turner, 2012).

Ekosistem inovasi komplementer yang tumbuh di sekitar kendaraan bermotor sangatlah luas. Yang paling monumental adalah pembangunan sistem jalan raya

nasional, sebuah investasi infrastruktur masif yang didorong oleh kebutuhan mobil. Jaringan jalan ini, pada gilirannya, melahirkan industri-industri baru yang melayani para pelancong: stasiun pengisian bahan bakar, motel, restoran cepat saji, dan bengkel perbaikan. Seluruh industri pariwisata domestik berkembang pesat karena keluarga kini dapat berlibur dengan mobil mereka. Lebih jauh lagi, industri pendukung yang masif—mulai dari produksi baja, karet, dan kaca hingga pembiayaan dan asuransi mobil—muncul untuk melayani "era mobil" ini (Rae, 1971).

Transformasi struktural yang paling mendalam akibat kendaraan bermotor adalah fenomena suburbanisasi. Kemampuan untuk bepergian dengan mobil membebaskan masyarakat dari keharusan untuk tinggal di dekat pusat kota atau di sepanjang jalur transportasi umum. Hal ini memicu eksodus massal ke pinggiran kota, menciptakan lanskap perumahan berkepadatan rendah yang dikenal sebagai "crabgrass frontier" (Jackson, 1985). Pergeseran demografis ini secara dramatis mengubah struktur kota, menyebabkan penurunan pusat kota komersial dan memunculkan pusat perbelanjaan pinggiran kota sebagai pusat baru kegiatan ritel dan sosial. Namun, ketergantungan pada mobil juga menghasilkan eksternalitas negatif yang signifikan, termasuk kemacetan lalu lintas, polusi udara, dan biaya sosial yang tinggi terkait dengan infrastruktur parkir (Shoup, 2011).

#### 4.4 Apakah Kecerdasan Buatan (AI) adalah GPT?

Kecerdasan Buatan (AI), terutama dengan munculnya model-model fondasi (*foundation models*) seperti pada AI generatif, secara meyakinkan dapat diklasifikasikan sebagai GPT generasi berikutnya. **Pertama**, peresapannya (*pervasiveness*) berpotensi melampaui GPTs sebelumnya, menyentuh hampir semua industri mulai dari kesehatan dan keuangan hingga hiburan dan pendidikan. AI tidak hanya menjadi produk, tetapi juga "metode penemuan" baru yang dapat mempercepat laju inovasi itu sendiri (Cockburn, Henderson, & Stern, 2018). **Kedua**, AI menunjukkan potensi perbaikan eksponensial yang didorong oleh peningkatan data, kekuatan komputasi (sesuai Hukum Moore), dan kemajuan algoritma. **Ketiga**, AI adalah pendorong utama inovasi komplementer, meningkatkan nilai teknologi lain seperti robotika, IoT, dan bioteknologi.

Keunikan AI sebagai GPT terletak pada kemampuannya untuk mengotomatisasi tugas-tugas kognitif non-rutin, sesuatu yang sebelumnya dianggap sebagai domain eksklusif manusia. Hal ini secara fundamental mengubah lanskap pekerjaan. Di satu sisi, AI mengancam untuk menggantikan (*displace*) berbagai profesi, mulai dari analis data hingga seniman grafis, sebuah fenomena yang disebut "globotics upheaval" di mana AI dan robot telepresence memungkinkan persaingan kerja jarak jauh dalam skala global (Baldwin, 2019). Di sisi lain, AI juga menciptakan potensi "tugas baru" yang menekankan kolaborasi manusia-mesin, di mana keahlian manusia dalam hal penilaian, kreativitas, dan

empati menjadi komplementer terhadap kemampuan analitis AI (Acemoglu & Restrepo, 2019).

