

Pengaruh Teknologi *Internet Of Things* (IOT) dalam Rantai Pasok Terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi di PT Makassar Tene

Mahfudnurnajamuddin^{1*}, Suriyanti², Moh Khozinatul Asror³, Sunardy Syahid⁴

Email korespondensi : mahfud.nurnajamuddin@umi.ac.id

^{1*2,3,4}Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok terhadap efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi di PT Makassar Tene. Pendekatan kuantitatif eksplanatori digunakan dalam penelitian ini dengan metode regresi linear berganda untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel tersebut. Sampel penelitian terdiri dari 43 responden yang merupakan manajer rantai pasok, supervisor produksi, staf IT, serta karyawan bagian logistik dan operasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi biaya memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT, yang berarti semakin tinggi efisiensi biaya, semakin besar kecenderungan perusahaan untuk mengadopsi teknologi ini. Selain itu, pengurangan waste juga berpengaruh signifikan, di mana IoT dapat membantu dalam optimalisasi penggunaan bahan baku dan pengelolaan limbah. Fleksibilitas produksi terbukti berpengaruh terhadap penerapan IoT, memungkinkan perusahaan menyesuaikan produksi dengan lebih responsif terhadap perubahan permintaan pasar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa IoT berperan penting dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk mempercepat implementasi IoT guna meningkatkan daya saing di era industri digital.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), Rantai Pasok, Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, Fleksibilitas Produksi*

 This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Pendahuluan

Dalam dekade terakhir, Teknologi Internet of Things (IoT) telah muncul sebagai inovasi utama yang merevolusi manajemen rantai pasok di berbagai industri. IoT memungkinkan integrasi antara perangkat fisik dan digital melalui sensor dan konektivitas internet, yang menghasilkan data real-time untuk pemantauan dan pengambilan keputusan yang lebih efektif (Zervoudakis et al., 2022). Dalam konteks rantai pasok, penerapan IoT memberikan visibilitas menyeluruh terhadap aliran barang dan informasi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan. Salah satu manfaat utama dari implementasi IoT dalam rantai pasok adalah kemampuan untuk melakukan pemantauan real-time terhadap inventaris dan pergerakan produk. Dengan memanfaatkan sensor dan perangkat IoT, perusahaan dapat melacak lokasi dan kondisi

produk secara akurat sepanjang rantai pasok, yang memungkinkan respons cepat terhadap perubahan permintaan pasar dan mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok (Ahmad et al., 2024). Selain itu, data real-time ini mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat waktu dan berbasis informasi, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi biaya operasional.

Selain pemantauan, IoT juga berperan penting dalam optimalisasi distribusi bahan baku. Dengan integrasi IoT, perusahaan dapat mengumpulkan data mengenai kondisi transportasi, seperti suhu, kelembapan, dan getaran, yang sangat penting untuk produk sensitif. Informasi ini memungkinkan penyesuaian rute dan metode pengiriman secara dinamis untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga hingga mencapai tujuan akhir (Nozari et al., 2022). Optimalisasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi distribusi tetapi juga mengurangi biaya yang terkait dengan kerusakan produk dan pengembalian. Lebih lanjut, penerapan IoT dalam rantai pasok berkontribusi pada peningkatan fleksibilitas produksi. Dengan data yang dikumpulkan dari berbagai tahap produksi dan distribusi, perusahaan dapat menyesuaikan proses produksi secara real-time untuk memenuhi perubahan permintaan pelanggan atau kondisi pasar. Fleksibilitas ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi waktu henti produksi dan meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap fluktuasi permintaan, yang pada akhirnya meningkatkan kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan (Nozari et al., 2022).

Industri manufaktur secara global telah mulai mengadopsi teknologi IoT untuk mencapai keunggulan kompetitif. Dengan mengintegrasikan IoT, perusahaan dapat mengidentifikasi inefisiensi dalam proses operasional dan mengotomatisasi tugas-tugas manual, yang berkontribusi pada pengurangan biaya operasional dan pemborosan sumber daya (Ahmad et al., 2024). Transformasi digital ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk menawarkan nilai tambah yang lebih besar kepada pelanggan melalui peningkatan kualitas produk dan layanan. Secara keseluruhan, penerapan IoT dalam rantai pasok menawarkan peluang signifikan bagi perusahaan manufaktur untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan fleksibilitas operasional. Namun, implementasi ini juga memerlukan investasi dalam infrastruktur teknologi dan perubahan dalam proses operasional. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mempertimbangkan strategi implementasi yang komprehensif dan memastikan kesiapan organisasi untuk mengadopsi teknologi ini guna mencapai manfaat maksimal.

