

**Heva Gracia Manurung<sup>1</sup>, Gerry Afriando Sipayung<sup>2</sup>, Dionisius Sihombing<sup>3</sup>, Febrian Tumangger<sup>4</sup>, Umami Fadillah Tambunan<sup>5</sup>, Tira Al Zahira<sup>6</sup>, Halwa Zahra Ain Harahap<sup>7</sup>**

## **RESILIENSI SISTEM *JUST-IN-TIME* DALAM KONDISI DISRUPSI RANTAI PASOK: STUDI KASUS PT TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA (TMMIN) PADA PERIODE 2020-2023**

**Heva Gracia Manurung<sup>1</sup>, Gerry Afriando Sipayung<sup>2</sup>, Dionisius Sihombing<sup>3</sup>, Febrian Tumangger<sup>4</sup>, Umami Fadillah Tambunan<sup>5</sup>, Tira Al Zahira<sup>6</sup>, Halwa Zahra Ain Harahap<sup>7</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
ciahee.7243210044@mhs.unimed.ac.id<sup>1</sup>, gerryafriando@gmail.com<sup>2</sup>, dionisiussihombing@unimed.ac.id<sup>3</sup>,  
febriantumangger7@gmail.com<sup>4</sup>, fadillahummi804@gmail.com<sup>5</sup>, tiraalzahira957@gmail.com<sup>6</sup>,  
zahrahalwa183@gmail.com<sup>7</sup>

### **Abstract**

*The Just-In-Time (JIT) system has long been a foundation of production efficiency in the global automotive manufacturing industry. However, the semiconductor crisis that struck the world in 2020 to 2023 presented a serious test of the resilience of this zero-buffer inventory-based production system. This study aims to analyze the resilience of the JIT system at PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) in facing supply chain disruptions caused by the global semiconductor shortage. Using a qualitative descriptive approach based on a single case study, this research utilizes secondary data from TMMIN Sustainability Reports 2022 and 2023, GAIKINDO production statistics, global industry reports, and verified academic literature. The results show that despite the semiconductor crisis impacting TMMIN production capacity, the company maintained operational continuity through three main adaptation strategies: production model prioritization, component stock optimization, and strengthened industry ecosystem coordination. These findings support the argument that JIT does not need to be abandoned, but rather evolved into an Adaptive-JIT model that integrates resilience mechanisms without sacrificing long-term Lean efficiency principles.*

**Keywords:** *Just-In-Time; Supply Chain Resilience; Lean Operations; Toyota Production System; Semiconductor Crisis*

### **Abstrak**

Sistem Just-In-Time (JIT) telah lama menjadi fondasi efisiensi produksi dalam industri manufaktur otomotif global. Namun, krisis semikonduktor yang melanda dunia pada periode 2020 hingga 2023 menghadirkan ujian serius terhadap ketahanan sistem produksi berbasis zero-buffer inventory ini. Penelitian ini bertujuan menganalisis resiliensi sistem JIT PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) dalam menghadapi disrupsi rantai pasok akibat kelangkaan chip semikonduktor global. Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif berbasis studi kasus tunggal, penelitian ini memanfaatkan data sekunder dari Sustainability Report TMMIN 2022 dan 2023, statistik produksi GAIKINDO, laporan industri global, serta literatur akademis yang terverifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun krisis semikonduktor berdampak pada penurunan kapasitas produksi TMMIN, perusahaan berhasil mempertahankan kelangsungan operasional melalui tiga strategi adaptasi utama, yaitu prioritas model produksi, optimasi sisa stok komponen, dan penguatan koordinasi ekosistem industri. Temuan ini mendukung argumen bahwa JIT tidak perlu ditinggalkan, melainkan perlu dievolusikan menjadi model JIT-Adaptif yang mengintegrasikan mekanisme resiliensi tanpa mengorbankan prinsip efisiensi Lean dalam jangka panjang.

