



Dampak Perubahan Teknologi Sistem Logistik di Pelabuhan

Dhiwa Humaira Ninvika¹, Yolanda Junitasari², Indah Apsari Asmana Nurfitriani³, Erlisa Aulia⁴, Siti Sahara⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta

Abstract

Received: 26 Juni 2023

Revised: 1 Juli 2023

Accepted: 7 Juli 2023

The development and development of industry in Indonesia continues and is now faced with competition in the era of globalization. The development of this industry also occurred in the Indonesian port logistics industry. With the era of globalisasi, the logistics industry must undergo changes to achieve better goals. One of the changes that occurred was the change in technology to the logistics industry at the port. This research aims to analyze the Impact of Changes in Logistics System Technology in Ports. This research uses Qualitative Descriptive methods with data collection techniques through Literature Studies and data analysis techniques with Inductive Approaches. The results show that the impact of technological changes that occur in the logistics system at the port has a quite positive impact on workers, because it makes it easier for workers to operate ports and is able to compete at the global level and can contribute to lower national logistics costs.

Keywords: *Perubahan Teknologi, Sistem Logistik, Pelabuhan*

(*) Corresponding Author: dhiwahumairaninvika_1511521049@mhs.unj.ac.id

How to Cite: Ninvika, D. H., Junitasari, Y., Nurfitriani, I. A. A., Aulia, E., & Sahara, S. (2023). Dampak Perubahan Teknologi Sistem Logistik di Pelabuhan. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8173446>.

PENDAHULUAN

Pelabuhan merupakan sarana penting bagi transportasi perairan baik sungai, danau maupun di laut. Sebagai negara kepulauan, peranan pelabuhan sangat vital dalam perekonomian Indonesia. Kehadiran pelabuhan yang memadai berperan besar dalam menunjang mobilitas barang dan manusia di negeri ini. Pelabuhan menjadi sarana paling penting untuk menghubungkan antarpulau maupun antarnegara. Pelabuhan sebagai infrastruktur transportasi laut mempunyai peran yang sangat penting dan strategis untuk pertumbuhan industri dan perdagangan serta merupakan segmen usaha yang dapat memberikan kontribusi bagi perekonomian dan pembangunan nasional karena merupakan bagian dari mata rantai sistem transportasi dan logistik.

Setiap harinya puluhan atau bahkan ratusan kapal yang beroperasi di pelabuhan mengakibatkan padatnya arus lalu lintas kapal di pelabuhan, terutama pada pelabuhan-pelabuhan besar seperti Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, Pelabuhan Tanjung Emas di Semarang, Pelabuhan Belawan di Medan, dan Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta. Maka dari itu perlu adanya manajemen pelabuhan yang baik, manajemen pelabuhan meliputi segala sesuatu yang berkaitan dengan kegiatan penyelenggaraan pelabuhan dan kegiatan lainnya dalam melaksanakan fungsi pelabuhan. Juga untuk menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas kapal, penumpang dan atau barang, keselamatan berlayar,

serta tempat perpindahan intra dan antarmoda (Budianto & Saut, 2017). Guna menunjang fungsi manajemen pelabuhan sehingga mata rantai transportasi dan logistik dapat berjalan dengan baik sangat diperlukan teknologi sistem yang dikembangkan agar dapat memantau dan mengontrol kapal yang dioperasikan. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut terus melakukan optimalisasi digital di era industri 4.0 sejalan dengan digitalisasi layanan di berbagai sektor, tidak terkecuali sektor pelabuhan dan logistik. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pelayanan menjadi lebih transparan, efisien dan akuntabel. Implementasi era logistik ekosistem memiliki banyak manfaat, antara lain dapat menurunkan biaya logistik, sharing kapasitas logistik, menumbuhkan ekonomi digital, meningkatkan transparansi layanan, sistem antar K/L terhubung, mengurangi mata rantai logistik, tidak ada duplikasi dan repetisi dan menghilangkan proses manual (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2021).

Saat ini, Digitalisasi pelabuhan mutlak diperlukan untuk mendorong peningkatan pelayanan dan daya saing pelabuhan yang lebih baik. Pemanfaatan teknologi informasi harus terus dilakukan guna memperkuat layanan online yang sudah ada dan secara bertahap menggantikan proses-proses pelayanan yang saat ini masih dilakukan secara manual (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2019). Perlu terus dilakukan pengembangan sistem digitalisasi pelabuhan baik perizinan maupun layanan kepelabuhanan untuk menata ekosistem logistik nasional seperti Aplikasi Simlala (digitalisasi perizinan), Inaportnet (digitalisasi pelayanan pelabuhan), aplikasi Sitolaut (tracking distribusi barang dan ternak di area 3TP), dan dashboard monitoring (transparansi dan efisiensi layanan kepelabuhanan). Optimasi teknologi informasi tersebut diharapkan dapat memberikan dampak positif berupa peningkatan pelayanan kepelabuhanan menjadi lebih transparan, efisien, dan akuntabel (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2021).

Sistem Logistik

Pengiriman, penerimaan, penyimpanan, dan distribusi adalah semua aspek penting logistik yang mendukung tingkat perekonomian suatu negara (Dwiatmoko et al., 2018) (Zulkarnaen et al., 2020). Fasilitas pemrosesan, pusat distribusi, hub, gudang, lokasi pelanggan, gudang, dan metode transportasi adalah komponen penting dari sistem logistik. Komponen-komponen ini sangat memengaruhi strategi logistik, seperti mengubah jenis produk yang dikirim ke pelanggan untuk membuat sistem logistik yang efisien. Logistik memungkinkan pergerakan barang (barang dan moda transportasi) dengan lebih efisien melalui berbagai alat transportasi, rute, jadwal keberangkatan, titik yang akan diangkut, dan terminal angkutan barang. Tujuannya adalah untuk mengirimkan bahan baku, bahan, dan produk akhir ke pelanggan secara tepat waktu dan hemat biaya dengan kualitas pengiriman dan perawatan terbaik (*Manajemen Logistik - Ricky Martono - Google Buku*, n.d.).

