



DOI: <https://doi.org/10.38035/jstl.v3i2>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Kereta Api vs Kapal Laut: Pergeseran Dominasi Moda Transportasi dalam Logistik Multimoda

Rika Aulia Mediana¹, Muhammad Tohir²

¹Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, riikauliaaa@gmail.com

²Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, mtohir817@gmail.com

Corresponding Author: riikauliaaa@gmail.com¹

Abstract: *Multimodal logistics is the foundation of global trade, ensuring the efficient and integrated movement of goods. In this context, railways and ships have long been vital modes of transportation for large volumes and long distances. Using a qualitative and descriptive approach through a comprehensive literature review of various secondary sources, this article analyzes the shifting dominance between these two modes, identifying key driving factors such as infrastructure, technological innovation, government policies, and geopolitical dynamics. Historical reviews and case studies demonstrate that containerization fundamentally revolutionized logistics, enabling seamless intermodal integration. Looking ahead, sustainability trends and digital transformation will increasingly reshape mode dominance, driving investment in more environmentally friendly and intelligent solutions. It is concluded that the future of multimodal logistics will depend on the ability to create the most efficient, resilient, and sustainable supply chains through optimal integration of various modes of transportation, rather than dominance by a single mode.*

Keyword: *Multimodal Logistics, Rail Transportation, Maritime Transportation*

Abstrak: Logistik multimoda adalah fondasi perdagangan global, memastikan pergerakan barang yang efisien dan terintegrasi. Dalam konteks ini, kereta api dan kapal laut telah lama menjadi moda transportasi vital untuk volume besar dan jarak jauh. Menggunakan pendekatan kualitatif dan deskriptif melalui tinjauan literatur komprehensif dari berbagai sumber sekunder, artikel ini menganalisis pergeseran dominasi antara kedua moda ini, mengidentifikasi faktor-faktor pendorong utama seperti infrastruktur, inovasi teknologi, kebijakan pemerintah, dan dinamika geopolitik. Tinjauan historis dan studi kasus menunjukkan bahwa kontainerisasi secara fundamental merevolusi logistik, memungkinkan integrasi antar moda yang mulus. Ke depan, tren keberlanjutan dan transformasi digital akan semakin membentuk kembali dominasi moda, mendorong investasi pada solusi yang lebih ramah lingkungan dan cerdas. Disimpulkan bahwa masa depan logistik multimoda akan bergantung pada kemampuan untuk menciptakan rantai pasok yang paling efisien, tangguh, dan berkelanjutan melalui integrasi optimal dari berbagai moda transportasi, bukan dominasi oleh satu moda tunggal.

Kata Kunci: Logistik Multimoda, Transportasi Kereta Api, Transportasi Laut

PENDAHULUAN

Logistik modern telah menjadi tulang punggung perdagangan global, memastikan aliran barang yang efisien dari produsen ke konsumen. Sejak zaman kuno, logistik telah berevolusi dari kebutuhan militer menjadi pendorong ekonomi global yang kompleks saat ini, di mana pengelolaan aliran barang, informasi, dan sumber daya menjadi sangat krusial. Dalam konteks ini, logistik multimoda, yang didefinisikan sebagai pengangkutan barang menggunakan setidaknya dua moda transportasi berbeda di bawah satu kontrak tunggal, sangat penting untuk efisiensi rantai pasok global. Pendekatan terintegrasi ini menyederhanakan proses logistik dan meningkatkan akuntabilitas dengan satu entitas yang mengawasi seluruh perjalanan.

Sistem kontrak tunggal dan tanggung jawab operator multimoda (MTO) tidak hanya mengoptimalkan efisiensi biaya dan waktu, tetapi juga memberikan lapisan keamanan dan adaptabilitas yang krusial dalam lingkungan global yang tidak pasti. Dengan satu operator yang bertanggung jawab penuh, kemampuan untuk merespons gangguan atau krisis dalam rantai pasok menjadi lebih terpusat dan gesit. Hal ini meningkatkan ketahanan rantai pasok terhadap guncangan eksternal seperti peristiwa geopolitik atau bencana alam, karena koordinasi menjadi lebih mudah dan titik tanggung jawab jelas.

Dalam sistem logistik multimoda, kereta api dan kapal laut secara historis dan saat ini memegang peran krusial sebagai moda transportasi berkapasitas tinggi yang membentuk jalur utama rantai pasok. Kapal laut, khususnya, mengangkut sekitar 80% volume perdagangan dunia dan 70% nilai perdagangan pada awal abad ke-21, menjadikannya fondasi utama pengangkutan barang impor secara global. Kereta api, di sisi lain, sangat efisien untuk kargo curah dan peti kemas jarak jauh, serta merupakan moda transportasi darat yang penting.

Meskipun kapal laut mempertahankan dominasinya dalam perdagangan global, kereta api mengalami "renaissance" yang didorong oleh faktor keberlanjutan dan efisiensi. Dinamika dominasi antara kedua moda ini terus bergeser seiring waktu, dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi, teknologi, lingkungan, dan geopolitik. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis pergeseran dominasi antara kereta api dan kapal laut dalam konteks logistik multimoda, mengidentifikasi faktor-faktor pendorong utama, mengeksplorasi studi kasus yang relevan, serta memproyeksikan prospek masa depan.

METODE

Artikel ini merupakan tinjauan literatur komprehensif dan studi analitis yang berfokus pada pergeseran dominasi transportasi kereta api dan laut dalam logistik multimoda. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan deskriptif, dengan mengandalkan berbagai sumber data sekunder.

Pengumpulan Data

Data untuk penelitian ini terutama dikumpulkan melalui tinjauan sistematis terhadap literatur akademik yang ada, laporan industri, dokumen kebijakan, dan sumber daya daring yang terkemuka. Ini meliputi:

- a. Artikel dan jurnal ilmiah yang menyediakan kerangka teoritis dan studi empiris tentang logistik, ekonomi transportasi, dan manajemen rantai pasok.
- b. Laporan dari organisasi internasional (misalnya, UNCTAD, IMO, IEA) yang merinci tren perdagangan global, regulasi lingkungan, dan kemajuan teknologi dalam transportasi.
- c. Analisis industri dan artikel berita yang menawarkan wawasan tentang dinamika pasar saat ini, dampak geopolitik, dan studi kasus implementasi logistik multimoda.
- d. Kebijakan dan regulasi pemerintah terkait pengembangann infrastruktur transportasi dan inisiatif keberlanjutan.

Pendekatan Analitis

Analisis bersifat kualitatif dan tematik, berfokus pada identifikasi faktor-faktor kunci yang mendorong pergeseran dominasi antara transportasi kereta api dan laut.

Metodologi ini melibatkan:

- a. Tinjauan historis: melacak evolusi logistic dan peran transportasi kereta api dan laut dari zaman kuno hingga saat ini, menyoroti momen-momen penting seperti revolusi industri dan kontainerisasi.
- b. Analisis komparatif: membandingkan secara sistematis karakteristik intrinsik (biaya, kecepatan, kapasitas, dampak lingkungan, keandalan, fleksibilitas) transportasi kereta api dan laut.
- c. Identifikasi faktor: mengidentifikasi dan menguraikan faktor-faktor tingkat makro—seperti pengembangan infrastruktur, inovasi teknologi, kebijakan pemerintah, dan dinamika geopolitik—yang memengaruhi pilihan moda dan dominasi.
- d. Pemeriksaan studi kasus: menganalisis implementasi yang berhasil dan tantangan dalam logistik multimoda untuk mengilustrasikan aplikasi dan kompleksitas di dunia nyata.
- e. Proyeksi tren masa depan: mensintesis tren saat ini dan prediksi para ahli untuk memproyeksikan lanskap logistik multimoda di masa depan dan peran transportasi kereta api dan laut yang terus berkembang.

Pendekatan ini memungkinkan pemahaman holistik tentang interaksi kompleks kekuatan yang membentuk lanskap kompetitif antara dua moda transportasi penting ini dalam lingkungan rantai pasok yang terglobalisasi dan semakin terhubung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Logistik Multimoda

Logistik multimoda, yang juga dikenal sebagai transportasi gabungan, adalah pengangkutan barang di bawah satu kontrak tunggal, namun dilakukan dengan setidaknya dua moda transportasi yang berbeda. Pendekatan ini memastikan transisi yang mulus antar moda tanpa penanganan barang itu sendiri saat berganti moda. Operator yang bertanggung jawab atas seluruh pengangkutan ini disebut Multimodal Transport Operator (MTO). MTO tidak harus memiliki semua sarana transportasi; dalam praktiknya, pengangkutan sering dilakukan oleh sub-operator. Freight forwarder dan operator kapal laut besar telah berevolusi menjadi MTO, menawarkan layanan "door-to-door" yang komprehensif.

