

Implementasi Penggunaan *Autonomous Mobile Robot* dalam Mendukung Efektivitas Distribusi Logistik: Studi Pada Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya

Syafira Widya Uni Putri, Nurhadi

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

21042010296@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT

The development of technology in the industrial revolution 4.0 era has brought about major changes in the logistics distribution system. Technologies such as Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and robotic automation have become an important part in improving the efficiency, speed, and accuracy of goods distribution. One implementation that is often used by logistics companies is autonomous mobile robot (AMR). This research was conducted to examine the implementation of AMR use in the logistics sorting process, identify the driving and inhibiting factors, and assess the effectiveness of logistics distribution on operational efficiency, customer satisfaction, and HR efficiency at the Surabaya Postal Processing Center (SPP) Office, which is the logistics sorting branch office of PT Pos Indonesia. By using descriptive qualitative methods, data collection techniques through in-depth interviews, field observations, and operational documentation The results show that the use of robotic technology is able to provide time and cost efficiency, but also poses challenges such as limited human resource adaptation, and the need for high initial investment is an obstacle to the application of robotics. Therefore, the application of this technology needs to be balanced with an inclusive change management strategy in order to have a sustainable positive impact on the company.

Keywords: *Autonomous Mobile Robot, Logistics Distribution, Artificial Intelligence, Effectiveness, PT Pos Indonesia*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam era Revolusi Industry 4.0 membawa perubahan besar dalam sistem distribusi logistik. Teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), dan otomatisasi robotik telah menjadi bagian penting dalam meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan akurasi distribusi barang. Salah satu implementasi yang kerap digunakan oleh perusahaan logistik adalah *autonomous mobile robot* (AMR). Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji implementasi penggunaan AMR dalam proses sortir logistik, mengidentifikasi faktor pendorong dan penghambat, serta menilai efektivitas distribusi logistik terhadap efisiensi operasional, kepuasan pelanggan, dan efisiensi SDM di Kantor Sentral Pengolahan Pos (SPP) Surabaya, yang merupakan kantor cabang sortir logistik PT Pos Indonesia. Dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif, teknik pengumpulan data melalui wawancara mendalam, observasi lapangan, dan dokumentasi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi robotik mampu memberikan efisiensi waktu dan biaya, namun juga menimbulkan tantangan seperti keterbatasan adaptasi SDM, serta kebutuhan investasi awal yang tinggi menjadi kendala bagi penerapan robotik. Oleh karena itu, penerapan teknologi ini perlu diimbangi dengan strategi manajemen perubahan yang inklusif agar dapat memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi perusahaan.

Kata Kunci: *Autonomous Mobile Robot, Distribusi Logistik, Artificial Intelligence, Efektivitas, PT Pos Indonesia*

PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi global yang semakin pesat didorong oleh kemajuan teknologi telah mengubah berbagai sektor, termasuk industri logistik. Distribusi menjadi kunci peranan penting dalam rantai pasok karena menentukan kelancaran perpindahan barang dari pemasok ke konsumen. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan distribusi yang cepat dan akurat, perusahaan dituntut untuk mengadopsi teknologi canggih yang dapat meningkatkan efisiensi operasional. Penerapan teknologi digital dapat membuat perusahaan memenuhi citra perusahaan dan dikenal sebagai efisiensi sebagai distribusi logistik yang menghemat waktu. Perubahan teknologi ini menjadi tanda dari Revolusi Industry 4.0 yang membawa perubahan besar dengan menghadirkan teknologi *Artificial Intelligence, internet of things*, dan *autonomous mobile robot* yang memungkinkan otomatisasi dalam berbagai aspek distribusi logistik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chou *et al* (2023) mengungkapkan dalam penerapan teknologi AR pada aplikasi IKEA Place telah ditemukan dampak yang signifikan terhadap peningkatan *consumer engagement*. Tentunya dengan adanya AR para *consumer* merasa terbantu karena dapat membayangkan produknya seperti apa keaslian produk tersebut, sehingga menumbuhkan rasa percaya dari *consumer* saat berbelanja *online*. *Consumer* juga mendapatkan pengalaman berbelanja dan memperkuat hubungan antara *customer* dan merek. AR yang dijalankan oleh perusahaan IKEA terus berkembang dan fitur didalamnya semakin canggih menjadikan pengalaman yang baik bagi pengguna.



Gambar 1. Artificial Intelligence

Teknologi ini tentunya membawa perubahan tatanan, memberikan dampak positif dan kemudahan dalam aktivitas distribusi logistik, namun tentunya terdapat risiko dari adanya penerapan teknologi baru ini, salah satunya ketergantungan pada teknologi, teknologi dapat menguasai SDM, tenaga kerja akan dapat tergantikan seiring berjalannya waktu. (Misnawati, 2023). Mudah terjadinya kesalahan,

meskipun kecerdasan buatan ini tergolong teknologi canggih tidak jarang penerapannya menimbulkan banyak kesalahan hingga menyebabkan kekacauan terjadi pada perusahaan. Kecerdasan buatan dapat digunakan untuk pemanfaatan data dan memberikan rekomendasi keputusan. Namun pada kenyataannya saat memproses pengenalan dan memproses data terdapat kesalahan yang dihasilkan oleh kecerdasan buatan (AI), dan juga keputusan yang dibuat oleh AI sering kali tidak akurat dan relevan dengan topik yang ditanyakan. (Munawar *et al.*, 2023).

PT Pos Indonesia merupakan perusahaan BUMN yang bergerak dibidang jasa. Perusahaan ini menjadi pelopor perusahaan jasa pengiriman barang sejak tahun 1746. Namun PT Pos Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjaga daya saing di tengah gempuran perusahaan logistik berbasis teknologi yang lebih modern dan efisien. PT Pos Indonesia ini menawarkan layanan jemput kiriman gratis, dan pengiriman barang yang dapat dilacak secara *online* melalui nomor resi pengiriman dan tepat waktu sampai tujuan, selain itu PT Pos Indonesia juga menawarkan layanan jasa pengiriman lewat *cargo* udara (pesawat), *cargo* darat (kereta), dan juga via *trucking*. Dengan adanya layanan jasa ini berharap masyarakat dapat menggunakan jasa pengiriman yang ditawarkan oleh PT Pos Indonesia.

