

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan perdagangan internasional meningkatkan kompleksitas rantai pasok global, terutama pada sektor manufaktur yang bergantung pada bahan baku impor (Dubey et al., 2023). Industri baja menjadi salah satu sektor yang rentan terhadap gangguan akibat fluktuasi permintaan, ketidakpastian distribusi, dan dinamika perdagangan global yang terus berubah. *Hot Rolled Coil* (HRC) merupakan bahan baku utama dalam produksi pipa hollow, sehingga keterlambatan impor dapat berdampak langsung terhadap kelancaran proses produksi perusahaan (Ivanov, 2021). Ketergantungan terhadap bahan baku impor menuntut perusahaan untuk mampu mengelola risiko rantai pasok secara lebih sistematis dan adaptif terhadap berbagai bentuk gangguan operasional (Zhao et al., 2023). Gangguan rantai pasok global juga mendorong perusahaan untuk mulai mengadopsi pendekatan berbasis data guna meningkatkan ketahanan operasional dan efektivitas pengambilan keputusan secara *real-time* (Dubey et al., 2023). Selain itu, perkembangan teknologi *artificial intelligence* dan *predictive analytics* semakin banyak dimanfaatkan dalam pengelolaan *supply chain modern* karena mampu membantu perusahaan meningkatkan kemampuan identifikasi risiko serta mempercepat respons terhadap gangguan distribusi global (Nwamekwe & Igbokwe, 2024). Pemanfaatan *machine learning* dalam *supply chain* juga dinilai mampu

meningkatkan *agility* dan *resilience* perusahaan melalui pendekatan monitoring berbasis data historis dan *real-time* (Aljohani, 2023).

Supply Chain Visibility menjadi faktor penting dalam mengendalikan risiko keterlambatan impor bahan baku (Zheng & Brintrup, 2025b). Konsep ini mencakup transparansi informasi terkait pengiriman, dokumen, proses kepabeanan, hingga status distribusi barang secara menyeluruh (Alfaqiyah et al., 2025). Rendahnya visibilitas rantai pasok dapat meningkatkan risiko gangguan produksi serta memperbesar ketidakpastian operasional perusahaan (Wieland & Durach, 2021). Integrasi teknologi digital dan sistem informasi terbukti mampu meningkatkan akurasi, kecepatan, dan efektivitas pengambilan keputusan dalam rantai pasok modern (Dubey et al., 2023). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa *real-time visibility* dan integrasi digital menjadi komponen penting dalam membangun *supply chain resilience* pada era industri 4.0 dan industri 5.0 karena perusahaan dituntut mampu melakukan monitoring risiko secara lebih cepat dan adaptif (Gomaa, 2026). Selain itu, penerapan sistem monitoring berbasis AI dan IoT mampu membantu perusahaan mendeteksi potensi gangguan distribusi secara lebih akurat sebelum berdampak pada keseluruhan operasional rantai pasok (Qosidah & Wardi, 2025)

Machine learning menawarkan pendekatan analitik berbasis data historis untuk memprediksi risiko keterlambatan impor bahan baku secara lebih akurat (Ordibazar et al., 2025). Teknologi ini mampu mengidentifikasi pola keterlambatan, deviasi waktu kedatangan, dan potensi gangguan rantai pasok dibandingkan metode konvensional yang bersifat reaktif (Zheng & Brintrup,

2024). Model prediktif berbasis *machine learning* terbukti dapat meningkatkan efektivitas mitigasi risiko dan membantu perusahaan melakukan pengambilan keputusan secara lebih proaktif (Ivanov, 2021). Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Risk scoring* yang mengelompokkan tingkat risiko berdasarkan parameter tertentu secara objektif dan terukur (Ordibazar et al., 2025). Melalui sistem tersebut, perusahaan dapat menentukan prioritas mitigasi secara lebih sistematis sesuai tingkat urgensi risiko yang muncul (Dubey et al., 2023). Pendekatan *causal machine learning* juga mulai dikembangkan dalam *supply chain risk management* untuk membantu perusahaan memahami hubungan sebab-akibat antar variabel risiko sehingga proses mitigasi tidak hanya berfokus pada prediksi, tetapi juga pada identifikasi intervensi yang paling efektif dalam mengurangi potensi keterlambatan impor (Wyrembek et al., 2024). Selain itu, integrasi *deep learning* dan *machine learning* dalam *supply chain management* mampu meningkatkan akurasi klasifikasi risiko, optimasi monitoring distribusi, serta efektivitas evaluasi *supplier* dalam rantai pasok global (Khedr & S, 2024).