Karakteristik utama dari transportasi multimoda meliputi:

- a. Kontrak Tunggal: Seluruh proses transportasi, meskipun melibatkan berbagai moda seperti kereta api, laut, dan jalan, diatur oleh satu kontrak yang menyeluruh. Hal ini menyederhanakan proses logistik dan meningkatkan akuntabilitas, karena hanya satu pihak yang perlu dikomunikasikan untuk seluruh proses pengangkutan.
- b. Beberapa Moda Transportasi: Membutuhkan penggunaan minimal dua moda transportasi berbeda untuk pengangkutan barang.
- c. Tanggung Jawab Operator: MTO bertanggung jawab secara hukum untuk seluruh pengangkutan, bahkan jika bagian-bagiannya dilakukan oleh sub-operator atau "actual carriers" dalam istilah hukum.
- d. Perkembangan dengan Kontainerisasi: Transportasi multimoda berkembang secara signifikan seiring dengan "revolusi kontainer" pada tahun 1960-an dan 1970-an. Meskipun peti kemas merupakan pengiriman multimoda yang paling penting, transportasi multimoda tidak terbatas pada peti kemas dan dapat dilakukan tanpa bentuk kontainer apa pun.

Perbedaan antara Multimoda dan Intermoda

Meskipun istilah "multimoda" dan "intermoda" sering digunakan secara bergantian, terdapat perbedaan mendasar yang signifikan dalam industri logistik. Transportasi multimoda berfokus pada aspek kontrak tunggal dengan satu penyedia transportasi yang bertanggung jawab penuh atas seluruh perjalanan. Pendekatan terintegrasi ini memastikan transisi yang mulus antar moda, dengan satu entitas mengawasi seluruh perjalanan.

Sebaliknya, dalam transportasi intermoda, barang diangkut menggunakan beberapa moda, tetapi setiap segmen perjalanan berada di bawah kontrak terpisah. Intermoda lebih menekankan pada segmen transportasi yang berbeda, bahkan jika menggunakan berbagai moda, tanpa

koordinasi terpusat yang sama seperti multimoda.

Pergeseran dari intermoda ke multimoda mencerminkan evolusi industri logistik dari sekadar mengkoordinasikan segmen menjadi mengintegrasikan rantai nilai secara holistik. Transisi ke model kontrak tunggal dalam multimoda menunjukkan upaya industri untuk mengurangi kompleksitas, meningkatkan visibilitas, dan mengelola risiko secara lebih efektif di seluruh rantai pasok. Hal ini bukan hanya tentang efisiensi operasional, tetapi juga respons terhadap kebutuhan pasar akan solusi logistik yang lebih terintegrasi dan bertanggung jawab, di mana klien tidak perlu khawatir tentang "hambatan modal". Ini mencerminkan pergeseran paradigma dari sekadar memindahkan barang antar moda menjadi mengelola aliran barang sebagai satu kesatuan yang kohesif.

Karakteristik Moda Transportasi Barang: Kereta Api dan Kapal Laut

Memahami keunggulan dan kelemahan intrinsik kereta api dan kapal laut sangat penting untuk menganalisis pergeseran dominasi mereka dalam logistik multimoda.

1. Kereta Api

Kereta api (KA) adalah moda transportasi darat yang digunakan untuk mengangkut kargo, terdiri dari satu atau lebih lokomotif penggerak yang menarik serangkaian gerbong yang mengangkut barang.

a. Keunggulan:

1. Kapasitas besar: Kereta api mampu mengangkut muatan dalam jumlah yang sangat besar. Satu lokomotif dapat menarik serangkaian gerbong, di mana setiap gerbong bisa berkapasitas 15 ton atau lebih. Satu rangkaian 50 gerbong dapat mengangkut 750 ton barang, setara dengan 75 truk.
2. Efisiensi Biaya (Jarak Jauh): Kereta api merupakan moda transportasi darat yang murah, khususnya untuk pergerakan barang jarak jauh. Biaya per unit barang cenderung menurun seiring bertambahnya jarak, menjadikannya makin efisien.
3. Dampak Lingkungan Rendah: Kereta api dinilai jauh lebih ramah lingkungan dibandingkan transportasi truk atau udara. Emisi gas buang diperkirakan 1/8 hingga 1/10 dari emisi truk, dan mampu menghemat bahan bakar secara signifikan. Ini adalah moda yang sangat efisien energi.
4. Keandalan dan Jadwal Teratur: Transportasi kereta api cenderung lebih andal karena kurang terpengaruh oleh kondisi cuaca ekstrem atau kemacetan lalu lintas jalan raya, menawarkan waktu tempuh yang lebih pasti dan jadwal yang teratur.
5. Keamanan Tinggi: Tingkat keamanan pengangkutan barang dengan kereta api relatif tinggi, mengurangi risiko kerusakan atau kehilangan barang.

b. Kelemahan:

1. Fleksibilitas Terbatas: Transportasi kereta api memiliki fleksibilitas yang kurang karena hanya dapat mengangkut dari stasiun ke stasiun. Infrastruktur rel yang tetap membatasi jangkauan langsung ke gudang asal atau tujuan akhir.
2. Infrastruktur Tetap dan Biaya Investasi Tinggi: Desain infrastruktur (stasiun, rel, gudang) bersifat tetap dan seringkali khusus untuk komoditas tertentu, serta memerlukan biaya investasi awal yang sangat tinggi untuk pembangunan dan pemeliharaan.
3. Ketergantungan pada Koneksi Intermoda: Kereta api masih memerlukan moda lain, terutama truk, sebagai "pengumpan" untuk pengambilan dari gudang pengirim dan pengiriman ke gudang penerima. Hal ini meningkatkan aktivitas *cross-docking* antar moda, yang dapat menambah biaya transportasi keseluruhan.
4. Banyaknya Proses Penanganan: Salah satu kelemahan kereta api dalam pelayanan barang adalah banyaknya penanganan yang harus dilakukan, meskipun unit *freight train* dan kontainerisasi berupaya meminimalkannya.

Meskipun kereta api memiliki keunggulan lingkungan dan kapasitas, ketergantungannya pada konektivitas "mil terakhir" dan biaya infrastruktur yang tinggi menjadikannya pilihan yang optimal hanya dalam ekosistem logistik multimoda yang terintegrasi. Keterbatasan "mil terakhir"

kereta api berarti dominasinya tidak akan pernah mutlak tanpa dukungan moda lain. Hal ini mendorong investasi pada terminal intermoda yang efisien dan sistem *pick-up/delivery* yang terkoordinasi. Tanpa integrasi yang kuat, manfaat biaya dan lingkungan dari kereta api akan tergerus oleh biaya dan inefisiensi *transshipment*.

2. Kapal laut

Transportasi laut melibatkan pergerakan barang dan/atau penumpang melalui jalur air (sungai, laut) untuk tujuan komersial. Ini adalah pilar penting dalam logistik global dan telah lama digunakan untuk mengirim barang antar negara atau benua.

a. Keunggulan:

1. Kapasitas Sangat Besar: Kapal kargo dapat mengangkut barang dalam jumlah yang sangat besar, menjadikannya ideal untuk pengiriman massal dan barang berukuran besar/berat yang tidak praktis diangkut moda lain. Satu kapal kargo besar dapat membawa puluhan ribu TEUs (Twenty-foot Equivalent Units), setara dengan jutaan kilogram kargo.
2. Biaya Sangat Ekonomis (Volume Besar & Jarak Jauh): Pengiriman laut menawarkan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan pengiriman udara atau darat, terutama untuk kuantitas besar dan jarak jauh, karena skala ekonomi yang signifikan.
3. Jangkauan Global: Kapal kargo mencapai pelabuhan di seluruh dunia, memungkinkan pengiriman antar benua secara terjangkau. Transportasi laut menjadi fondasi utama pengangkutan barang impor di seluruh dunia.
4. Jejak Karbon per Ton-Mil Rendah: Pengiriman laut memiliki jejak karbon yang lebih rendah per ton barang dibandingkan transportasi udara atau darat. Meskipun menghasilkan emisi CO₂ signifikan secara total, per ton-mil muatan, pelayaran adalah salah satu moda transportasi yang paling efisien.
5. Keamanan Kargo: Prosedur keamanan yang ketat di pelabuhan dan kapal menawarkan tingkat keamanan kargo yang tinggi.
6. Fleksibilitas Jenis Barang: Kapal laut dapat menangani berbagai jenis barang, dari kering hingga cair, umum hingga bahan berbahaya.

b. Kelemahan:

1. Kecepatan rendah: Salah satu kelemahan terbesar adalah waktu transit yang lebih lambat dibandingkan moda udara atau kereta api untuk rute darat, yang bisa memakan waktu berminggu-minggu atau berbulan-bulan. Ini tidak cocok untuk pengiriman yang sangat mendesak.
2. Sensitivitas terhadap Kondisi Cuaca: Pengiriman laut mudah terpengaruh oleh cuaca buruk, yang dapat menyebabkan penundaan.
3. Ketergantungan pada Infrastruktur Pelabuhan: Membutuhkan infrastruktur pelabuhan yang canggih dan memadai, termasuk kedalaman, panjang dermaga, dan peralatan bongkar muat. Tidak semua wilayah memiliki pelabuhan yang dilengkapi untuk menangani kapal kargo besar.
4. Kompleksitas Bea Cukai dan Regulasi: Kepatuhan terhadap prosedur bea cukai dan regulasi internasional dapat memperumit proses pengiriman.
5. Biaya Tambahan: Mungkin menghadapi biaya tambahan seperti biaya pelabuhan, biaya bahan bakar, dan bea cukai.