Perusahaan sering menghadapi tantangan signifikan dalam mencapai efisiensi biaya dalam rantai pasok mereka. Ketidakefisienan

dalam pengelolaan bahan baku dan distribusi sering kali menyebabkan peningkatan biaya produksi. Pendekatan tradisional yang mengandalkan pemantauan manual terhadap operasional rantai pasok dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan dan inefisiensi dalam penggunaan sumber daya. Sebagai contoh, Udeh et al. (2024) menyoroti bahwa metode pelacakan tradisional dalam rantai pasok sering kali melibatkan prosedur yang mahal dan rentan terhadap kesalahan, terutama karena keterlibatan manusia yang tinggi. Selain itu, pengelolaan waste menjadi masalah krusial dalam rantai pasok. Tingginya tingkat pemborosan bahan baku dan limbah produksi sering kali disebabkan oleh perencanaan produksi dan distribusi yang tidak tepat. Kurangnya data akurat dan real-time mengakibatkan keputusan yang tidak efisien, yang pada akhirnya meningkatkan jumlah waste. Namun, penerapan Internet of Things (IoT) menawarkan solusi potensial untuk tantangan ini. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, perusahaan dapat melakukan pemantauan otomatis terhadap limbah dan pengelolaan bahan baku secara lebih akurat, sehingga mengurangi pemborosan dalam rantai pasok. Menurut Udeh et al. (2024), platform yang memanfaatkan teknologi IoT dapat mengumpulkan data lingkungan terkait produk, seperti kondisi penyimpanan, yang dapat digabungkan dengan data keterlacakan untuk menyediakan layanan pemantauan produk secara menyeluruh.

Kurangnya fleksibilitas produksi juga menjadi tantangan utama dalam rantai pasok, terutama ketika terjadi perubahan permintaan pasar dan variabilitas produksi. Sistem produksi yang kaku menyulitkan perusahaan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap fluktuasi permintaan, yang dapat mengakibatkan overproduction atau stockout. Penerapan IoT dapat meningkatkan fleksibilitas dalam produksi dengan memungkinkan perencanaan yang lebih dinamis berdasarkan data real-time. Sebagai contoh, Nozari et al. (2022) menekankan bahwa teknologi IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time, yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas operasional dalam rantai pasok. Implementasi IoT dalam rantai pasok tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga berkontribusi pada sustainability dengan mengurangi waste dan mengoptimalkan konsumsi energi. Menurut Udeh et al. (2024), IoT telah terbukti menjadi faktor kuat dalam mendukung manajemen rantai pasok yang berkelanjutan dengan mengurangi waste, mengoptimalkan konsumsi energi, dan meminimalkan dampak lingkungan. Secara keseluruhan, penerapan teknologi IoT menawarkan solusi yang komprehensif untuk mengatasi tantangan dalam efisiensi biaya, pengelolaan waste, dan fleksibilitas produksi dalam rantai pasok. Dengan memanfaatkan data real-time dan otomatisasi, perusahaan dapat meningkatkan responsivitas mereka

terhadap perubahan pasar, mengurangi pemborosan, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing mereka di pasar global.