Penelitian ini berlandaskan pada konsep *Supply chain risk management* (SCRM) yang menekankan pentingnya pengelolaan risiko secara sistematis dalam rantai pasok modern (Dubey et al., 2023). Risiko pada rantai pasok impor bersifat kompleks karena melibatkan banyak pihak, aktivitas, dan tahapan distribusi lintas negara (Wieland & Durach, 2021). Gangguan yang terjadi pada satu tahapan dapat memberikan dampak terhadap keseluruhan sistem operasional perusahaan dan memengaruhi kontinuitas produksi (Ivanov, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data dan teknologi analitik

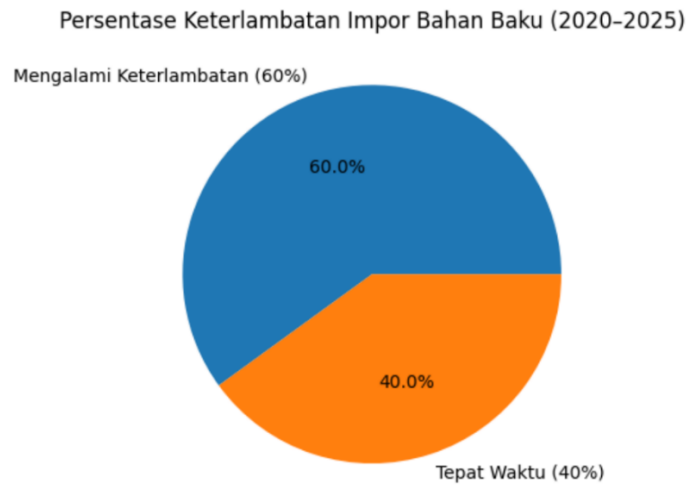
untuk meningkatkan akurasi identifikasi risiko dan efektivitas mitigasi (Ordibazar et al., 2025). Pendekatan tersebut membantu perusahaan dalam mengantisipasi gangguan secara lebih cepat, proaktif, dan adaptif terhadap perubahan kondisi rantai pasok global (Alvarenga et al., 2023). Kajian terbaru juga menegaskan bahwa integrasi teknologi digital seperti AI, *predictive analytics*, dan *machine learning* menjadi bagian penting dalam pengembangan sistem *supply chain resilience modern* karena mampu memperkuat kemampuan perusahaan dalam menghadapi *disruption risk* secara berkelanjutan (Hosseini Shekarabi et al., 2025). Selain itu, pemanfaatan *artificial intelligence* dalam jaringan *supply chain* juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan adaptasi perusahaan terhadap ketidakpastian global dan mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data (Zhou et al., 2026).

PT Berjaya Mandiri Indonesia merupakan perusahaan manufaktur pipa hollow yang bergantung pada impor HRC dari China dan Vietnam. Ketersediaan bahan baku menjadi faktor utama dalam menjaga stabilitas dan kelancaran proses produksi perusahaan (Dubey et al., 2023). Data internal perusahaan menunjukkan bahwa keterlambatan impor dapat mencapai hingga 60 hari. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kapasitas produksi hingga $\pm 75\text{--}100$ ton per bulan. Selain itu, perusahaan juga mengalami peningkatan biaya operasional akibat pembelian bahan baku darurat dari *supplier* lokal dengan harga yang lebih tinggi.

Tabel 1.1 Tabel Data Keterlambatan terburuk

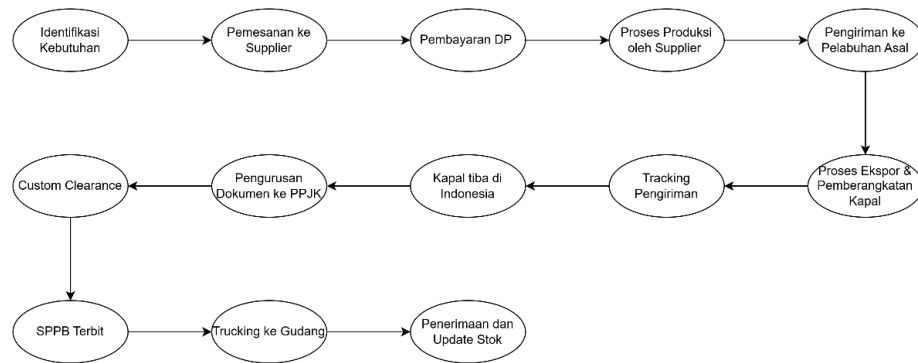
No	Tahun	Negara	Supplier	No PO	Delay (Hari)	Tahap Delay	Dampak Produksi	Estimasi Kerugian
1	2020	Vietnam	TENDENCY	PO-002	60 Hari	<i>Customs</i>	Stok menipis	Rp120.000.000
2	2023	Vietnam	TENDENCY	PO-027	40 Hari	<i>Inland</i>	Produksi melambat	Rp80.000.000
3	2024	China	SHANDONG	PO-031	35 Hari	<i>Port</i>	<i>Buffer</i> menipis	Rp70.000.000
4	2022	Vietnam	TENDENCY	PO-013	30 Hari	<i>Customs</i>	<i>Buffer</i> menipis	Rp60.000.000
5	2021	China	SHANDONG	PO-010	28 Hari	<i>Port</i>	Stok kritis	Rp56.000.000
6	2025	Vietnam	TENDENCY	PO-045	27 Hari	<i>Customs</i>	Produksi melambat	Rp54.000.000
7	2023	China	SHANDONG	PO-029	25 Hari	<i>Port</i>	<i>Buffer</i> berkurang	Rp50.000.000
8	2024	Vietnam	TENDENCY	PO-034	24 Hari	<i>Inland</i>	Dampak kecil	Rp48.000.000
9	2021	Vietnam	TENDENCY	PO-008	22 Hari	<i>Customs</i>	<i>Buffer</i> menipis	Rp44.000.000
10	2022	China	SHANDONG	PO-017	19 Hari	<i>Port</i>	Produksi tertunda	Rp38.000.000