Dominasi kapal laut untuk volume besar dan jarak jauh tidak hanya didasarkan pada kapasitas dan biaya, tetapi juga pada kemampuan untuk memanfaatkan skala ekonomi yang tidak tertandingi oleh moda lain. Namun, lambatnya kecepatan dan ketergantungan pada infrastruktur pelabuhan yang spesifik menciptakan "bottleneck" yang mendorong kebutuhan akan integrasi multimoda yang efisien. Skala ekonomi yang luar biasa dari kapal laut (misalnya, 18.000 TEU) menjadikannya tak tergantikan untuk pengangkutan massal antar benua.

Namun, "bottleneck" di pelabuhan (kongesti, kebutuhan infrastruktur spesifik) dan kecepatan yang lebih rendah memaksa pengembangan sistem multimoda yang efisien untuk mengatasi segmen "mil pertama" dan "mil terakhir" dengan moda lain (seperti kereta api dan truk).

Ini berarti dominasi kapal laut adalah untuk *line-haul* antar benua, tetapi efisiensi keseluruhan rantai pasok sangat bergantung pada integrasi yang mulus di titik transfer.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Utama Moda Transportasi Barang (Kereta Api vs. Kapal Laut)

Karakteristik	Kereta Api	Kapal Laut
Biaya Relatif	Ekonomis untuk jarak jauh dan volume besar	Sangat ekonomis untuk volume sangat besar dan jarak jauh (antar benua)
Kecepatan	Sedang (lebih cepat dari laut untuk darat, lebih lambat dari udara)	Rendah (paling lambat di antara moda utama)
Kapasitas Muat	Besar (750 ton/50 gerbong)	Sangat besar (ribuan hingga puluhan ribu TEU)
Keandalan	Tinggi, jadwal teratur, kurang terpengaruh cuaca/macet	Sedang, sensitif terhadap cuaca buruk dan kongesti pelabuhan
Dampak Lingkungan (Emisi CO2 per ton-mil)	Rendah (lebih rendah dari truk/udara)	Sangat rendah (paling rendah di antara moda utama)
Fleksibilitas Rute	Terbatas (dari stasiun ke stasiun)	Tinggi (jangkauan global antar pelabuhan)
Ketertgantungan Infrastruktur	Jaringan rel dan terminal intermoda tetap	Pelabuhan dalam, peralatan bongkar muat canggih

Tabel ini secara visual dan ringkas menyajikan perbandingan komparatif antara dua moda utama, memungkinkan pembaca untuk dengan cepat memahami keunggulan dan kelemahan relatif masing-masing. Dalam konteks artikel jurnal, ini mendukung argumen analitis mengenai pergeseran dominasi dengan memberikan dasar data yang jelas untuk diskusi tentang mengapa satu moda mungkin lebih disukai daripada yang lain dalam skenario tertentu (misalnya, biaya vs. kecepatan, atau keberlanjutan). Ini juga berfungsi sebagai referensi cepat yang mengkonsolidasikan informasi penting yang tersebar di berbagai paragraf.

Sejarah Pergeseran Dominasi Moda Transportasi Barang

Pergeseran dominasi moda transportasi barang merupakan cerminan dari evolusi teknologi, kebutuhan ekonomi, dan adaptasi sosial sepanjang sejarah.

1. Era Pra-Industri hingga Revolusi Industri

Sejak zaman kuno, transportasi air (sungai dan laut) menjadi fondasi utama pergerakan barang dan perdagangan, terutama bagi peradaban yang berkembang di dekat jalur air seperti Mesir (sekitar 1500 SM), Fenisia, Kreta, Yunani, dan Romawi. Di Asia, Tiongkok juga sangat bergantung pada jalur air internal (misalnya, Grand Canal) dan pelayaran laut sejak abad ke-4 SM untuk mengangkut makanan ke kota-kota besar. Perdagangan rempah-rempah dan teh sangat merangsang pelayaran laut, mendorong pertumbuhan armada dagang Eropa dan pembentukan kota-kota pelabuhan global.

Penggunaan transportasi rel paling awal yang tercatat adalah di Babilonia sekitar 2.200 SM, berupa gerbong yang ditarik oleh kuda atau manusia. Pada Abad Pertengahan, "jalur kereta" atau rel kayu muncul di Jerman, digunakan oleh penambang untuk mengangkut batu bara dari tambang ke sungai terdekat. Inovasi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mengatasi keterbatasan geografis dan meningkatkan efisiensi, bahkan sebelum mesin uap ditemukan.

Ketertgantungan pada jalur air menunjukkan bahwa dominasi moda transportasi pada awalnya dibentuk oleh kondisi geografis yang ada. Namun, upaya rekayasa awal ini meletakkan dasar bagi revolusi kereta api di kemudian hari, di mana manusia mulai secara aktif membentuk infrastruktur untuk mendukung transportasi, bukan hanya mengandalkan yang sudah ada.

2. Abad ke-19 dan Awal Abad ke-20: Zaman Keemasan Perkeretaapian

Revolusi Industri pada abad ke-18 dan ke-19 membawa perubahan besar dalam logistik dengan inovasi seperti kereta api dan kapal uap, memungkinkan pengangkutan barang lebih cepat dan efisien dari sebelumnya. Penemuan mesin uap oleh Thomas Newcomen (1712) dan pengembangannya oleh James Watt (1778) menjadi dasar bagi lokomotif uap. Richard Trevithick menciptakan kendaraan bertenaga uap pertama pada tahun 1801 dan mengadaptasinya untuk berjalan di atas rel pada tahun 1803, melahirkan ide kereta api bertenaga uap.

George Stephenson, yang dikenal sebagai "bapak kereta api," membangun jalur kereta api pertama dari Liverpool ke Manchester yang dibuka pada tahun 1825. Jalur ini terbukti sangat sukses, mampu mengangkut barang 20 kali lipat kargo perahu kanal dan mencapai tujuan delapan kali lebih cepat. Keberhasilan ini memicu "Railway Mania" pada pertengahan abad ke-19, yang menyebabkan ekspansi jaringan kereta api yang pesat di Inggris dan Amerika Serikat. Pada tahun 1850, AS memiliki lebih dari

9.000 mil rel, sebanyak gabungan seluruh dunia, dan jaringan rel AS mencapai puncaknya sekitar 254.000 mil pada tahun 1916.

Selama hampir setengah abad, kereta api menjadi moda transportasi dominan yang tidak tertandingi. Pembangunan jaringan kereta api di AS, yang "mendahului peradaban" dan "tidak dimaksudkan untuk melayani lalu lintas yang ada, tetapi untuk menciptakannya", menunjukkan bahwa kereta api bukan hanya moda transportasi, tetapi juga agen pembangunan ekonomi dan urbanisasi. Ini memungkinkan industri dan pertambangan berkembang di lokasi yang sebelumnya tidak dapat diakses, menciptakan kota-kota baru dan mengubah struktur ekonomi secara fundamental. Kereta api juga memainkan peran besar dalam Perang Saudara AS untuk memindahkan pasukan dan pasokan. Era keemasan kereta api ini menandai pergeseran dominasi yang mengubah geografi perdagangan dari yang berbasis pesisir/sungai menjadi berbasis darat.

3. Revolusi Kontainer dan Globalisasi

Kebangkitan Kembali Dominasi Kapal Laut dan Integrasi Intermoda Meskipun kereta api mendominasi angkutan darat, pengangkutan laut tetap menjadi tulang punggung perdagangan global, terutama untuk barang curah dan jarak jauh. Namun, pada pertengahan abad ke-20, proses bongkar muat kargo yang memakan waktu dan padat karya di pelabuhan menjadi hambatan signifikan bagi efisiensi pelayaran.

