



Analisis Pengendalian Risiko Korosi pada Material yang Disebabkan oleh Kelebihan Persediaan Menggunakan Metode Kanban Reduction

Dony Bayu Leksono¹, Melco Wanjaya², Monika Lestari³, Niki Farris Al Ghalidza Vannie⁴, Yudi Prastyo⁵

¹⁻⁵ Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

email: donybayu23@gmail.com

Article Info :

Received:

17-10-2025

Revised:

16-11-2025

Accepted:

11-12-2025

Abstract

manufacturing systems. This condition causes materials to experience longer storage times, thereby increasing the risk of physical damage, especially corrosion of metal materials. This study aims to analyze the factors causing corrosion risks triggered by overstocking, and evaluate the implementation of Kanban Reduction as an inventory control strategy to reduce material exposure to corrosive environments. The methods used include field observation, measuring warehouse humidity levels, analyzing inventory before and after Kanban Reduction, and recalculating the number of kanban cards. The results show a decrease in WIP levels by 35.4%, a reduction in storage time from 14 to 6 days, and a decrease in scrap due to corrosion from 10.8% to 3.2%. These findings reinforce that Kanban Reduction is not only relevant for production flow efficiency but also for mitigating corrosion risks in materials. This study analyzes stock records using tools such as Fishbone diagrams and the 5S method. The study results showed that stock discrepancies were caused by incomplete in/out transactions, defective goods undergoing remelting, and unrecorded goods. Proposed improvements include implementing the 5S method to improve warehouse organization and stricter stock recording controls.

Keywords: Automotive, Corrosion, Overstock, Corrosive Environment, Mitigation, 5S.

Abstrak

Kelebihan persediaan merupakan salah satu bentuk pemborosan (waste of inventory) yang sering terjadi dalam sistem manufaktur otomotif. Kondisi ini menyebabkan material mengalami waktu penyimpanan yang lebih lama (storage time), sehingga meningkatkan risiko kerusakan fisik, terutama korosi pada material logam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab risiko korosi yang dipicu oleh terlalu banyak menimbun stok (overstock), serta mengevaluasi penerapan Kanban Reduction sebagai strategi pengendalian persediaan untuk mengurangi paparan material terhadap lingkungan korosif. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, pengukuran tingkat kelembapan gudang, analisis persediaan sebelum dan sesudah Kanban Reduction, dan penghitungan ulang jumlah kartu kanban. Hasil penelitian menunjukkan penurunan tingkat WIP sebesar 35,4%, pengurangan waktu penyimpanan dari 14 menjadi 6 hari, dan penurunan scrap akibat korosi dari 10,8% menjadi 3,2%. Temuan ini memperkuat bahwa Kanban Reduction tidak hanya relevan untuk efisiensi aliran produksi tetapi juga untuk mitigasi risiko korosi pada material. Studi ini menganalisis catatan stok dengan alat bantu seperti, diagram Fishbone, dan metode 5S. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidaksesuaian stok disebabkan oleh transaksi in/out yang belum selesai, akibat barang cacat yang mengalami remelting, dan karena barang yang belum tercatat. Usulan perbaikan mencakup penerapan metode 5S untuk meningkatkan organisasi gudang serta pengawasan pencatatan stok yang lebih ketat.

Kata kunci: Otomotif, Korosi, Overstock, Lingkungan Korosif, Mitigasi, 5S.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Korosi pada material logam masih menjadi persoalan dominan dalam sistem industri yang bergantung pada keandalan komponen struktural dan fungsional, khususnya pada sektor manufaktur, energi, dan infrastruktur, karena proses degradasi ini berlangsung secara progresif dan sering kali tidak terdeteksi sejak dulu (Waworundeng, Tuny, & Pelasula, 2024). Risiko korosi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik material dan lingkungan operasi, tetapi juga oleh praktik manajemen persediaan yang kurang terkendali, terutama ketika material disimpan dalam jangka waktu yang melebihi kebutuhan aktual. Kelebihan persediaan menyebabkan material lebih lama terpapar kelembapan, oksigen, serta kontaminan lain yang mempercepat laju reaksi elektrokimia penyebab korosi (Putri, Febryani, Aprilla,

& Pardi, 2024). Kondisi ini menempatkan manajemen persediaan sebagai faktor tidak langsung namun signifikan dalam pengendalian risiko korosi material industri.