**Kata kunci:** Just-In-Time; Resiliensi Rantai Pasok; Lean Operations; Toyota Production System; Krisis Semikonduktor

*Corresponding author* : [ciahee.7243210044@mhs.unimed.ac.id](mailto:ciahee.7243210044@mhs.unimed.ac.id)<sup>1</sup>

## PENDAHULUAN

Sejak diperkenalkan oleh Taiichi Ohno di Toyota Motor Corporation Jepang pasca krisis minyak 1973, sistem Just-In-Time (JIT) telah mengalami adopsi global yang masif dan menjadi standar emas efisiensi manufaktur selama lebih dari lima dekade. Ohno (1988) mendefinisikan JIT sebagai sistem yang memastikan setiap proses hanya menghasilkan apa yang dibutuhkan oleh proses berikutnya, dalam jumlah yang dibutuhkan, dan tepat pada waktu dibutuhkan. Filosofi ini melahirkan model manufaktur yang sangat efisien, responsif, dan kompetitif sehingga diadopsi secara luas oleh industri manufaktur di seluruh dunia.

Namun, pandemi COVID-19 yang melanda dunia sejak akhir 2019 memicu serangkaian gangguan rantai pasok global yang belum pernah terjadi dalam skala dan intensitas serupa sepanjang sejarah industri modern. Salah satu dampak paling destruktif adalah kelangkaan chip semikonduktor, yaitu komponen mikroelektronik esensial yang tertanam di hampir setiap sistem kendaraan modern, mulai dari unit kontrol mesin atau ECU, sistem infotainment, sensor keselamatan aktif, hingga sistem manajemen baterai kendaraan listrik.

Kondisi ini mengekspos paradoks yang inheren dalam sistem JIT. Christopher dan Peck (2004) mengingatkan bahwa sistem yang dioptimalkan untuk efisiensi cenderung rentan terhadap gangguan eksternal karena tidak memiliki redundansi atau buffer. Paradoks tersebut termanifestasi secara nyata dalam

krisis ini: filosofi zero-inventory yang selama ini menjadi keunggulan kompetitif JIT justru berubah menjadi titik kerentanan ketika pasokan komponen kritis terputus secara tiba-tiba dan berkepanjangan.

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN), sebagai implementator pioneer Toyota Production System (TPS) di Indonesia dengan kapasitas produksi di lima pabrik di Sunter dan Karawang, berada di garis terdepan dalam menghadapi dilema ini. Sebagai perusahaan yang kontribusinya mencapai hampir 40 persen nilai forward dan backward linkage industri otomotif nasional (TMMIN, 2022), respons TMMIN terhadap krisis ini memiliki implikasi yang jauh melampaui batas perusahaan dan menyentuh langsung ekosistem industri otomotif Indonesia secara keseluruhan.

Choi, Netland, Sanders, Sodhi, dan Wagner (2023) berargumen bahwa solusi terhadap kerentanan JIT bukan dengan meninggalkan sistem tersebut, melainkan dengan mengimplementasikannya secara lebih cerdas dan kontekstual. Pandangan ini menjadi titik tolak konseptual penelitian ini dalam menganalisis bagaimana TMMIN mempertahankan, mengadaptasi, dan mengevolusi sistem JIT-nya di tengah krisis semikonduktor global 2020 hingga 2023.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan penelitian: pertama, bagaimana PT TMMIN mengimplementasikan sistem JIT dan Lean Operations dalam kondisi operasional normal sebelum krisis semikonduktor; kedua, bagaimana krisis semikonduktor global 2020

hingga 2023 berdampak pada kelangsungan dan efektivitas sistem JIT PT TMMIN; dan ketiga, strategi adaptasi apa yang diterapkan PT TMMIN untuk mempertahankan resiliensi operasional di tengah disrupsi rantai pasok global, dan bagaimana implikasinya terhadap teori JIT.