Revolusi kontainerisasi, yang dipelopori oleh Malcolm McLean pada tahun 1956, secara fundamental mengubah cara kargo ditangani dan diangkut. McLean memelopori praktik pengangkutan trailer truk berisi produk yang diangkat langsung dari truk ke kapal, sebuah konsep yang disebut *intermodalisme*. Kontainer standar (ISO containers) memungkinkan pemindahan barang yang mulus antar kapal, kereta api, dan truk tanpa perlu memindahkan isinya. Ini secara drastis mengurangi waktu bongkar muat dari berhari-hari menjadi hitungan menit, menurunkan biaya tenaga kerja, dan mengurangi pencurian serta kerusakan.

Dampak kontainerisasi sangat besar terhadap perdagangan global, menyebabkan ledakan ekspor dan impor pada paruh kedua abad ke-20. Hal ini juga mendorong investasi signifikan pada fasilitas pelabuhan, jaringan transportasi, dan infrastruktur terkait pelayaran. Pengembangan *double-stack containerization* pada kereta api pada tahun 1977 semakin meningkatkan efisiensi kereta api dalam mengangkut peti kemas, memaksimalkan berat per gerbong dan memungkinkan kereta api mengangkut kargo setara ratusan truk.

Kontainerisasi adalah katalisator utama pergeseran dominasi kembali ke kapal laut untuk perdagangan global manufaktur. Hal ini terjadi bukan karena kapal laut itu sendiri menjadi lebih cepat, tetapi karena kontainerisasi secara radikal mengurangi *friction* pada titik transfer. Inovasi ini memungkinkan integrasi yang mulus dengan moda darat dan menciptakan sistem multimoda yang sangat efisien. Ini menunjukkan bahwa dominasi tidak hanya ditentukan oleh karakteristik intrinsik moda, tetapi juga oleh inovasi yang memfasilitasi integrasi antar moda. Dengan peti kemas standar, kereta api dapat dengan mudah mengangkut kargo dari pelabuhan ke pedalaman, memperluas jangkauan ekonomis pelayaran laut.

Hal ini menciptakan sinergi di mana dominasi kapal laut untuk *line-haul* antar benua diperkuat oleh efisiensi kereta api untuk distribusi darat, membentuk sistem multimoda yang terintegrasi.

Tabel 2. Linimasa Perkembangan Penting dalam Logistik Multimoda (Fokus pada Kereta Api dan Kapal Laut)

Tahun/Periode	Peristiwa/Inovasi	Moda Terkait	Dampak Singkat
Sekitar tahun 2200 SM	Penggunaan rel paling awal (Babilonia)	Kereta	Awal mula transportasi rel, ditarik manusia/kuda
Sekitar tahun 1500 SM	Penggunaan kapal laut oleh orang Mesir kuno	Kapal Laut	Fondasi transportasi air dan perdagangan
Tahun/Periode	Peristiwa/Inovasi	Moda Terkait	Dampak Singkat
Abad Pertengahan	Kemunculan “wagonways” (rel kayu)	Kereta	Mengatasi keterbatasan medan untuk angkutan tambang
Tahun 1712	Penemuan mesin uap (Thomas Newcomen)	Umum	Dasar revolusi industri dan transportasi
Tahun 1803	Kendaraan bertenaga uap di rel (Richard Trevithick)	Kereta	Lahirnya ide kereta uap
Tahun 1830	Pembukaan jalur kereta api Liverpool- Manchester	Kereta	Revolusi transportasi darat, angkut barang lebih cepat dan banyak
Tahun 1850-1916	Zaman Keemasan Perkeretaapian di AS	Kereta	Ekspansi jaringan rel masif, dominasi transportasi darat
Tahun 1956	Kontainerisasi (Malcolm McLean)	Kapal Laut, Truk, Kereta Api	Revolusi penanganan kargo, efisiensi bongkar muat, integrasi moda
Tahun 1960-an – 1970-an	Revolusi Kontainer	Multimoda	Pendorong utama perkembangan transportasi multimoda
Tahun 1977	Pengembangan <i>double-stack containerization</i>	Kereta	Peningkatan kapasitas peti kemas kereta api secara signifikan
Tahun 1980	Undang-Undang Kereta Api Staggers	Kereta	Deregulasi, peningkatan daya saing kereta api
Tahun 2011	Jalur kereta api Tiongkok-Eropa (<i>Eurasian Land Bridge</i>) beroperasi rutin	Kereta	Alternatif strategi untuk angkutan laut
Tahun/Periode	Peristiwa/Inovasi	Moda Terkait	Dampak Singkat
Tahun 2015	Integrasi layanan KA Kontainer ke Pelabuhan Tanjung Perak (KAI Logistik)	Kereta Api, Kapal	Peningkatan konektivitas intermodal di Indonesia
Tahun 2016	Perluasan Terusan Panama	Kapal Laut	Mengakomodasi kapal yang lebih besar (<i>Neo-Panamax</i>)

Tahun 2020	Batasan sulfur IMO 2020 mulai berlaku	Kapal Laut	Regulasi lingkungan berdampak pada biaya dan emisi
Tahun 2020-2024	Kebijakan RPJMN Indonesia untuk infrastruktur berkelanjutan	Multimoda	Fokus pada pengembangan rel dan pelabuhan
Tahun 2023	IMO mengadopsi strategi GHG revisi (net-zero 2050)	Kapal Laut	Target dekarbonisasi global untuk pelayaran
Tahun 2024	Peningkatan volume Jalur Darat Eurasia	Kereta	Pertumbuhan sebagai alternatif yang cepat dan berkelanjutan

Tabel linimasa ini secara efektif memvisualisasikan evolusi historis logistik multimoda, menyoroti momen-momen kunci di mana inovasi teknologi (misalnya, mesin uap, kontainerisasi) atau peristiwa penting (misalnya, pembangunan jalur kereta api transkontinental) memicu pergeseran dominasi atau menciptakan peluang integrasi baru. Ini membantu pembaca untuk melacak bagaimana setiap perkembangan berkontribusi pada lanskap logistik saat ini dan memahami bahwa pergeseran dominasi adalah hasil dari akumulasi inovasi dan adaptasi sepanjang waktu.

Faktor-Faktor Pendorong Pergeseran Dominasi

Pergeseran dominasi antara kereta api dan kapal laut dalam logistik multimoda didorong oleh interaksi kompleks dari berbagai faktor, termasuk infrastruktur, inovasi teknologi, kebijakan pemerintah, dan dinamika geopolitik.

1. Infrastruktur dan Konektivitas

Infrastruktur dan konektivitas memainkan peran fundamental dalam memfasilitasi atau menghambat pergeseran dominasi moda.

a. Peran Pelabuhan

Pelabuhan adalah simpul vital dalam jaringan perdagangan global, berfungsi sebagai pusat distribusi dan konsolidasi barang, serta memfasilitasi perpindahan antar moda. Efisiensi pelabuhan—termasuk kapasitas penanganan kargo, waktu tunggu kapal, dan tingkat otomatisasi— secara langsung memengaruhi daya saing perdagangan luar negeri. Investasi pada infrastruktur pelabuhan modern, seperti *state-of-the-art cranes*, sistem otomatisasi, dan pendalaman saluran, sangat penting untuk mengakomodasi kapal raksasa (*megaships*) dan mengurangi hambatan logistik. Namun, masalah seperti pendangkalan alur pelayaran dan kemacetan pelabuhan dapat menghambat efisiensi distribusi dan meningkatkan biaya logistik.

b. Jaringan Kereta Api dan Terminal Intermoda

Jaringan kereta api yang luas dirancang untuk memindahkan kargo jarak jauh secara efisien, terutama untuk kargo curah. Terminal intermoda adalah fasilitas strategis tempat kargo berpindah antar moda transportasi, seperti kereta api, truk, dan kapal. Investasi miliaran dolar telah dilakukan untuk memperluas kapasitas jalur, meningkatkan ketinggian terowongan, dan mengembangkan terminal intermoda, termasuk fasilitas *inland* dan *near-dock*, untuk meningkatkan transfer peti kemas. Di Indonesia, pemerintah berupaya meningkatkan konektivitas kereta api melalui pengembangan jalur seperti Makassar-Parepare dan kereta api kecepatan tinggi di Pulau Jawa, serta pemeliharaan prasarana perkeretaapian.

c. Integrasi Antarmoda: Koneksi yang mulus antara pelabuhan, kereta api, dan jalan raya memungkinkan distribusi kargo yang efisien ke berbagai wilayah. Kurangnya *inter-moda link* dapat mengakibatkan penundaan dan biaya tinggi. Infrastruktur bukan hanya fasilitas fisik, melainkan pendorong strategis yang secara langsung memengaruhi efisiensi dan daya saing moda transportasi. Investasi yang tidak merata atau kurangnya koordinasi

infrastruktur dapat menciptakan hambatan (*bottleneck*) yang membatasi potensi suatu moda, bahkan jika moda itu sendiri efisien.

Dominasi moda transportasi dalam logistik multimoda tidak hanya ditentukan oleh karakteristik intrinsik moda itu sendiri, tetapi juga oleh kualitas dan integrasi infrastruktur pendukungnya. Misalnya, meskipun kapal laut memiliki kapasitas besar, tanpa pelabuhan yang dalam dan peralatan bongkar muat yang canggih, potensi dominasinya akan terhambat. Demikian pula, kereta api memerlukan terminal intermoda yang efisien untuk mengatasi masalah "mil terakhir". Oleh karena itu, investasi strategis dalam infrastruktur (termasuk *dry port* dan konektivitas jalan/rel ke pelabuhan) menjadi penentu utama pergeseran dominasi, karena ia dapat menghilangkan hambatan atau menciptakan keunggulan kompetitif bagi moda tertentu.

2. Inovasi Teknologi

Inovasi teknologi terus menjadi pendorong utama pergeseran dominasi moda, meningkatkan efisiensi dan daya saing.

a. Dampak Kontainerisasi:

seperti yang telah dibahas, kontainerisasi secara fundamental merevolusi penanganan kargo, memungkinkan transfer mulus antar moda dan secara signifikan mengurangi biaya serta waktu penanganan.

b. Pengembangan Kapal Kontainer Raksasa (*Megaships*):

kapal raksasa modern, dengan kapasitas yang seringkali melebihi 20.000 TEU, memaksimalkan kapasitas kargo dan efisiensi operasional, memungkinkan ekonomi skala yang signifikan. Namun, penggunaan *megaships* menuntut peningkatan infrastruktur Pelabuhan yang massif, termasuk pendalaman saluran, peningkatan dermaga, dan penggunaan *crane* yang lebih besar dan canggih.

c. Sistem Kereta Api Otomatis:

Kereta api otonom (tanpa pengemudi) telah diterapkan di jalur metro, dilengkapi dengan sensor, kamera, dan algoritma AI untuk operasi mandiri yang presisi. Teknologi AI juga digunakan untuk manajemen lalu lintas kereta api, memproses data *real-time* untuk memprediksi gangguan dan mengoptimalkan rute. Inspeksi otomatis menggunakan sensor dan pencitraan (misalnya, *Wheel Impact Load Detectors*, *Rail Profile Detectors*) meningkatkan keamanan dan mengurangi *downtime* dengan mendeteksi masalah tersembunyi pada peralatan dan jalur.

d. Digitalisasi (AI, IoT, Big Data):

Transformasi digital dalam logistik multimoda mencakup integrasi *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *blockchain* untuk visibilitas rantai pasok *real-time*, pelacakan, optimalisasi rute, dan otomatisasi proses. Sensor di kapal dan pelabuhan memberikan informasi *real-time* tentang arus laut, cuaca, dan posisi kapal, membantu kapten mengoptimalkan rute dan konsumsi bahan bakar.

Inovasi teknologi bukan hanya meningkatkan efisiensi moda secara individual, tetapi juga secara fundamental mengubah *interoperabilitas* dan *kapabilitas* sistem multimoda secara keseluruhan, memungkinkan tingkat integrasi dan responsivitas yang sebelumnya tidak mungkin. Ini menciptakan keunggulan kompetitif baru bagi moda yang berinvestasi dalam adopsi teknologi. Perkembangan *megaships* secara langsung mendorong kebutuhan akan peningkatan infrastruktur pelabuhan dan konektivitas intermoda, yang pada gilirannya mendorong investasi pada teknologi otomatisasi pelabuhan dan integrasi dengan kereta api.

Sementara itu, digitalisasi dan otomatisasi pada kereta api (AI, IoT untuk pemeliharaan prediktif, optimasi rute) meningkatkan keandalan dan kecepatan, membuat kereta api lebih kompetitif sebagai alternatif atau pelengkap pelayaran laut, terutama untuk barang sensitif waktu atau bernilai tinggi. Jadi, inovasi teknologi menciptakan siklus umpan balik: peningkatan pada satu moda menuntut adaptasi dan inovasi pada moda lain dan infrastruktur penghubung, yang secara kolektif mendorong efisiensi sistem multimoda dan memengaruhi pilihan moda yang optimal.

3. Kebijakan Pemerintah dan Regulasi

Kebijakan pemerintah dan regulasi internasional adalah pemain yang kuat dalam membentuk lanskap kompetitif logistik multimoda, seringkali mengarahkan pergeseran dominasi melalui insentif ekonomi atau mandat lingkungan.

- a. Subsidi dan Insentif: Pemerintah dapat memberikan subsidi untuk mendorong penggunaan moda transportasi tertentu, seperti kereta api, terutama untuk barang dengan sensitivitas waktu rendah. Subsidi ini dapat meningkatkan daya saing transportasi rel kontainer internasional secara signifikan.
- b. Regulasi Lingkungan: Kebijakan keberlanjutan dan target dekarbonisasi, seperti IMO 2020 *sulfur cap* dan EU Green Deal, sangat memengaruhi pilihan moda transportasi. IMO 2020, misalnya, menurunkan batas sulfur dalam bahan bakar kapal dari 3,5% menjadi 0,5%, yang berdampak pada biaya operasional dan emisi. EU Green Deal bertujuan untuk menggandakan angkutan kereta api pada tahun 2050 dan meningkatkan angkutan air sebesar 25% pada tahun 2030, sebagai bagian dari upaya mengurangi emisi GHG transportasi sebesar 90% pada tahun 2050.
- c. Kebijakan Perdagangan dan Perjanjian Internasional: Regulasi perdagangan, seperti tarif dan prosedur bea cukai, secara langsung memengaruhi biaya, efisiensi, dan akses pasar, yang pada gilirannya memengaruhi pilihan moda. Konvensi internasional seperti Hague-Visby Rules (mengatur angkutan laut), CIM (angkutan rel), CMR (angkutan jalan), dan Rotterdam Rules (angkutan multimoda) berupaya menciptakan keseragaman dalam dokumentasi dan tanggung jawab hukum. Namun, regionalisasi hukum transportasi, di mana aturan bervariasi antar wilayah, masih menjadi tantangan.
- d. Regulasi Nasional: Pemerintah Indonesia memiliki peraturan khusus untuk transportasi kereta api (misalnya, PP No. 69 Tahun 1998 yang mengatur prasarana dan sarana kereta api, serta PP No. 72 Tahun 2009 yang mengatur lalu lintas dan angkutan kereta api barang) dan laut (misalnya, PM 5 Tahun 2024 tentang Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang di Laut atau "Tol Laut") yang mengatur operasi, keamanan, dan kewajiban pelayanan publik. Di Amerika Serikat, *Staggers Rail Act* 1980 menderegulasi industri kereta api, yang secara signifikan meningkatkan daya saingnya dengan memungkinkan penetapan harga berbasis pasar dan negosiasi kontrak.

Kebijakan pemerintah tidak hanya berfungsi sebagai fasilitator, tetapi juga sebagai pendorong aktif pergeseran dominasi. Misalnya, meskipun angkutan laut secara alami lebih murah untuk volume besar, subsidi pemerintah untuk kereta api atau mandat lingkungan yang ketat (seperti target dekarbonisasi EU Green Deal untuk rel) dapat secara artifisial meningkatkan daya saing moda yang secara biaya mungkin kurang kompetitif, mendorong pergeseran.

Demikian pula, deregulasi (misalnya, *Staggers Act* di AS) dapat menghidupkan kembali moda yang sebelumnya terhambat oleh regulasi berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa pergeseran dominasi adalah hasil interaksi kompleks antara faktor pasar, teknologi, dan intervensi kebijakan.

4. Dampak Geopolitik dan Ekonomi Global

Dinamika geopolitik dan ekonomi global bertindak sebagai "stressor" dan "opportunity creator" yang dapat mengganggu dominasi moda yang sudah ada dan mendorong eksplorasi rute serta moda alternatif, menekankan ketahanan di atas efisiensi murni.