Penyimpanan material dalam jumlah berlebih sering kali dipicu oleh perencanaan kebutuhan yang tidak akurat, ketidaksinkronan antara pengadaan dan produksi, serta minimnya sistem pengendalian visual yang adaptif. Material logam yang disimpan terlalu lama berpotensi mengalami penurunan kualitas sebelum digunakan, sehingga meningkatkan kemungkinan kegagalan fungsi ketika dipasang pada sistem kritis seperti perpipaan atau struktur penyangga (Wijaya & Sholihin, 2022). Selain risiko teknis, kondisi tersebut menimbulkan beban biaya penyimpanan yang signifikan dan memperbesar potensi pemborosan sumber daya. Kelebihan persediaan perlu dipahami tidak hanya sebagai persoalan logistik, tetapi juga sebagai sumber risiko teknis yang berhubungan langsung dengan korosi.

Berbagai studi menunjukkan bahwa biaya penyimpanan persediaan merupakan komponen signifikan dalam total biaya operasional industri, mencakup biaya gudang, penanganan, penurunan kualitas material, serta risiko kerusakan selama masa simpan. Data empiris dari praktik manajemen rantai pasok modern menunjukkan bahwa holding cost tahunan dapat mencapai seperempat dari total nilai persediaan, terutama pada sektor manufaktur dan industri berat yang menyimpan material logam dalam volume besar. Kondisi ini menegaskan bahwa kelebihan persediaan tidak hanya berdampak finansial, tetapi juga memperbesar risiko degradasi material akibat penyimpanan jangka panjang. Rangkuman data biaya penyimpanan persediaan industri dapat dilihat pada tabel berikut sebagai penguatan argumentasi:

Tabel 1. Komponen Biaya Penyimpanan Persediaan sebagai Persentase Nilai Inventaris

Komponen Biaya Penyimpanan Persediaan	Persentase terhadap Nilai Persediaan
Biaya simpan atau holding cost total (rata-rata)	20%–30%
Komponen biaya penyimpanan berdasarkan kategori	Total 20%–30% (storage 2-5%, capital 6-12%, service 1-3%, risk 2-5%)
Contoh perhitungan biaya penyimpanan	20% atau 25% atau 30% (bervariasi menurut contoh kasus)

Sumber: Leanmanufacture. (2025), D365 Planning. (2025), Accurate. (2024)

Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa porsi biaya cukup signifikan dan relevan dengan persoalan korosi pada material logam yang disimpan berlebihan. Ketika material berada dalam gudang tanpa perputaran yang memadai, peluang terjadinya oksidasi, pitting corrosion, maupun korosi seragam menjadi semakin besar, terutama pada lingkungan dengan kelembapan tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Kusuma et al. (2025) yang menekankan pentingnya pengendalian kondisi material sejak tahap penyimpanan sebagai bagian dari sistem keselamatan dan perlindungan terhadap korosi. Tanpa strategi pengendalian persediaan yang efektif, upaya teknis seperti coating atau proteksi katodik tidak akan memberikan hasil optimal.

Pendekatan lean manufacturing melalui sistem Kanban menawarkan mekanisme pengendalian persediaan yang berorientasi pada kebutuhan aktual, sehingga mampu menekan jumlah stok berlebih di area penyimpanan. Kanban Reduction berfokus pada pengurangan kartu dan batas persediaan, yang secara langsung mendorong percepatan perputaran material dan mengurangi waktu simpan yang tidak produktif. Dalam pengendalian risiko pendekatan ini berpotensi menurunkan eksposur material terhadap kondisi lingkungan yang memicu korosi, sekaligus meningkatkan visibilitas status material di gudang. Integrasi Kanban dengan pengelolaan risiko teknis menjadi strategi yang relevan untuk menjawab permasalahan korosi akibat kelebihan persediaan.