PT Pos Indonesia memiliki beberapa cabang, termasuk unit Sentral Pengolahan Pos (SPP), kantor cabang ini adalah unit operasi (non pelayanan) yang melaksanakan tugas pemrosesan, pendistribusian, transportasi dan pengantaran kiriman pos. Tugas ini tentunya menggunakan tenaga dari SDM, namun adanya kemajuan teknologi di era digitalisasi ini Kantor Sentral Pengolahan Pos menggunakan RFID berbentuk *Robotic* yang menggunakan jenis *Autonomous Mobile Robot* (AMR). Dilansir metrotvnews.com *Robotic* yang diresmikan pada tanggal 16 November 2023 ini dapat digunakan untuk mempercepat proses sortir dan mengurangi biaya SDM.



Gambar 2. Peningkatan paket di kantor Pusat Pengolahan Pos

Sumber: Sekunder, tempo.com

Berdasarkan data Top Brand Award 2020-2024, PT Pos Indonesia mengalami penurunan peringkat dibandingkan pesaing utama seperti J&T dan JNE, yang lebih mudah beradaptasi dengan teknologi digital dalam layanan logistik mereka.

Tabel 1. Nomor Peringkat Merek Teratas Perusahaan Jasa Kurir 2020-2024

Peringkat	Nama Perusahaan				
	2020	2021	2022	2023	2024
1.	JNE (27,30%)	J&T (33,40%)	J&T (39,30%)	J&T (33,30%)	J&T (50,90%)
2.	J&T (21,30%)	JNE (28,00%)	JNE (23,10%)	JNE (29,10%)	JNE (11,50%)
3.	Tiki (10,80%)	Tiki (11,20%)	Tiki (11,10%)	Tiki (10,60%)	Tiki (10,20%)
4.	Pos Indonesia (7,70%)	Pos Indonesia (8,50%)	Pos Indonesia (8,50%)	Pos Indonesia (7,30%)	Pos Indonesia (9,40%)
5.	DHL (4,10%)	DHL (6,00%)	DHL (6,90%)	DHL (7,20%)	DHL (4,10%)

Sumber: Sekunder, topbrand-award.com, 2024

Salah satu penyebabnya adalah efisiensi proses sortir yang masih belum optimal, sehingga sering kali menyebabkan keterlambatan pengiriman dan ketidakpuasan pelanggan. Sebagai langkah inovatif, PT Pos Indonesia mulai menerapkan *Autonomous Mobile Robot* (AMR) di Sentral Pengolahan Pos (SPP) Surabaya untuk meningkatkan efektivitas proses sortir dan distribusi logistik. Implementasi AMR bertujuan untuk mempercepat proses sortir, mengurangi tingkat kesalahan pengiriman, serta meningkatkan efisiensi tenaga kerja. Dengan sistem robotik yang lebih akurat dan otomatis, proses pemilahan paket dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan metode manual, yang sebelumnya membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu operasional yang lebih lama.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kualitatif deskriptif untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang penerapan AMR dalam konteks distribusi logistik. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dengan pegawai bagian *leader* operasional, dukungan umum, Kepala SDM, serta Pengawasan Umum Sentral Pengolahan Pos Surabaya. observasi langsung terhadap proses sortir dan interaksi antara teknologi dan petugas. Serta dokumentasi berupa laporan operasional, grafik efisiensi, serta arsip pengaduan dan kepuasan pelanggan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman, yang meliputi tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan wawancara bersama narasumber menghasilkan data yang telah diolah.

Penyajian Data

Implementasi Penggunaan *Autonomous Mobile Robot* pada Kantor Sentral Pengolahan Pos

Kantor Sentral Pengolahan Pos merupakan pusat konsolidasi utama untuk pemrosesan, penyortiran, serta distribusi kiriman pos, terdapat 11 Kantor Sentral Pengolahan Pos salah satunya di wilayah Jawa Timur. Upaya meningkatkan pelayanan tentunya Kantor Pos perlu mengikuti perkembangan zaman yang kemudian mengadopsi teknologi robot dengan sistem *Autonomous Mobile Robot*. Masa pengoperasian *robotic* memiliki jadwal, karena *robotic* tidak dapat aktif dalam 24 jam, Pak Edi selaku SDM mengungkapkan “*kebetulan proses pagi sudah selesai, nanti datang lagi jam 10 atau 11 itu proses lagi sampai mendekati jam 2, setelah itu off, mulai lagi sekitar jam 5. Jadi mulai jam 5 itu sudah pada datang bertahap sampai jam 10 malam. Terus yang terakhir itu sif tiga jam 10 sampai pagi. Sampai jam 5 itu*”

Berdasarkan pernyataan wawancara di atas, Pak Edi selaku SDM mengungkapkan penggunaan robotik dibagi beberapa *shift* guna memberikan maintenance dan pengecekan ulang setelah semua paket telah masuk kantong untuk proses selanjutnya. *Robotic* memiliki 3 *shift*, yaitu:

Tabel 2. Jadwal *Shift* Robotik Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya

Pagi	07.00 – 09.00 WIB
Siang	12.00 – 14.00 WIB
Malam	17.00 – 05.00 WIB

(Sumber: Peneliti, 2025)

Jadwal *Shift* yang diberlakukan juga berguna memberikan waktu jeda pada *robotic* untuk mengisi daya dan dilakukannya pengawasan pemeliharaan robotik, serta mengikuti jadwal pengiriman dari Kantor cabang yang telah ditentukan. Jadwal yang telah disusun tersebut disesuaikan dengan pedoman dari pihak vendor yang memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) yang sistematis dan terorganisir dengan baik. Bu Anisah selaku Pengawasan Umum mengatakan : “*Intinya cuman lebih ke SOP pekerjaannya, ya, kan. Baiknya kan punya SOP-nya, nanti dibantu tim masuk secara berkala untuk nge-cek kira-kira ada nggak kiriman-kiriman yang eror dan tidak terproses di sistem robot. Gitu aja*”.

Pernyataan di atas mengungkapkan bahwa SOP ini menjadi pedoman utama dalam operasional robot, untuk memastikan proses yang dilaksanakan berdasarkan ketentuan standar yang telah ditentukan sebelumnya. SOP yang berlaku dibuat oleh vendor yang berwenang, Kantor Sentral Pengolahan Pos mengikuti arahan yang telah diberikan dengan SOP yang telah dirancang mudah dipahami oleh seluruh tenaga kerja, dan juga penggunaan *robotic* yang mudah digunakan membuat karyawan mudah beradaptasi. Karyawan pun dikenalkan *robotic* melalui pelatihan, guna mengetahui cara mengoperasikan, memantau, serta menangani berbagai kendala teknis yang muncul pada robot. Teknologi ini membuka peluang kerja baru dibidang

teknis, namun beberapa Kantor cabang terjadinya mutasi karyawan hingga pengurangan karyawan, hal ini terjadi dikarenakan terdapat efisiensi di dalam Kantor cabang.