- a. Perubahan Rute Perdagangan

Konflik geopolitik, seperti perang di Ukraina yang membuat rute rel dan jalan utama di Eropa Timur tidak dapat dilewati, atau konflik Laut Merah yang menyebabkan serangan terhadap kapal komersial, dapat mengganggu rute pelayaran dan kereta api utama. Hal ini memaksa pengalihan rute yang lebih panjang, lebih mahal, dan lebih berbahaya. Misalnya, pengalihan di Laut Merah telah memperpanjang waktu perjalanan sebesar 9% dan menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar yang substansial.

b. Jalur Darat Eurasia (*Eurasian Land Bridge*)

Jalur kereta api ini telah menjadi alternatif strategis untuk angkutan laut dan udara antara Tiongkok dan Eropa. Jalur ini menawarkan waktu transit yang lebih cepat (15-22 hari dibandingkan 35-45 hari melalui laut) dan emisi CO₂ yang lebih rendah dari angkutan udara. Namun, jalur ini menghadapi tantangan seperti sanksi perdagangan dan pengawasan bea cukai yang ketat, terutama untuk barang-barang *dual-use* dan berbahaya.

c. Jalur Laut Arktik (*Arctic Sea Route*)

Pelelehan es Arktik akibat pemanasan global membuka rute yang lebih pendek antara Asia, Eropa, dan Amerika Utara, berpotensi mengurangi waktu perjalanan hingga 30%. Meskipun demikian, rute ini menghadapi tantangan lingkungan yang serius (ekosistem rapuh), kondisi cuaca ekstrem yang tidak terduga, infrastruktur terbatas (kurangnya pelabuhan dan peralatan darurat), dan biaya asuransi yang tinggi karena risiko yang melekat.

d. Kebutuhan Ketahanan Rantai Pasok

Dalam menghadapi ketidakpastian global, ketahanan rantai pasok menjadi prioritas utama bagi bisnis. Sistem intermoda memungkinkan realokasi aliran kargo yang cepat, meminimalkan *downtime* dan kerugian ekonomi saat jalur maritim terganggu atau wilayah udara ditutup. Perencanaan skenario dan agilitas menjadi kunci untuk menavigasi lingkungan logistik yang kompleks ini.

Perubahan geopolitik dan ekonomi global secara langsung memengaruhi daya tarik dan kelayakan moda transportasi. Ketika rute laut tradisional terganggu (misalnya, Laut Merah), moda darat seperti kereta api (Jalur Darat Eurasia) menjadi alternatif yang lebih menarik, bahkan jika secara biaya mungkin sedikit lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa "dominasi" dapat bergeser bukan hanya karena efisiensi, tetapi juga karena faktor ketahanan dan keandalan di tengah ketidakpastian.

Permintaan akan ketahanan rantai pasok mendorong diversifikasi rute dan moda, yang dapat mengikis dominasi moda tunggal untuk segmen tertentu.

Studi Kasus dan Implementasi Logistik Multimoda

Implementasi logistik multimoda yang sukses dan tantangan yang dihadapinya memberikan gambaran nyata tentang dinamika pergeseran dominasi moda transportasi.

1. Studi kasus berhasil

a. "Tol Laut" Indonesia

Program ini bertujuan untuk meningkatkan konektivitas dan distribusi logistik antar pulau di Indonesia, terutama ke wilayah 3TP (Tertinggal, Terpencil, Terluar, Perbatasan), dengan memanfaatkan angkutan multimoda. Program ini telah melayani 30 trayek, mengurangi disparitas harga, dan meningkatkan ketersediaan barang di daerah-daerah tersebut. KAI Logistik, sebagai operator logistik kereta api nasional, telah mengintegrasikan layanan kereta api peti kemas ke Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya (sejak 2015) dan Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta (sejak 2016/2017) untuk memfasilitasi kegiatan logistik bisnis. Integrasi ini memungkinkan pengiriman *door-to-door* dan *station-to-station*, menunjukkan komitmen terhadap layanan multimoda terintegrasi.

b. Port of Rotterdam

Salah satu pelabuhan terbesar dan terancang di dunia, Port of Rotterdam telah menerapkan sistem otomatisasi lengkap di terminal intermodalnya. Hal ini menghasilkan penanganan peti kemas yang lebih cepat dan aman, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan secara keseluruhan.

c. DB Schenker

Perusahaan logistik global ini telah memperkenalkan penggunaan kendaraan otonom untuk transportasi peti kemas di dalam terminalnya, serta *drone* untuk pemantauan inventaris. Inovasi ini telah meningkatkan efisiensi manajemen gudang dan keamanan tempat kerja.

d. IBM dan Maersk (TradeLens): Kolaborasi ini mengembangkan TradeLens, sebuah solusi berbasis *blockchain* untuk sektor transportasi maritim. Platform ini memberikan visibilitas

rantai pasok yang belum pernah ada sebelumnya, meningkatkan transparansi, keamanan, dan efisiensi operasi transportasi intermoda.

- e. Jalur Darat Eurasia (*Eurasian Land Bridge*): Koridor kereta api yang luas ini telah menjadi alternatif strategis untuk angkutan laut dan udara antara Tiongkok dan Eropa. Volume pengiriman melalui jalur ini telah melonjak sejak 2011, menawarkan waktu transit yang lebih cepat (15-22 hari dibandingkan 35-45 hari melalui laut) dan emisi CO₂ yang lebih rendah dari angkutan udara. Keberhasilan ini didorong oleh permintaan akan logistik yang berkelanjutan, cepat, dan andal.

Studi kasus yang berhasil menunjukkan bahwa integrasi multimoda yang efektif memerlukan kombinasi investasi infrastruktur strategis, adopsi teknologi mutakhir, dan kemitraan yang kuat antar pemangku kepentingan (pemerintah, operator, penyedia teknologi). Keberhasilan implementasi logistik multimoda tidak hanya bergantung pada keberadaan moda transportasi, tetapi pada sinergi antara investasi infrastruktur (misalnya, pelabuhan dan terminal intermoda yang canggih), adopsi teknologi (otomatisasi, digitalisasi, *blockchain*), dan kemitraan strategis (antara operator laut, kereta api, dan penyedia teknologi, serta dukungan pemerintah).

Studi kasus ini menunjukkan bahwa "dominasi" di masa depan akan lebih banyak tentang bagaimana moda-moda ini berintegrasi dan bekerja sama dalam ekosistem yang terkelola dengan baik, bukan tentang satu moda yang berdiri sendiri.

5. Tantangan dalam Implementasi

Meskipun potensi logistik multimoda sangat besar, implementasinya dihadapkan pada berbagai tantangan yang dapat menghambat efisiensi dan pergeseran dominasi moda.

a. Kesenjangan Infrastruktur

Kondisi prasarana logistik yang masih konvensional dan belum terintegrasinya konektivitas antar lokasi menjadi kendala besar di banyak wilayah. Misalnya, di Indonesia, beberapa daerah membutuhkan jalan sebagai prioritas, sementara daerah kepulauan lebih membutuhkan dermaga dan kapal penyeberangan. Kinerja pelabuhan yang belum optimal, seperti pendangkalan alur pelayaran dan kemacetan, juga meningkatkan biaya logistik.

b. Koordinasi yang Kompleks

Perpindahan barang antar moda transportasi dapat meningkatkan risiko barang rusak atau bahkan hilang. Koordinasi yang kompleks antara berbagai pihak—termasuk operator yang berbeda, prosedur bea cukai, dan regulasi yang bervariasi untuk setiap moda—bisa menjadi tantangan tersendiri.

- c. Tantangan Dekarbonisasi: Industri maritim menghadapi skala dan kompleksitas yang sangat besar dalam upaya dekarbonisasi. Tantangannya meliputi ketersediaan dan skalabilitas bahan bakar alternatif yang layak, biaya tinggi untuk transisi ke teknologi dan bahan bakar yang lebih bersih, serta kebutuhan infrastruktur baru untuk produksi dan distribusi bahan bakar tersebut. Regulasi yang tidak konsisten antar negara juga menjadi masalah, menciptakan ketidakpastian bagi pemilik kapal.

- d. Ancaman Siber dan Geopolitik: Keamanan siber menjadi masalah yang semakin mendesak bagi infrastruktur pelabuhan dan operator, dengan banyak yang belum sepenuhnya siap menghadapi risiko serangan siber. Selain itu, ketegangan geopolitik dapat mengganggu arteri perdagangan utama, memaksa pengalihan rute yang lebih panjang, mahal, dan berisiko, seperti yang terlihat di Laut Merah.

- e. Biaya Logistik Tinggi: Lonjakan arus peti kemas, terutama saat libur panjang, dapat menyebabkan kemacetan pelabuhan dan gangguan distribusi logistik yang menimbulkan kerugian finansial besar.

Tantangan ini menunjukkan bahwa pergeseran dominasi moda transportasi dalam logistik multimoda bukanlah proses linier. Hambatan infrastruktur, kompleksitas koordinasi, dan risiko eksternal (geopolitik, siber) dapat memperlambat adopsi moda yang lebih efisien atau mengganggu transisi. Tantangan dekarbonisasi khususnya, dapat membebani moda laut yang dominan secara finansial dan operasional, berpotensi membuka peluang bagi moda rel yang lebih

hijau. Ini berarti bahwa "dominasi" di masa depan akan sangat dipengaruhi oleh kemampuan industri dan pemerintah untuk mengatasi hambatan ini melalui inovasi, investasi, dan kolaborasi.