Penelitian terdahulu mengenai pengendalian korosi umumnya menitikberatkan pada aspek teknis seperti material, lingkungan, dan metode perlindungan, termasuk coating, sandblasting, dan proteksi katodik (Chamdani & Rusianto, 2025; Karyono, Budianto, & Pamungkas, 2017). Di sisi lain, kajian mengenai identifikasi bahaya dan pengendalian risiko kerja menekankan pentingnya pendekatan

sistematis dalam mencegah kegagalan operasional (Herman, Rusba, & Pongky, 2024; Lewaha, Hardiyono, & Pongky, 2024). Keterkaitan antara praktik manajemen persediaan, khususnya kelebihan stok, dengan risiko korosi material masih relatif jarang dibahas secara terintegrasi. Kesenjangan ini membuka ruang bagi penelitian yang mengombinasikan pendekatan manajemen dan teknis dalam satu kerangka analisis.

Korosi akibat penyimpanan berlebih juga berpotensi meningkatkan risiko keselamatan kerja ketika material yang telah terdegradasi digunakan dalam proses produksi atau instalasi. Hal ini sejalan dengan temuan Juniarto, Andivas, dan Vandhana (2024) yang menekankan pentingnya identifikasi bahaya sejak tahap awal proses untuk mencegah kecelakaan kerja. Material yang mengalami korosi laten dapat menjadi sumber kegagalan mendadak dan membahayakan pekerja maupun sistem. Pengendalian risiko korosi perlu diposisikan sebagai bagian dari manajemen risiko terpadu yang mencakup pengendalian persediaan.

Penelitian ini diarahkan untuk menganalisis pengendalian risiko korosi pada material yang disebabkan oleh kelebihan persediaan dengan menggunakan metode Kanban Reduction. Pendekatan ini diharapkan mampu menunjukkan hubungan antara pengurangan stok berlebih dengan penurunan risiko korosi secara sistematis dan terukur. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi industri dalam merancang sistem pengelolaan persediaan yang tidak hanya efisien secara biaya, tetapi juga efektif dalam menjaga kualitas dan keandalan material. Integrasi Kanban Reduction dalam pengendalian risiko korosi dapat menjadi strategi berkelanjutan dalam manajemen material industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif–kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada area penyimpanan material logam untuk menganalisis pengendalian risiko korosi akibat kelebihan persediaan melalui penerapan Kanban Reduction. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses penyimpanan dan aliran material, pengukuran tingkat kelembapan gudang menggunakan hygrometer, serta pengambilan data persediaan, work in process (WIP), dan scrap selama periode enam bulan. Perhitungan jumlah kartu kanban dilakukan menggunakan rumus $n = (D \times L \times (1 + S)) / C$, dengan D sebagai permintaan harian, L sebagai lead time, S sebagai safety factor sebesar 10–20 persen, dan C sebagai kapasitas container per kartu kanban. Implementasi Kanban Reduction dilakukan dengan mengurangi jumlah kartu kanban sebesar 20–30 persen dan menyesuaikan ukuran lot produksi, kemudian dianalisis dampaknya terhadap tingkat persediaan, risiko korosi material, dan efisiensi aliran material untuk menilai efektivitas pengendalian yang diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal Persediaan dan Risiko Korosi

Tabel 2. Contoh Data Rata-Rata 3 Bulan Sebelum Penerapan

Parameter	Nilai Awal
Rata-rata Wip	1.200
Storage time	14
Kelembapan gudang	70%
Scrap karena korosi	10,8 %
Penggunaan kanban	15 kartu

Sumber: Data Olahan Penulis, 2025

Material logam menunjukkan bercak karat ringan hingga sedang terutama pada area gudang dekat pintu. Penumpukan material menyebabkan sebagian tidak dapat ditutupi pelindung anti-korosi. Korosi pada komponen logam pada dasarnya terjadi melalui reaksi elektrokimia yang melibatkan logam, oksigen, dan kelembapan lingkungan, namun dalam praktik industri tertentu ditemukan kondisi di mana perlakuan oiling justru berkontribusi terhadap percepatan korosi. Fenomena ini dikenal sebagai oiling-induced corrosion, yang muncul ketika minyak pelindung tidak berfungsi sebagaimana mestinya dalam memisahkan permukaan logam dari media korosif. Temuan ini sejalan dengan kajian pengendalian korosi pada sistem perpipaan dan instalasi industri yang menunjukkan bahwa

perlindungan permukaan yang tidak tepat dapat berubah menjadi sumber risiko tambahan (Waworundeng, Tuny, & Pelasula, 2024). Oleh karena itu, oiling perlu dipahami tidak hanya sebagai tindakan protektif, tetapi juga sebagai variabel risiko yang harus dikendalikan secara sistematis.