Kecerdasan buatan robot ini sangat membantu proses sortir untuk membaca kode pos yang nantinya akan memudahkan dalam pengiriman. Tidak hanya itu Bapak Edi selaku kepala SDM mengatakan : “*Ya, dengan adanya robot ini, sangat memudahkan proses sortirnya, meminimalisir kesalahan yang ditimbulkan tenaga kerja, terutama saat malam hari banyak salah sortir karena human error, oleh karena itu robotic lebih sering on saat malam, sebab saat malam kiriman lebih banyak.*”

Pernyataan di atas mengungkapkan bahwa adanya implementasi ini membawa dampak yang positif pada proses sortir ini. *Robotic* yang dimiliki Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya ini ada 40 robot yang nantinya akan bertambah secara berkala. Kantor Sentral Pengolahan Pos menjadi Kantor pertama yang memiliki mesin sortir *robotic*. Sistem *robotic* ini membaca kode pos dengan *tag* RFID yang dapat dibaca. Pembacaan kode pos pada *robotic* hanya membutuhkan waktu beberapa detik dan *robotic* jalan sesuai dengan kode pos yang dibawanya.

Analisis Data

Ukuran Keberhasilan

Efektivitas distribusi logistik tentunya dapat diukur keberhasilannya melalui beberapa indikator utama yaitu kecepatan, ketepatan, efisiensi, serta kepuasan pelanggan. Ukuran keberhasilan ini menjadi penilaian untuk sejauh mana implementasi *autonomous mobile robot* di Kantor Pos Sentral Pengolahan Pos Surabaya ini berkontribusi dalam meningkatkan distribusi *logistic*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memperoleh hasil mengenai tingkat keberhasilan yang telah dicapai. Berikut tolak ukur yang menjadi penilaian Kantor Pos Sentral Pengolahan Pos Surabaya:

Efisiensi dalam penyortiran paket

Salah satu hal yang membuat keberhasilan penggunaan *autonomous mobile robot* di Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya ialah terbantunya penyortiran paket, hal ini dapat mengefisiensi waktu penyortiran paket. Kecepatan penyortiran yang digunakan Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya diungkapkan oleh pak Indra selaku *Leader team* mengatakan “*robotik ini per hari kurang lebih menyortir 20.000 paket setiap harinya, ...*” hal ini menyatakan bahwa menggunakan AMR, proses sortir manual mampu menangani 20.000 paket dalam dua hari, dan memberikan dampak secara signifikan menjadikan peningkatan ini standar keberhasilan meningkatkan efisiensi operasional.

Akurasi penyortiran dan pengiriman

Dalam penerapannya robotik dapat membaca kode pos melalui RFID dalam hitungan detik tanpa *delay* sehingga mengurangi kesalahan akibat faktor manusia.

Hal ini diungkapkan oleh Bapak Edi selaku kepala SDM menyatakan “*dengan adanya robot ini, sangat memudahkan proses sortirnya meminimalisir kesalahan yang ditimbulkan tenaga kerja, terutama saat malam hari banyak salah sortir karena huma error*”. Sebelumnya tenaga kerja di bagian sortir harus bekerja dalam jumlah besar untuk menyortir paket. Dengan adanya AMR, tenaga kerja dapat dialihkan ke bagian yang lebih strategis, sementara robot menangani tugas penyortiran otomatis.

Efisiensi biaya operasional

Salah satu kunci dalam keberhasilan perusahaan adalah biaya. PT Pos Indonesia berhasil menekankan biaya terkait operasional dan pengurangan tenaga kerja saat implementasi robotik ini. Biaya operasional cenderung menurun setelah adanya penerapan robotik ini, salah satu contohnya adalah ketika pengiriman paket dari kantor cabang menuju Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya, paket-paket tersebut dikelompokkan berdasarkan daerah yang dituju, ketika terjadi lonjakan paket, terdapat puluhan kantong yang digunakan untuk mengirimkan paket tersebut ke Kantor Sentral Pengolahan Pos untuk proses lanjutan.

Minimnya keluhan pelanggan

Pengalaman pelanggan menjadikan PT Pos Indonesia ingin memberikan yang terbaik, agar pelanggan mendapatkan kesenangan dan kepercayaan pada perusahaan implementasi *autonomous mobile robot* ini meningkatkan waktu rata-rata pengiriman dari Kantor Sentral Pengolahan Pos ke pelanggan menjadi lebih cepat sampai sehingga pelanggan tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan barangnya. Bu Via selaku *customer service* yang menangani keluhan pelanggan mengatakan “... *sejak ada robotik ini, keluhan pelanggan cukup berkurang, namun pengiriman paket setiap harinya naik*” Berdasarkan pernyataan tersebut membuktikan tingkat pelanggan meningkat, keluhan pelanggan yang berkurang, menjadi keberhasilan PT Pos Indonesia dalam mencapai kepuasan pelanggan. Reputasi PT Pos Indonesia kian meningkat pelanggan lebih percaya dan puas karena telah berkurang nya kesalahan pengiriman.

Faktor pendorong

Beberapa faktor utama yang mendorong implementasi teknologi ini antara lain:

Peningkatan volume pengiriman

Seiring dengan pertumbuhan *e-commerce*, jumlah paket yang harus disortir meningkat drastis, sehingga dibutuhkan sistem yang lebih efisien. Pak Indra menyatakan, “*Kalau sekarang sih, kalau lihat dibandingkan dulu ya, kalau sekarang lebih loyal kali ya...*” Hal ini menunjukkan bahwa adanya kerja sama dengan *marketplace* meningkatkan jumlah paket sehingga membutuhkan proses sortir yang lebih cepat dan akurat.