Tantangan terbesar yang dihadirkan AI adalah memastikan bahwa teknologi ini dikembangkan dan digunakan secara selaras dengan nilai-nilai kemanusiaan. Kekhawatiran tentang "masalah penyelarasan" (*alignment problem*)—memastikan bahwa tujuan sistem AI yang sangat cerdas selaras dengan tujuan manusia—menjadi perdebatan sentral (Russell, 2019). Selain itu, isu-isu etis seperti bias algoritma, transparansi, dan akuntabilitas menjadi sangat mendesak. Oleh karena itu, agar AI dapat mendorong pertumbuhan yang inklusif, diperlukan investasi besar tidak hanya pada teknologi, tetapi juga pada kerangka tata kelola yang kuat (Bostrom & Yudkowsky, 2018) dan reformasi pendidikan yang mempersiapkan manusia untuk "dunia yang siap robot" dengan fokus pada keterampilan yang tidak mudah diotomatisasi (Fadel, Bialik, & Trilling, 2017). AI bukan sekadar teknologi baru, melainkan sebuah platform fundamental yang akan membentuk dasar bagi gelombang inovasi ekonomi dan tantangan sosial berikutnya.

## V. KESIMPULAN

General Purpose Technologies (GPTs) merupakan kekuatan pendorong fundamental di balik transformasi ekonomi jangka panjang. Sejarah mengajarkan bahwa dampak dari teknologi-teknologi ini, mulai dari elektrifikasi hingga internet, tidaklah instan. Sebaliknya, manfaat produktivitas penuh hanya dapat direalisasikan setelah adanya periode adaptasi yang panjang dan investasi signifikan dalam aset-aset komplementer seperti infrastruktur, reorganisasi perusahaan, dan yang terpenting, modal manusia. Pengalaman Indonesia dengan internet, yang menunjukkan dampak signifikan hanya dalam jangka panjang, menjadi pelajaran berharga sekaligus pengingat akan tantangan yang akan datang.

Kini, Kecerdasan Buatan (AI) hadir sebagai gelombang GPT berikutnya, menjanjikan potensi transformatif yang bahkan lebih besar karena kemampuannya untuk mengotomatisasi tugas-tugas kognitif. Bagi Indonesia, AI menawarkan peluang akselerasi pertumbuhan yang luar biasa di berbagai sektor vital. Namun, di balik janji ini terdapat tantangan yang sama, bahkan lebih besar: risiko melebarnya kesenjangan keterampilan, dislokasi pasar tenaga kerja, dan munculnya dilema etis yang kompleks. Mengabaikan tantangan-tantangan ini akan berisiko menciptakan pertumbuhan yang tidak inklusif dan memperdalam polarisasi sosial.

Oleh karena itu, menavigasi era AI menuntut sebuah strategi nasional yang cerdas, proaktif, dan komprehensif. Strategi ini harus bergerak melampaui sekadar adopsi teknologi. Fokus utama harus ditempatkan pada reformasi sistem pendidikan

untuk membekali generasi mendatang dengan keterampilan yang tahan terhadap otomatisasi—seperti pemikiran kritis, kreativitas, dan kecerdasan emosional. Pada saat yang sama, investasi berkelanjutan dalam infrastruktur digital yang merata, pengembangan kerangka regulasi yang adaptif untuk mengatur AI secara etis, serta program pemberdayaan UMKM untuk memastikan mereka dapat berpartisipasi dalam ekonomi berbasis AI, menjadi pilar-pilar yang tidak dapat ditawar.

Pada akhirnya, masa depan ekonomi Indonesia di era AI akan ditentukan oleh pilihan-pilihan kebijakan yang diambil hari ini. Pertanyaannya bukan lagi *apakah* AI akan mengubah ekonomi, tetapi *bagaimana* kita mengarahkan perubahan tersebut. Dengan pendekatan yang holistik dan berorientasi pada manusia, Indonesia memiliki kesempatan untuk tidak hanya menjadi konsumen teknologi, tetapi juga untuk memanfaatkan gelombang GPT ini demi mewujudkan visi ekonomi yang maju, berdaya saing, dan yang terpenting, inklusif dan berkelanjutan bagi seluruh rakyatnya.

## REFERENSI

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Artificial Intelligence, Automation and Work. Dalam *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (hlm. 197-236). University of Chicago Press.
- Aghion, P. (2009). *The Theory of Economic Growth*. MIT Press.
- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2018). Prediction, judgment, and complexity: a theory of decision-making and artificial intelligence. In *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 89-110). University of Chicago Press.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Baldwin, R. (2019). *The Globotics Upheaval: Globalization, Robotics, and the Future of Work*. Oxford University Press.
- Bank Dunia. (2021). *Beyond Unicorns: Harnessing Digital Technologies for Inclusion in Indonesia*. World Bank.
- Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2018). The ethics of artificial intelligence. In *Artificial intelligence safety and security* (pp. 57-69). Chapman and Hall/CRC.
- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies ‘Engines of growth’?. *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2018). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. Dalam *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (hlm. 23-57). University of Chicago Press.