Kepelabuhanan

Pengelolaan kepelabuhanan didunia diklasifikasikan menjadi tiga kelompok besar yaitu operating port, pola land-lodr port, dan tool port (Purwanto, 2019). Pelabuhan adalah suatu sistem yang kompleks yang terdiri dari berbagai unsur seperti pemilik pelabuhan, gudang, pengirim barang, pengangkut, perusahaan pelayaran, bongkar muat, berlabuh, kapal tunda. Pelabuhan berfungsi sebagai pusat rantai logistik yang kompleks dengan tujuan utama untuk meningkatkan daya saing produk dalam perdagangan dunia. Dalam situasi ini, pusat perdagangan dan ekonomi global bergeser ke Asia Timur, di sekitar Cina. Sekitar 50% arus peti kemas global terjadi di wilayah ini, dengan demikian secara langsung dan tidak langsung meningkatkan persaingan untuk posisi pelabuhan hub di antara pelabuhan-pelabuhan di Asia (Cuong et al., 2023). Persaingan tersebut terjadi di berbagai bidang, mulai dari produksi layanan pelabuhan hingga menarik kargo transshipment (Lee et al., 2021).

Teknologi

Industri dapat menghasilkan inovasi yang meningkatkan nilai perusahaan dengan bantuan teknologi. Alur perintah dan manajemen rantai pasokan yang lebih baik berkat teknologi informasi pelabuhan. Ini terkait dengan peningkatan produktivitas dan pemanfaatan (Pratama & Iryanti, 2020). Pelabuhan, logistik, dan pelayaran adalah salah satu sektor yang mendorong Industri 4.0 di Indonesia. Menurut (Sekarwati Ariadi et al., 2022) INAPORTNET, yang dikelola oleh Kementerian Perhubungan, adalah portal elektronik terbuka dan netral yang memungkinkan pertukaran informasi layanan pelabuhan yang cepat, aman, netral, dan sederhana. Untuk meningkatkan daya saing komunitas logistik Indonesia, INAPORTNET juga terintegrasi dengan instansi pemerintah terkait, perusahaan pelabuhan, dan pelaku industri logistik lainnya.

Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi menunjukkan kesejahteraan dan kemajuan sebuah negara. Digitalisasi setiap aspek ekonomi berkembang dengan cepat, dan diperkirakan akan terus berkembang dalam waktu dekat. Pada tahun 2015, ekonomi digital menyumbang 22,5% dari produk domestik bruto (PDB) dunia, dan diperkirakan akan naik menjadi 25,5% pada tahun 2020 (Orji et al., 2020). Ekonomi dan sosial, menghasilkan hasil yang menguntungkan seperti peningkatan akses pasar, lebih banyak pekerjaan, dan investasi. Biaya dan efisiensi produksi dipengaruhi oleh peningkatan logistik pelabuhan, dan investasi dalam infrastruktur logistik berdampak positif pada ekonomi. Perbaikan logistik pelabuhan mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan efisiensi industri manufaktur, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi negara. Selain itu, pertumbuhan ekonomi ini tidak dapat dipisahkan dari peningkatan ekonomi global (Sahara et al., 2022) (Kepelabuhan et al., 2020).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui studi literatur. Metode deskriptif kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai dampak perubahan teknologi dalam sistem logistik pelabuhan melalui kajian literasi sekaligus bertujuan untuk menemukan jawaban dari permasalahan secara sistematis, akurat, terperinci tentang fakta, ciri dan korelasi antar fenomena atau kejadian yang diselediki (Sahara et al., 2022). Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dari berbagai sumber yang relevan dengan topik penelitian. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan pendekatan induktif, yaitu analisis yang dimulai dengan pengamatan dan penelusuran data secara terperinci untuk menghasilkan kesimpulan atau temuan baru. Dalam hal ini, data yang diperoleh dari studi literatur dianalisis secara mendalam untuk menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang dampak perubahan teknologi dalam sistem logistik pelabuhan.

HASIL & PEMBAHASAN

1. Konsep Sistem Logistik Maritim

Dalam sistem logistik maritim, transportasi merupakan komponen penting dalam membantu distribusi dan pengangkutan barang melalui jalur laut (Amin, Mulyati, Anggraini, & Kusumastanto, 2021). Transportasi laut memegang peranan penting dalam perdagangan dunia. Menurut IMO, transportasi laut mencakup hampir 90% perdagangan dunia, dan transportasi jarak pendek menyumbang 70% dari semua transportasi perdagangan di dunia (Gonzalez, Koivisto, M. Mustonen, & Keinänen-Toivola, 2021). Transportasi laut menjadi salah satu komponen kunci dari sistem logistik maritim yang bertanggung jawab untuk membawa dan menangani kargo melintasi lautan dan menghubungkan transportasi yang tersebar luas antara pengirim dan penerima barang. Transportasi laut memainkan peran menjembatani dalam menghubungkan semua entitas dalam logistik (misalnya pelanggan, pemasok, pabrik, gudang, dan saluran lainnya). Jika transportasi laut tidak terintegrasi dengan baik ke dalam keseluruhan arus logistik, biaya tambahan, penundaan yang tidak perlu dan kecelakaan dapat muncul, sehingga mengganggu kelancaran arus logistik (Song & Panayides, 2014). Maka perlu adanya sistem logistik maritim yang terintegrasi agar arus logistik dapat berjalan dengan lancar dan efisien.

Logistik maritim adalah tentang pengangkutan barang (delivery) dengan kapal dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dengan efektif sebagai suatu sistem (Song & Panayides, 2015). Logistik maritim memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi lokal. konektivitas jaringan transportasi dalam sistem logistik dapat meningkatkan arus perdagangan komoditas industri antarnegara, perdagangan internasional antardaerah membantu jaringan transportasi tetangganya (Amin, Mulyati, Anggraini, & Kusumastanto, 2021). Logistik juga dapat diartikan sebagai aliran barang atau jasa mulai dari sumber sampai tujuan yang meliputi

proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran yang efisien dan efektif dari barang atau jasa dan informasi terkait mulai dari titik asal sampai titik penggunaan untuk memenuhi keperluan pelanggan. Fokus logistik adalah aliran barang atau jasa dengan tujuan menyediakan barang dengan jumlah yang tepat, waktu yang tepat, lokasi yang tepat, dan biaya yang tepat (W. Hadi et al., 2023). Kegiatan utama logistik adalah pengadaan, penyimpanan, persediaan, pengangkutan, pergudangan, pengemasan, keamanan, serta penanganan barang dan jasa baik dalam bentuk bahan baku, barang antara, dan barang jadi (Bantacut & Fadhil, 2018). Konsep sistem logistik meliputi proses perencanaan, pelaksanaan dan pengelolaan pergerakan barang dan informasi yang terlibat dalam pengangkutan laut. Titik focus sistem logistik maritim tidak hanya berkaitan dengan fungsi individu yang berkaitan dengan transportasi laut, tetapi juga aliran logistik yang efektif sebagai entitas sistematis dari sistem integrasi logistik (Song & Panayides, 2014). Pada konsep Logistik Maritim Indonesia berpegangan bahwa Indonesia memiliki dua wilayah yaitu dalam dan luar. Wilayah dalam dilindungi, artinya kapal dari luar hanya boleh masuk dan berlayar di dua pelabuhan Indonesia yaitu di Barat Pelabuhan Kuala Tanjung dan di Timur Pelabuhan Bitung. Kedua pelabuhan itu menjadi hub internasional (Indonesia, 2014). Maka dari itu, diperlukannya manajemen logistic maritim yang baik, bertujuan untuk memangkas biaya logistik mahal yang akan memberikan manfaat berupa harga produk yang lebih murah dan terjangkau serta distribusi logistik yang cepat di banyak pulau tidak hanya pulau-pulau besar saja, tapi turut memudahkan distribusi logistik di pulau-pulau kecil. Keuntungan ini secara langsung akan membawa banyak manfaat seperti, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, meningkatkan perekonomian, dan meningkatkan perdagangan komoditas industri antarnegara dan daerah.

2. Perkembangan Teknologi di Bidang Logistik

Saat ini, perkembangan teknologi industri logistik maritim sedang menghadapi transformasi industri yang diciptakan oleh perkembangan teknologi. Seiring dengan transformasi industri, bidang penelitian logistik maritim juga menghadapi tantangan dan peluang baru (Amin, Mulyati, Anggraini, & Kusumastanto, 2021). Pelabuhan dan terminal telah berevolusi dan sejak tahun 2010-an telah memasuki tahap evolusi kelima yang ditandai dengan transformasi digital dan keselarasan dengan praktik Industri 4.0 (Zarzuelo, Soeane, & Bermúdez, 2020). Revolusi industri 4.0 telah membawa beberapa manfaat yang jelas dan relevan adalah peningkatan fleksibilitas, baku mutu, efisiensi dan produktivitas. Ini akan memungkinkan kustomisasi massal bagi perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan, menciptakan nilai melalui pengenalan secara terus-menerus produk baru dan layanan pasar. Terlebih lagi, kolaborasi antara mesin dan manusia dapat mempengaruhi kehidupan pekerja secara sosial, terutama berkenaan dengan optimalisasi pengambilan keputusan (Bantacut & Fadhil, 2018). Digitalisasi di era

revolusi industri 4.0 berfokus terutama pada otomatisasi proses bisnis, otomatisasi operasi, serta pada pemrosesan informasi. Pada di sisi lain, transformasi digital (DT) saat ini menjadi penting (Gray & Rumpe, 2017). Tren yang menembus banyak domain industri dan sosial Perkembangan industri pengiriman logistik saat ini berkembang pesat, sehingga membuat pelaku bisnis pengiriman logistik dituntut untuk mempertahankan dan meningkatkan nilai kompetitif. Dalam menghadapi permasalahan tersebut, diperlukan sarana transportasi yang cukup untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien. Dengan adanya sarana transportasi yang cukup, diharapkan perusahaan dapat memberikan kontribusi dalam manajemen distribusi logistik (Kristanto, Muliawati, Arief, & Hidayat, 2018).

Peran pusat logistik semakin meningkat dalam rantai pasokan. Pusat-pusat ini beroperasi di pasar yang kompetitif dan menghadapi kebutuhan pelanggan yang terus meningkat. Kejadian tersebut memaksa pusat-pusat ini untuk menerapkan berbagai solusi teknologi dalam untuk meningkatkan tingkat kualitas layanan mereka. Perkembangan teknologi informasi di era globalisasi saat ini, menjadi manfaat untuk mendukung setiap proses bisnis yang terdapat dalam suatu perusahaan (Pambudi, 2021). Teknologi khususnya teknologi informasi digunakan untuk mengolah data dan menghasilkan informasi yang kemudian akan digunakan sebagai penunjang proses logistik. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menjadi sangat penting bagi pengelolaan arus antar mitra rantai pasokan, dengan memungkinkan integrasi, sinkronisasi, visibilitas, dan daya tanggap.

Inaportnet adalah sistem layanan elektronik tunggal berbasis internet/web untuk mengintegrasikan sistem teknologi informasi pelabuhan standar dalam melayani kapal dan barang secara fisik dari berbagai instansi terkait dan pemangku kepentingan di pelabuhan (Malau et al., 2022). Sistem ini bertujuan agar pelayanan kapal dan barang di pelabuhan menjadi lebih efektif dan efisien. Dengan adanya sistem pelayanan tunggal ini, maka dapat diketahui kelengkapan dokumen kapal yang sah yang digunakan dalam proses permohonan pelayanan kapal dan barang pelayanan kapal dan barang, termasuk kewajiban pembayaran Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) (Ricardianto et al., 2022). Untuk mengakses sistem inaportnet, telah disediakan portal khusus yaitu <http://inaportnet.dephub.go.id>. Dengan mengakses web tersebut, pengguna jasa dapat mengajukan permohonan pelayanan kapal dan barang serta melakukan input dokumen hanya satu kali melalui web. Hal ini merupakan salah satu manfaat dari penerapan sistem inaportnet sistem inaportnet, yaitu single submission (Malisan & Tresnawati, 2019). Dalam implementasi sistem inaportnet, dibutuhkan karyawan yang handal dan berketerampilan tinggi yang handal dan terampil di bidangnya masing-masing. Untuk mendapatkan sumber daya manusia yang handal dan berkualitas di bidangnya, maka umumnya perlu dilakukan proses pelatihan atau pengembangan skill mereka. Maka dalam hal ini perusahaan perusahaan perlu meningkatkan kualitas karyawannya, terutama dalam bidang teknologi informasi teknologi

informasi untuk mendukung pelaksanaan implementasi inaportnet di pelabuhan (Andarujati, 2020).