Tuntutan efisiensi operasional

AMR dapat mengurangi beban kerja manual dan mempercepat proses sortir. efisiensi sortir meningkat, dari sebelumnya membutuhkan dua hari untuk 20.000 paket, kini hanya butuh sehari dengan kecepatan robot mencapai dua meter per detik. Pak Indra mengungkapkan, "*Alhamdulillah semenjak ada robotic, paket ini semakin meningkat sekarang paket itu per hari bisa 20.000 paket dan baru jam 10 pagi sudah 3.000 paket yang diterima* "

Berdasarkan pernyataan di atas, menyatakan bahwa dengan adanya teknologi *robotic* ini, PT Pos Indonesia mampu meningkatkan efisiensi penyortiran paket hingga 3.000 paket per jam dibandingkan metode manual yang lebih rentan terhadap kesalahan manusia (*Human error*), penggunaan *autonomous mobile robot* meningkatkan proses dengan lebih akurat dan efisien

Tekanan persaingan di Industri Logistik

PT Pos Indonesia berkomitmen untuk meningkatkan daya saing melalui transformasi digital. Pak Edi mengungkapkan, "*Sementara kayak pesaing kita kan modal e kan luar biasa besar itu...*" Hal ini menyatakan pesaing industri logistik memiliki sumber daya finansial yang sangat besar, sehingga pesaing lebih mudah berinvestasi dalam teknologi canggih, memperluas jaringan, serta meningkatkan layanan, dan memberikan harga yang lebih kompetitif. Beberapa perusahaan ekspedisi lain ialah JNE, J&T, SiCepat, dan Anteraja yang juga terus berinovasi menggunakan teknologi canggih dalam meningkatkan pelayanan pelanggan.

Kebijakan pengurangan biaya operasional jangka Panjang

Meskipun membutuhkan investasi awal yang besar, penggunaan robotik menghemat biaya operasional dalam jangka panjang. Bu Anisa mengatakan, "*Secara operasional juga ada pengaruhnya... dari biaya operasional juga ada.*"

Berdasarkan pernyataan wawancara di atas mengungkapkan bahwa terdapat efisiensi yang diperoleh dari adanya implementasi *robotic* ini, yaitu pengurangan kebutuhan karyawan dalam proses sortir yang berada di kantor cabang dan meminimalkan kesalahan dalam proses penyortiran paket.

Dukungan infrastruktur dan kesiapan teknologi

Sistem logistik telah mulai mengadopsi teknologi berbasis RFID, IoT, dan *database* digital untuk menunjang operasional robot. Pak Edi mengungkapkan, "*Karena yang ready sini, makanya ditarik ke sini.*" Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya menjadi prioritas implementasi karena kesiapan infrastrukturnya lebih baik dibanding kota lain.



Gambar 3. Robotik di Kantor Sentral Pengolahan Pos
(Sumber: Peneliti)

Komitmen

PT Pos Indonesia berkomitmen mengikuti arus transformasi digital untuk tetap relevan dan dapat memenuhi ekspektasi pelanggan modern. Pak Indra menyatakan, *"Alhamdulillah masih dipercaya, layanan juga lebih bagus daripada yang dulu..."* Pos Indonesia terus melakukan berbagai inovasi dalam meningkatkan layanan yang diberikan, membuat pelanggan merasa puas

Faktor Penghambat

Biaya investasi awal yang tinggi

Besarnya investasi awal menjadi tantangan, terutama karena PT Pos Indonesia adalah perusahaan BUMN dengan keterbatasan modal. Pak Edi mengatakan, *"Modalnya kan besar sementara kita perusahaan negara kan modalnya terbatas."* Implementasi teknologi ini memerlukan anggaran besar untuk pembelian unit robot, pemeliharaan sistem, dan integrasi teknologi.

Kesiapan SDM

Implementasi teknologi baru memerlukan adaptasi dari tenaga kerja yang sebelumnya terbiasa dengan proses manual. Pak Indra menyatakan, *"Ya.. sebelum menggunakan robot ini karyawan dikasih pelatihan sama vendor kurang lebih 2 minggu hingga 3 bulan..."* Pelatihan dilakukan secara intensif agar karyawan terbiasa dengan teknologi baru

Gangguan teknis

Kinerja robot sangat bergantung pada jaringan pusat dan sistem sensor, yang berisiko mengalami gangguan teknis. Pak Djahuar mengatakan, *"Biasanya kalau robotnya lagi gangguan itu jaringan dari pusat..."*

Perubahan tata kelola dan SOP operasional

Adanya teknologi baru memerlukan SOP baru yang disusun oleh vendor robotik. Bu Anisah mengatakan, *"SOP ini langsung dari vendor robotic, jadi karyawan perlu mengikuti SOP tersebut."* SOP ini mengatur tentang penyesuaian alur kerja dan pembagian tugas, serta pemeliharaan untuk menangani kendala.

Keterbatasan Robot dalam menangani paket

AMR lebih efektif untuk paket kecil dan berbentuk standar, tetapi kurang optimal untuk barang berukuran besar atau tidak beraturan. Pak Edi menyatakan, "Untuk kiriman yang non-standard seperti... pajak banget itu kan tidak bisa masuk di robotik..."

Faktor regulasi dan kebijakan perusahaan

Integrasi antara teknologi baru dan sistem lama masih mengalami kendala. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jaringan dan *software* yang belum kompatibel sepenuhnya. Pak Edi menyatakan, "Kadang-kadang kan ada yang, apa, mungkin trouble jaringan atau tiba-tiba berhenti."

Pembahasan

Implementasi *Autonomous Mobile Robot*

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan PT Pos Indonesia menerapkan *hybrid intelligence* atau *double technology* dalam proses bisnisnya dengan menggabungkan sistem manual dan digital secara bersamaan. *hybrid intelligence* merupakan integrasi kecerdasan manusia, kolektif, dan kecerdasan buatan dalam sistem. *Hybrid intelligence* mengintegrasikan kecerdasan buatan dan kecerdasan kolektif dalam dua arah yang berbeda yaitu keterlibatan dan efisiensi. (Escoubes *et al* (2017) dalam H.K. Liu (2025)). Dampak dari *hybrid intelligence* ialah meningkatnya efisiensi dan fleksibilitas dalam penanganan kiriman khusus. Namun dampak negatifnya ialah seperti ketergantungan berlebih pada kecerdasan buatan, pekerjaan ganda, dan kebingungan prosedur akibat tumpang tindih antara manual dan digital.