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan implementasi JIT di PT TMMIN dalam kondisi normal, menganalisis dampak krisis semikonduktor terhadap sistem tersebut, serta merumuskan model JIT-Adaptif sebagai kontribusi konseptual bagi literatur manajemen operasional Indonesia. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur manajemen operasional tentang batas ketahanan JIT murni dalam kondisi disrupsi sistemik. Secara praktis, penelitian ini memberikan panduan berbasis bukti empiris bagi manajer operasional industri otomotif Indonesia.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Just-In-Time: Fondasi Filosofis dan Operasional**

Just-In-Time (JIT) lahir dari kebutuhan Toyota Motor Corporation untuk bersaing dengan produsen otomotif Amerika yang memiliki skala produksi massal jauh lebih besar. Ohno (1988) mendefinisikan JIT sebagai sistem yang memastikan setiap proses hanya menghasilkan apa yang dibutuhkan oleh proses berikutnya, dalam jumlah yang dibutuhkan, dan tepat pada waktu dibutuhkan. Inti filosofis JIT adalah eliminasi sistematis terhadap tujuh jenis pemborosan atau muda, yang mencakup *overproduction, waiting, transportation, over-processing, inventory, motion, dan defects* (Ohno, 1988). Secara operasional, JIT bekerja berdasarkan pull system atau sistem tarik. Shingo (1989) menegaskan bahwa pull system adalah antitesis dari push system konvensional

yang cenderung menghasilkan penumpukan inventori yang tidak perlu, karena produksi hanya dimulai ketika ada sinyal permintaan nyata dari proses hilir.

### **Toyota Production System dan Lean Manufacturing**

Toyota Production System (TPS) merupakan kerangka kerja komprehensif yang menopang seluruh operasional manufaktur Toyota secara global. Liker (2004) dalam karyanya *The Toyota Way* menjelaskan bahwa TPS berdiri di atas dua pilar utama, yaitu Just-In-Time dan Jidoka, yang bersama-sama menciptakan sistem produksi berkualitas tinggi dengan biaya minimal dan kecepatan maksimal. Womack, Jones, dan Roos (1990) mempopulerkan TPS kepada dunia Barat melalui konsep Lean Manufacturing. Womack dan Jones (1996) kemudian merumuskan lima prinsip Lean, yaitu Value, Value Stream, Flow, Pull, dan Perfection, yang menjadi fondasi konseptual yang melandasi seluruh analisis dalam penelitian ini.

### **Sistem Kanban sebagai Mekanisme Pengendali JIT**

Kanban adalah mekanisme visual yang menjadi tulang punggung operasional JIT. Ohno (1988) mengembangkan sistem ini dengan inspirasi dari sistem pengisian rak supermarket Amerika, di mana rak hanya diisi kembali setelah produk benar-benar diambil oleh konsumen. Monden (2012) merinci bahwa sistem Kanban beroperasi melalui dua jenis kartu utama, yaitu production Kanban yang memberi sinyal kepada proses hulu untuk memproduksi sejumlah unit tertentu, dan withdrawal Kanban yang memberi sinyal untuk memindahkan komponen dari satu stasiun ke stasiun berikutnya. Penelitian Oktafini dan Radhi (2007) mengkonfirmasi bahwa implementasi Kanban di Plant Sunter TMMIN

mengikuti keenam aturan operasional Toyota secara konsisten, menjadikannya salah satu referensi implementasi JIT terbaik di Indonesia.

### ***Supply Chain Resilience***

Supply Chain Resilience (SCR) didefinisikan oleh Christopher dan Peck (2004) sebagai kemampuan suatu sistem rantai pasok untuk kembali ke kondisi semula atau kondisi yang lebih diinginkan setelah mengalami gangguan. Christopher dan Peck (2004) mengidentifikasi empat elemen pembentuk resiliensi, yaitu *re-engineering* rantai pasok, kolaborasi antar mitra, kelincahan atau agility, dan budaya manajemen risiko. Sheffi (2005) dalam karyanya *The Resilient Enterprise* menyatakan bahwa organisasi yang terobsesi pada efisiensi cenderung mengorbankan fleksibilitas dan ketahanan, sehingga menjadi sangat rentan ketika terjadi gangguan yang tidak terduga. Choi et al. (2023) merespons perdebatan ini dengan menegaskan bahwa solusinya bukan dengan meninggalkan JIT, melainkan dengan mengimplementasikannya secara lebih cerdas melalui integrasi elemen-elemen resiliensi ke dalam sistem Lean yang sudah ada.