Prospek Masa Depan Logistik Multimoda: Prediksi Pergeseran Dominasi

Masa depan logistik multimoda akan dibentuk oleh tiga tren utama: dorongan menuju keberlanjutan, transformasi digital dan otomatisasi, serta adaptasi terhadap perubahan geopolitik. Tren-tren ini akan secara signifikan memengaruhi pergeseran dominasi antara kereta api dan kapal laut.

1. Tren Keberlanjutan dan Dekarbonisasi

Keberlanjutan telah menjadi prioritas utama dalam industri logistik, mendorong pergeseran ke moda dengan jejak karbon yang lebih rendah. Sektor transportasi bertanggung jawab atas sekitar 25% emisi GHG Uni Eropa, dengan kereta api menghasilkan kurang dari 1% dari emisi transportasi di UE.

a. Keunggulan Kereta Api

Kereta api adalah salah satu pilihan transportasi paling ramah lingkungan, menghasilkan emisi CO₂ hingga 76% lebih rendah dari truk dan 90% lebih rendah dari angkutan udara per ton-mil. Investasi dalam elektrifikasi dan infrastruktur berkelanjutan meningkatkan manfaat lingkungan kereta api, menjadikannya pilihan yang semakin menarik untuk pengangkutan darat jarak jauh.

b. Tantangan dan Upaya Kapal Laut: Meskipun kapal laut efisien per ton-mil, emisi GHG dari pelayaran global mencapai hampir 3% dari total emisi global dan terus meningkat. Industri maritim berupaya keras untuk dekarbonisasi melalui pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif seperti LNG, amonia, metanol, dan hidrogen, serta desain kapal yang lebih efisien dan sistem propulsi ramah lingkungan. Namun, tantangan biaya tinggi dan ketersediaan bahan bakar alternatif dalam skala besar masih menjadi hambatan signifikan.

c. Kebijakan Pendorong: Kebijakan pemerintah seperti EU Green Deal menargetkan peningkatan signifikan dalam angkutan kereta api dan air untuk mencapai target emisi. Organisasi Maritim Internasional (IMO) juga telah menetapkan strategi GHG revisi untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2050, dengan *checkpoints* ambisius untuk 2030 dan 2040.

Dorongan dekarbonisasi akan menjadi pendorong utama pergeseran dominasi, berpotensi menguntungkan kereta api secara signifikan di darat dan memaksa transformasi radikal pada angkutan laut. Hal ini dapat mengarah pada fragmentasi pasar di mana moda dipilih berdasarkan profil emisi untuk segmen tertentu. Tren dekarbonisasi akan mempercepat pergeseran preferensi moda, terutama untuk perusahaan yang memiliki target ESG ketat. Kereta api, dengan jejak karbonnya yang rendah dan potensi elektrifikasi, akan menjadi pilihan yang semakin menarik untuk pengangkutan darat jarak jauh, berpotensi mengambil pangsa pasar dari truk dan bahkan beberapa segmen yang sebelumnya dilayani udara.

Sementara itu, angkutan laut, meskipun efisien per ton-mil, menghadapi tantangan besar dalam mencapai emisi nol bersih, yang memerlukan investasi besar dan dapat meningkatkan biaya operasional. Ini dapat menyebabkan "dominasi" yang lebih tersegmentasi, di mana kereta api mendominasi rute darat-darat yang panjang dan pelayaran laut tetap dominan untuk antar benua, tetapi dengan tekanan biaya yang meningkat karena kebutuhan dekarbonisasi.

2. Transformasi Digital dan Otomatisasi

Transformasi digital akan menjadi pendorong utama untuk efisiensi dan ketahanan logistik multimoda di masa depan, memperkuat posisi moda yang mampu mengadopsi teknologi ini dengan cepat dan mulus.

a. Peningkatan Efisiensi dan Visibilitas: Digitalisasi, melalui integrasi IoT, AI, dan *blockchain*, akan terus mengubah industri transportasi multimoda, meningkatkan efisiensi operasional, visibilitas rantai pasok *real-time*, dan pengalaman pelanggan.

Hal ini mencakup optimalisasi rute bertenaga AI, manajemen tarif otomatis, dan dokumentasi tanpa kertas.

- b. Otomatisasi dan Robotika: Otomatisasi dan robotika akan semakin banyak digunakan dalam transportasi multimoda, termasuk sistem penyortiran otomatis, pemuatan/pembongkaran robotik, dan kendaraan otonom. Kereta api otonom dan sistem inspeksi otomatis menggunakan sensor dan AI akan meningkatkan keamanan dan mengurangi *downtime* dengan mendeteksi potensi masalah sebelum terjadi.
- c. Kapal Otonom dan Pelabuhan Pintar: Kapal kargo otonom dengan sistem navigasi bertenaga AI akan meminimalkan kesalahan manusia, mengurangi biaya operasional, dan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar melalui perencanaan rute *real-time*. Pelabuhan pintar yang terhubung dengan jaringan 5G akan memungkinkan komunikasi yang mulus antara kapal, otoritas pelabuhan, dan penanganan kargo, secara signifikan mengurangi waktu penanganan kargo.

Transformasi digital akan memperdalam integrasi antar moda, memungkinkan visibilitas *end-to-end* yang lebih baik dan pengambilan keputusan berbasis data. Moda yang mengadopsi AI, IoT, dan otomatisasi (misalnya, kereta api dengan sistem manajemen lalu lintas cerdas, kapal dengan pelacakan *real-time*) akan menjadi lebih andal, efisien, dan menarik bagi pengirim, terlepas dari karakteristik fisik dasarnya. Hal ini dapat mengarah pada "dominasi cerdas" di mana keunggulan kompetitif berasal dari kemampuan untuk mengelola rantai pasok secara prediktif dan responsif, bukan hanya dari kapasitas angkut mentah.

3. Perubahan Geopolitik dan Ketahanan Rantai Pasok

Dalam konteks geopolitik yang bergejolak, kriteria "dominasi" akan bergeser dari efisiensi biaya murni menjadi kombinasi efisiensi dan ketahanan. Moda yang menawarkan fleksibilitas rute dan diversifikasi akan mendapatkan keunggulan, bahkan jika biayanya sedikit lebih tinggi.

a. Ketidakpastian Global

Dunia yang semakin tidak terduga, dengan konflik bersenjata, kebijakan proteksionis, ancaman siber, dan pergeseran aliansi politik, terus membentuk kembali peta perdagangan internasional.

b. Diversifikasi Rute dan Moda

Gangguan geopolitik mendorong perusahaan untuk mendiversifikasi rantai pasok dan rute perdagangan. Jalur Darat Eurasia telah menjadi alternatif strategis untuk angkutan laut antara Tiongkok dan Eropa, sementara Jalur Laut Arktik menawarkan rute yang lebih pendek meskipun dengan risiko tinggi.

c. Pentingnya Intermodalitas

Sistem intermoda memungkinkan realokasi aliran kargo yang cepat, meminimalkan *downtime* dan kerugian ekonomi saat jalur maritim terganggu atau wilayah udara ditutup. Perencanaan skenario dan agilitas menjadi kunci untuk menavigasi lingkungan yang tidak pasti ini.

Pergeseran dominasi di masa depan akan sangat dipengaruhi oleh kebutuhan akan ketahanan rantai pasok. Di tengah ketidakpastian geopolitik, pengirim mungkin bersedia membayar lebih untuk moda atau rute yang menawarkan keandalan dan fleksibilitas yang lebih tinggi, bahkan jika itu bukan pilihan paling ekonomis secara langsung. Hal ini akan mendorong pertumbuhan rute alternatif seperti Jalur Darat Eurasia dan mendorong investasi pada jaringan multimoda yang terintegrasi yang dapat dengan cepat mengalihkan kargo.

Oleh karena itu, "dominasi" di masa depan akan didefinisikan ulang tidak hanya oleh efisiensi biaya, tetapi juga oleh kemampuan moda untuk memberikan ketahanan dan adaptabilitas.