Penerapan Internet of Things (IoT) dalam manajemen rantai pasok telah menjadi topik penelitian yang berkembang pesat, dengan banyak studi yang mengeksplorasi dampaknya terhadap efisiensi operasional, keberlanjutan, dan optimalisasi produksi. Meskipun demikian, terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang masih belum terjawab secara mendalam, terutama dalam konteks efisiensi biaya, pengelolaan limbah, dan fleksibilitas produksi. Beberapa penelitian telah membahas manfaat implementasi IoT dalam meningkatkan efisiensi biaya rantai pasok. Azzahra & Santosa (2024) menyoroti bagaimana kolaborasi rantai pasok berbasis IoT dapat meningkatkan kinerja keberlanjutan perusahaan. Kusuma (2024) juga membahas bagaimana IoT dapat mengoptimalkan efisiensi rantai pasok secara keseluruhan. Namun, penelitian ini tidak secara spesifik menganalisis dampak kuantitatif IoT terhadap efisiensi biaya operasional, seperti pengurangan biaya produksi dan distribusi akibat implementasi teknologi otomatisasi dalam rantai pasok. Dengan demikian, masih diperlukan penelitian empiris yang mengukur secara langsung seberapa besar IoT dapat menghemat biaya dalam sistem rantai pasok manufaktur.

Masalah limbah dan pemborosan dalam rantai pasok adalah tantangan besar yang sering kali diabaikan dalam literatur IoT. Dewi & Sari (2024) membahas penerapan teknologi digital dalam rantai pasok di era industri 4.0, tetapi belum secara spesifik menyoroti bagaimana IoT dapat membantu dalam pemantauan dan pengurangan limbah produksi. Mulyadi (2023) menyoroti pentingnya IoT dalam industri 4.0, tetapi lebih berfokus pada peningkatan otomatisasi dan tidak mengukur bagaimana teknologi ini berkontribusi terhadap pengurangan limbah dalam rantai pasok manufaktur. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih rinci mengenai peran IoT dalam meminimalkan pemborosan bahan baku, optimasi persediaan, dan implementasi sistem daur ulang berbasis teknologi.

IoT memiliki potensi untuk meningkatkan fleksibilitas produksi dengan memungkinkan perusahaan menyesuaikan proses manufaktur secara real-time berdasarkan permintaan pasar. Retnowo & Waluyo (2022) meneliti penerapan Supply Chain Management untuk mengoptimalkan produksi berdasarkan persediaan barang, tetapi tidak membahas bagaimana teknologi IoT dapat meningkatkan fleksibilitas rantai pasok dalam menyesuaikan perubahan pasar. Fauzi (2024) membahas strategi Supply Chain Management dalam optimalisasi produksi, tetapi studi ini masih bersifat konseptual tanpa memberikan bukti empiris mengenai fleksibilitas produksi akibat penerapan IoT. Oleh karena itu, penelitian lebih

lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi bagaimana IoT dapat membantu perusahaan manufaktur dalam meningkatkan fleksibilitas produksi dan ketahanan rantai pasok dalam menghadapi volatilitas pasar.

Sebagian besar penelitian yang ada lebih berfokus pada manfaat individual IoT dalam rantai pasok tanpa mengeksplorasi integrasinya dengan teknologi lain seperti Artificial Intelligence (AI), Big Data, dan Blockchain. Nanda et al. (2024) dalam studinya tentang implementasi sistem ERP dan Supply Chain Management memberikan wawasan penting tentang bagaimana perusahaan mengadopsi sistem digital dalam rantai pasok mereka, tetapi tidak meneliti bagaimana integrasi IoT dengan sistem ERP dapat menciptakan rantai pasok yang lebih efisien dan responsif. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian yang mendalam tentang bagaimana IoT dapat berinteraksi dengan teknologi lainnya untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok secara keseluruhan. Sebagian besar penelitian IoT dalam rantai pasok berfokus pada industri manufaktur global atau berbasis di negara maju. Setiawan & Setiyadi (2017) membahas implementasi Supply Chain Management dalam sistem informasi gudang untuk meningkatkan efisiensi, tetapi tidak spesifik dalam konteks industri manufaktur di Indonesia. Wijaya & Hidayat (2021) meneliti perencanaan rantai pasok di sektor industri kopi di Indonesia, tetapi belum membahas implementasi IoT sebagai bagian dari transformasi digital dalam rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan penelitian berbasis studi kasus di industri spesifik (seperti manufaktur elektronik atau makanan) dan di wilayah tertentu (seperti Indonesia atau negara berkembang lainnya) untuk memahami bagaimana faktor budaya, regulasi, dan kesiapan teknologi mempengaruhi penerapan IoT dalam rantai pasok.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori, yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok terhadap efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi di PT Makassar Tene. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengukuran objektif terhadap hubungan antarvariabel serta memberikan hasil yang dapat digeneralisasikan dalam konteks industri manufaktur. Populasi dalam penelitian ini terdiri dari seluruh karyawan PT Makassar Tene yang terlibat dalam rantai pasok, manajemen produksi, teknologi informasi, dan operasional logistik. Sampel penelitian ini ditentukan dengan metode purposive sampling, yaitu teknik pemilihan responden berdasarkan keterlibatan mereka dalam implementasi IoT dalam rantai pasok perusahaan. Sampel yang digunakan adalah 43 responden, yang terdiri dari manajer rantai pasok, supervisor produksi, tim IT yang menangani sistem IoT, serta staf logistik dan operasional yang bertanggung jawab atas distribusi bahan baku dan