### **Dampak Krisis Semikonduktor pada Industri Otomotif**

Krisis semikonduktor global 2020 hingga 2023 menjadi gangguan rantai pasok terbesar yang pernah dialami industri otomotif modern (Wahyudianty et al., 2025). Ali, Moktadir, Kabir, Chakma, Whaiduzzaman, dan Roy (2024) mencatat bahwa keterbatasan pasokan chip merugikan Ford Motor Company sebanyak sekitar 1,3 juta unit produksi selama 2021 hingga 2022. Ali et al. (2024) juga mencatat bahwa Toyota Motor Corporation mengambil keputusan untuk meningkatkan persediaan komponen elektronik termasuk semikonduktor sebagai langkah adaptif. Zhang dan Doan (2023) menemukan bahwa

perusahaan manufaktur Jepang secara konsisten meningkatkan persediaan input menengah pasca pandemi, mengindikasikan kemungkinan pergeseran dari paradigma Just-In-Time menuju Just-In-Case. Lücker, Timonina-Farkas, dan Seifert (2025) menegaskan bahwa krisis ini telah memaksa para akademisi dan praktisi untuk memikirkan ulang keseimbangan optimal antara efisiensi dan ketahanan dalam desain sistem rantai pasok.

### **Gap Penelitian**

Kajian yang secara spesifik menganalisis adaptasi sistem JIT dalam konteks disrupsi rantai pasok berskala masif di Indonesia masih sangat terbatas. Mayoritas penelitian JIT di Indonesia, termasuk Oktafini dan Radhi (2007) yang menjadi referensi historis penelitian ini, berfokus pada kondisi operasional normal tanpa mempertimbangkan skenario gangguan ekstrim. Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menghadirkan analisis empiris terkini berbasis kasus TMMIN periode 2020 hingga 2023, sekaligus menawarkan model JIT-Adaptif sebagai kontribusi konseptual baru bagi literatur manajemen operasional Indonesia.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus tunggal. Creswell (2014) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif bertujuan untuk memahami makna yang diberikan oleh individu atau kelompok terhadap suatu fenomena sosial atau manusiawi, sehingga cocok digunakan ketika peneliti ingin memahami suatu fenomena secara mendalam dalam konteks spesifiknya. Desain studi kasus tunggal dipilih berdasarkan logika yang dikemukakan Yin (2018), yang menyatakan bahwa studi kasus tunggal

dibenarkan ketika kasus yang diteliti merupakan kasus kritis yang dapat secara langsung menguji teori yang sudah mapan. Dalam penelitian ini, TMMIN memenuhi kriteria tersebut: sebagai pioneer dan flagship implementator TPS di Indonesia yang telah beroperasi lebih dari lima dekade, TMMIN merepresentasikan praktik terbaik JIT di tingkat nasional.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari sumber-sumber yang telah terverifikasi. Sumber data mencakup TMMIN Sustainability Report 2022 dan 2023 yang merupakan dokumen resmi perusahaan berisi data operasional dan kinerja produksi, data produksi bulanan GAIKINDO yang mencatat volume produksi per merek secara komprehensif, pernyataan resmi manajemen TMMIN yang dikutip dari media terpercaya seperti Tempo dan CNBC Indonesia, laporan industri global dari S&P Global Mobility dan Ali et al. (2024), serta literatur akademis berupa jurnal internasional dan nasional terkait JIT, Lean, TPS, dan Supply Chain Resilience.