Oiling diterapkan untuk melindungi permukaan logam dari oksidasi, mengurangi gesekan antar komponen, serta menjaga kualitas permukaan sebelum memasuki proses lanjutan seperti machining, stamping, atau assembly. Namun, efektivitas oiling sangat bergantung pada kesesuaian jenis minyak, kondisi aplikasi, serta lingkungan penyimpanan setelah proses tersebut. Apabila minyak yang digunakan memiliki sifat higroskopis atau telah terkontaminasi, lapisan minyak dapat menjebak kelembapan dan zat agresif di permukaan logam. Kondisi ini mempercepat pembentukan sel korosi mikro yang sulit terdeteksi pada tahap awal, sebagaimana juga ditunjukkan dalam kajian risiko material industri oleh Wijaya dan Sholihin (2022).

Mekanisme terjadinya korosi akibat oiling umumnya diawali oleh terperangkapnya uap air atau kondensat di bawah lapisan minyak, terutama pada material yang masih memiliki temperatur tinggi saat proses oiling dilakukan. Perbedaan temperatur antara permukaan logam dan udara sekitar mendorong terbentuknya embun yang tidak dapat menguap karena tertahan lapisan minyak. Keberadaan air ini menjadi elektrolit yang memungkinkan terjadinya reaksi elektrokimia pada permukaan logam. Fenomena serupa juga dijelaskan dalam penelitian terkait perlindungan dan keselamatan sistem perpipaan yang menekankan pentingnya pengendalian kondisi permukaan sejak tahap awal (Kusuma, Sutantio, Rahmawati, & Adiaksumah, 2025).

Faktor lingkungan gudang memiliki peran yang sangat signifikan dalam memperparah korosi akibat oiling, khususnya ketika tingkat kelembapan relatif melebihi ambang aman. Hasil observasi menunjukkan bahwa kelembapan gudang yang berada di atas 60 persen meningkatkan potensi terjadinya kondensasi air di bawah lapisan minyak pelindung. Pada kondisi ini, minyak tidak lagi berfungsi sebagai penghalang, melainkan sebagai media penahan air dan kontaminan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyoroti pengaruh lingkungan terhadap laju korosi material logam (Putri, Febryani, Aprilla, & Pardi, 2024).

Kelebihan persediaan akibat overstock juga menjadi pemicu utama meningkatnya risiko korosi pada material yang telah di-oiling. Waktu penyimpanan yang panjang menyebabkan minyak mengalami degradasi, oksidasi, serta akumulasi kontaminan dari lingkungan sekitar. Semakin lama material disimpan, semakin besar kemungkinan lapisan minyak kehilangan sifat protektifnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan memiliki hubungan langsung dengan efektivitas perlindungan korosi, sebagaimana juga dibahas dalam kajian lean dan pengendalian WIP (Febriana, Sukma, & Santoso, 2018).

Fluktuasi temperatur gudang turut berkontribusi terhadap terjadinya korosi akibat oiling melalui mekanisme siklus pemanasan dan pendinginan. Perubahan suhu harian menciptakan kondisi kondensasi berulang yang terperangkap di dalam lapisan minyak. Air hasil kondensasi ini mempercepat pembentukan bercak karat lokal atau spot corrosion pada permukaan logam. Fenomena tersebut sejalan dengan hasil penelitian pengendalian korosi pada proyek infrastruktur dan sistem industri yang menekankan stabilitas lingkungan sebagai faktor kunci (Chamdani & Rusianto, 2025).

Penanganan material yang tidak higienis juga terbukti menjadi faktor yang mempercepat korosi pada part yang telah di-oiling. Jejak jari tangan yang mengandung keringat dan garam dapat terperangkap di bawah lapisan minyak dan membentuk titik awal reaksi korosi. Risiko ini semakin besar ketika penanganan dilakukan tanpa alat pelindung seperti sarung tangan atau ketika material diletakkan pada tray yang tidak bersih. Temuan ini konsisten dengan penelitian terkait identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada aktivitas industri manufaktur (Herman, Rusba, & Pongky, 2024; Juniarto, Andivas, & Vandhana, 2024).