Penelitian yang telah dilakukan oleh menunjukkan hasil bahwa penerapan *Autonomous Mobile Robot* pada Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya membawa dampak positif pada efektivitas distribusi logistik, yang menjadi tolak ukur keberhasilan perusahaan. Dengan kecepatan gerak hingga 2 meter per detik dan kemampuan dalam pemindaian otomatis, robotik mampu mempercepat proses sortir paket secara signifikan. Hal ini tentunya mengurangi waktu pengiriman terutama pada periode *peak season*. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitriani *et al* (2023) menyatakan bahwa AI mendukung operasional pelabuhan, dengan adanya AI dapat meningkatkan produktivitas sebab dapat mempercepat dan mengurangi waktu muat barang. seperti yang dilakukan oleh PT Pos Indonesia yang melakukan penerapan *Autonomous Mobile Robot* untuk meningkatkan kecepatan proses distribusi, mengoptimalkan waktu pengiriman hingga ke tangan pelanggan lebih cepat,

Implementasi *Autonomous Mobile Robot* ini mengurangi pekerjaan sumber daya manusia terlebih kantor pos cabang, sehingga terjadilah penghematan biaya tenaga kerja. Penurunan beban kerja manual ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hadiutama dan Laurens (2024) bahwa implementasi AI dalam sistem

pengaduan masyarakat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional. Adapun perspektif kepuasan pelanggan, percepatan distribusi dan akurasi pengiriman meningkatkan kepuasan. Penelitian ini mengidentifikasi hambatan yang terjadi saat penerapan *Autonomous Mobile Robot*, terdapat hambatan teknis berupa *downtime* atau gangguan pada jaringan robotik yang dapat menghambat proses sortir, sehingga diperlukan dukungan pemeliharaan secara berkala.

Kesiapan infrastruktur juga menjadi faktor pendukung dalam implementasi, Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya lebih siap dibandingkan Kantor Sentral Pengolahan Pos lainnya. Hal ini sesuai dengan temuan dari Daryono (2025) yang menyatakan bahwa infrastruktur yang mencakup ketersediaan dan dukungan teknologi dalam operasional sehari-hari berpengaruh signifikan. Hal ini dimaksudkan bahwa infrastruktur teknologi yang kuat dan memadai sangat penting dalam mendukung kompetensi kecerdasan buatan. Secara keseluruhan penelitian ini membuktikan bahwa penerapan AMR terutama di Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi distribusi logistik, serta meningkat kepuasan pelanggan. Optimalisasi penerapan teknologi ini akan meningkatkan daya saing PT Pos Indonesia dalam menghadapi persaingan ketat di industri logistik dengan meningkatnya tuntutan efisiensi dari sektor *e-commerce*.

Ukuran Keberhasilan

Implementasi *Autonomous Mobile Robot* yang dilakukan PT Pos Indonesia terus mengembangkan produk dan layanan yang lebih inovatif menyesuaikan kebutuhan perusahaan yang telah memahami preferensi dan perilaku pelanggan dengan baik. Dengan demikian hal ini membuka peluang baru dalam pertumbuhan pada pasar yang semakin kompetitif. Menurut Gotama *et al* (2024) implementasi kecerdasan buatan memberikan pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi rantai pasokan. Dengan pemahaman dalam memprediksi pasar, mengelola inventaris, serta mengoptimalkan proses logistik, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan pelayanan pelanggan. Hal ini menjadi keberhasilan yang telah dicapai, sehingga menciptakan rantai pasokan yang lebih responsif dan adaptif terhadap perubahan kondisi pasar.

Dengan penerapan kecerdasan buatan, perusahaan manufaktur dapat mengurangi waktu henti, meningkatkan efisiensi produksi, dan menurunkan biaya operasional (Hartati, 2020 dalam Rosidin *et al*, 2024). PT Pos Indonesia dalam implementasi robotik memiliki tolak ukur keberhasilan dari penggunaan robotik yang telah dilakukan selama hampir satu tahun terakhir, penerapan robotik ini telah memberikan berbagai manfaat yang berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan yang disediakan oleh PT Pos Indonesia. Menurut Khasanah *et al* (2024) keuntungan dari penggunaan teknologi kecerdasan buatan ialah

- a. Peningkatan efisiensi: Mengotomatisasi tugas rutin dan mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia.

- b. Pengurangan kesalahan: Menurunkan risiko kesalahan manusia dalam proses kerja.
- c. Penghematan biaya: Menurunkan pengeluaran tenaga kerja dan biaya operasional.
- d. Peningkatan kecepatan respons: Pengambilan keputusan berbasis data secara cepat dan akurat.

Dari keuntungan yang telah diungkapkan tersebut, ditemukan tolak ukur keberhasilan implementasi teknologi kecerdasan buatan yang sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Novita dan Zahra (2024) pada penelitiannya terdapat implementasi kecerdasan buatan bagi perusahaan memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional perusahaan. Seperti halnya PT Pos Indonesia yang melakukan Implementasi robotik untuk proses sortirnya, teknologi ini bertujuan untuk efisiensi biaya operasional. Tidak hanya itu proses sortir menjadi lebih singkat menjadikan waktu pengiriman lebih tepat hingga sampai ke tangan pelanggan. Penerapan *Autonomous Mobile Robot* memberikan kontribusi yang cukup menjadikan perusahaan dapat meningkatkan volume paket, pelanggan juga merasa puas dengan pelayanan yang diberikan, terbukti pemanfaatan teknologi membawa perubahan yang signifikan dan menjadi keberhasilan dari implementasi robotik tersebut.

Faktor Pendorong

1. Peningkatan Volume Pengiriman di Era *E-Commerce*

Pertumbuhan industri logistik sangat meningkat saat maraknya perusahaan *marketplace* seperti Tokopedia, Shopee, Lazada, dan Bukalapak. Volume paket yang meningkat menjadi tantangan bagi perusahaan logistik untuk meningkatkan proses pengiriman hingga ke tangan pelanggan. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Prabowo *et al* (2023) mengungkapkan *e-commerce* menjadi faktor krusial bagi perusahaan dalam pemanfaatan teknologi pada kegiatan bisnis. PT Pos Indonesia merespons peluang ini dengan menjalin kerja sama bersama Shopee, yang secara signifikan meningkatkan volume pengiriman terutama saat *peak season* seperti tanggal kembar, Harbolnas, dan hari raya. PT Pos Indonesia melakukan transformasi digital guna mempercepat proses sortir dan meningkatkan kualitas layanan.