Analisis data mengikuti tiga tahap yang dikemukakan oleh Miles dan Huberman (1994). Tahap pertama adalah reduksi data, yaitu proses seleksi dan pemfokusan data yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Tahap kedua adalah penyajian data, yaitu penyusunan narasi deskriptif kronologis mulai dari kondisi pra-krisis, selama krisis, hingga respons adaptasi, yang dilengkapi dengan analisis tematik berbasis dimensi JIT dan Lean. Tahap ketiga adalah penarikan kesimpulan, yaitu interpretasi kritis terhadap temuan dengan mengacu pada kerangka teoretis JIT, Lean, dan Supply Chain Resilience. Keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber sebagaimana direkomendasikan Yin (2018), di mana setiap temuan utama dikonfirmasi dari minimal dua sumber independen.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Profil PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia**

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) adalah anak perusahaan Toyota Motor Corporation yang berperan sebagai produsen sekaligus eksportir produk-produk Toyota dari Indonesia. Dalam lebih dari lima dekade beroperasi, TMMIN telah membangun lima pabrik berteknologi tinggi di Sunter, Jakarta Utara, dan Karawang, Jawa Barat, dengan kapasitas produksi lebih dari 200.000 unit kendaraan per tahun. TMMIN tercatat berkontribusi hampir 40 persen nilai akumulatif forward dan backward linkage industri otomotif nasional pada 2021 (TMMIN, 2022), mencerminkan betapa dalamnya keterkaitan TMMIN dengan ekosistem pemasok dan industri hilir di Indonesia.

### **Implementasi JIT dan Lean di TMMIN**

Sebagai bagian integral dari jaringan global Toyota, TMMIN mengimplementasikan Toyota Production System (TPS) secara penuh dan konsisten di seluruh lini produksinya. Liker (2004) menjelaskan bahwa TPS bukan sekadar seperangkat teknik manufaktur, melainkan sebuah sistem manajemen menyeluruh yang mencakup cara berpikir, cara bekerja, dan cara berinteraksi di seluruh tingkatan organisasi. Hal ini terkonfirmasi dalam konteks TMMIN, di mana TPS tercermin dalam desain tata letak pabrik yang mendukung aliran material berkelanjutan, sistem Kanban yang mengendalikan persediaan secara real-time, program 5S yang menjaga ketertiban dan efisiensi workspace, serta siklus Kaizen yang mendorong perbaikan berkelanjutan dari level operator hingga manajemen.

Penelitian Oktafini dan Radhi (2007) mengkonfirmasi bahwa sistem Kanban di Plant Sunter TMMIN diimplementasikan sesuai dengan standar operasional prosedur Toyota secara konsisten. Dalam kondisi normal, sistem

JIT TMMIN beroperasi melalui pull system yang ketat. Monden (2012) menjelaskan bahwa dalam pull system yang ideal, setiap sinyal permintaan dari pelanggan mengalir mundur secara sistematis melalui seluruh rantai produksi, dari lini perakitan akhir ke sub-assembly, hingga ke pengiriman komponen dari pemasok. Tingkat persediaan di lantai produksi dijaga seminimal mungkin, dengan frekuensi pengiriman komponen yang tinggi guna mengeliminasi kebutuhan gudang penyangga yang besar.

Penerapan 5S dilakukan secara disiplin di seluruh area kerja TMMIN. Hirano (1995) menegaskan bahwa 5S bukan sekadar program kebersihan, melainkan fondasi budaya manufaktur yang memungkinkan anomali dan pemborosan terdeteksi secara visual dan segera. Program Kaizen diinstitutionalisasi melalui Quality Control Circle (QCC) dan sistem saran karyawan yang secara rutin mengidentifikasi dan memecahkan inefisiensi di tingkat lini produksi. Value Stream Mapping (VSM) digunakan secara periodik untuk memvisualisasikan dan mengoptimalkan aliran nilai dari pemasok hingga ke konsumen akhir, sebagaimana direkomendasikan oleh Rother dan Shook (1999) sebagai alat utama dalam implementasi Lean.