4. Analisis Kompetitif Jangka Panjang: Prediksi Dominasi Moda di Masa Depan

Prediksi menunjukkan bahwa tidak akan ada "pergeseran dominasi" mutlak dari satu moda ke moda lain dalam arti penggantian total. Sebaliknya, masa depan akan melihat "dominasi integratif" di mana setiap moda akan mengoptimalkan perannya dalam rantai pasok multimoda yang lebih besar.

a. Tidak Ada Dominasi Tunggal Mutlak

Tidak ada satu moda pun yang akan mendominasi secara mutlak di semua segmen. Masa depan logistik adalah tentang kombinasi dan integrasi moda yang optimal (*intermodal/multimodal transport*). Pertumbuhan pasar transportasi multimoda diproyeksikan mencapai USD 69,3 miliar pada tahun 2030 dengan CAGR 8,1%, didorong oleh permintaan solusi logistik yang efisien, hemat biaya, ramah lingkungan, dan mulus.

b. Kereta Api sebagai Alternatif yang Meningkatkan

Kereta api diproyeksikan tumbuh signifikan, didorong oleh permintaan solusi transportasi massal yang hemat biaya, efisien, dan ramah lingkungan. Ini akan menjadi pilihan yang semakin menarik untuk perdagangan darat dan antar benua (misalnya, Jalur Darat Eurasia) karena waktu transit yang lebih cepat daripada laut dan jejak karbon lebih rendah dari udara.

c. Kapal Laut Tetap Tulang Punggung Global

Angkutan laut akan tetap menjadi tulang punggung perdagangan global, terutama untuk kargo massal dan volume besar antar benua, karena kapasitas dan efisiensi biayanya yang tak tertandingi. Namun, akan ada tekanan besar untuk berinvestasi dalam dekarbonisasi dan teknologi pelabuhan pintar untuk memenuhi target emisi dan menjaga daya saing.

d. Fokus pada Integrasi dan Optimasi

Investasi dalam *hub* intermoda, peningkatan rel, dan digitalisasi akan meningkatkan konektivitas dan efisiensi, memastikan transisi yang mulus antar moda.

Prediksi menunjukkan bahwa tidak akan ada "pergeseran dominasi" mutlak dari satu moda ke moda lain dalam arti penggantian total. Sebaliknya, masa depan akan melihat "dominasi integratif" di mana setiap moda akan mengoptimalkan perannya dalam rantai pasok multimoda yang lebih besar. Kereta api akan semakin dominan untuk pengangkutan darat jarak jauh dan sebagai alternatif yang lebih cepat/hijau untuk segmen tertentu dari angkutan laut (misalnya, Jalur Darat Eurasia).

Sementara itu, angkutan laut akan mempertahankan dominasinya untuk volume massal antar benua karena skala ekonomi yang tak tertandingi, tetapi dengan tekanan yang meningkat untuk dekarbonisasi. Keberhasilan akan bergantung pada seberapa baik moda-moda ini terintegrasi melalui infrastruktur, teknologi digital (AI, IoT), dan kebijakan yang mendukung, menciptakan jaringan yang tangguh dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Analisis komprehensif mengenai pergeseran dominasi antara kereta api dan kapal laut dalam logistik multimoda menunjukkan bahwa dinamika ini merupakan hasil dari interaksi kompleks antara karakteristik inheren moda, inovasi teknologi, kerangka kebijakan, dan perubahan lanskap geopolitik serta ekonomi global. Kapal laut telah lama mendominasi perdagangan global berkat kapasitas masif dan efisiensi biaya untuk volume besar dan jarak jauh, didorong oleh revolusi kontainerisasi yang memungkinkan integrasi mulus dengan moda darat. Kereta api, di sisi lain, menawarkan efisiensi biaya dan dampak lingkungan yang rendah untuk jarak jauh, meskipun dengan fleksibilitas terbatas dan ketergantungan pada konektivitas mil terakhir.

Masa depan logistik multimoda tidak akan melihat dominasi mutlak oleh satu moda, melainkan oleh "dominasi integratif." Kriteria keberhasilan akan bergeser dari sekadar kapasitas fisik menjadi kemampuan untuk menciptakan rantai pasok yang paling efisien, tangguh, dan berkelanjutan. Tren dekarbonisasi akan menjadi pendorong utama, menguntungkan kereta api sebagai moda yang lebih hijau untuk rute darat dan memaksa transformasi radikal pada angkutan laut melalui adopsi bahan bakar dan teknologi bersih yang mahal. Transformasi digital, dengan AI, IoT, dan otomatisasi, akan meningkatkan visibilitas, efisiensi, dan responsivitas seluruh jaringan multimoda, memperkuat posisi moda yang mengadopsi teknologi ini dengan cepat. Perubahan geopolitik akan terus mendorong diversifikasi rute dan moda, menekankan pentingnya ketahanan rantai pasok di atas efisiensi biaya murni.

REFERENSI

- Association of American Railroads. (2023). *Freight Rail: Intermodal*. Retrieved from <https://www.aar.org/issue/freight-rail-intermodal/>
- Association of American Railroads. (2024). *Freight Rail Policy Issues*. Retrieved from <https://www.aar.org/freight-rail-policy-issues/>
- APCO Worldwide. (2025). *Intermodality: A logistical revolution in a complex geopolitical context*. Retrieved from <https://apcoworldwide.com/blog/intermodality-logistical-revolution-in-a-complex-geopolitical-context/>
- Customs Trade Academy. (2023). *Peran Transportasi Laut dalam Pengangkutan Barang Impor*. Retrieved from <https://customstradeacademy.id/cta/peran-transportasi-laut-dalam-pengangkutan-barang-impor/>
- Dinas Perhubungan Aceh. (2023). *Siapa Penemu Kereta Api? Sejarah Kereta Api*. Retrieved from <https://dishub.acehprov.go.id/2023/08/29/siapa-penemu-kereta-api-sejarah-kereta-api/>
- DPR RI. (2025). *Biaya Logistik Angkutan Laut yang Tinggi Menjadi Tantangan Besar bagi Perekonomian Nasional*. Retrieved from https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/info_singkat/Info%20Singkat-XVII-8-II-P3DI-April-2025-2503.pdf
- Global Maritime Forum. (2023). *IMO Policy Measures: What's next for shipping's fuel transition?*. Retrieved from <https://globalmaritimeforum.org/insight/imo-policy-measures-whats-next-for-shippings-fuel-transition/>
- Global Maritime Forum. (2025). *Why 2025 is such an important year for shipping decarbonisation*. Retrieved from <https://globalmaritimeforum.org/article/why-2025-is-such-an-important-year-for-shipping-decarbonisation/>
- IEA. (2025). *Oil Supply Crushes Demand*. Retrieved from <https://sustainabilitymag.com/news/iea-oil-supply-crushes-demand>
- ID Publishing. (n.d.). *6 Inovasi Terbaru dalam Teknologi Kereta Api*. Retrieved from <https://idpublishing.org/blogs/6-inovasi-terbaru-dalam-teknologi-kereta-api>
- IMS Logistics. (n.d.). *Perkembangan Logistik Era Sebelum Masehi Sampai Sekarang*. Retrieved from <https://www.imslogistics.com/id/blog/sejarah-logistik/>
- Inbound Logistics. (n.d.). *Multimodal Transportation*. Retrieved from <https://www.inboundlogistics.com/articles/multimodal-transportation/>
- ITL Trisakti. (2021). *Kajian Peningkatan Peranan Transportasi Multimoda Dalam Mewujudkan Visi Logistik Indonesia 2025*. Retrieved from <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmbtl/article/download/922/512>
- KAI Logistik. (2022). *Profil Perusahaan KAI Logistik*. Retrieved from https://kalogistics.co.id/uploads/dokumen/kip/7_lib_20220110051822.pdf
- KAI Logistik. (2024). *Profil Perusahaan KAI Logistik*. Retrieved from https://kalogistics.co.id/uploads/dokumen/kip/7_lib_20240808122756.pdf
- Kompasiana. (2025). *Revolusi Transportasi Hijau: Kereta Api sebagai Solusi Masa Depan Indonesia*. Retrieved from https://www.kompasiana.com/agungmsghai-edumain6203/67ac930ced641552217a9c63/revolusi-transportasi-hijau-kereta-api-sebagai-solusi-masa-depan-indonesia?page=all&page_images=1
- ResearchGate. (2025). *Assessing the Impact on Mode Competitiveness of Improvements of the Trans-Eurasian Railway Network*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/388733499_Assessing_the_impact_on_mode_competitiveness_of_improvements_of_the_Trans-Eurasian_railway_network
- Supply Chain Indonesia. (2015). *Moda Transportasi Kereta Api*. Retrieved from https://supplychainindonesia.com/download/4_ModatransportasiKeretaApi2015.pdf
- UNCTAD. (2024). *Global Trade in 2025: Resilience Under Pressure*. Retrieved from <https://unctad.org/news/global-trade-2025-resilience-under-pressure>

World Economic Forum. (2025). *How real-time emissions tracking can help decarbonize the maritime industry*. Retrieved from <https://www.weforum.org/stories/2025/05/decarbonize-maritime-industry-real-timeemissions-tracking/>

World History. (2023). *The Railways in the British Industrial Revolution*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/article/2167/the-railways-in-the-british-industrial-revolution/>