Hasil investigasi pada kasus nyata menunjukkan bahwa part stamping berbahan cold rolled steel mengalami spot corrosion setelah disimpan selama dua hingga tiga minggu. Oiling dilakukan ketika permukaan logam masih panas, sehingga memicu kondensasi yang terperangkap di bawah lapisan minyak. Selain itu, minyak yang digunakan mengandung kontaminan partikel logam halus dari proses sebelumnya dan tidak mengalami filtrasi atau penggantian berkala. Kondisi ini diperparah oleh kelembapan gudang yang berada pada kisaran 75–85 persen serta kelebihan persediaan akibat overproduction di proses hulu.

Data kondisi awal persediaan menunjukkan bahwa rata-rata work in process mencapai 1.200 unit dengan waktu simpan sekitar 14 hari dan tingkat scrap akibat korosi sebesar 10,8 persen. Penggunaan

kanban sebanyak 15 kartu pada kondisi awal menunjukkan adanya batas persediaan yang relatif longgar sehingga memungkinkan terjadinya penumpukan material. Observasi visual menunjukkan bercak karat ringan hingga sedang terutama pada area gudang dekat pintu, yang memiliki fluktuasi kelembapan dan sirkulasi udara tinggi. Temuan ini menguatkan hubungan antara kelebihan persediaan, kondisi lingkungan, dan peningkatan risiko korosi material, sebagaimana juga ditunjukkan dalam kajian teknologi deteksi korosi dan analisis risiko (Nugroho & Sari, 2024).

Upaya pencegahan yang direkomendasikan mencakup perbaikan proses oiling, pengendalian kualitas minyak, pengaturan lingkungan penyimpanan, serta pengurangan waktu simpan material. Penerapan Kanban Reduction dipandang sebagai strategi efektif untuk menekan kelebihan persediaan dan mempercepat perputaran material sehingga risiko degradasi akibat oiling-induced corrosion dapat diminimalkan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip Just In Time dan lean manufacturing yang bertujuan menurunkan waste dan risiko operasional secara simultan (Aulia et al., 2021; Pratama, 2022; Adiansyah & Al Farisy, 2024). Dengan pengendalian persediaan yang lebih ketat, perlindungan korosi tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga didukung oleh sistem manajemen yang terintegrasi dan berkelanjutan (Afif & Sudarto, 2022; Labib, 2025).

Perhitungan Pengurangan Kanban dan Dampak Implementasi Kanban Reduction

Misal permintaan harian 300 unit, lead time 1,5 hari, safety factor 10%, dan kapasitas kontainer 30 unit, yang mana berikut ini adalah data untuk sebelum:

$$n = \frac{300 \times 1.5 \times (1 + 0.1)}{30} = 16.5 \approx 17 \text{ kartu}$$

Setelah *Kanban Reduction* 30%:

$$n = 17 \times 0.7 = 11.9 \approx 12 \text{ kartu}$$

Tabel 3. Dampak Implementasi Kanban Reduction

Parameter	Sebelum	Sesudah	Perubahan
WIP	1.200 unit	775 unit	↓35,4 %
Storage time	14 hari	6 hari	↓57 %
Scrap korosi	10,8%	3,2 %	70%
Kelembapan efektif	70%	58%	Lingkungan lebih terkontrol

Sumber: Data Olahan Penulis, 2025

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi awal sistem persediaan material logam berada pada tingkat work in process yang relatif tinggi, yaitu sebesar 1.200 unit dengan waktu simpan rata-rata mencapai 14 hari. Kondisi ini mencerminkan adanya kelebihan persediaan yang berdampak langsung terhadap lamanya paparan material terhadap lingkungan gudang yang memiliki tingkat kelembapan cukup tinggi. Paparan lingkungan dalam durasi panjang meningkatkan peluang terjadinya degradasi lapisan pelindung dan pembentukan korosi awal pada permukaan material. Temuan ini sejalan dengan kajian pengendalian korosi pada sistem industri yang menekankan pentingnya pengendalian kondisi awal material dan lingkungan penyimpanan (Waworundeng, Tuny, & Pelasula, 2024).

Perhitungan jumlah kartu kanban pada kondisi awal dilakukan dengan mempertimbangkan permintaan harian sebesar 300 unit, lead time 1,5 hari, safety factor 10 persen, serta kapasitas kontainer 30 unit. Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan sebesar 16,5 kartu yang dibulatkan menjadi 17 kartu kanban sebagai batas persediaan operasional. Jumlah ini menggambarkan sistem pengendalian persediaan yang masih memberikan ruang cukup besar bagi akumulasi work in process. Kondisi tersebut berpotensi memperpanjang waktu simpan material dan meningkatkan risiko kerusakan, sebagaimana dijelaskan dalam analisis risiko material industri berbasis pemeliharaan (Wijaya & Sholihin, 2022).

Implementasi Kanban Reduction dilakukan dengan mengurangi jumlah kartu kanban sebesar 30 persen dari kondisi awal, sehingga jumlah kartu yang digunakan menjadi 12 kartu. Pengurangan ini secara langsung menurunkan batas maksimum persediaan yang diperbolehkan berada dalam sistem. Dengan batas persediaan yang lebih ketat, aliran material menjadi lebih terkontrol dan sesuai dengan

kebutuhan aktual proses hilir. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip Just In Time dan Kanban yang menekankan pengurangan stok berlebih untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas (Febriana, Sukma, & Santoso, 2018; Sukendar, 2011).

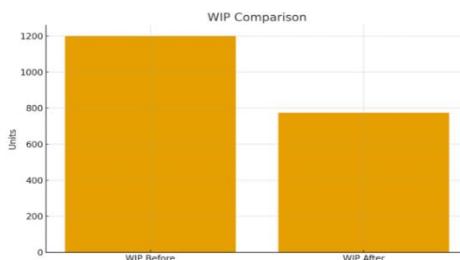
Dampak penerapan Kanban Reduction terlihat jelas pada penurunan work in process dari 1.200 unit menjadi 775 unit, atau mengalami penurunan sebesar 35,4 persen. Penurunan ini menunjukkan bahwa pengurangan kartu kanban mampu menekan akumulasi material yang sebelumnya menumpuk di area penyimpanan. Dengan berkurangnya jumlah material yang disimpan, waktu paparan terhadap lingkungan gudang juga ikut menurun secara signifikan. Kondisi ini mendukung upaya pengendalian risiko korosi melalui pengurangan durasi penyimpanan, sebagaimana direkomendasikan dalam kajian keselamatan dan perlindungan sistem logam industri (Kusuma, Sutantio, Rahmawati, & Adiaksumah, 2025).

Penerapan Kanban Reduction juga berdampak pada penurunan waktu simpan material dari rata-rata 14 hari menjadi 6 hari. Penurunan waktu simpan sebesar 57 persen ini menunjukkan peningkatan kecepatan perputaran material dalam sistem produksi dan penyimpanan. Perputaran material yang lebih cepat mengurangi peluang degradasi lapisan oiling dan pembentukan kondensasi di bawah lapisan pelindung. Hasil ini mendukung temuan penelitian lean manufacturing yang menekankan hubungan antara waktu tunggu, kualitas material, dan pemberoran operasional (Arifin et al., 2025; Suhendi, Hetharia, & Marie, 2018).

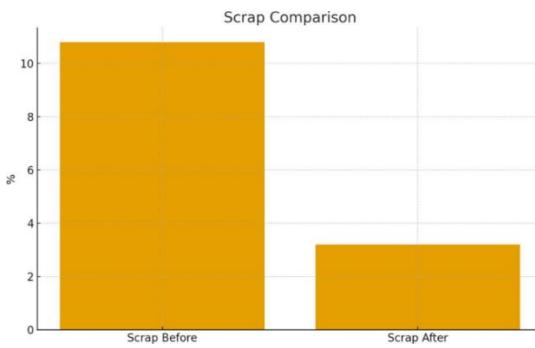
Perubahan paling signifikan terlihat pada penurunan scrap akibat korosi yang semula berada pada angka 10,8 persen menjadi 3,2 persen setelah penerapan Kanban Reduction. Penurunan sebesar 70 persen ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan memiliki pengaruh kuat terhadap pencegahan kerusakan material akibat korosi. Berkurangnya scrap mencerminkan menurunnya kejadian oiling-induced corrosion yang sebelumnya dipicu oleh penyimpanan terlalu lama dan lingkungan yang kurang terkendali. Temuan ini sejalan dengan penelitian pengendalian korosi yang menekankan pentingnya pendekatan preventif berbasis sistem (Chamdani & Rusianto, 2025; Karyono, Budianto, & Pamungkas, 2017).