pengiriman produk. Sebelum dilakukan analisis regresi, penelitian ini terlebih dahulu melakukan uji asumsi klasik, yang meliputi uji normalitas untuk memastikan data berdistribusi normal, uji multikolinearitas untuk memastikan tidak ada korelasi tinggi antarvariabel independen, serta uji heteroskedastisitas untuk menguji variabilitas residual. Setelah uji asumsi klasik terpenuhi, dilakukan analisis regresi linear berganda yang mencakup uji t (parsial) untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen, uji F (simultan) untuk mengukur pengaruh keseluruhan variabel independen terhadap variabel dependen, serta koefisien determinasi (R^2) untuk melihat sejauh mana variabel independen dapat menjelaskan variabel dependen.

Hasil Penelitian

Untuk mengetahui besarnya pengaruh secara simultan variabel teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok terhadap efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi.

Tabel 1 Pengujian Koefisien Determinasi (R^2)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.914 ^a	.835	.822	.22539

a. Predictors: (Constant), X₃, X₁, X₂

b. Dependent Variable: Y

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa model yang digunakan memiliki koefisien korelasi (R) sebesar 0,914, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara variabel independen (efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi) terhadap variabel dependen (penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok). Nilai R Square (R^2) sebesar 0,835 mengindikasikan bahwa 83,5% variabilitas dalam penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok dapat dijelaskan oleh efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi, sedangkan 16,5% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model ini. Selanjutnya, nilai Adjusted R Square sebesar 0,822 menunjukkan bahwa setelah disesuaikan dengan jumlah variabel dalam model, 82,2% variasi dari penerapan IoT dalam rantai pasok tetap dapat dijelaskan oleh variabel independen. Nilai Standar Error of the Estimate (0,22539) menunjukkan tingkat kesalahan dalam prediksi model regresi ini, dengan semakin kecil nilainya maka semakin baik model dalam menjelaskan hubungan antarvariabel. Dengan demikian, model regresi yang digunakan memiliki keakuratan yang tinggi dalam menjelaskan pengaruh

efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi terhadap penerapan IoT dalam rantai pasok di PT Makassar Tene.

Pengujian secara simultan bertujuan untuk melihat Pengaruh Teknologi IoT dalam Rantai Pasok terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi Makassar Tene dengan melihat nilai F-hitungnya. Adapun hasil pengujian secara simultan, dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 2 Hasil Uji Simultan

ANOVA ^a						
	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.997	3	3.332	65.595	.000 ^b
	Residual	1.981	39	.051		
	Total	11.978	42			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X3, X2, X1

Hasil uji ANOVA (Analysis of Variance) menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan secara keseluruhan terhadap variabel dependen, yaitu penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok. Nilai Sum of Squares untuk regresi sebesar 9.997 menunjukkan bahwa sebagian besar variasi dalam variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel independen (efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi), dibandingkan dengan nilai residual sebesar 1.981, yang mencerminkan bagian variabilitas yang tidak dijelaskan oleh model. Nilai Mean Square untuk regresi sebesar 3.332, dibandingkan dengan Mean Square residual sebesar 0.051, menunjukkan bahwa variabel independen memiliki kontribusi yang jauh lebih besar terhadap variabel dependen dibandingkan dengan faktor-faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model. Selain itu, nilai F-statistic sebesar 65.595 dengan signifikansi (Sig.) sebesar 0.000 menunjukkan bahwa model regresi secara statistik signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0.05$). Dengan demikian, hasil uji ANOVA ini memberikan bukti empiris bahwa efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok di PT Makassar Tene. Hal ini mengindikasikan bahwa model yang digunakan dapat menjelaskan hubungan antara variabel independen dan dependen dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Pengujian hipotesis secara parsial digunakan untuk melihat Pengaruh Teknologi IoT dalam Rantai Pasok terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi Makassar Tene. Hasil