3. Data Peran Teknologi dalam Sistem Logistik Pelabuhan

Model hubungan baru muncul di seluruh jaringan rantai pasokan sebagai akibat dari fenomena digitalisasi (Queiroz & Fosso Wamba, 2019). Management pasokan, manajemen gudang, manajemen stok, manajemen permintaan, dan distribusi adalah komponen penting dari sistem logistik. Komponen-komponen ini sangat memengaruhi strategi logistik, seperti mengubah jenis produk yang dikirim ke pelanggan untuk membuat sistem logistik yang efisien (Verawati et al., 2023). Pasar logistik pengiriman barang terdistribusi dapat dibentuk oleh sistem logistik yang terdesentralisasi dan terdigitalisasi. Ini menjanjikan transparansi keuangan dan memfasilitasi jaringan rantai pasokan yang matang (Orji et al., 2020). Bagi bisnis kecil, penggunaan teknologi informasi dalam operasi bisnis, juga dikenal sebagai istilah e-commerce. Dengan adanya e-commerce dapat meningkatkan fleksibilitas dalam produksi, memungkinkan pengiriman produk perangkat lunak ke pelanggan secara lebih cepat, dan memungkinkan pengiriman dan penerimaan penawaran secara hemat dan cepat.

Selain meningkatkan produktivitas dan pemanfaatan aset, teknologi informasi pelabuhan meningkatkan arus komando dan manajemen rantai pasokan. TI telah memperkirakan dampak transportasi laut melalui berbagai aplikasi (Pratama & Iryanti, 2020). Tiga segmen utama aplikasi TI untuk bisnis pengiriman adalah sebagai berikut:

- 1) Dokumentasi dan transfer elektronik data EDI (Electronic Data Interchange): pelacakan kargo, dokumentasi elektronik, dll.
- 2) E-commerce atau e-bisnis: pendaftaran dan penyewaan kapal secara online, pengadaan persediaan secara elektronik, sistem pembayaran elektronik, dll.
- 3) E-marketing: secara bertahap mengambil alih layanan EDI (Electronic Data Interchange), yang mungkin termasuk penelusuran dan pelacakan, ruang kesepakatan virtual untuk transaksi, pemrosesan dokumen, dan penerbitan online.

Nolan dan McFarlan menyatakan bahwa strategi grid merupakan pemetaan aplikasi Sistem Informasi berdasarkan kontribusinya terhadap organisasi, dan bahwa tugas TI penyelenggara logistik dalam mendukung bisnis e-commerce saat ini mencakup nilai strategis tambahan selain proses otomatisasi. Sangat penting untuk mempertimbangkan "penggunaan TI", menurut tujuan. Dua faktor kontingen yang ditemukan dalam pemetaan tersebut, dan empat yang dihasilkan darinya adalah kepentingan operasional (Factory Mode), kepentingan strategis (Strategic Mode), dukungan bisnis (Support Mode), dan mode turnaround. Dengan demikian, kami dapat menempatkan perusahaan menurut kepentingan strategis dan operasional TI perusahaan (Raymond et al., 2019) (Kozlica, 2021).

Pertama, Mode Pabrik: Pabrik mode pabrik biasanya bergantung pada

ekstranet untuk berinteraksi dengan pelanggan dan pemasok. Biasanya, organisasi mode pabrik tidak tertarik untuk menjadi yang pertama menggunakan teknologi baru, tetapi manajemen dan direksi pusat perusahaan harus mengetahui praktik terbaik dan memantau lanskap kompetitif untuk setiap perubahan yang memerlukan penggunaan agresif.

Kedua, mode strategis: Perusahaan mode strategis mengejar peluang proses dan layanan, mengurangi biaya, dan menjadi lebih kompetitif. Mereka juga membutuhkan keandalan sebanyak perusahaan mode pabrik (Venter, 2007). Seperti perusahaan Turnaround, beberapa perusahaan mengeluarkan banyak uang untuk TI, ini karena tekanan persaingan.

Ketiga, Mode Dukungan: Dalam mode ini, organisasi hanya menggunakan teknologi untuk mendukung aktivitas karyawan karena tidak ada kebutuhan strategis untuk keandalan dan TI. Karena kebanyakan sistem bisnis inti dijalankan dalam beberapa siklus, koreksi kesalahan dan backup dilakukan secara manual (Rottmann & Pro, 2006). Pemasok dan pelanggan yang merupakan mitra eksternal tidak memiliki akses ke sistem internal sesuai perannya. Perusahaan yang bekerja dalam mode dukungan dapat mengalami gangguan layanan berulang selama 12 jam tanpa kerusakan yang signifikan, dan waktu respons internet yang cepat tidak penting (Murti et al., 2020).

Keempat, Mode Perputaran Perusahaan:

Di antara perubahan strategis, teknologi biasanya menyumbang lebih dari 15% biaya bisnis dan lebih dari 50% biaya peralatan modal. Dengan sistem baru, Anda dapat mengharapkan peningkatan proses dan layanan yang signifikan, penghematan, dan keunggulan kompetitif. Bisnis dalam mode ini, seperti dalam mode dukungan, memiliki persyaratan keandalan yang relatif rendah dan bisnis inti mereka berlanjut dalam siklus yang bergelombang. Setelah menginstal sistem baru, proses manual digantikan oleh sistem dan database. Sebagian besar perusahaan tidak bertahan lama dalam mode transisi. Setelah perubahan, mereka beralih ke mode pabrik atau mode strategis (Murti et al., 2020).

4. Dampak Positif Perubahan Teknologi pada Sistem Logistik Pelabuhan

Perubahan teknologi telah membawa dampak positif yang signifikan pada sistem logistik pelabuhan (Alayida et al., 2023). Revolusi industri 4.0 meningkat jauh dibandingkan revolusi industri 3.0, di mana kemajuan teknologi baru mengaburkan batas antara dunia fisik, digital, dan biologis (Sahara et al., 2023). Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi telah mengubah cara pelabuhan mengelola dan mengoptimalkan rantai pasok mereka, menghasilkan peningkatan efisiensi dan produktivitas yang luar biasa. Terdapat lima teknologi utama Revolusi Industri 4.0, yaitu Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Wearable Technology (WT), Advanced Robotic (AR) dan 3D Printing (3DP) (Raza et al., 2020).