- Cairncross, F. (1997). *The Death of Distance: How the Communications Revolution Will Change Our Lives*. Harvard Business School Press.
- Castells, M. (1996). *The Rise of the Network Society, The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. 1*. Blackwell.
- Choi, C., & Hoon Yi, M. (2009). The effect of the Internet on economic growth: Evidence from cross-country panel data. *International Economic Journal*, 23(3), 393-406.
- Cockburn, I. M., Henderson, R., & Stern, S. (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation. Dalam *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (hlm. 115-148). University of Chicago Press.
- Cusumano, M. A., Yoffie, D. B., & Gawer, A. (2020). *The Business of Platforms: Strategy in the Age of Digital Competition, Innovation, and Power*. HarperCollins.
- David, P. A. (1990). The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *The American Economic Review*, 80(2), 355-361.
- Dedrick, J., Kraemer, K. L., & Linden, G. (2010). Who Profits from Innovation in Global Value Chains?: A Study of the iPod and Notebook PCs. *Industrial and Corporate Change*, 19(1), 81-116.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. *American Economic Review*, 102(6), 2616-2652.
- Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2017). *Four-Dimensional Education: The Competencies Learners Need to Succeed*. Center for Curriculum Redesign.
- Flink, J. J. (1988). *The Automobile Age*. MIT Press.
- Freeman, C., & Louçã, F. (2001). *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford University Press.
- Google, Temasek, & Bain & Company. (2023). e-Economy SEA 2023: Reaching new heights, navigating the path to profitability. Diakses dari <https://www.bain.com/insights/e-economy-sea-2023/>
- Gordon, R. J. (2016). *The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of living since the Civil War*. Princeton University Press.
- Helpman, E. (Ed.). (1998). *General purpose technologies and economic growth*. The MIT Press.
- Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Johns Hopkins University Press.
- Jackson, K. T. (1985). *Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States*. Oxford University Press.
- Jovanovic, B., & Rousseau, P. L. (2005). General purpose technologies. Dalam P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth* (Vol. 1, Part B, hlm. 1181-1224). Elsevier.
- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1985). Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review*, 75(3), 424-440.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2018). *Making Indonesia 4.0: Indonesia's Strategy to Enter the 4th Industrial Revolution*.

- Lipsey, R. G., Carlaw, K. I., & Bekar, C. T. (2005). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*. Oxford University Press.
- Mazzucato, M. (2018). *The Value of Everything: Making and Taking in the Global Economy*. Allen Lane.
- McKinsey Global Institute. (2018). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. Diakses dari <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- Milgrom, P., & Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *The American Economic Review*, 80(3), 511-528.
- Mokyr, J. (2002). *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton University Press.
- Nye, D. E. (1990). *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology*. MIT Press.
- OECD. (2019). *Artificial Intelligence in Society*. OECD Publishing.
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, S. P. (2016). *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy—and How to Make Them Work for You*. W. W. Norton & Company.
- Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar Publishing.
- Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. Harvard University Press.
- Rae, J. B. (1971). *The Road and the Car in American Life*. MIT Press.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.
- Russell, S. (2019). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Viking.
- Sasrawan, I. P. H., Purnamasari, N. K. R., & Yasa, I. M. P. (2025). Decades of Growth: Analyzing the Impact of Technological Advancements on Sustainable Development in Indonesia. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 51(2), 493-499.
- Schumpeter, J. A. (1943). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper & Brothers.
- Shoup, D. C. (2011). *The High Cost of Free Parking, Revised Edition*. Routledge.
- Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. The MIT Press.
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Srnicek, N. (2017). *Platform Capitalism*. Polity Press.
- Steinmueller, W. E. (2001). ICTs and the possibilities for leapfrogging by developing countries. *International Labour Review*, 140(2), 193-210.
- Van Dijk, J. A. G. M. (2020). *The Digital Divide*. Polity Press.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34(10), 1106-1114.
- Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs.