

Menata Ulang Masa Depan: Bagaimana Digitalisasi Logistik Dapat Mengkatalisasi Kinerja Ekonomi Pasca Pandemi Covid-19

Muhammad Firdaus Al Farohi^{1*}, Muhammad Zaky Nur Fajar², Mukti Ali³

^{1,2,3}Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia

email: mfirdausaf8@gmail.com

Abstract

The COVID-19 pandemic has caused significant changes in various aspects of life, especially in the economy sector in Indonesia in general and East Java Province specifically. The poor performance of Indonesia's logistics has been further burdened by the pandemic, hindering the industry as the main driver of the nation's economy. However, the pandemic that forced the entire community to adapt to the new normal era sparked the growth of digitalization. This is a breath of fresh air for the logistics aspect to utilize digital technology to achieve efficiency and re-drive economic growth. Using the digital competitiveness data (EV-DCI) and other digitalization indicators obtained from the Central Statistics Agency, this study attempts to prove the impact of digitalization at the provincial level in Indonesia on per capita GRDP growth through a reduction in logistics costs. This logistics cost reduction is assumed to be reflected in the Consumer Price Index for the transportation sector. From the 2SLS method used, although not statistically significant, the decrease in transportation CPI due to digitalization described by the increasing number of internet users, smartphone owners, and BTS in each province in Indonesia has an indicative impact to encourage economic performance. Through qualitative analysis, this study suggests policymakers, especially in East Java Province, to encourage digitalization in the logistics sector through the use of Warehouse Management System (WMS), Blockchain, and Transportation Management System (TMS) technologies in industries in East Java to optimize operational and cost efficiency.

Keywords: Digitalization, Logistic, Economic Performance, Supply Chain

Abstrak

Pandemi COVID-19 telah menyebabkan perubahan yang signifikan di berbagai lini kehidupan, terutama pada sektor ekonomi di Indonesia secara umum dan Provinsi Jawa Timur secara khusus. Kinerja logistik Indonesia yang sudah buruk semakin dibebani dengan hadirnya pandemi, sehingga menghambat industri sebagai motor utama penggerak perekonomian bangsa. Namun, pandemi yang memaksa seluruh masyarakat untuk beradaptasi dengan era normal baru memantik tumbuhnya digitalisasi. Hal ini menjadi angin segar bagi aspek logistik untuk memanfaatkan hadirnya teknologi digital untuk mencapai efisiensi dan kembali mendorong pertumbuhan ekonomi. Dengan menggunakan data daya saing digital (EV-DCI) serta indikator digitalisasi lainnya yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, penelitian ini mencoba membuktikan dampak digitalisasi di tingkat provinsi di Indonesia terhadap pertumbuhan PDRB per kapita melalui penurunan biaya logistik. Penurunan biaya logistik ini diasumsikan tergambar dengan Indeks Harga Konsumen sektor transportasi. Dari metode 2SLS yang digunakan, walau tidak signifikan secara statistik, penurunan IHK transportasi oleh digitalisasi yang digambarkan dengan peningkatan jumlah pengguna internet, pemilik telepon pintar, dan jumlah BTS di setiap provinsi di Indonesia memiliki indicative impact untuk mendorong kinerja perekonomian. Melalui analisis kualitatif, penelitian ini menyarankan pemangku kebijakan terkhusus di Provinsi Jawa Timur untuk mendorong digitalisasi di sektor logistik melalui penggunaan teknologi Warehouse Management System (WMS), Blockchain, dan Transportation Management System (TMS) pada industri-industri di Jawa Timur untuk mengoptimalkan operasional dan efisiensi biaya.

Kata Kunci: Digitalisasi, Logistik, Performa Ekonomi, Rantai Pasok

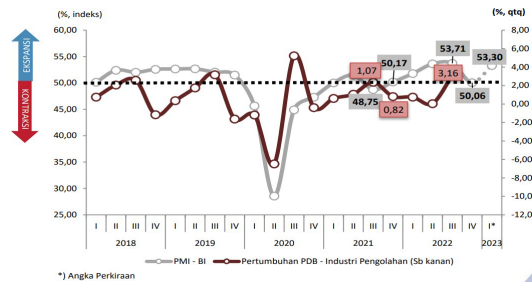
1. Latar Belakang

Pandemi Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) telah memberikan dampak yang signifikan terhadap dinamika perekonomian dunia sepanjang tahun 2020. Pandemi yang telah menciptakan ketidakpastian global ini telah memukul jatuh ekonomi global tidak terkecuali Indonesia yang mengalami kontraksi sebesar 2,07% (BI, 2020). Terlepas dari prospek ekonomi global yang suram akibat gangguan dari penyebaran Covid-19 yang berkepanjangan, Indonesia telah berhasil

mengalami pertumbuhan ekonomi sebesar 3,69% pada tahun 2021 (BI, 2021).

Pada tahun 2022, Indonesia tetap berhasil menunjukkan pertumbuhan ekonomi yang positif sebesar 5,01%, meskipun berada di tengah ketegangan geopolitik, kenaikan harga pangan dan energi, serta inflasi yang tinggi sepanjang tahun tersebut (BI, 2022). Hal serupa juga terjadi di Provinsi Jawa Timur yang juga mengalami penurunan pertumbuhan ekonomi akibat pandemi COVID-19 sebesar 2,39% pada tahun 2020 dan

berhasil melakukan pemulihan ekonomi yang terlihat dari pertumbuhan ekonomi yang meningkat sebesar 3,57% pada tahun 2021 dan 5,34% pada tahun 2022 (BI, 2022).



Gambar 1. Tren Perubahan PMI dan Pertumbuhan PDB Industri Pengolahan *qoq*

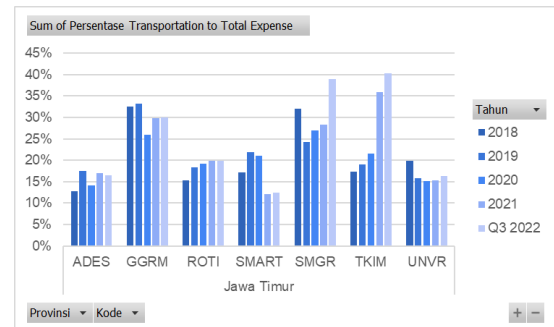
Sumber: Bank Indonesia, 2022

Industri merupakan salah satu sektor utama yang cukup terdampak dari adanya pandemi. Terlihat sejak kuartal dua tahun 2020 sejak pandemi pertama kali menyerang, performa Prompt Manufacturing Index (PMI) dan pertumbuhan PDB industri pengolahan secara kuartalan mengalami penurunan signifikan. Sejak saat itu, tren PMI dan pertumbuhan PDB industri pengolahan mulai meningkat, walau tingkat PMI masih berada di bawah kondisi pra-pandemi. Pertumbuhan PDB industri pengolahan memiliki performa cukup buruk karena masih berada di bawah rata-rata pertumbuhan PDB secara agregat dan justru kembali mengalami tren penurunan sejak kuartal 3 tahun 2022. Hal ini dikatakan buruk karena mencerminkan pertumbuhan yang tidak inklusif serta menjadi sinyal dari deindustrialisasi (Haraguchi, 2017). Buruknya kondisi industri pengolahan dapat berakibat fatal dalam pertumbuhan ekonomi sebuah negara karena sektor tersebut memiliki multiplier effect tertinggi bagi perekonomian sebuah negara (Gunasekaran, 2019).

Karena adanya pembatasan gerak dan kontak fisik, kegiatan transportasi, distribusi, dan logistik menjadi salah satu aspek kegiatan yang paling terdampak pandemi. Dalam PMI, hal ini secara tidak langsung bisa tercermin dari salah satu indikatornya, yaitu kecepatan penerimaan barang input yang mengalami kontraksi dari awal kuartal 2020 hingga akhir kuartal 2022 (BI, 2022). Sebenarnya, pandemi hanya sekedar memperparah kondisi logistik Indonesia karena sejatinya performanya sudah begitu buruk bahkan sebelum pandemi melanda. Logistics Performance Index (LPI) Indonesia mengalami sedikit peningkatan performa walau mengalami penurunan peringkat secara signifikan. Tahun 2023, Indonesia hanya menempati peringkat 61 dari 160 negara yang sebelumnya pada tahun 2018 menempati peringkat 40 (World Bank, 2023).

Buruknya LPI serta ketidakefisienan logistik berdampak pada mahalnya biaya logistik Indonesia. Pada tahun 2021, biaya logistik mencapai 23,5% dari total PDB Indonesia, jauh di atas rata-

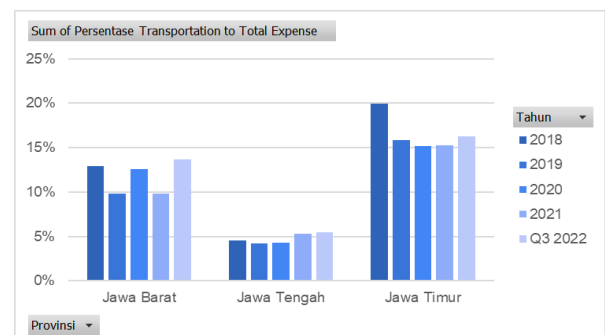
rata negara ASEAN lainnya yang berkisar 13% dari PDB (Kemenkeu, 2023). Ongkos logistik memiliki kontribusi rata-rata sebesar 6% dari total biaya produksi, sehingga berpengaruh terhadap buruknya daya saing industri di Indonesia. Vitalnya posisi logistik juga tercermin dari dominasinya dalam biaya operasional banyak perusahaan di Indonesia. Dari hasil analisa peneliti terhadap laporan keuangan banyak perusahaan di Pulau Jawa, biaya logistik perusahaan di Jawa Timur tergolong tinggi, yakni rata-rata sebesar 24,91% pada Q3 tahun 2023 (Gambar 2).

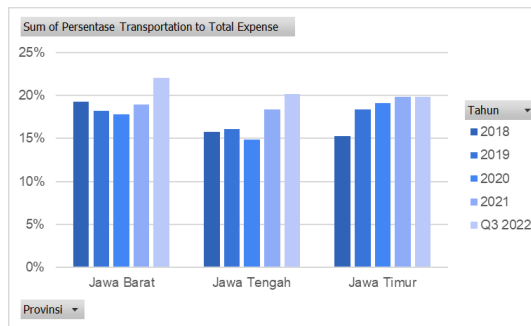


Gambar 2. Biaya Logistik terhadap Beban Penjualan Perusahaan Tbk di Jawa Timur

Sumber: Laporan Tahunan Perusahaan Tbk Jawa Timur (Diolah Penulis)

Selain itu, peneliti juga melakukan perbandingan biaya logistik dari jenis industri yang sama antara Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat, yakni dari industri makanan dan kimia. Dari hasil analisa terhadap laporan keuangan di industri tersebut, peneliti menemukan bahwa biaya logistik di Jawa Timur merupakan yang tertinggi pertama untuk industri kimia dan tertinggi kedua untuk industri makanan dibandingkan dengan Jawa Tengah dan Jawa Barat, yakni rata-rata sebesar 18,51% (2018-Q3 2022) dan 16,48% (2018-Q3 2022) (Gambar 3).





Gambar 3. Perbandingan Biaya Logistik Industri Kimia dan Makanan di Pulau Jawa.

Sumber: Laporan Tahunan Perusahaan Tbk.

Dibalik dampak buruknya terhadap perekonomian dan performa industri, COVID-19 memunculkan tantangan sosial dan ekonomi yang baru bagi banyak bisnis dan pemerintah di dunia. Hal ini memaksa orang-orang untuk dapat beradaptasi dengan berbagai kebiasaan baru untuk meminimalisir kontak secara fisik. Dibalik dampak buruknya, kondisi ini menjadi pemicu perkembangan Indonesia yang semakin terdigitalisasi. Berdasarkan skor median indeks daya saing digital East Ventures Digital Competitiveness Index (EV-DCI) 2022, perkembangan digitalisasi di Indonesia mengalami tren yang positif selama 3 tahun berturut-turut, yakni sebesar 27,9 pada 2020, 32,1 pada 2021, dan 35,2 pada 2022. Hal ini juga terlihat dari jumlah pengguna internet yang mencapai 212 juta pada Januari 2023 atau sekitar 77% dari jumlah penduduk Indonesia (Data Indonesia, 2023). Di Jawa Timur, indeks daya saing digital (EV-DCI) juga mengalami peningkatan menjadi 45,6 pada tahun 2022 dan berada pada peringkat kelima dari 34 provinsi di Indonesia (East Ventures, 2022).

Berdasarkan hasil riset dari Google, Temasek, dan Bain & Company dalam laporan *e-Conomy SEA 2022* yang didasarkan pada *gross merchandise value* (GMV), nilai ekonomi digital Indonesia diperkirakan mencapai sekitar US\$77 miliar pada 2022, meningkat 22% dari tahun sebelumnya dan menjadi yang tertinggi di Asia Tenggara (Katadata, 2022). Nilai GMV terbesar di Indonesia tersebut berasal dari sektor *e-commerce* sebesar US\$ 59 Miliar, diikuti oleh sektor transportasi dan pesan-antar makanan, pemesanan tiket perjalanan, dan media online, dengan nilai GMV masing-masing di bawah US\$10 miliar.

Data GMV di atas menunjukkan bahwa digitalisasi dan logistik merupakan dua hal yang saling berkelindan. Hal ini terlihat dari nilai GMV *e-commerce*, transportasi, dan pesan-antar yang memiliki nilai terbesar serta sangat berhubungan erat dengan digitalisasi. Dalam survei terkait tren jasa ekspedisi dan pengiriman barang oleh Populix,

platform market research, 44 persen dari 5.920 responden melakukan aktivitas belanja online setidaknya sekali dalam sebulan (Dinisari, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa jasa kurir menjadi pilihan konsumen selama pandemi. Tren ini tetap menjaga pertumbuhan positifnya, terbukti dari pertumbuhan transaksi *e-commerce* sebesar 22% di tahun 2022 (Pink, 2022).

Dalam mendorong proses digitalisasi dalam bidang logistik, pemerintah Jawa Timur telah melakukan berbagai kerja sama dengan pihak eksternal untuk mempercepat digitalisasi. Salah satu bentuk kerja sama yang dilakukan pemerintah adalah membuat platform logee menggandeng BUMN pada sektor logistik dan properti dengan memanfaatkan gudang seluas 742 m² milik PT Pertani di Mojokerto untuk melakukan pemantauan dan pengelolaan (Dinas Kominfo Jatim, 2023). Karenanya momentum pasca-pandemi dapat menjadi pemantik bagi industri pengolahan di Indonesia maupun pemerintah untuk mulai menerapkan digitalisasi yang sudah mulai tumbuh pesat dalam ranah logistik. Terlebih, gejala geopolitik menciptakan tendensi deglobalisasi yang mengancam kondisi logistik setiap negara di dunia (BNP Paribas, 2023). Digitalisasi logistik dapat muncul sebagai solusi yang menjanjikan dengan memfasilitasi adopsi teknologi baru untuk meningkatkan efektivitas rantai pasokan. Selain itu, efisiensi aspek logistik juga bermanfaat untuk membantu sisi penawaran menghadapi gelombang tren peningkatan permintaan yang akan terus meningkat pasca pandemi.

Penelitian terdahulu membuktikan bahwa aspek biaya logistik berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, termasuk dalam menarik FDI (X Liu, 2016). Dalam mengurangi biaya tersebut, penelitian terdahulu oleh Digital Supply Chain initiative (DSCi) juga membuktikan bahwa digitalisasi dalam manajemen rantai pasok dapat menghemat pengeluaran hingga 50% (Wadlow, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Idris (2018) yang menunjukkan bahwa digitalisasi menciptakan efisiensi dan peningkatan performa dari rantai pasok.

Di Indonesia, pembahasan mengenai digitalisasi cenderung berfokus pada kegiatan *end-user* atau ranah pasar dan permintaan. Masih cukup jarang diskusi mengenai digitalisasi dari sektor produksi. Padahal, digitalisasi di sektor produksi, khususnya industri pengolahan menjadi kunci untuk pertumbuhan ekonomi yang tinggi, inklusif, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk mencari pengaruh digitalisasi terhadap biaya logistik yang berpengaruh terhadap kinerja industri, sehingga berpengaruh pula pada performa ekonomi. Penelitian ini akan akan meninjau performa ekonomi yang disimbolkan

dengan PDRB di tingkat nasional dan penelitian deskriptif atas kondisi digital secara spesifik di Jawa Timur. Analisis kualitatif juga dilakukan untuk melihat berbagai bentuk penerapan digitalisasi secara langsung dan aplikatif di ranah mikro perusahaan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi landasan, baik bagi pemerintah maupun swasta di Indonesia dan Jawa Timur untuk bekerjasama menciptakan digitalisasi di sektor industri pengolahan.

Tinjauan Pustaka

Logistik merupakan tahapan perencanaan dalam menerapkan dan mengendalikan dengan efektif dan efisien dari aliran dan penyimpanan bahan baku persediaan dalam proses, dan barang jadi yang terhubung dengan informasi dari titik asal ke titik konsumsi, untuk memenuhi kebutuhan para pelanggan. Proses pengelolaan secara strategis terhadap pemindahan dan penyimpanan barang, suku cadang dan barang jadi dari para supplier, diantara fasilitas-fasilitas perusahaan dan kepada para pelanggan. Yunani dan Widijawan (2020) menyatakan bahwa logistik termasuk bagian dari Supply Chain Management (Manajemen Rantai Pasok) yang merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan aliran barang secara efektif dan efisien, meliputi transportasi, penyimpanan, distribusi dan jasa layanan serta informasi terkait mulai dari tempat asal barang sampai ke tempat konsumsi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Logistik sebagai fungsi yang melibatkan perpindahan, mengatur perpindahan barang dan penyimpanan material dalam perjalanannya dari pengirim awal, melalui rantai pasok dan sampai ke pelanggan akhir (Walters, 2003). Sedangkan menurut (Sugiyono, 2012) logistik didefinisikan sebagai bagian dari proses rantai suplai (supply chain) yang berfungsi merencanakan, melaksanakan, mengontrol secara efektif, efisien proses pengadaan, pengelolaan, penyimpanan barang, pelayanan dan informasi mulai dari titik awal (point of origin) hingga titik konsumsi (point of consumption) dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen. Logistik juga dapat diartikan sebagai proses perencanaan, implementasi, dan pengendalian efisiensi, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan bahan mentah, bahan setengah jadi, barang jadi dan informasi-informasi yang berhubungan dari asal titik konsumsi dengan tujuan memenuhi kebutuhan (Zezulka, 2016). Dari definisi yang telah dipaparkan tersebut dapat dijelaskan bahwa logistik adalah aliran barang atau jasa mulai dari sumber sampai tujuan yang meliputi proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran yang efisien dan efektif dari barang atau jasa dan informasi terkait mulai dari titik asal sampai titik penggunaan untuk memenuhi keperluan pelanggan.

Konsep logistik terpadu akan memberikan susunan logika yang utuh guna penentuan rencana kegiatan logistik dalam suatu struktur industri dalam kerangka saluran yang bekerja sama secara terpadu (Raza, 2020). Sistem ini memberikan kedalaman kegiatan terhadap segala usaha terpadu guna pencapaian logistik yang telah dibuat dan ditentukan sebelumnya. Tujuan logistik dari sistem logistik dapat berbeda-beda, misalnya tujuan biaya serendah mungkin atau tujuan penyimpanan barang yang tahan lama. Dalam hal ini, diperlukan desain suatu sistem logistik yang disesuaikan dengan tujuan yang telah ditentukan sehingga sistem tersebut akan mampu memberikan hasil yang dikehendaki. Dari teori diatas dapat disimpulkan sistem pengaturan logistik adalah sistem untuk mengkoordinir jaringan operasi logistik agar dapat berjalan dengan baik. Dalam konteks manajerial, logistik berkaitan dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian arus material dan informasi terkait didalam suatu organisasi. Logistik juga merupakan integrasi antara informasi, transportasi, inventory, warehousing, pengelolaan material, dan pengepakan. Sedangkan the Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) mendefinisikan manajemen logistik sebagai bagian dari manajemen rantai pasok yang merencanakan, mengimplementasikan, dan mengendalikan arus dan penyimpanan barang, jasa, dan informasi yang terkait baik ke hilir (forward) maupun ke hulu (reverse) dari titik asal ke titik konsumsi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Mengingat perannya yang sangat besar dalam kegiatan ekonomi secara umum, pasar industri layanan logistik tumbuh seiring dengan pertumbuhan ekonomi (Malek, 2017). Untuk skala global, biaya logistik merupakan komponen terbesar dalam perdagangan internasional (Rodrigues, 2005). Untuk skala Asia Pasifik, total pasar logistik kontrak saja sebesar US\$ 80,96 miliar pada tahun 2017, dan diperkirakan tumbuh rata-rata 4,6 persen selama 2018 – 2025 (Kasengkang, 2016) dengan sektor kunci untuk pasar masa depan berupa manufaktur, bisnis grosir, dan retail.

Keyakinan bahwa prestasi sistem terpadu akan memberikan suatu harapan tentang hasil akhir yang lebih baik daripada kegiatan yang kurang terkoordinir atau kegiatan yang terpisah-pisah, hal ini merupakan titik pusat perhatian konsep logistic terpadu. Menurut Donald J. Bowersox (1995) konsep logistik terpadu terdiri dari operasi logistic dan koordinasi logistik. Operasi logistik adalah mengenai manajemen pemindahan (movement) dan penyimpanan material dan produk jadi perusahaan. Jadi, operasi logistik itu dapat dipandang sebagai berawal dari pengangkutan pertama material atau komponen-komponen dari sumber perolehannya dan berakhir pada penyerahan produk yang dibuat atau diolah itu kepada langganan atau konsumen. Operasi

logistik dapat dibagi kedalam 3 kategori yaitu manajemen distribusi fisik, manajemen material, transfer persediaan barang di dalam perusahaan.

Revolusi industri 4.0 memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai lini kehidupan manusia (Kementerian Sekretariat Negara, 2019). Salah satu contoh nyata dari adanya revolusi industri 4.0 adalah digitalisasi, terutama dalam hal digitalisasi ekonomi. Dari hasil survei yang dilakukan oleh European Central Bank (ECB) tahun 2018, digitalisasi diartikan sebagai guncangan teknologi yang dapat mempengaruhi sektor bisnis dan ekonomi secara agregat, terutama pada efek persaingan, produktivitas, ketenagakerjaan, dan interaksinya dengan lembaga dan tata kelola suatu perusahaan atau negara. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa ekonomi digital memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di negara maju dan berkembang (Pradhan et al, 2019 & Cheng et al, 2021). Salah satu studi menemukan bahwa digitalisasi memiliki kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi di ekonomi Sub-Sahara Afrika dan OECD. Studi ini menggunakan set data panel yang terdiri dari 11 tahun dari 2006 hingga 2016 untuk 41 ekonomi SSA dan 33 OECD dan menggunakan pendekatan *generalized method of moments* (GMM). Hasilnya menunjukkan bahwa digitalisasi memiliki kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi di kedua kelompok negara tersebut (Myovella, 2020). Studi tersebut tidak memberikan rincian spesifik mengenai kontribusi positif digitalisasi terhadap pertumbuhan ekonomi di kedua kelompok negara tersebut. Namun, penting untuk dicatat bahwa digitalisasi dapat membantu meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan meningkatkan efisiensi di berbagai sektor.

Survei yang dilakukan oleh European Central Bank (ECB) menemukan bahwa sebagian besar responden melihat digitalisasi berdampak positif pada penjualan perusahaan mereka. Lebih dari setengahnya memperkirakan adopsi teknologi digital akan menimbulkan "peningkatan kecil" dalam penjualan selama tiga tahun ke depan, sementara sekitar sepertiga mengharapkan "peningkatan yang signifikan". Sementara itu, menurut survei yang dilakukan oleh ECB juga, responden melihat digitalisasi memberikan sedikit dampak negatif terhadap pekerjaan. Sekitar sepertiga responden memperkirakan digitalisasi akan mengurangi lapangan kerja di perusahaan mereka selama tiga tahun ke depan, sementara sekitar seperlima meramalkan peningkatan lapangan kerja. Sebuah studi dalam *Sage Journals* menemukan bahwa digitalisasi memiliki implikasi negatif bagi organisasi. Studi ini menyoroti berbagai efek digitalisasi yang bermasalah dan tidak terduga bagi organisasi, seperti risiko privasi,

penyalahgunaan teknologi untuk intimidasi dan sebagainya, serta kesenjangan digital bagi kelompok tertentu (Trittin-Ulbrich, 2020).

Transformasi ke arah digitalisasi adalah proses yang sedang berlangsung di industri logistik. Digitalisasi di bidang logistik memiliki peran yang cukup penting dikarenakan digitalisasi logistik dapat meningkatkan efektivitas biaya, meningkatkan efisiensi informasi dan komunikasi, serta mendorong ketahanan rantai pasokan untuk mencapai kinerja yang lebih baik (Zhao, 2023). Membangun digitalisasi multi-tingkat yang dilengkapi dengan agregasi data, pertukaran informasi, kolaborasi, manajemen risiko, analitik yang didukung AI, dan teknologi cloud yang kuat dapat menopang rantai pasokan dengan kecepatan, visibilitas, sinergi, dan kontrol yang belum pernah terjadi sebelumnya (Kern, 2023). Rantai pasokan yang sangat terhubung akan mendukung ketangkasan yang menguntungkan dengan menyatukan logistik dan menara kontrol digital, yang diaktifkan oleh AI dan ML, untuk membuat prakiraan real-time yang akurat, merasakan gangguan pada tahap paling awal, membuat keputusan sumber bahan dan logistik yang cerdas, mengoptimalkan rantai pasokan pelaksanaan, dan meminimalkan waktu pengiriman dan biaya (Leung, 2021).

Digitalisasi memungkinkan rantai pasokan untuk bertransformasi dan menjadi lebih tangguh, gesit, dan digerakkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Selama krisis, digitalisasi dapat meningkatkan efektivitas biaya, meningkatkan efisiensi informasi dan komunikasi, serta mendorong ketahanan rantai pasokan untuk mencapai kinerja yang lebih baik. Ekosistem mitra digital yang didukung oleh teknologi seperti blockchain dan Internet of Things (IoT) akan mendorong kolaborasi, meningkatkan visibilitas, dan mendukung manajemen risiko yang lebih baik (Hippold, 2021). Selain itu, penelitian lainnya juga menyatakan bahwa ketahanan rantai pasokan (SCR) dan integrasi rantai pasokan (SCI) membutuhkan digitalisasi dalam rantai pasokan. Keterkaitan mereka jarang diteliti secara empiris. Tulisan ini bertujuan untuk mengungkap dampak teknologi digital (DT) pada SCR dan SCI dan peran SCI dalam memediasi antara DT dan SCR (Shi, 2022).

2. Metode Penelitian

Data dan Sampel

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan publikasi dari East Ventures-Digital Competitiveness Index (EV-DCI) tahun 2021-2022 yang dipublikasi oleh East Ventures. Digital Competitiveness Index merupakan indeks yang mengukur perkembangan, kesiapan, dan daya saing digital untuk memantau perkembangan ekonomi digital setiap wilayah di Indonesia. EV-DCI terdiri dari tiga aspek utama atau sub-indeks, yakni input, output, dan penunjang dalam memberikan pemahaman tentang daya saing digital. Untuk mengukur dampak digitalisasi logistik terhadap

pertumbuhan ekonomi di tengah ketidakpastian global di tingkat provinsi di Indonesia, peneliti menggunakan data dari dua aspek yang kiranya berpengaruh terhadap logistik, yaitu input dan penunjang. Selain itu, IHK sektor transportasi digunakan sebagai *proxy* untuk mengukur biaya dari transportasi yang merupakan bagian dari biaya logistik perusahaan. Data yang diambil berasal dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2021 dan 2022.

Definisi Variabel dan Pengukuran

Untuk mengukur digitalisasi (variabel independen) yang berpengaruh di sektor logistik di tingkat provinsi, peneliti menggunakan data EV-DCI dari publikasi East Ventures tahun 2021-2022 dan data BPS. Dari data tersebut peneliti menggunakan tiga aspek yang dinilai berpengaruh terhadap digitalisasi, yaitu rasio jumlah desa yang memiliki BTS, rasio penduduk yang memiliki telepon genggam, dan rasio penduduk yang mengakses internet. Untuk melihat dampak digitalisasi bagi perekonomian melalui aspek logistik, digunakan variabel IHK sektor transportasi yang diperoleh dari BPS. IHK transportasi dapat menjadi *proxy* mengingat sulitnya mendapatkan data biaya dan efisiensi logistik, baik secara makro maupun mikro.

Performa ekonomi sebagai variabel independen diukur dengan logaritma natural Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita. PDRB per kapita dihitung dari hasil bagi antara PDRB dengan populasi di suatu wilayah regional pada tahun tertentu. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan PDRB per kapita atas dasar harga konstan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi per kapita penduduk suatu wilayah secara nyata (BPS, 2022). Rangkuman terkait variabel dependen, independen, dan antara terdapat dalam tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman Variabel Dependen, Independen, dan Antara

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi	Simbol	Sumber
Dependen	PDB per Kapita	Logaritma natural dari PDB per kapita dengan harga konstan tiap provinsi	ln_PDRBK	BPS
	Jumlah Base Transceiver	Rasio desa di suatu provinsi yang memiliki	BTS	BPS

Independen/ Instrumen	Station	BTS		
	Kepemilikan telepon pintar	Rasio masyarakat di suatu provinsi yang memiliki telepon pintar	MO	EV-DCI
	Akses internet	Rasio masyarakat di suatu provinsi yang mengakses internet	IU	EV-DCI
Antara	IHK Transportasi	Indeks Harga Konsumen setiap provinsi yang berhubungan dengan transportasi	IHK	BPS

Sumber: Olahan Penulis

Selain variabel dependen dan antara di atas, perkembangan ekonomi sebuah daerah juga banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, diperlukan variabel kontrol agar hasil yang didapatkan dalam penelitian dapat lebih terpercaya. Berdasarkan penelitian terdahulu dari Rahman & Chamelia (2015) menunjukkan bahwa pendapatan asli daerah, kualitas sumber daya manusia, dan belanja pemerintah daerah berpengaruh terhadap PDRB. Karenanya, variabel kontrol yang akan mewakili faktor-faktor tersebut adalah logaritma natural dari nilai ekspor non-migas (\ln_Ekspor), Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan logaritma natural Realisasi APBD (\ln_RAPBD). Ringkasan statistik deskriptif variabel-variabel yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Statistik

	N	Mean	Std. Dev.	min	max	range	t-value
Tahun	68	2021.5	0.504	2021	2022	1	33093.381
MO	68	.617	0.201	0	1	1	25.242
IU	68	.52	0.204	0	1	1	21.054
BTS	68	.507	0.207	.096	.914	.818	20.23
ILD	68	52.547	22.966	0	100	100	18.868
PTBK	68	49.976	13.690	17.2	87.7	70.5	30.104
IF	68	57.794	17.994	12.7	100	87.3	26.485
IHK	68	103.212	2.507	98.177	107.83	9.653	339.52
PDRB	68	71705.896	55972.849	20580.34	298359.97	277779.63	10.564
Ekspor NM	68	7294.135	8914.322	34.5	38275.2	38240.7	6.815
IPM	68	71.665	3.902	60.62	81.65	21.03	151.46
Realisasi APBD	68	538	0.111	.303	.739	.436	39.825
ln_PDRBK	68	10.991	0.567	9.932	12.606	2.674	159.76
ln_Ekspor	68	7.815	1.894	3.541	10.553	7.012	34.02
ln_RAPBD	68	-.642	0.219	-1.194	-.302	.892	-24.167

Sumber: Olahan Penulis

Model Ekonometrika

Dalam menguji hipotesis bahwa digitalisasi dapat meningkatkan kinerja perekonomian melalui efisiensi biaya logistik, peneliti menggunakan model

random effect berdasarkan hasil uji Chow Test, Langrangian Multiplier Test, dan Hausman Test yang telah dilampirkan dalam Lampiran 1. Peneliti menggunakan metode *Two-Stage Least Square* (2SLS) panel data dengan model sebagai berikut:

$$\ln_PDRBK_{it} = a_0 + a_1IHK_{it} + a_2\Omega_{it} + \varepsilon \quad (1)$$

$$IHK_{it} = b_0 + b_1MO_{it} + b_2IU_{it} + b_3BTS_{it} + \varepsilon \quad (2)$$

yang mana \ln_PDRBK_{it} merupakan logaritma natural pendapatan per kapita di provinsi i pada tahun t . IHK_{it} adalah indeks harga konsumen sektor transportasi di provinsi i pada tahun t . Ω_{it} merupakan variabel-variabel kontrol di provinsi i pada tahun t dan ε adalah *error term*.

Peneliti menggunakan *Two-Stage Least Square* (2SLS) karena model dari penelitian ini menggunakan variabel antara yang menghubungkan variabel independen dan variabel dependen. 2SLS sangat berguna menjelaskan persamaan simultan yang digunakan peneliti agar mampu mendeteksi pengaruh tidak langsung yang diberikan variabel independen kepada variabel dependen melalui variabel antara tersebut (Misno, 2019). Selain itu, metode ini juga bermanfaat untuk menghilangkan permasalahan *endogeneity* yang mungkin dialami selama penelitian berlangsung. Instrumental variabel yang digunakan terlihat dalam persamaan dua, yaitu Kepemilikan telepon pintar (MO), Jumlah BTS (BTS), dan Akses internet (IU) di provinsi i pada tahun t .

3. Hasil Penelitian/ Pembahasan

Dampak Digitalisasi terhadap Performa Ekonomi 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2021-2022

Tabel 3. Hasil Analisis Dampak Digitalisasi dalam Aspek Logistik yang Berpengaruh Terhadap Performa Ekonomi 34 Provinsi di Indonesia dalam Rentang Waktu 2021 - 2022 Menggunakan Metode 2SLS

VARIABLES	(1) ln_PDRBK	(2) ln_PDRBK	(3) ln_PDRBK	(4) ln_PDRBK
IHK	-0.0286 (0.0220)	-0.0223 (0.0154)	-0.00397 (0.00393)	-0.00386 (0.00418)
ln_Ekspor		0.113*** (0.0253)	0.0571*** (0.0154)	0.0570*** (0.0160)
IPM			0.0449*** (0.00949)	0.0472*** (0.0151)
ln_RAPBD				-0.00416 (0.0250)
Constant	13.48*** (2.285)	11.95*** (1.540)	7.277*** (0.727)	7.099*** (1.053)
Observations	68	68	68	68
Number of id	34	34	34	34

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Sumber: Olahan Penulis

Dalam tabel 3, dapat dilihat bahwa variabel IHK memiliki korelasi negatif terhadap PDRB per kapita. Ketika, IHK sebagai simbol *proxy*

dari biaya logistik menurun, maka kinerja perekonomian akan meningkat. Setiap peningkatan IHK sebesar 1 unit, maka PDRB per kapita akan meningkat sebesar 2,86%. Jika mengkonsiderasi variabel kontrol nilai ekspor non-migas pada kolom (2), koefisien regresi IHK masih konsisten bernilai negatif. Pada kolom (3), peneliti menambahkan variabel kontrol IPM dan menghasilkan koefisien IHK yang masih negatif. Terakhir, pada kolom (4) peneliti melibatkan variabel kontrol persentase realisasi APBD dan menghasilkan koefisien IHK yang tetap negatif. Berbagai kondisi tersebut menunjukkan pelibatan kontrol variabel tidak membuat arah pengaruh dari IHK sektor transportasi terhadap PDRB per kapita berubah.

Namun, hasil dari regresi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik dari IHK terhadap PDRB per kapita. Hal ini dapat disebabkan karena IHK sektor logistik digunakan hanya sebagai *proxy* atas performa logistik dalam ranah industri, sedangkan IHK sebenarnya cenderung untuk menggambarkan kondisi harga untuk konsumen. Alhasil, dampak positif digitalisasi dalam ranah logistik belum secara maksimal digambarkan oleh IHK. Penggunaan IHK tersebut disebabkan karena sulitnya data mikro perusahaan maupun data terkait logistik yang dimiliki setiap provinsi di Indonesia. Kendati demikian, hasil penelitian ini tetap bermanfaat untuk memberikan sinyal bahwa terdapat *indicative impact* atas digitalisasi di ranah logistik bagi performa ekonomi.

Pengaruh digitalisasi bagi sektor logistik yang mendorong perekonomian tercermin dari penelitian-penelitian terdahulu. Pengadaan infrastruktur digital yang digambarkan oleh variabel BTS berpengaruh signifikan dalam mengurangi biaya logistik (Klunder, 2019). Selain itu, Pengguna internet dan telepon pintar juga mampu mendorong terciptanya *digital logistics system*, seperti *sharing economy* yang dapat menciptakan efisiensi di ranah logistik (Ocicka, 2017). Contoh nyata dari hal tersebut adalah sistem pengiriman *same day* yang mengkoneksikan berbagai pengguna layanan dengan satu kurir yang sama. Penurunan biaya logistik dari digitalisasi yang dicerminkan tiga variabel independen tersebut akan berujung pada peningkatan performa ekonomi. Hal ini terjadi karena biaya logistik yang lebih murah dengan sistem yang lebih efisien memungkinkan perusahaan untuk lebih produktif dan mengalokasikan dana yang awalnya untuk distribusi ke sektor yang lebih produktif, seperti produksi barang, sehingga mampu mendorong perekonomian (Barata, 2020).

Analisis Kualitatif Implementasi Digitalisasi Logistik pada Industri di Jawa Timur

Selain melakukan analisis kuantitatif dengan regresi, peneliti juga menambahkan analisis kualitatif untuk mengetahui implementasi digitalisasi di bidang logistik di Indonesia dan dampaknya terhadap industri logistik. Dari hasil riset yang telah peneliti lakukan dari mulai penelitian terdahulu hingga situs resmi perusahaan, peneliti menemukan bahwa terdapat beberapa perusahaan, terutama perusahaan *third-party logistics* (3PL) atau

perusahaan penyedia jasa logistik yang telah menerapkan digitalisasi logistik. Beberapa perusahaan 3PL terdigitalisasi yang beroperasi di Indonesia antara lain: JNE Logistics and Distribution, Indah Cargo, FedEx, DHL, TiKi, dan Pahala. Beberapa contoh digitalisasi yang telah diimplementasikan perusahaan-perusahaan ini, diantaranya:

1. Warehouse Management System (WMS) WMS memainkan peran penting dalam kegiatan operasional pergudangan (Ramaa & Rangaswamy, 2012). Teknologi logistik ini memungkinkan pengelolaan gudang dilakukan secara efektif dan optimal (Faber, 2013). WMS memberikan manfaat besar dalam kegiatan operasional, termasuk penyimpanan barang, pengamanan produk, penyusunan packing, dan pengelolaan persediaan yang lebih baik sehingga mempercepat proses pengiriman barang (Prayodya, 2017).

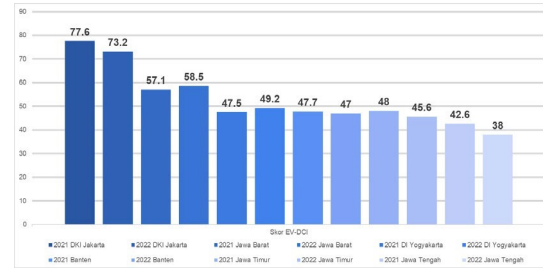
2. Blockchain

Teknologi Blockchain telah memberikan efisiensi dalam kegiatan operasional logistik. Dalam hal ini, blockchain memainkan peran penting dalam proses data entry, tracing, dan tracking. Blockchain merupakan sistem yang paling aman, sehingga dapat membuat eksistensi perusahaan menjadi relevan dalam persaingan pasar dan meminimalisasikan penyimpangan data (Perboly, 2018). Beberapa perusahaan global logistik seperti DHL dan Maersk kini telah menggunakan teknologi Blockchain.

3. Transportation Management System (TMS)

TMS adalah teknologi logistik untuk mendistribusikan barang dengan memfasilitasi perencanaan, optimalisasi, dan pelaksanaan operasi transportasi yang dapat mengurangi pengeluaran dari kesalahan, meningkatkan layanan pelanggan, dan mengakses *real time data* (Swink et al. 2013). Fitur TMS memungkinkan pelanggan untuk melacak pengiriman secara *real-time* untuk memperkirakan waktu pengiriman barang.

Melihat manfaat yang diberikan dari adanya digitalisasi di sektor logistik di beberapa perusahaan di Indonesia, peneliti meyakini bahwa digitalisasi ini bisa secara khusus diterapkan di perusahaan-perusahaan di Jawa Timur sebagai sarana dalam mengoptimalkan pengelolaan kegiatan operasional perusahaan secara efektif dan efisien. Implementasi digitalisasi logistik di industri Jawa Timur juga diharapkan mampu mengurangi dan menekan beban biaya logistik pada industri di Jawa Timur. Keyakinan peneliti didasari pada data daya saing digital Jawa Timur yang menempati peringkat keempat pada tahun 2022 dengan skor 45,6 setelah DKI Jakarta (73,2), Jawa Barat (58,5), DI Yogyakarta (49,2), dan Banten (47). Angka tersebut menunjukkan penurunan dibandingkan tahun sebelumnya, yakni sebesar 48 (Gambar 4). Kendati demikian, skor di Jawa Timur atau provinsi lain yang lebih rendah tidak menunjukkan daya saing provinsi tersebut turun, melainkan tanda provinsi lain berhasil mengejar ketertinggalan.



Gambar 4. Perbandingan Daya Saing Digital Provinsi di Pulau Jawa Tahun 2021-2022

Sumber: Olahan Penulis

Analisis aspek-aspek yang terkait dengan skor EV-DCI lebih lanjut dapat dilihat dari skor tiga pilar, yakni indeks literasi digital dan penggunaan TIK (Input) serta Infrastruktur (Penunjang) yang mana merupakan dua dari tiga variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini (Gambar 5). Skor EV-DCI 2021 menunjukkan bahwa DKI Jakarta memimpin hampir semua pilar pembangun EV-DCI, dimana skor EV-DCI untuk pilar infrastruktur di DKI Jakarta telah mencapai angka maksimum 100 di tahun 2021 dan 2022. Di Jawa Timur, skor EV-DCI untuk tahun 2021 dan 2022 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan DI Yogyakarta, Banten, dan Jawa Tengah. Namun, pada tahun 2022, skor pada pilar penggunaan TIK mengalami penurunan dari 54,5 menjadi 46,6. Adanya era baru pasca pandemi COVID-19 bisa menjadi momentum bagi Jawa Timur untuk mendorong digitalisasi pada sektor logistik.

	Pilar					
	Input				Penunjang	
	Sumber Daya Manusia		Penggunaan TIK		Infrastruktur	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
DKI Jakarta	57.4	59.5	85	73.4	100	100
Jawa Barat	67.2	71.5	57.2	49.8	73.6	79.4
DI Yogyakarta	26.1	40.9	87.7	76	74.9	85.1
Banten	26.7	28.7	60.9	55.2	70.9	73.8
Jawa Tengah	50	46.6	54.8	48.6	72.6	78.4
Jawa Timur	52.5	65.3	54.5	46.6	74.9	76.3

Gambar 5. Daya Saing Digital Provinsi di Pulau Jawa Menurut 3 Pilar EV-DCI

Sumber: Olahan Penulis

4. Kesimpulan

Pandemi COVID-19 telah memberikan dampak yang signifikan terhadap dinamika perekonomian global sepanjang tahun 2020. Namun, hal ini juga menjadi pemicu dalam proses percepatan digitalisasi. Perubahan kebiasaan seperti pembatasan gerak dan kontak fisik, kegiatan transportasi, distribusi, dan logistik menjadi salah satu aspek yang paling terdampak pandemi. Perubahan kebiasaan ini juga memicu transformasi digital yang lebih cepat. Hal ini dikarenakan digitalisasi dapat menjadi solusi bagi akselerasi pertumbuhan ekonomi selama dan sesudah pandemi COVID-19. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk menganalisis peran digitalisasi di sektor

logistik dalam rangka mendorong resiliensi ekonomi Jawa Timur yang inklusif dan berkelanjutan di tengah ketidakpastian global melalui pendekatan kuantitatif ditinjau dari PDRB perkapita di tingkat provinsi di Indonesia.

Dalam model persamaan yang dibangun, IHK sektor transportasi ditempatkan sebagai variabel antara yang diapit oleh variabel dependen PDRB per kapita dan variabel instrumental jumlah BTS, kepemilikan telepon pintar, dan akses internet. IHK sektor transportasi dipilih sebagai *proxy* terdekat untuk menggambarkan kondisi efisiensi dan biaya logistik di tingkat daerah. Melalui metode 2SLS, peneliti menemukan bahwa Indeks Harga Konsumen (IHK) sektor transportasi yang telah dipengaruhi variabel instrumental memiliki hubungan negatif dengan PDRB per kapita. Walau secara statistik tidak signifikan, hasil regresi tersebut dapat menjadi sinyal adanya *indicative impact* digitalisasi dalam menurunkan biaya logistik yang selanjutnya dapat berefek terhadap peningkatan kinerja ekonomi, seperti yang ditunjukkan oleh berbagai penelitian sebelumnya. Diperlukan upaya lebih lanjut, baik pemerintah maupun swasta untuk menyediakan data yang secara langsung dapat mencerminkan performa logistik di tingkat nasional, daerah, dan per sektor industri.

Selain menggunakan pendekatan kuantitatif, peneliti juga melakukan analisis kualitatif menggunakan tingkat daya saing digital Provinsi Jawa Timur dibandingkan provinsi lainnya di Pulau Jawa dalam mengimplementasikan teknologi digital bagi industri di Jawa Timur. Peneliti menemukan bahwa banyak perusahaan di Indonesia terutama perusahaan *third-party logistics* (3PL) atau perusahaan penyedia jasa logistik yang telah menerapkan digitalisasi logistik, diantaranya Warehouse Management System (WMS), Blockchain, dan Transportation Management System (TMS). Selanjutnya, peneliti juga menemukan bahwa terjadi penurunan skor yang cukup signifikan pada pilar penggunaan TIK di tahun 2022. Oleh karena itu, peneliti menyarankan kepada Pemerintah Provinsi Jawa Timur untuk segera meningkatkan keterlibatan dalam integrasi teknologi digital seperti yang sudah ada terhadap industri-industri di Jawa Timur agar dapat meningkatkan daya saing digitalisasi dalam pilar penggunaan TIK dan pada akhirnya dapat meningkatkan performa perekonomian.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. "Produk Domestik Regional Bruto." BPS, 2023. <https://www.bps.go.id/indicator/52/286/1/-seri-2010-produk-domestik-regional-bruto-.html>
- Bank Indonesia. "PROMPT MANUFACTURING INDEX (PMI)." BI, 2023. https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_250823.aspx.
- Bank Indonesia. "Laporan Perekonomian Indonesia.", BI 2022. <https://www.bi.go.id/id/publikasi/laporan/default.aspx?Kategori=laporan%20perekonomian&Periode=>.
- BNP Paribas. "Investment Outlook 2023 – Investing in an Age of Transformation." BNP Paribas, 2022. <https://www.bnpparibas-am.com/portfolio-perspectives/investment-outlook-2023-investing-in-an-age-of-transformation/>.
- Barata, F.A. "High Cost of Logistics and Solutions." Proceedings of the 17 Th International Symposium on Management (INSYMA 2020), 2020. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200127.083>.
- Cahyomo, E. "Ekonomi Digital: The New Face of Indonesia's Economy." Setneg, Agust 27, 2023. <https://www.setneg.go.id/baca/index/ekonomi-digital-the-new-face-of-indonesias-economy>.
- Cheng, Chih-Yang, Mei-Se Chien, and Chien-Chiang Lee. "ICT Diffusion, Financial Development, and Economic Growth: An International Cross-Country Analysis." Economic Modelling 94 (January 2021): 662–71. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.008>.
- Continuity Central. "Three Digitalization Strategies That Help Supply Chain Resilience." Continuity Central, August 27, 2023. <https://www.continuitycentral.com/index.php/news/resilience-news/8125-three-digitalization-strategies-that-help-supply-chain-resilience>.
- Ahdiat, Adi. "Ini Nilai Ekonomi Digital Indonesia Tahun 2022 Menurut Google." katadata, October 27, 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/10/27/ini-nilai-ekonomi-digital-indonesia-tahun-2022-menurut-google>.
- East Ventures. "Digital Competitiveness Index." East Ventures, 2022. <https://east.vc/id/reports/east-ventures-digital-competitiveness-index-2022/>.
- European Central Bank. "Digitalisation and Its Impact on the Economy: Insights from a Survey of Large Companies." ECB, 2018. https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2018/html/ecb.ebbox201807_04.en.html.
- Faber, N., M.B.M. de Koster, and A. Smidts. "Organizing Warehouse Management." International Journal of Operations & Production Management 33, no. 9 (August 16, 2013): 1230–56. <https://doi.org/10.1108/ijopm-12-2011-0471>.
- Gunasekaran, Angappa, Yahaya Y. Yusuf, Ezekiel O. Adeleye, Thanos Papadopoulos, Dharma Kovvuri, and Dan'Asabe G. Geyi. "Agile Manufacturing: An Evolutionary Review of Practices." International Journal of Production Research 57, no. 15–16 (October 11, 2018): 5154–74. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530478>.
- Haraguchi, Nobuya, Charles Fang Chin Cheng, and

- Eveline Smeets. "The Importance of Manufacturing in Economic Development: Has This Changed?" *World Development* 93 (May 2017): 293–315. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.013>.
- Hippold, S. "Future of Supply Chain: Resilient, Agile, Purpose-Driven," Gartner, February 26, 2021. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-future-of-supply-chain-resilient-agile-purpose-driven>.
- Indris, F. "Digital Supply Chain: Survey of the Literature." *International Journal of Business Research and Management* 9, no. 1 (2018): 47–61. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:sh:diva-37526>.
- Kasengkang, Rio, Sientje Nangoy, and Jacky Sumarauw. "ANALISIS LOGISTIK (STUDI KASUS PADA PT. REMENIA SATORI TEPAS-KOTA MANADO)." *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi* 16, no. 1 (2016): 750–59. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jbi/article/view/11801>.
- Kementerian Keuangan RI. "Berdampak pada Daya Saing, Berikut Tantangan Sektor Logistik di Indonesia." *Kemenkeu*, March 07, 2023. <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Tantangan-Sektor-Logistik-di-Indonesia>.
- Klünder, Timo, Jan Niklas Dörseln, and Marion Steven. "Procurement 4.0: How the Digital Disruption Supports Cost-Reduction in Procurement." *Production* 29 (2019). <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180104>.
- Liu, X. "The Impact of Logistics Costs on the Economic Development: The Case of Thailand." *Business and Public Administration Studies* 10, no. 1 (2016).
- Malek, Y. Nait, A. Kharbouch, H. El Khoukhi, M. Bakhouya, V. De Florio, D. El Ouadghiri, S. Latre, and C. Blondia. "On the Use of IoT and Big Data Technologies for Real-Time Monitoring and Data Processing." *Procedia Computer Science* 113 (2017): 429–34. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.281>.
- Ocicka, B, and G Wieteska. "Sharing Economy in Logistics and Supply Chain Management." *Scientific Journal of Logistics* 13, no. 2 (2017): 183–93. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2017.2.6>.
- Perboli, Guido, Stefano Musso, and Mariangela Rosano. "Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases." *IEEE Access* 6 (2018): 62018–28. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2875782>.
- Pradhan, RP., Arvin, MB., Nair, M., Bennett, SE., & Bahmani, S. 2019. "Dinamika Modal Ventura dan Pertumbuhan Ekonomi Jangka Pendek dan Jangka Panjang dalam Ekonomi Digital: Studi
- PT Akasha Wira International Tbk. "Annual Report." Akasha International, 2023. <https://akashainternational.com/annual-report/>.
- PT Campina Ice Cream Industry Tbk. "Laporan Tahunan." Campina, 2023. <https://www.campina.co.id/id/laporan-tahunan/>.
- PT Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk. "Laporan Keuangan." H. M. Sampoerna, 2023. <https://www.sampoerna.com/id/investor-relations-gcg/disclosure/financial-statements>.
- PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. "Laporan Tahunan." Indocement, 2023. <https://www.indocement.co.id/Investor/Laporan-dan-Presentasi/Laporan-Tahunan>.
- PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk. "Laporan Tahunan." Indofood CBP, 2023. <https://www.indofoodcbp.com/investor-relation/annual-report>.
- PT Indofood Sukses Makmur Tbk. "Annual Report." Indofood, 2023. <https://www.indofood.com/investor-relation/annual-report>.
- PT Indonesia Farma Tbk. "Laporan Keuangan." Indo Farma, 2023. <https://indofarma.id/laporan-keuangan/>.
- PT Indo-Rama Synthetics Tbk. "Annual Report." Indorama, 2023. <https://indorama.co.id/investors/annualreport.html>.
- PT Industri Jamu dan Farmasi Sido Muncul Tbk. "Laporan Tahunan." Sidomuncul, 2023. https://investor.sidomuncul.co.id/id/annual_reports.html.
- PT Krakatau Steel Tbk. "Laporan Tahunan." Krakatau Steel, 2023. <https://www.krakatausteel.com/viewcontent/129>.
- PT Nippon Indosari Corpindo Tbk. "Laporan Tahunan." Sari Roti, 2023. <https://www.sariroti.com/id/informasi-investor/laporan-tahunan>.
- PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. "Laporan Keuangan." Tjiwi Kimia, 2023. <https://tjiwikimia.co.id/in/web/guest/investors>.
- PT Perusahaan Rokok Tjap Gudang Garam Tbk. "Laporan Keuangan." Gudang Garam, 2023. <https://www.gudanggaramtbk.com/investor/>.
- PT Phapros Tbk. "Laporan Tahunan." Phapros, 2023. <https://www.phapros.co.id/laporan-tahunan>.
- PT Semen Indonesia Tbk. "Laporan Tahunan." Semen Indonesia, 2023. <https://www.sig.id/laporan-tahunan>.
- PT Sinar Mas Agro Resources & Technology Tbk. "Laporan Keuangan." SMART, 2023. <https://www.smart->

tbk.com/investor/informasi-keuangan/laporan-tahunan/.

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. "Laporan Tahunan." Solusi Bangun Indonesia, 2023. <https://solusibangunindonesia.com/laporan-tahunan/>.

PT Ultrajaya Milk Industry & Trading Company Tbk. "Laporan Tahunan." Ultra Jaya, 2023. <http://www.ultrajaya.co.id/investor-relation/annual-report/ind>.

PT Unilever Indonesia Tbk. "Laporan Tahunan." Unilever Indonesia, 2023. <https://www.unilever.co.id/hubungan-investor/publikasi-perusahaan/laporan-tahunan/>.

PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk. "Laporan Keuangan." Wilmar Indonesia, 2023. <https://wilmarcahayaindonesia.com/annual>.

Rahman, Yozi Aulia, and Ayunda Lintang Chamelia. "FAKTOR - FAKTOR YANG Mempengaruhi Pdrb Kabupaten / Kota Jawa Tengah Tahun 2008-2012." JEJAK 8, no. 1 (March 1, 2015). <https://doi.org/10.15294/jejak.v8i1.3857>.

Rama, K, and M Rangaswamy. "Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain." International Journal of Computer Applications 54, no. 1 (n.d.): 1–20.

Raza, Erwin, La Ode Sabaruddin, and Aziza Leila Komala. "Manfaat Dan Dampak Digitalisasi Logistik Di Era Industri 4.0." Jurnal Logistik Indonesia 4, no. 1 (October 29, 2020): 49–63. <https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.873>.

Sri Rejeki Isman Tbk. "Laporan Keuangan." Sritex, 2023. <https://www.sritex.co.id/id/laporan-keuangan/Sugiyono>. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. 17th ed. Bandung, West Java, Indonesia: Alfabeta, 2012.

Swink, Morgan, Steven A. Melnyk, M. Bixby Cooper, and Janet L. Hartley. Managing Operations Across the Supply Chain. 2nd ed. New York: McGraw-Hil, 2013.

Tom, W. "CGE: Going Digital Can Reduce Supply Chain Costs by 50%." Supply Chain Magazine, May 17, 2020. <https://supplychaindigital.com/digital-supply-chain/cge-going-digital-can-reduce-supply-chain-costs-50>.

Walters, Donald. Logistics, an Introduction to Supply Chain Management. Milan: Palgrave Mc, 2003..

Yunani, A, and Widijawan. "Logistik Dalam Beragam Perspektif; Evolusi Konsep, Praktik, Dan Isu Kebijakan Di Indonesia." Jurnal Logistik Bisnis 10, no. 2 (2020): 51–59.

Zeulka, F., P. Marcon, I. Vesely, and O. Sajdl. "Industry 4.0 – An Introduction in the Phenomenon." IFAC-PapersOnLine 49, no. 25 (2016): 8–12.

<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.002>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tes Penentuan Metode Estimasi Regresi

Tes	Hasil	Kesimpulan
Chow Test	Prob > F = 0.000000	Memilih fixed effect dibandingkan dengan pooled least square
Hausman Test	Prob > Chi2 = 0.8137	Memilih random effect dibandingkan fixed effect
Langrange Multiplier	Prob > Chi2 = 0.00000	Memilih random effect dibandingkan dengan pooled least square

Setelah melakukan tiga kali uji, dapat disimpulkan bahwa metode estimasi terbaik adalah menggunakan model *random effect*.

Lampiran 2. Uji Heteroskedasitas

	(1) ln_PD RBK	(2) Ln_PD RBK	(3) Ln_PDR BK	(4) Ln_PD RBK
chi2	1.85	2.5	0.52	1.01
Prob > chi2	0.17	0.11	0.47	0.31

Dengan nilai probabilitas Chi-square yang tidak signifikan, dapat disimpulkan bahwa masalah heteroskedasitas tidak muncul di dalam data dan model regresi yang digunakan.

Lampiran 3. Uji Multikolinearitas

	(1) ln_PD RBK	(2) Ln_PDR BK	(3) Ln_PD RBK	(4) Ln_PD RBK
VIF	4.354	3.891	4.465	4.386

Secara rata-rata, rentang VIF yang dihasilkan model berkisar antara 3.891 - 4.465. Dengan nilai yang masih dibawah 10, dapat disimpulkan bahwa model terhindari dari permasalahan multikolinearitas.