### **Dampak Krisis Semikonduktor terhadap Sistem JIT TMMIN**

Krisis semikonduktor global mengekspos paradoks fundamental JIT secara nyata dan masif. Sheffi (2005) telah memperingatkan bahwa sistem yang terlalu ramping berisiko kehilangan kemampuan absorpsi terhadap guncangan eksternal. Peringatan ini terbukti relevan: filosofi zero-inventory yang selama ini menjadi sumber keunggulan efisiensi justru menjadi sumber kerentanan ketika pasokan komponen kritis terputus. Bahkan kekurangan satu jenis chip semikonduktor mampu menghentikan seluruh

lini produksi yang sangat terintegrasi. Ali et al. (2024) mencatat bahwa Ford Motor Company kehilangan sekitar 1,3 juta unit produksi selama 2021 hingga 2022 akibat keterbatasan pasokan chip, menggambarkan besarnya skala dampak krisis ini. Kondisi ini membuktikan apa yang dalam teori SCR dikenal sebagai supply chain contagion, yaitu fenomena di mana kegagalan satu titik dalam rantai pasok yang sangat terintegrasi merambat dan melumpuhkan seluruh sistem (Christopher dan Peck, 2004).

Bagi TMMIN secara spesifik, dampak krisis bersifat bertahap dan termodulasi. Direktur Corporate Affairs TMMIN mengkonfirmasi bahwa krisis semikonduktor berdampak pada produksi Toyota di Indonesia, meski tidak sampai menghentikan produksi sepenuhnya (Tempo, 2021). Data GAIKINDO menunjukkan fluktuasi produksi sepanjang 2021, dengan penurunan yang terdeteksi pada beberapa periode tertentu sebagai dampak langsung dari keterbatasan pasokan komponen. Pada Mei 2022, gelombang dampak kedua terjadi ketika lockdown COVID-19 di China kembali mengganggu pasokan suku cadang semikonduktor ke TMMIN (CNBC Indonesia, 2022). Menariknya, pasar otomotif Indonesia yang didominasi segmen entry-level hingga menengah membutuhkan kandungan semikonduktor yang lebih rendah dibandingkan kendaraan premium atau listrik yang mendominasi pasar Eropa dan Amerika Utara (GAIKINDO, 2021), sehingga dampak yang dialami lebih moderat.

### **Strategi Adaptasi TMMIN**

Strategi adaptasi pertama yang diterapkan TMMIN adalah prioritisasi produksi, yaitu mengalokasikan komponen yang tersedia secara terbatas kepada model-model dengan permintaan tertinggi dan profitabilitas terbaik. Pendekatan ini sepenuhnya konsisten dengan prinsip Value

dalam Lean yang dikemukakan Womack dan Jones (1996), yaitu memaksimalkan penyampaian nilai kepada pelanggan dengan sumber daya yang ada.

Strategi kunci kedua adalah kebijakan mengoptimalkan penggunaan sisa stok komponen yang tersedia hingga kondisi pasokan pulih, dengan tujuan utama menjaga kelangsungan produksi tanpa pengurangan tenaga kerja (Tempo, 2021). Choi et al. (2023) menyebut pendekatan seperti ini sebagai pragmatic JIT, yaitu adaptasi taktis dari prinsip JIT dalam kondisi abnormal yang tidak mengubah filosofi operasional jangka panjang. Di tingkat industri global, Ali et al. (2024) mencatat bahwa para produsen otomotif global mulai memesan surplus semikonduktor 10 hingga 20 persen di atas kebutuhan aktual sebagai safety buffer. Zhang dan Doan (2023) mengistilahkan pergeseran paradigma ini sebagai transisi dari Just-In-Time menuju Just-In-Case.