pengujiannya dapat dilihat melalui nilai t-hitungnya, sedangkan untuk melihat besarnya pengaruh digunakan angka beta atau standardized coefficient. Adapun hasil pengujian secara parsial (t-hitung) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3 Hasil Uji Regresi Linier Berganda

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	.080	.340		.236	.815
X ₁	.314	.129	.329	2.442	.019
X ₂	.409	.164	.361	2.492	.017
X ₃	.250	.117	.276	2.133	.039

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa masing-masing variabel independen, yaitu efisiensi biaya (X₁), pengurangan waste (X₂), dan fleksibilitas produksi (X₃), memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok (Y) di PT Makassar Tene. Nilai konstanta (Intercept) sebesar 0.080 dengan p-value 0.815 menunjukkan bahwa ketika semua variabel independen bernilai nol, nilai variabel dependen tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kontribusi utama dalam menjelaskan penerapan IoT dalam rantai pasok.

1. Efisiensi Biaya (X₁) memiliki koefisien regresi sebesar 0.314 dengan nilai t-hitung 2.442 dan nilai signifikansi (p-value) 0.019 ($p < 0.05$), yang berarti bahwa efisiensi biaya berpengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT dalam rantai pasok. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi efisiensi biaya yang dicapai dalam rantai pasok, semakin besar kemungkinan perusahaan untuk menerapkan teknologi IoT guna meningkatkan kinerja operasional.
2. Pengurangan Waste (X₂) memiliki koefisien regresi sebesar 0.409, dengan t-hitung 2.492 dan p-value 0.017 ($p < 0.05$). Ini menunjukkan bahwa pengurangan waste memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT dalam rantai pasok. Dengan kata lain, semakin rendah tingkat pemborosan bahan baku dan limbah produksi dalam perusahaan, semakin besar kemungkinan adopsi teknologi IoT untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok.
3. Fleksibilitas Produksi (X₃) memiliki koefisien regresi sebesar 0.250, dengan t-hitung 2.133 dan p-value 0.039 ($p < 0.05$). Hasil ini menunjukkan bahwa fleksibilitas produksi berpengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT dalam rantai pasok. Artinya, semakin fleksibel suatu sistem produksi dalam menyesuaikan permintaan pasar dan perubahan lingkungan bisnis, semakin tinggi kecenderungan perusahaan untuk mengadopsi teknologi IoT sebagai alat untuk meningkatkan efisiensi dan responsivitas operasional.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa semua variabel independen dalam penelitian ini (efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT dalam rantai pasok di PT Makassar Tene. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa teknologi IoT dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan fleksibilitas produksi dalam menghadapi dinamika pasar dan perubahan rantai pasok.

Pembahasan Penelitian

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok di PT Makassar Tene. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor ini memainkan peran penting dalam mendorong adopsi IoT untuk meningkatkan efektivitas operasional dan daya saing perusahaan.