Pertama, *Artificial intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan merupakan kecerdasan yang ditambahkan pada suatu sistem atau dengan kata lain kemampuan sistem untuk menafsirkan data eksternal dengan benar serta mengelola data tersebut dan menggunakan hasil olahan tersebut untuk suatu tujuan tertentu (Goralski & Tan, 2020). *Artificial Intelligence* (AI) telah memungkinkan pengolahan data yang canggih dan analisis prediktif di sistem logistik pelabuhan. Dengan menggunakan AI, pelabuhan dapat mengidentifikasi tren permintaan, merencanakan rute pengiriman yang efisien, dan memperkirakan kebutuhan persediaan. AI juga dapat membantu dalam pemeliharaan dan perawatan peralatan dengan memonitor kondisi dan memberikan peringatan dini tentang kerusakan atau kegagalan. Kedua, Internet of Things (IoT). *Internet Of Things* adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung (Efendi, 2018). Revolusi industri 4.0 yang terjadi pada tahun 2010-an melalui rekayasa intelijen dan 'internet of things' sebagai tulang punggung pergerakan serta konektivitas antara manusia dan mesin (Schwab, 2017). IoT telah menghubungkan perangkat dan sensor di seluruh pelabuhan untuk mengumpulkan data secara real-time. Dengan memanfaatkan IoT, pelabuhan dapat memantau inventaris, memperbarui informasi pengiriman secara otomatis, dan melacak lokasi barang dengan akurat. Hal ini meningkatkan visibilitas dan transparansi dalam rantai pasok serta mengurangi risiko kehilangan atau kesalahan dalam pengelolaan logistik.

Ketiga, Wearable Technology (WT). WT adalah perangkat teknologi yang dapat dipakai oleh konsumen untuk melacak informasi yang berkaitan dengan aktivitas (misalnya kesehatan dan kebugaran) (S. Hadi & Murti, 2019). Wearable Technology memberikan manfaat signifikan dalam hal efisiensi dan keamanan tenaga kerja di pelabuhan. Karyawan yang dilengkapi dengan teknologi "wearable" seperti perangkat pelacakan lokasi, perangkat pelindung yang terhubung, atau perangkat pendukung tugas tertentu, dapat meningkatkan produktivitas dan memastikan keselamatan mereka. WT juga memungkinkan komunikasi real-time antara karyawan di lapangan dan staf manajemen, yang mengoptimalkan koordinasi operasional dan penyelesaian masalah secara cepat. Keempat, Advanced Robotics (AR). Advanced Robotics adalah peralatan yang mampu berinteraksi secara langsung dengan manusia dan digunakan secara mandiri, serta menyesuaikan perilaku berdasarkan sensor data yang diberikan (Tikurante et al., 2020). Advanced Robotics telah merevolusi proses otomatisasi di pelabuhan. Robot-robot pintar yang dilengkapi dengan AI dan sensor dapat melakukan tugas seperti bongkar muat, pengemasan, dan pemindahan barang dengan cepat dan efisien. AR juga mengurangi risiko kecelakaan kerja dan kelelahan pada pekerja manusia, serta meningkatkan presisi dan kecepatan operasi logistik pelabuhan.

Kelima, teknologi 3D Printing (3DP) adalah salah satu teknologi terbaru di dunia percetakan, dimana mudahnya teknologi percetakan 3D dalam melakukan

pencetakan dan pengembangan solid produk berupa proses pembuatan benda padat menggunakan 3D Printer dengan perintah berupa file program (Cahya Persada et al., 2020). 3D Printing (3DP) telah mengubah cara produksi dan pemeliharaan suku cadang di pelabuhan. Dengan menggunakan 3DP, pelabuhan dapat mencetak suku cadang yang diperlukan secara langsung di tempat, mengurangi waktu dan biaya pengiriman. Teknologi ini juga memungkinkan pelabuhan untuk mencetak prototipe atau model fisik yang kompleks, yang berguna dalam perencanaan dan pengembangan infrastruktur pelabuhan. Keenam, kombinasi AI, IoT, WT, AR, dan 3DP membantu dalam pengembangan pelabuhan pintar (smart port) (Bali, 2022). Teknologi ini memungkinkan pelabuhan untuk mengoptimalkan operasi dan menggunakan sumber daya dengan lebih efisien. Misalnya, penggunaan sensor IoT untuk memantau kualitas udara dan air, penggunaan AR untuk pemeliharaan dan inspeksi infrastruktur, serta penggunaan AI untuk merencanakan penggunaan energi yang efisien.

Ketujuh, integrasi teknologi ini juga meningkatkan koordinasi dan kolaborasi dalam rantai pasok. Data yang diperoleh dari teknologi ini dapat dengan mudah dibagikan dan diakses oleh mitra bisnis dalam rantai pasok pelabuhan. Hal ini memungkinkan pemantauan dan pembaruan status pengiriman yang real-time, pengoptimalan rute, dan koordinasi yang lebih baik antara pelabuhan, pengirim, dan perusahaan logistik. Terakhir, perkembangan teknologi ini juga telah mempercepat waktu respons dan penyelesaian masalah dalam sistem logistik pelabuhan. Dengan adopsi teknologi AI, IoT, WT, AR, dan 3DP, pelabuhan dapat mendeteksi dan menangani kendala atau perubahan kondisi dengan cepat, yang berkontribusi pada efisiensi keseluruhan operasi dan kepuasan pelanggan.

Secara keseluruhan, perubahan teknologi telah memberikan dampak positif yang signifikan pada sistem logistik pelabuhan. Efisiensi, transparansi, keamanan, kolaborasi, dan inovasi menjadi faktor-faktor utama yang ditingkatkan melalui adopsi teknologi ini, menghasilkan operasi yang lebih efisien, pengelolaan rantai pasok yang lebih baik, dan pengalaman pelanggan yang lebih baik di industri logistik pelabuhan.