Strategi ketiga melibatkan penguatan koordinasi dengan ekosistem industri. TMMIN memanfaatkan posisinya dalam jaringan global Toyota untuk mengakses prioritas alokasi semikonduktor dari prinsipal. GAIKINDO bersama Kementerian Perindustrian juga melakukan lobi aktif kepada prinsipal merek global agar memprioritaskan pasokan untuk pasar Indonesia. Christopher dan Peck (2004) menegaskan bahwa kolaborasi antar mitra rantai pasok adalah salah satu elemen krusial dalam membangun resiliensi, dan kasus TMMIN mengkonfirmasi relevansi proposisi ini dalam konteks industri otomotif Indonesia.

### **Model JIT-Adaptif: Evolusi, Bukan Revolusi**

Temuan penelitian ini mengkonfirmasi bahwa JIT murni dengan zero-inventory sebagai prinsip absolut memiliki batas ketahanan yang nyata terhadap gangguan supply chain yang bersifat sistemik, global, dan

berkepanjangan. Lücker, Timonina-Farkas, dan Seifert (2025) menyimpulkan bahwa krisis pandemi telah mengubah perspektif akademisi dan praktisi tentang trade-off antara efisiensi dan resiliensi dalam desain sistem rantai pasok secara fundamental. Namun, Choi et al. (2023) menegaskan bahwa yang dibutuhkan adalah implementasi JIT yang lebih cerdas dan kontekstual, bukan penggantian sistem secara fundamental.

Berdasarkan temuan penelitian ini dan sintesis literatur yang ada, penelitian ini merumuskan model JIT-Adaptif dengan empat elemen kunci. Pertama, strategic safety stock, yaitu buffer stok yang dihitung berdasarkan risk assessment periodik untuk komponen kritis yang sulit digantikan atau memiliki lead time panjang. Kedua, supplier diversification, yaitu pengurangan ketergantungan pada single-source supplier secara sistematis. Ketiga, supply chain visibility, yaitu investasi pada sistem pemantauan risiko berbasis digital untuk deteksi dini potensi gangguan. Keempat, contingency planning, yaitu rencana produksi alternatif yang telah diuji dan siap diaktifkan ketika kondisi pasokan mengalami gangguan. Model JIT-Adaptif ini mempertahankan semangat eliminasi pemborosan dalam jangka panjang, namun mengintegrasikan mekanisme perlindungan terhadap risiko sistemik yang tidak dapat dikontrol secara unilateral oleh satu perusahaan.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini menghasilkan tiga kesimpulan utama yang saling berkaitan. Pertama, PT TMMIN telah mengimplementasikan sistem JIT dan Lean Operations secara komprehensif melalui Toyota Production System, dengan sistem Kanban sebagai mekanisme pengendali utama, budaya 5S dan Kaizen sebagai fondasi

perbaikan berkelanjutan, dan pull system sebagai paradigma operasional yang dalam kondisi normal terbukti menghasilkan efisiensi produksi kelas dunia. Kedua, krisis semikonduktor global 2020 hingga 2023 memberikan dampak nyata namun termodulasi terhadap operasional TMMIN. Paradoks JIT sebagaimana diperingatkan oleh Sheffi (2005) dan Christopher serta Peck (2004) terkonfirmasi dalam kasus ini: filosofi zero-inventory yang menjadi sumber keunggulan efisiensi juga menjadi sumber kerentanan ketika supply chain terganggu secara sistemik. Ketiga, TMMIN merespons krisis melalui tiga strategi adaptasi yang koheren, yaitu prioritasasi model produksi, optimasi penggunaan sisa stok sebagai pragmatisme JIT, dan penguatan koordinasi ekosistem industri. Ketiga strategi ini secara kolektif membentuk model JIT-Adaptif yang mengintegrasikan resiliensi tanpa mengorbankan efisiensi Lean, mendukung argumen Choi et al. (2023) bahwa JIT perlu diimplementasikan dengan lebih cerdas, bukan ditinggalkan.