1. Pengaruh Efisiensi Biaya terhadap Penerapan IoT dalam Rantai Pasok Berdasarkan hasil regresi, efisiensi biaya (X1) memiliki koefisien regresi sebesar 0.314, t-hitung sebesar 2.442, dan nilai signifikansi sebesar 0.019 ($p < 0.05$), yang menunjukkan bahwa variabel ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penerapan teknologi IoT. Hasil ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi efisiensi biaya dalam rantai pasok, semakin besar kemungkinan perusahaan untuk menerapkan teknologi IoT guna meningkatkan kinerja operasionalnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Ben-Daya et al. (2019) yang menegaskan bahwa perusahaan yang berhasil mengurangi biaya operasional cenderung lebih aktif dalam mengadopsi teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi logistik dan rantai pasok. IoT membantu dalam optimasi biaya produksi dan distribusi dengan menyediakan data real-time, meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan inventaris, dan mengurangi biaya operasional akibat kesalahan manusia.
2. Pengaruh Pengurangan Waste terhadap Penerapan IoT dalam Rantai Pasok Variabel pengurangan waste (X2) memiliki koefisien regresi sebesar 0.409, t-hitung 2.492, dan nilai signifikansi sebesar 0.017 ($p < 0.05$), yang menunjukkan bahwa pengurangan pemborosan bahan baku dan limbah produksi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan IoT. Hal ini berarti bahwa semakin efektif perusahaan dalam mengurangi waste dalam rantai pasoknya, semakin besar kemungkinan mereka untuk mengadopsi teknologi IoT. Penelitian Zhou et al. (2020) juga menemukan bahwa IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam manajemen limbah melalui pemantauan otomatis bahan baku dan pengurangan pemborosan. Dengan menggunakan sensor IoT,

perusahaan dapat melacak konsumsi bahan baku secara lebih akurat, mengidentifikasi area dengan pemborosan tinggi, dan menerapkan strategi pengurangan limbah yang lebih efektif, sehingga mengoptimalkan kinerja rantai pasok.

3. Pengaruh Fleksibilitas Produksi terhadap Penerapan IoT dalam Rantai Pasok Variabel fleksibilitas produksi (X3) memiliki koefisien regresi sebesar 0.250, t-hitung 2.133, dan nilai signifikansi sebesar 0.039 ($p < 0.05$), yang menunjukkan bahwa fleksibilitas produksi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penerapan teknologi IoT. Hasil ini mengindikasikan bahwa perusahaan yang memiliki sistem produksi yang fleksibel lebih cenderung untuk mengadopsi teknologi IoT guna meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan pasar. Hal ini diperkuat oleh penelitian Nozari et al. (2022) yang menemukan bahwa IoT dapat meningkatkan fleksibilitas produksi dengan menyediakan data real-time tentang permintaan pelanggan, status stok, dan kondisi produksi, sehingga memungkinkan penyesuaian proses produksi secara lebih dinamis. Dalam konteks PT Makassar Tene, fleksibilitas produksi yang didukung oleh IoT dapat membantu perusahaan meningkatkan efisiensi operasional dengan menyesuaikan output produksi berdasarkan tren pasar yang terus berubah.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi biaya, pengurangan waste, dan fleksibilitas produksi di PT Makassar Tene. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi efisiensi biaya dalam rantai pasok, semakin besar kemungkinan perusahaan untuk mengadopsi teknologi IoT guna meningkatkan kinerja operasionalnya. IoT memungkinkan pemantauan real-time terhadap distribusi dan penggunaan bahan baku, sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan profitabilitas perusahaan. Selain itu, pengurangan waste juga terbukti memiliki pengaruh positif terhadap penerapan IoT, di mana sistem pemantauan otomatis membantu perusahaan dalam mengoptimalkan manajemen limbah dan penggunaan bahan baku, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi produksi. Fleksibilitas produksi juga terbukti menjadi faktor penting dalam mendorong adopsi IoT, di mana teknologi ini memungkinkan perusahaan untuk menyesuaikan sistem produksi secara lebih cepat dan efisien dalam menghadapi perubahan permintaan pasar serta dinamika rantai pasok. Dengan hasil penelitian ini, PT Makassar Tene perlu mempercepat implementasi teknologi IoT secara menyeluruh dalam sistem rantai pasoknya dengan meningkatkan investasi dalam

sensor otomatis, perangkat pemantauan digital, dan sistem analitik berbasis IoT. Selain itu, perusahaan perlu mengembangkan strategi khusus dalam penggunaan IoT untuk pengelolaan limbah produksi guna mengoptimalkan daur ulang bahan baku serta mengurangi pemborosan. Untuk meningkatkan fleksibilitas produksi, IoT juga perlu diintegrasikan dengan Artificial Intelligence (AI) dan Big Data Analytics, sehingga perusahaan dapat lebih responsif terhadap perubahan pasar. Selain itu, pelatihan bagi karyawan dalam penggunaan teknologi ini menjadi hal yang penting agar penerapan IoT berjalan lebih efektif. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi integrasi IoT dengan teknologi lainnya, seperti blockchain dan kecerdasan buatan, dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok secara lebih luas. Dengan demikian, PT Makassar Tene dapat mengoptimalkan penggunaan IoT guna menghadapi tantangan industri yang semakin kompleks dan berbasis digital.