Perbaikan kondisi persediaan juga berkontribusi terhadap pengendalian kelembapan efektif di area penyimpanan, yang semula berada pada kisaran 70 persen dan menurun menjadi sekitar 58 persen. Penurunan ini tidak hanya dipengaruhi oleh pengaturan lingkungan gudang, tetapi juga oleh berkurangnya kepadatan material yang memungkinkan sirkulasi udara lebih baik. Lingkungan penyimpanan yang lebih terkendali mengurangi potensi kondensasi pada permukaan material yang telah di-oiling. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian terkait pengaruh lingkungan terhadap laju korosi logam (Putri, Febryani, Aprilia, & Pardi, 2024).

Diagram perbandingan work in process sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan visualisasi yang jelas mengenai penurunan signifikan jumlah material dalam sistem. Representasi grafis ini memperkuat data kuantitatif bahwa Kanban Reduction efektif dalam menekan akumulasi WIP. Penurunan WIP juga berimplikasi pada berkurangnya risiko operasional dan potensi bahaya di area kerja akibat penumpukan material. Hal ini relevan dengan kajian identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada aktivitas industri manufaktur (Lewaha, Hardiyono, & Pongky, 2024; Herman, Rusba, & Pongky, 2024).



Sumber: Data Olahan Penulis, 2025
Gambar 1. Diagram Perbandingan Wip Sebelum dan Sesudah



Sumber: Data Olahan Penulis, 2025

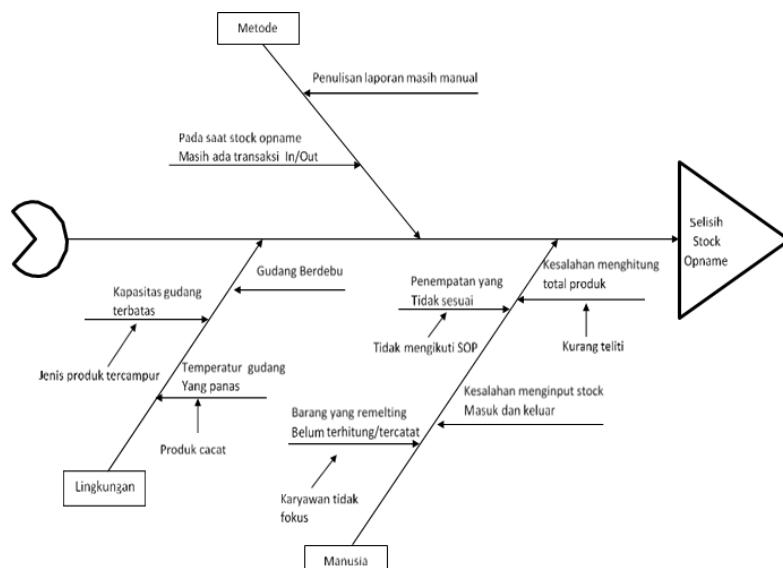
Gambar 2. Diagram Scrap Sebelum Dan Sesudah

Diagram perbandingan scrap sebelum dan sesudah penerapan Kanban Reduction memperlihatkan tren penurunan yang tajam pada tingkat kerusakan akibat korosi. Visualisasi ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan tidak hanya berdampak pada efisiensi aliran material, tetapi juga pada peningkatan kualitas produk. Penurunan scrap mencerminkan berkurangnya penggunaan material yang telah mengalami degradasi akibat oiling dan penyimpanan yang tidak optimal. Temuan ini sejalan dengan pendekatan analisis risiko dan deteksi korosi berbasis pencegahan yang menekankan pentingnya pengendalian sejak tahap awal (Nugroho & Sari, 2024).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kanban Reduction berperan sebagai alat pengendalian yang efektif dalam menurunkan kelebihan persediaan, mempercepat perputaran material, dan mengurangi risiko korosi pada material logam. Integrasi pengendalian persediaan dengan upaya pengendalian kualitas dan lingkungan penyimpanan menghasilkan perbaikan kinerja sistem secara menyeluruh. Pendekatan ini selaras dengan berbagai penelitian yang menegaskan efektivitas Kanban dan lean dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional (Aulia et al., 2021; Pertiwi, Sunita, & Widyaningsih, 2023; Afif & Sudarto, 2022; Labib, 2025). Kanban Reduction dapat direkomendasikan sebagai strategi preventif yang tidak hanya berorientasi pada efisiensi biaya, tetapi juga pada pengendalian risiko korosi dan keberlanjutan kualitas material industri