2. Tuntutan Efisiensi Operasional dan Kecepatan Distribusi

Volume paket yang tinggi meningkatkan risiko kesalahan manusia. Dengan kecepatan 2 meter per detik, AMR mampu mempercepat proses distribusi dan meningkatkan akurasi. Penelitian terkait mendukung bahwa AI mempercepat operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan berkat waktu pengiriman yang lebih cepat. Ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Fitriani *et al* (2023) menyatakan bahwa AI mendukung operasional pelabuhan, dengan adanya AI dapat meningkatkan produktivitas sebab dapat mempercepat dan mengurangi waktu muat barang, seperti yang diterapkan oleh PT Pos Indonesia yang melakukan penerapan

Autonomous Mobile Robot untuk meningkatkan kecepatan proses distribusi, mengoptimalkan waktu pengiriman hingga ke tangan pelanggan lebih cepat.

3. Tekanan Persaingan di Industri Logistik

Persaingan dari perusahaan logistik lain seperti JNE, J&T, dan SiCepat mendorong PT Pos Indonesia untuk terus berinovasi. Penerapan AMR di Kantor Sentral Pengolahan Pos menjadi langkah strategis untuk mempertahankan daya saing dalam industri yang semakin padat. Hal ini sejalan dengan penelitian Fitriani et al (2024) menyatakan efisiensi operasional mencakup kinerja layanan, biaya, rute pengiriman optimal, dan efisiensi pelabuhan. Penerapan teknologi robotik di Kantor Sentral Pengolahan Pos menjadi strategi untuk bertahan dan unggul di tengah kompetisi.

4. Kebijakan Pengurangan Biaya Operasional Jangka Panjang

Implementasi AMR juga mendukung efisiensi SDM. Kantor cabang kini mengirim paket tanpa klasifikasi daerah, dan penyortiran dilakukan otomatis oleh AMR di Kantor Sentral berdasarkan kode pos. Hal ini terbukti menurunkan biaya operasional secara signifikan.

Hal ini sejalan dengan penelitian Hadiutama dan Laurens (2024) bahwa implementasi AI dalam sistem pengaduan masyarakat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional. Menurut Harrison dan Wilson (2024) dalam Hadiutama dan Laurens (2024) menyatakan bahwa pengurangan *processing time* yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi layanan secara keseluruhan.

5. Dukungan Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi

Infrastruktur yang kuat di Kantor Sentral Pengolahan Pos, khususnya di Surabaya, kesiapan infrastruktur menjadi faktor penting dalam menjamin keberhasilan penerapan teknologi AI dan robotik. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Daryono (2025) menyatakan bahwa infrastruktur yang mencakup ketersediaan dan dukungan teknologi dalam operasional sehari-hari berpengaruh signifikan. Hal ini dimaksudkan bahwa infrastruktur teknologi yang kuat dan memadai sangat penting untuk mendukung kompetensi AI.

6. Komitmen terhadap Transformasi Digital

Sebagai perusahaan logistik yang telah lama dipercaya, PT Pos Indonesia menunjukkan komitmen kuat terhadap transformasi digital. Komitmen ini menjadi pendorong utama dalam menjaga kepercayaan pelanggan dan memastikan layanan tetap relevan di era digital. Penelitian yang dilakukan oleh Ferdiansyah dan Tricahyono (2023) mendukung bahwa komitmen menjadi faktor yang mendukung transformasi digital yang dilakukan oleh perusahaan

Faktor Penghambat

Biaya Investasi Awal yang Tinggi

Implementasi AMR memerlukan investasi besar untuk perangkat keras, perangkat lunak, pelatihan, dan pemeliharaan. PT Pos Indonesia, sebagai BUMN, memiliki keterbatasan modal dibanding perusahaan swasta.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2024) yang menyatakan Implementasi kecerdasan buatan memerlukan investasi besar dalam hal perangkat keras, perangkat lunak, pelatihan, dan pemeliharaan.

Kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM)

SDM mengalami kesulitan dalam adaptasi karena sebelumnya seluruh proses dilakukan secara manual. Dibutuhkan pelatihan dari vendor untuk mengoperasikan robot dengan benar. Studi yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2024) mengungkapkan Penerapan teknologi AI membutuhkan SDM yang terampil dan memahami teknologi. Keterbatasan kompetensi SDM menjadi kendala implementasi.

Gangguan Teknis dan *Downtime* Operasional

Meskipun canggih, robot tidak luput dari gangguan jaringan yang mengganggu kinerja sortir otomatis. Proses harus dilanjutkan secara manual saat terjadi gangguan. Penelitian yang dilakukan oleh Pradana & Tricahyono (2024) menyatakan Tantangan IT menghambat efektivitas transformasi digital, padahal TI berperan besar terhadap kesuksesan transformasi.

Perubahan SOP dan Tata Kelola Operasional

Perubahan besar dalam alur kerja mengharuskan pembaruan SOP. SOP baru dirancang oleh vendor untuk memastikan optimalisasi pengoperasian robot. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Simanjuntak et al. (2024) bahwa AI dapat memunculkan isu tata kelola sebagai risiko dari penerapannya. Pembaruan SOP diperlukan untuk pengelolaan yang efektif.

Keterbatasan Kemampuan Robotik terhadap Variasi Paket

Kapasitas robot terbatas pada ukuran tertentu. Paket yang tidak sesuai standar harus tetap disortir secara manual. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Nisa & Suwaidi (2023) disebutkan AI memiliki keterbatasan tertentu yang menjadi tantangan implementasi dan memerlukan upaya tambahan untuk mengatasi hambatan tersebut.

Regulasi dan Kebijakan Perusahaan

Sistem lama tidak selalu kompatibel dengan teknologi baru. Diperlukan pembaruan sistem digital agar teknologi robotik berjalan maksimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Simanjuntak et al. (2024) menyatakan aspek regulasi sangat

penting dalam penerapan AI karena dapat mempengaruhi kecepatan dan efektivitas integrasi teknologi.

Efektivitas Distribusi Logistik

Implementasi *Autonomous Mobile Robot* (AMR) di PT Pos Indonesia terbukti sangat mendukung efektivitas distribusi logistik meskipun dihadapkan pada berbagai hambatan. Teknologi ini menjadi solusi strategis dalam menghadapi tantangan industri logistik modern yang ditandai oleh tingginya volume pengiriman akibat pertumbuhan *e-commerce*. Meskipun terdapat kendala seperti kesiapan SDM, keterbatasan kemampuan robot, serta tantangan teknis dan regulasi, hal tersebut tidak secara signifikan menghambat kinerja robotik yang telah dilengkapi berbagai penunjang. Menurut Agriyanti et al. (2024), teknologi digital memungkinkan perusahaan untuk memantau pengiriman secara *real-time*, mengurangi waktu pengiriman, serta meningkatkan kapasitas dan efisiensi melalui konsolidasi barang dan analisis *big data* guna menentukan rute terbaik. AMR tidak hanya membantu mempercepat proses sortir, tetapi juga meningkatkan akurasi, mengurangi kesalahan akibat *human error*, dan memperbaiki manajemen rute pengiriman secara dinamis.