Tabel 1.1 menunjukkan kasus keterlambatan impor yang memberikan dampak signifikan terhadap operasional perusahaan, baik dalam bentuk gangguan produksi maupun kerugian finansial. Kerugian finansial yang ditampilkan hanya merupakan dampak yang terukur, sementara keterlambatan juga menyebabkan penurunan kapasitas produksi dan terganggunya jadwal operasional perusahaan. Selain itu, keterlambatan mengakibatkan menurunnya ketersediaan bahan baku sehingga memengaruhi kelancaran proses produksi secara keseluruhan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keterlambatan impor tidak hanya berdampak pada aspek biaya, tetapi juga terhadap stabilitas operasional dan keberlangsungan rantai pasok perusahaan. Risiko keterlambatan tersebut bersifat kompleks karena melibatkan berbagai tahapan distribusi, kepabeanaan, transportasi, dan koordinasi antar pihak yang saling berkaitan sehingga tidak dapat dijelaskan hanya dengan satu indikator saja.



Gambar 1.1 Grafik Persentase Keterlambatan Impor

Kesenjangan penelitian terletak pada belum optimalnya integrasi antara *Supply Chain Visibility* dengan model klasifikasi risiko berbasis machine learning dalam konteks keterlambatan impor bahan baku (Zheng & Brintrup, 2025b). Sebagian besar penelitian sebelumnya masih menggunakan pendekatan deskriptif dalam proses identifikasi risiko rantai pasok (Dubey et al., 2023). Pendekatan tersebut dinilai belum mampu memberikan sistem klasifikasi risiko secara lebih objektif berdasarkan pola data historis perusahaan (Ordibazar et al., 2025). Padahal, data historis perusahaan dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan model machine learning untuk mengidentifikasi tingkat risiko keterlambatan impor secara lebih akurat dan konsisten (Zheng & Brintrup, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan model klasifikasi risiko yang lebih sistematis, adaptif, dan berbasis data untuk mendukung proses mitigasi risiko rantai pasok impor (Ivanov, 2021).



Gambar 1.2 Alur Proses Rantai Pasok PT Berjaya Mandiri Indonesia

Urgensi penelitian ini terletak pada tingginya risiko keterlambatan impor HRC yang berdampak terhadap penurunan output produksi, peningkatan biaya operasional, serta potensi tidak terpenuhinya permintaan pasar. Meskipun risiko tersebut dapat diantisipasi melalui strategi pemesanan awal maupun forecasting, pendekatan tersebut belum sepenuhnya efektif karena dipengaruhi oleh fluktuasi harga, keterbatasan kapasitas penyimpanan, serta ketidakpastian kebutuhan produksi yang bersifat dinamis dan sulit diprediksi secara akurat.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi risiko keterlambatan impor bahan baku HRC berdasarkan indikator *Supply Chain Visibility* menggunakan pendekatan risk scoring dan machine learning (Dubey et al., 2023; Ordibazar et al., 2025). Pengembangan model dilakukan untuk mengelompokkan tingkat risiko keterlambatan ke dalam kategori tertentu berdasarkan pola data historis perusahaan sehingga dapat membantu proses identifikasi risiko secara lebih sistematis dan berbasis data (Zheng & Brintrup, 2024). Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi risiko keterlambatan impor, meningkatkan efektivitas pengelolaan rantai pasok perusahaan, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian supply

chain risk management yang memanfaatkan teknologi machine learning dalam proses pengambilan keputusan operasional (Ivanov, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengembangan model klasifikasi risiko keterlambatan impor bahan baku Hot Rolled Coil (HRC) berbasis risk scoring dan machine learning berdasarkan indikator *Supply Chain Visibility* pada PT Berjaya Mandiri Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengembangkan model klasifikasi risiko keterlambatan impor bahan baku Hot Rolled Coil (HRC) berbasis risk scoring dan machine learning berdasarkan indikator *Supply Chain Visibility* pada PT Berjaya Mandiri Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Praktisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan model klasifikasi risiko yang membantu PT Berjaya Mandiri Indonesia dalam mengidentifikasi tingkat risiko keterlambatan impor bahan baku HRC secara sistematis dan mendukung penentuan prioritas mitigasi guna menjaga kelancaran operasional perusahaan.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait *Supply Chain Visibility*, supply chain risk management,

risk scoring, dan machine learning, serta dapat dikembangkan melalui penambahan variabel, penggunaan metode yang berbeda, maupun penerapan pada sektor industri lainnya.