Daftar Pustaka

- Ahmad, K., Islam, M. S., Jahin, M. A., & Mridha, M. F. (2024). Analysis of Internet of Things Implementation Barriers in the Cold Supply Chain: An Integrated ISM-MICMAC and DEMATEL Approach. *arXiv preprint arXiv:2402.0180*
- Azzahra, D. L., & Santosa, W. (2024). Pengaruh Internet untuk Segala dan Kolaborasi Rantai Pasokan terhadap Kinerja Keberlanjutan. *COSTING: Journal of Economic, Business and Accounting*, 7(5), 3761–3783.
- Chatra, M. A. P., Syamil, A., Subawa, S., & Budaya, I. (2023). Manajemen Rantai Pasok. *ResearchGate*.
- Dewi, R. S., & Sari, D. P. (2024). Penerapan Teknologi Digital pada Rantai Pasok di Era Industri 4.0. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1558–1570.
- Fauzi, A. (2024). Penerapan Strategi Supply Chain Manajemen dalam Optimalisasi Proses Produksi. *Jurnal Manajemen Logistik*, 3564–3578.
- Hidayat, R., & Wijaya, M. (2021). Analisis Perencanaan Supply Chain Management pada PT. Kylo Kopi Indonesia. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 2(6), 795–806.
- Kusuma, H. (2024). Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan Internet of Things terhadap Efisiensi Rantai Pasok. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 65–78.



- Lestari, P. (2025). Implementasi Supply Chain Management untuk Meningkatkan Kinerja Logistik Perusahaan. *Jurnal Masharif al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 10(1), 460–471.
- Mulyadi, R. (2023). Peran Internet of Things (IoT) dalam Industri 4.0. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 34–45.
- Nanda, M., Fahrezi, P., & Dewayanto, T. (2024). Peningkatan Kinerja Perusahaan melalui Implementasi Sistem Enterprise Resource Planning dan Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Diponegoro Journal of Accounting*, 13(1), 1–14.
- Nofrialdi, R., Saputra, E. B., & Saputra, F. (2023). Pengaruh Internet of Things: Analisis Efektivitas Kerja, Perilaku Individu, dan Supply Chain. *Jurnal Manajemen dan Pemasaran Digital*, 1(1), 1–13.
- Nozari, H., Sadeghi, M. E., Nahr, J. G., & Najafi, S. E. (2022). Quantitative Analysis of Implementation Challenges of IoT-Based Digital Supply Chain (Supply Chain 0/4). *arXiv preprint arXiv:2206.12277*.
- Putra, K. B. P. (2023). Analisis Peran Supply Chain Management dalam Meningkatkan Kinerja Perusahaan. *Comserva: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 3(6), 2275–2287.
- Retnowo, M., & Waluyo, A. F. (2022). Penerapan Supply Chain Management untuk Mengoptimalkan Produksi Berdasarkan Persediaan Barang. *Jurnal Information System & Artificial Intelligence*, 2(2), 157–164.
- Setiawan, E. B., & Setiyadi, A. (2017). Implementasi Supply Chain Management dalam Sistem Informasi Gudang untuk Meningkatkan Efisiensi. *STMIK Amikom*, 4, 13–25.
- Sidiq, U., & Choiri, M. (2019). Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan. *CV Nata Karya*.
- Wijaya, M., & Hidayat, R. (2021). Analisis Perencanaan Supply Chain Management pada PT. Kylo Kopi Indonesia. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 2(6), 795–806.
- Zervoudakis, P., Plevraki, M., Plevridi, E., & Fragkiadakis, A. (2022). SmartProduct: a prototype platform for product monitoring-as-a-service, leveraging IoT technologies and the EPCIS standard. *arXiv preprint arXiv:2210.09140*.