5. Dampak Positif sosial dan ekonomi dari penerapan teknologi dalam sistem logistik pelabuhan

Dalam era Revolusi Industri 4.0, teknologi informasi telah mengambil peran sangat penting dalam mengubah lanskap industri dan perkembangan bisnis. Terutama, dalam hal cara pelaku bisnis menawarkan produk dan jasanya. Industri logistik diperkirakan akan terus mengalami perkembangan dalam beberapa tahun mendatang, berkat perkembangan e-commerce. (Raza et al., 2020)

Industry 4.0 merupakan era yang memberdayakan peran digitalisasi manufaktur dan jaringan suplai yang melibatkan integrasi informasi digital dari berbagai sumber dan lokasi untuk menggerakkan manufaktur dan distribusi secara fisik. Terdapat lima teknologi utama Revolusi Industri 4.0, yaitu Artificial

Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Wearable Technology (WT), Advanced Robotic (AR) dan 3D Printing (3DP). Masing-masing komponen teknologi dapat dimanfaatkan pada berbagai industry dan manufaktur. Pemanfaatan Revolusi Industri 4.0 diyakini akan memberikan manfaat dan keuntunganyang lebih banyak (misalnya kinerja menjadi lebih efektif dan lebih efisien (S. Hadi & Murti, 2019).

Artificial Intelligence (AI) adalah sebuah kondisi dimana sebuah mesin mampu meniru fungsi kognitif yang dikaitkan dengan pikiran manusia. AI dianggap sebagai pendorong utama transformasi digital yang memiliki potensi untuk memperkenalkan sumber pertumbuhan baru. Pemanfaatan AI telah berhasil diuji di berbagai bidang seperti kendaraan tak berawak yang otonom, diagnosis medis, pengenalan suara, video game, dan lainnya (Mohammadi & Minaei, 2019)

Teknologi yang paling banyak digunakan adalah Internet of Things (IoT), Internet of Service (IoS), dan Internet of People (IoP) yang bertumpu pada Sistem-Fisik-Cyber (Cyber-Physical-Systems). Teknologi ini memungkinkan entitas komunikasi (dalam lingkungan Industri 4.0) untuk bertautan satu sama lain dan memanfaatkan data dari produsen selama siklus kehidupan sistem tanpa dibatasi oleh sekat perusahaan dan negara. Semua pihak yang terkait dapat memperoleh informasi dan data yang relevan setiap saat sehingga dapat mengetahui dengan lebih pasti perkembangan yang terjadi dalam pasokan, pengolahan dan pengangkutan sebagai basis perencanaan, pengelolaan dan evaluasi usaha. Pola komunikasi juga mengalami perubahan tidak hanya terbatas antar manusia (Customer to Customer) tapi juga antara manusia dengan mesin (Costumer to Machine) dan antara mesin ke mesin (Machine to Machine) (Cooper & James, 2009).

(Kayikci, 2018) menyatakan bahwa penggunaan teknologi digital dan aplikasinya dalam perusahaan Fast Moving Consumer Goods (FMCG) dan penyedia layanan transportasi memiliki dampak keberlanjutan yang sangat besar, terutama sehubungan dengan implikasi ekonomi. Potensi besar digitalisasi dalam logistik dapat terlihat dalam hal biaya logistik, waktu pengiriman, keterlambatan, inventaris, masalah keandalan dan fleksibilitas.

Menurut (Barczak et al., 2019) implementasi dan penggunaan teknologi digital akan berpengaruh pada peningkatan tingkat inovasi perusahaan. Pada saat yang sama akan menyiratkan perubahan dalam manajemen logistik yang akan membangun atau membuat perusahaan mendapatkan keunggulan kompetitif pada 3 hingga 5 tahun berikutnya.

(Bonilla et al., 2018) melakukan penelitian untuk membahas dampak keberlanjutan dan tantangan Industri 4.0 Penelitian mereka mempelajari perspektif sebab-akibat pada teknologi Industri 4.0 yang diterapkan untuk kegiatan manufaktur dan dukungan dengan menganalisis efeknya yang secara langsung terkait dengan kelestarian lingkungan. Hasilnya mereka menyimpulkan bahwa konvergensi teknologi Industri 4.0 menuju platform Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau Sustainable Development Goals (SDG) dimungkinkan tetapi

membutuhkan inovasi dan kebijakan yang mendukung. Ketika diintegrasikan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Industry 4.0 diharapkan mendorong peluang untuk respons yang lebih proaktif, tetapi integrasi nyata hanya akan terjadi melalui penggunaan platform inovasi lingkungan yang mapan untuk memastikan kinerja lingkungan berjalan dengan baik. Hasil menunjukkan bahwa fungsionalitas yang muncul menawarkan berbagai peluang untuk kelestarian lingkungan ketika direncanakan secara memadai.

(Ghobakhloo, 2020) melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengidentifikasi secara sistematis fungsi keberlanjutan Industri 4.0 Hasilnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat di antara berbagai fungsi keberlanjutan Industri 4.0. Berdasarkan hasil analisis Matrice d'Impacts Multiplication Appliquée à un Classement (MICMAC) menunjukkan bahwa fungsi keberlanjutan ekonomi seperti efisiensi produksi dan inovasi model bisnis cenderung menjadi hasil yang lebih cepat dari Industri 4.0.

(Mourtzis & Doukas, 2015) menyatakan bahwa dalam rantai pasokan global yang sangat kompleks beberapa keputusan hampir tidak mungkin untuk dihitung dikarenakan jumlah solusi yang banyak bahkan untuk suatu kasus sederhana. Kompleksitas yang begitu tinggi dalam proses pengambilan keputusan, serta kebutuhan akan informasi real-time, membuat teknologi Machine Learning dan AI sangat diperlukan dalam Smart Supply Chain yang adaptif. Kegiatan bongkar muat barang juga bisa dikatakan sebagai pekerjaan membongkar barang dari atas dek atau palka kapal dan menepatkannya ke atas dermaga (kade), atau ke dalam tongkang (membongkar barang ekspor) (SAHARA & Pradana, 2021).

Melalui penjualan e-commerce terdapat ribuan dan bahkan jutaan variasi produk dan jasa yang ditawarkan. Variasi produk yang banyak tersebut menuntut perusahaan terus mengembangkan inovasi untuk menciptakan produk-produk baru atau menduplikasi dengan cepat produk-produk yang laris di pasar.