Penerapan AMR di Kantor Sentral Pengolahan Pos Surabaya telah membawa dampak signifikan terhadap efisiensi dan akurasi operasional logistik. Kecepatan robot dalam memproses sortir dan distribusi paket serta kemampuan pemindaian otomatis untuk membaca *barcode* dan mengenali identitas paket menjadikan proses distribusi lebih tepat sasaran. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa teknologi ini membantu PT Pos Indonesia untuk tetap kompetitif di tengah persaingan industri logistik yang semakin ketat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Abbas dan Kaharto (2025) yang menyatakan bahwa pemanfaatan AI dalam proses operasional dapat mengoptimalkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, serta memperkuat daya saing perusahaan. Dengan demikian, kehadiran AMR memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan efektivitas proses logistik PT Pos Indonesia, baik dari sisi kecepatan, akurasi, maupun efisiensi tenaga kerja.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Autonomous Mobile Robot* (AMR) di Kantor Pos Sentral Pengolahan Pos Surabaya merupakan langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Penggunaan teknologi ini membawa perubahan signifikan dalam sistem penyortiran dan distribusi logistik, dengan dampak utama pada kecepatan, ketepatan, dan efisiensi biaya operasional. Robotik memungkinkan proses kerja yang lebih otomatis, konsisten, dan presisi, sehingga mengurangi kesalahan penyortiran dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Salah satu dampak paling dirasakan dari penggunaan AMR adalah meningkatnya kepuasan pelanggan. Dengan penyortiran yang lebih cepat dan akurat, keluhan pelanggan terhadap keterlambatan pengiriman berkurang. Hal ini

meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap layanan PT Pos Indonesia, yang menunjukkan bahwa implementasi AMR telah membawa perubahan positif bagi sistem distribusi logistik.

Ukuran keberhasilan implementasi AMR dipengaruhi oleh faktor pendorong dan penghambat. Faktor pendorong meliputi peningkatan volume pengiriman akibat pertumbuhan *e-commerce*, tuntutan efisiensi dan kecepatan distribusi, tekanan kompetisi industri logistik, kebijakan pengurangan biaya operasional jangka panjang, kesiapan infrastruktur teknologi, serta komitmen perusahaan dalam berinovasi. Sementara itu, faktor penghambat meliputi biaya investasi awal yang tinggi, keterbatasan kesiapan SDM dalam mengoperasikan teknologi baru, gangguan teknis, ketergantungan pada jaringan pusat, perubahan SOP, serta keterbatasan robot dalam menangani variasi bentuk dan berat paket.

Oleh karena itu, keberhasilan implementasi AMR bergantung pada kesiapan organisasi dalam mengelola perubahan, memberikan pelatihan bagi karyawan, serta memastikan sistem infrastruktur dan jaringan yang mendukung. Dengan langkah-langkah strategis yang tepat, AMR dapat menjadi investasi jangka panjang yang memberikan dampak positif bagi PT Pos Indonesia dalam meningkatkan daya saing di industri logistik modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., & Kaharto, K. (2025). Implementasi Teknologi AI dalam Mendukung Kinerja dan Operasional Pelabuhan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(1), 319-326.
- Afifah, V., & Setyantoro, D. (2021). Rancangan Sistem Pemilihan dan Penetapan Harga dalam Proses Pengadaan Barang dan Jasa Logistik Berbasis Web. *IKRA-ITH INFORMATIKA: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 5(2), 99-107.
- Agriyanti, I., Purbaya, R. H., Nugraha, R. A., Fatecha, Z. M., & Alfitoba, R. Efektivitas Transportasi Barang Berbasis Teknologi Dalam Logistik Perkotaan-Kelompok.
- 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), 254-268.
- Alexovič, S., Lacko, M., Bačík, J., & Perduková, D. (2021, April). Introduction into autonomous mobile robot research and multi cooperation. In *Computer Science On-line Conference* (pp. 326-336). Cham: Springer International Publishing.
- Anandhita, V. H., & Dwiardi, A. R. (2018). Peran Teknologi Informasi dalam Menunjang Proses Logistik bagi Penyelenggara Pos di Era Digital (Kasus di Batam, Semarang, Jakarta, dan Mataram). *Jurnal Penelitian Pos dan Informatika*, 8(1), 77-94.

- Anandita, J. T., & Afriqah, A. (2024). Penerapan Teknologi Kecerdasan Buatan atau AI guna Mendukung Operasional Pelabuhan. *Jurnal Sains Masyarakat*, 1(1), 59-64.
- Chou, C., Anderson, J., Kenny., & Renalbi. (2023). Analisis Dampak Penggunaan Teknologi Augmented Reality dalam Pemasaran Digital IKEA terhadap Consumer Engagement. *Vifada Management and Social Sciences*, 1(2), 18-26.
- Daryono, D. (2025). Integrasi Kecerdasan Buatan dan Kolaboratif Kapabilitas Dinamis Kerangka Strategis Untuk Meningkatkan Kinerja dan Keberlanjutan Perusahaan. *Jurnal Valuasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Manajemen dan Kewirausahaan*, 5(1), 151-165.
- Ferdiansyah, M. R., & Tricahyono, D. (2023). Identifikasi Faktor-Faktor Penghambat Implementasi Transformasi Digital Pada UMKM. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 7(2), 1583-1595.
- Fitriani, R., Imtiyaz, N., & Assidiq, F. M. (2023). Penerapan teknologi Artificial Intelligence (AI) guna mendukung operasional pelabuhan. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 164-169.
- Florensia, N. P., Safa, Y. N., Patimah, Y., Priskila, R., & Pranatawijaya, V. H. (2024). Implementasi Open AI Pada Website Restoran Makanan India. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 3766-3772.
- Gotama, I. W. B. D., Robyh, A. I. A., Febiantara, K., & Hariyadi, S. (2024). Dampak dan Kemajuan Dampak Perkembangan AI (Artificial Intelligence) Dalam Kemajuan Revolusi Industri 50: Peran AI dalam Perkembangan Industri Menuju Revolusi 5.0. *Jurnal Penelitian*, 9(2), 149-157.
- Hadiutama, D., & Laurens, S. (2024). Evaluasi Implementasi Artificial Intelligence dalam Sistem Pengaduan Masyarakat: Analisis Efisiensi dan Kepuasan Pengguna. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(12), 14334-14341.
- Harahap, N. (2020). Penelitian kualitatif.
- Hercik, R., Byrtus, R., Jaros, R., & Koziorek, J. (2022). Implementation of autonomous mobile robot in smartfactory. *Applied Sciences*, 12(17), 8912.
- Lisawanto, L., Mantri, Y. M., Yusuf, R., & Mohdari, M. (2023). Digitalisasi PT Pos dalam Meningkatkan Kepuasan Pelanggan PT Pos Indonesia. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 7(1), 667-671
- Liu, H. K., Tang, M., & Collard, A. S. J. (2025). Hybrid intelligence for the public sector: A bibliometric analysis of artificial intelligence and crowd intelligence. *Government Information Quarterly*, 42(1), 102006.
- Miller, R. L. (2015). Rogers' innovation diffusion theory (1962, 1995). In *Information seeking behavior and technology adoption: Theories and trends* (pp. 261-274). IGI Global.