Berdasarkan temuan tersebut, terdapat beberapa saran yang dapat dikemukakan. Bagi manajer operasional industri otomotif Indonesia, disarankan untuk mengadopsi model JIT-Adaptif dengan menetapkan strategic safety stock untuk komponen kritis berdasarkan risk assessment periodik, mengurangi ketergantungan pada single-source supplier, serta berinvestasi pada sistem pemantauan risiko rantai pasok berbasis digital. Selain itu, penguatan forum koordinasi antara produsen OEM, GAIKINDO, dan Kementerian Perindustrian dalam menghadapi krisis pasokan global perlu dilembagakan secara formal dan proaktif. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi komparatif antara beberapa produsen otomotif Indonesia dalam merespons krisis yang sama, mengembangkan dan memvalidasi secara empiris model JIT-Adaptif yang dirumuskan

dalam penelitian ini, serta mengkaji dampak transformasi digital berbasis Industry 4.0 terhadap ketahanan sistem JIT dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S.M., Moktadir, M.A., Kabir, G., Chakma, J., Whaiduzzaman, M., & Roy, S.K. (2024). What are the right configurations of JIT and JIC when supply chain shocks increase? A configurational approach. *International Journal of Production Economics*. ScienceDirect.
- Choi, T.Y., Netland, T.H., Sanders, N., Sodhi, M.S., & Wagner, S.M. (2023). Just-In-Time for supply chains in turbulent times. *Production and Operations Management*, 32(7), 2331-2340. <https://doi.org/10.1111/poms.13990>
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-14. <https://doi.org/10.1108/09574090410700275>
- CNBC Indonesia. (2022, Mei). Lockdown China hambat pasokan komponen otomotif ke TMMIN. Diakses dari <https://www.cnbcindonesia.com>
- Creswell, J.W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- GAIKINDO. (2021). Krisis chip semikonduktor dan dampaknya pada produksi otomotif nasional. *Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia*. Diakses dari <https://www.gaikindo.or.id>

- Hirano, H. (1995). 5 pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation. Productivity Press.
- Liker, J.K. (2004). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. McGraw-Hill.
- Lücker, F., Timonina-Farkas, A., & Seifert, R.W. (2025). Balancing resilience and efficiency: A literature review on overcoming supply chain disruptions. *International Journal of Production Research*.
- Miles, M.B., & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Monden, Y. (2012). *Toyota production system: An integrated approach to just-in-time* (4th ed.). CRC Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Oktafini, T., & Radhi, F. (2007). Penerapan sistem Kanban dan Just In Time: Studi kasus pada Plant Sunter PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Skripsi S1, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Sheffi, Y. (2005). *The resilient enterprise: Overcoming vulnerability for competitive advantage*. MIT Press.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.
- Tempo. (2021, Oktober 8). Krisis semikonduktor global, produksi Toyota di Indonesia terdampak. Diakses dari <https://www.tempo.co>
- TMMIN. (2022). Laporan keberlanjutan 2022. PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Diakses dari <https://www.toyota.co.id>
- TMMIN. (2023). Laporan keberlanjutan 2023. PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Diakses dari <https://www.toyota.co.id>
- Wahyudianty, M. U., Hardianto, B., Natasya, S. R., Gunardi, G., & Kesumah, P. (2025). ANALISIS KINERJA KEUANGAN PT GUDANG GARAM TBK MENGGUNAKAN RASIO KEUANGAN PERIODE 2022-2024. *JURNAL EKONOMI BISNIS DAN MANAJEMEN (EKO-BISMA)*, 4(2), 440-448.
- Womack, J.P., & Jones, D.T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
- Womack, J.P., Jones, D.T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Rawson Associates.
- Yin, R.K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
- Zhang, X., & Doan, T. (2023). From just-in-time to just-in-case: Global sourcing and firm inventory after the pandemic. CEPR Working Paper. Centre for Economic Policy Research.