KESIMPULAN

Dalam sistem logistik maritim, transportasi merupakan komponen penting dalam membantu distribusi dan pengangkutan barang melalui jalur laut. Transportasi laut menjadi salah satu komponen kunci dari sistem logistik maritim yang bertanggung jawab untuk membawa dan menangani kargo melintasi lautan dan menghubungkan transportasi yang tersebar luas antara pengirim dan penerima barang. Jika transportasi laut tidak terintegrasikan dengan baik ke dalam keseluruhan arus logistik, biaya tambahan, penundaan yang tidak perlu dan kecelakaan dapat muncul, sehingga mengganggu kelancaran arus logistik, maka perlu adanya sistem logistik maritim yang terintegrasikan agar arus logistik dapat berjalan dengan lancar dan efisien.

Seiring dengan transformasi industri, bidang penelitian logistik maritim juga menghadapi tantangan dan peluang baru. Revolusi industri 4.0 telah membawa

beberapa manfaat yang jelas dan relevan yaitu meningkatkan fleksibilitas, baku mutu, efisiensi dan produktivitas. Perkembangan teknologi informasi di era globalisasi saat ini, menjadi manfaat untuk mendukung setiap proses bisnis yang terdapat dalam suatu perusahaan. Pemanfaatan teknologi informasi dalam menjalankan bisnis atau sering dikenal dengan istilah e-commerce bagi perusahaan kecil dapat memberikan fleksibilitas dalam produksi, memungkinkan pengiriman ke pelanggan secara lebih cepat untuk produk perangkat lunak, mengirimkan dan menerima penawaran secara cepat dan hemat. Teknologi informasi di pelabuhan meningkatkan arus komando dan manajemen rantai pasokan terkait dengan pemanfaatan aset dan produktivitas yang lebih baik.

Terdapat lima teknologi utama Revolusi Industri 4.0, yaitu Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Wearable Technology (WT), Advanced Robotic (AR) dan 3D Printing (3DP). Artificial Intelligence (AI) telah memungkinkan pengolahan data yang canggih dan analisis prediktif di sistem logistik pelabuhan. Dengan menggunakan AI, pelabuhan dapat mengidentifikasi tren permintaan, merencanakan rute pengiriman yang efisien, dan memperkirakan kebutuhan persediaan. AI juga dapat membantu dalam pemeliharaan dan perawatan peralatan dengan memonitor kondisi dan memberikan peringatan dini tentang kerusakan atau kegagalan.

Secara keseluruhan, perubahan teknologi telah memberikan dampak positif yang signifikan pada sistem logistik pelabuhan antara lain Efisiensi, transparansi, keamanan, kolaborasi, dan inovasi serta menjadi faktor-faktor utama yang ditingkatkan melalui adopsi teknologi ini, menghasilkan operasi yang lebih efisien, pengelolaan rantai pasok yang lebih baik, dan pengalaman pelanggan yang lebih baik di industri logistik pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alayida, N. F., Aisyah, T., Deliana, R., & Diva, K. (2023). Pengaruh Digitalisasi Di Era 4.0 Terhadap Para Tenaga Kerja Di Bidang Logistik. *Jurnal Economina*, 2(1), 1290–1304. <https://doi.org/10.55681/economina.v2i1.286>
- Andarujati, R. (2020). ANALISIS PENGELOLAAN DATA PASSENGER MANIFEST TERHADAP PEMERIKSAAN KEIMIGRASIAN PADA APLIKASI PERLINTASAN KEIMIGRASIAN (APK) DI TEMPAT PEMERIKSAAN IMIGRASI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA. *TEMATICS: Technology Management and Informatics Research Journals*, 2(2), 11–16. <https://doi.org/10.52617/tematics.v2i2.98>
- Bali, P. T. D. (2022). Bali, P. T. D. (2022). *PERAN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICT) DALAM Mendukung SMART SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)* (Kebangkita).
- Barczak, A., Dembińska, I., & Marzantowicz, Ł. (2019). Analysis of the Risk

- Impact of Implementing Digital Innovations for Logistics Management. *Processes*, 7(11). <https://doi.org/10.3390/PR7110815>
- Bonilla, S. H., Silva, H. R. O., da Silva, M. T., Gonçalves, R. F., & Sacomano, J. B. (2018). Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/SU10103740>
- Cahya Persada, T., Ginting, M., Mesin Produksi, M., Perawatan, D., Sriwijaya, P. N., Mesin, J. T., Sriwijaya, N., Srijaya, J., & Bukit Besar, N. (2020). Pengaruh Parameter Proses 3D Printer Teknologi Digital Light Processing Terhadap Geometris Poros. *Agustus*, 1(1), 2723–3359.
- Cooper, J., & James, A. (2009). Challenges for database management in the internet of things. *IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India)*, 26(5), 320–329. <https://doi.org/10.4103/0256-4602.55275>
- Cuong, T. N., Long, L. N. B., Kim, H. S., & You, S. S. (2023). Data analytics and throughput forecasting in port management systems against disruptions: a case study of Busan Port. *Maritime Economics and Logistics*, 25(1), 61–89. <https://doi.org/10.1057/s41278-022-00247-5>
- Dwiatmoko, H., Teknik, F., Mercu, U., & Pusat, J. (2018). *Peran perkeretaapian dalam menunjang sistem logistik nasional*. 18(2), 87–96.
- Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1), 19–26.
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119869>
- Goralski, M. A., & Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *International Journal of Management Education*, 18(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330>
- Hadi, S., & Murti, H. W. (2019). Kajian Industri 4.0 Untuk Penerapannya Di Indonesia. *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, 3(1), 01–13. <https://doi.org/10.30988/jmil.v3i1.59>
- Hadi, W., Ladesi, V. K., Sahara, S., & Suyadi, D. (2023). Analysis berth allocation problem (BAP) at New Priok Container Terminal One (NPTC-1) North Jakarta Indonesia. *AIPC*, 2646(1), 050064. <https://doi.org/10.1063/5.0129647>
- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia Manufacturing*, 21, 782–789. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.02.184>
- Kepelabuhan, I., Peran, D., Informasi, T., Untuk, T. I., & Saing, D. (2020). *Industri Kepelabuhan Dan Peran Teknologi Informasi (TI) Untuk Peningkatan Daya*