- Misnawati, M. (2023, April). ChatGPT: Keuntungan, Risiko, Dan Penggunaan Bijak Dalam Era Kecerdasan Buatan. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, Dan Budaya* (Vol. 2, No. 1, pp. 54-67).
- Munawar, Z., Soerjono, H., Putri, N.I., Hernawati, & Dwijayanti, A. (2023). Manfaat Kecerdasan Buatan ChatGPT Untuk Membantu Penulisan Ilmiah. *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 10(1), 54-60.
- Muntaha, N. G. ., & Amin, A. . (2023). Difusi Inovasi, Diseminasi Inovasi, Serta Elemen Difusi Inovasi. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 2548–2554. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i2.13624>
- Ninvika, D. H, Junitasari, Y, Nurfitriani, I. A. A, Aulia, E, & Sahara, S. (2023).. Dampak Perubahan Teknologi Sistem Logistik di Pelabuhan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), 273-289.
- Nisa, N. A. A., & Suwaidi, R. A. (2023). Analisis Potensi Dampak Artificial Intelligence (AI) terhadap Efisiensi Manajemen Operasional: Tinjauan Literatur. *Indonesian Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(2), 93-97.
- Nuryananda, P. F., Dwiridotjahjono, J., & Wahyuningtyas, D. (2024). Tegaren's Constraints in Adapting Digital Technology to Its Tourism Development. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 82-90.
- Piqriani, Y. N., & Amin, A. (2023). Inovasi Pembelajaran PAI Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 2559-2565.
- Prabowo, O. H., Merthayasa, A., & Saebah, N. (2023). *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Manajemen Perubahan pada Kegiatan Bisnis di Era Globalisasi*. *Syntax Idea*, 5 (7), 883–892.
- Pradana, M. A. R., & Tricahyono, D. (2024). Identifikasi Faktor Penghambat Transformasi Digital Pada PT. Pos Logistik Indonesia. *eProceedings of Management*, 11(5).
- R. Kurniawan, H. B. Santoso, and A. Komari, "Analisis Kinerja Distribusi Logistik Pada Pasokan Barang Dari PT Surya Pamenang ke Konsumen", *JURMATIS*, vol. 1, no. 2, pp. 81–95, Sep. 2019.
- Rahmawati, D., & Ruli, A. R. (2024). Literature Review: Implementasi Teknologi Artificial Intelligence dalam Sistem Keamanan Kota di Ibu Kota Nusantara (IKN). *Jurnal Sistem Informasi dan Aplikasi (JSIA)*, 2(2), 24-30.
- Raza, E., & Komala, A. L. (2020). Manfaat dan dampak digitalisasi logistik di era industri 4.0. *Jurnal Logistik Indonesia*, 4(1), 49-63.
- Ricardianto, P., Suryani, D., Sembiring, H. F. A., Perwitasari, E. P., Setyowati, T. M., Mulyono, S., & Marlita, D. (2022). Implementation of Inaportnet Information Technology and Service Performance on User Satisfaction. *International*

Journal of Applied Business and International Management (IJABIM), 7(2), 105-115.

- Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). Diffusion of innovations. In *An integrated approach to communication theory and research* (pp. 432-448). Routledge.
- Samma, A. F., & Boer, K. M. (2023). Analisis Penggunaan Teknologi Informasi Dalam Meningkatkan Pelayanan Publik PT Pos Indonesia. *An-Nida: Jurnal Komunikasi Islam*, 15(1), 55-68.
- Schierhorst, N. J., Johnen, L., Fimmers, C., Lohrmann, V., Monnet, J., Zhang, H., ... & Nitsch, V. (2024). Hybrid Intelligence in Production Systems and Its Effects on Human Work: Insights from Four Use-Cases. *Procedia Computer Science*, 232, 2901-2910.
- Sifani Oktavia. (2024). Peran Teknologi Dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional Perusahaan Logistik. *Central Publisher*, 1(9), 1049-1056.
<https://doi.org/10.60145/jcp.v1i9.202>
- Simanjuntak, W., Subagyo, A., & Sufianto, D. (2024). Peran Pemerintah Dalam Implementasi Artificial Intelligence (Ai) Di Kementerian Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia (Kemenkominfo Ri). *Journal of Social and Economics Research*, 6(1), 1-15.
- Tohir, M., Primadi, A., & Budianti, S. P. (2023). Analisis Pengaruh Perkembangan Teknologi Digitalisasi pada Bidang Transportasi dan Logistik Terhadap Sumber Daya Manusia. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Penelitian Terapan*, 1(2), 130-139.
- Wirawan, I. M. A., & Kom, S. (2023). *Metode Penalaran Dalam Kecerdasan Buatan*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Yazmi, D. S., Kinanti, L. V., Rokhimah, S. N., & Rizkyanfi, M. W. (2023). Pengaruh Digitalisasi Terhadap Sumber Daya Manusia Pada Bidang Logistik. *Jurnal Bisnis, Logistik dan Supply Chain (BLOGCHAIN)*, 3(2), 68-73.