- Saing . November. <https://doi.org/10.26487/jbmi.v15i2.3964>
- Kozlica, A. (2021). Board Information Technology Governance and Business Agility: An Empirical Analysis Among Bosnian Enterprises. *International Journal of E-Services and Mobile Applications*, 13(3), 28–49. <https://doi.org/10.4018/IJESMA.2021070102>
- Lee, Y., Song, H., & Jeong, S. (2021). Prioritizing environmental justice in the port hinterland policy: Case of Busan New Port. *Research in Transportation Business and Management*, 41(June), 100672. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100672>
- Malau, A. G., Cahyaningrum, W., & Utami, A. P. (2022). *The Effect of Inaportnet System Implementation and Application Operator Skills on Ship Service Performance at Ciwandan Port , Banten*. 4(2), 306–321.
- Malisan, J., & Tresnawati, W. (2019). Implementasi Inaportnet dalam Pelayanan Terpadu Satu Pintu di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Warta Penelitian Perhubungan*, 31(2), 67–74. <https://doi.org/10.25104/warlit.v31i2.1267>
- Manajemen Logistik - Ricky Martono - Google Buku*. (n.d.). Retrieved May 18, 2023, from https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PyK0EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=logistik&ots=7Hyl1N1SoO&sig=LSZM1nXml4skA3KY45ORwDkLQEA&redir_esc=y#v=onepage&q=logistik&f=false
- Mohammadi, V., & Minaei, S. (2019). Artificial Intelligence in the Production Process. *Engineering Tools in the Beverage Industry: Volume 3: The Science of Beverages*, 27–63. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815258-4.00002-0>
- Mourtzis, D., & Doukas, M. (2015). On the configuration of supply chains for assemble-to-order products. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 36, 13–24. <https://doi.org/10.1016/J.RCIM.2015.02.009>
- Murti, Z., Andrachmi, A., Ansis, R., Rogeleonick, A., Damanik, A., & Siregar, jani richi rikardo. (2020). *Analisis Peran dan Kepemimpinan Teknologi Informasi : Studi Kasus Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*.
- Orji, I. J., Kusi-Sarpong, S., Huang, S., & Vazquez-Brust, D. (2020). Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 141(July), 102025. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102025>
- Pambudi, M. A. L. (2021). Manfaat dan Dampak Digitalisasi Pada Bisnis Logistik Di Era New Normal. *Dinamika Bahari*, 2(2), 131–135. <https://doi.org/10.46484/db.v2i2.282>
- Pratama, H. A., & Iryanti, H. D. (2020). Transformasi SDM Dalam Menghadapi Tantangan Revolusi 4.0 di Sektor Kepelabuhan. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 18(1), 71–80. <https://doi.org/10.33489/mibj.v18i1.229>
- Purwanto, F. (2019). Manajemen Pemasaran Kepelabuhanan. In *Mangement* (Vol.

- 1, Issue Marketing, p. 102).
<http://dspace.hangtuah.ac.id/xmlui/bitstream/handle/dx/657/ManajemenPemasaranKepelabuhanan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46(September 2018), 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- Raymond, L., Bergeron, F., Croteau, A. M., & Uwizeyemungu, S. (2019). Determinants and outcomes of IT governance in manufacturing SMEs: A strategic IT management perspective. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35(xxxx), 100422. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2019.07.001>
- Raza, E., Sabaruddin, L. O., & Komala, A. L. (2020). Manfaat dan Dampak Digitalisasi Logistik di Era Industri 4.0. *Jurnal Logistik Indonesia*, 4(1), 49–63. <https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.873>
- Ricardianto, P., Suryani, D., Fiva, H., Sembiring, A., & Pratiwi, E. (2022). *The Contribution of Service Performance and Information Technology on User Satisfaction at Tanjung Priok Port*. 7(2), 105–115.
- Rottmann, M., & Pro, D. B. (2006). *Analysis of IT Strategic Alignment : a Case Study in a Educational Organization*. 2003, 1–9.
- Sahara, S., Azwar, S. A., & Andini, R. A. (2023). Pelatihan Fasilitator Pembelajaran Digital sebagai Upaya Pembelajaran Era Revolusi 4.0 di SMK Yapinuh, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(1), 243–254. <https://doi.org/10.54082/jamsi.629>
- Sahara, S., Hadi, W., & Ptra, Y. R. (2022). Analisis Faktor Penyebab Kesalahan Penetapan HSCode(Studi Kasus : Impor Ball ValvePT. Global Cargo System). *Jurnal Logistik*, 15(1), 49.
- SAHARA, S., & Pradana, A. R. (2021). Optimalisasi Penggunaan Forklift Terhadap Kelancaran Proses Bongkar Steel Coil Di Pt. Daisy Mutiara Samudra. *Logistik*, 14(1), 57–68. <https://doi.org/10.21009/logistik.v14i1.20508>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown.
- Sekarwati Ariadi, T., Malisan, J., & Sugiharti, E. (2022). Analysis of Indonesian Port Integration System Performance (Inaportnet) Based On Pieces Framework Variables In 2021. *Devotion Journal of Community Service*, 3(14), 2582–2594. <https://doi.org/10.36418/dev.v3i14.310>
- Tikurante, R. U., Pasoloran, O., & Sabandar, S. Y. (2020). QUO VADIS AKUNTAN DALAM ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0. *Paulus Journal of Accounting (PJA)*, 2(1), 17–30.
- Venter, G. G. (2007). Strategic Planning Models. *Risk Management*, May, 1–13. [papers3://publication/uuid/58F27501-88BC-474B-BC5A-](https://publication/uuid/58F27501-88BC-474B-BC5A-papers3)

C3B65A48DC7B<http://www.soa.org/library/newsletters/risk-management-newsletter/2007/march/RMN0703.pdf>

Verawati, K., Hadi, W., Ladesi, V. K., Sahara, S., Putra, Y. P., & Andarwati, E. (2023). Efficiency of material inventory using economic order quantity (EOQ) calculation techniques. *AIP Conference Proceedings*, 2646(1). <https://doi.org/10.1063/5.0112838/2887049>

Zulkarnaen, W., Fitriani, I. D., & ... (2020). Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human *Ilmiah MEA (Manajemen ...)*, 4(June), 222–243. <http://www.journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/372>