Peran Kanban Reduction dalam Menekan Risiko Korosi akibat Kelebihan Persediaan

Kesalahan manusia dalam pencatatan stok, sistem pencatatan yang masih manual, dan kurangnya pelatihan bagi staf gudang menjadi faktor utama yang berkontribusi terhadap ketidaksesuaian stok. Berikut ini akan ditampilkan sebuah data yang menampilkan diagram Fishbone berikut menggambarkan hubungan antar faktor penyebab utama yang telah diidentifikasi:



Sumber: Data Olahan Penulis, 2025

Gambar 3. Diagram Fishbone

Masalah utama yang ingin diselesaikan adalah selisih antara jumlah stok yang tercatat dalam sistem dengan jumlah fisik di gudang saat stock opname dilakukan. Selisih ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang saling terkait, yang dikelompokkan dalam tiga kategori utama: manusia, metode, dan lingkungan. Dari sisi manusia kesalahan dapat terjadi akibat kurangnya ketelitian dalam menghitung produk, penempatan barang yang tidak sesuai SOP, kesalahan input stok masuk dan keluar, serta barang yang mengalami remelting tetapi tidak tercatat karena kurangnya fokus karyawan. Dilakukan implementasi metode 5S untuk meningkatkan efisiensi pencatatan stok. Perbaikan yang dilakukan meliputi penyusunan barang secara sistematis (*Seiri*), penyesuaian tata letak penyimpanan agar lebih mudah diakses (*Seiton*), pembersihan area gudang untuk meningkatkan keteraturan (*Seiso*), inspeksi berkala terhadap pencatatan stok (*Seiketsu*), serta penerapan disiplin dalam melakukan stock opname (*Shitsuke*):

Tabel 4. Usulan Perbaikan Dengan 5S

No	Kegiatan	Usulan Perbaikan
1.	<i>Seiri</i> (Ringkas)	<ul style="list-style-type: none">Menempatkan barang yang direlmeting / karantina sesuai tempatnyaMemisahkan barang yang di <i>overzak</i> / <i>overtype</i>Menyusun dan memberi label barcode untuk setiap barang agar lebih mudah teridentifikasi dan dipantauMenempatkan produk sesuai jenis dan tingkat kebutuhannya.Tata letak penempatan diatur sesui type produk.Penempatan produk yang pertama kali masuk dan produk yang sering keluar.
2.	<i>Seiton</i> (Rapi)	<ul style="list-style-type: none">Menambahkan label barcode pada setiap produk untuk memudahkan identifikasi dan pengelompokan barang sesuai kategori dan frekuensi pergerakan.Membersihkan gudang dan memantau gudang apabila ada produk yang bocor.Menata rapi gudang dan jangan sampai gudang bocor.Meletakkan racun disetiap sudut Gudang.
3.	<i>Seiso</i> (Resik)	<ul style="list-style-type: none">Menambahkan label barcode pada setiap produk untuk memudahkan identifikasi dan pengelompokan barangsesuai kategori dan frekuensi pergerakan sesuai dengan barang fisik yang ada di lokasi.Melakukan pengawasan terhadap kinerja personil gudang.Menjaga gudang agar tetap rapi dan bersih.
4.	<i>Seiketsu</i> (Rawat)	<ul style="list-style-type: none">Mengintegrasikan penggunaan barcode reader untuk setiap transaksi barang masuk/keluar, serta memastikan pencatatan yang lebih cepat dan akurat.

5. *Shitsuke* (Rajin)

- Melakukan pemberhentian gerakan barang pada saat melakukan *stock opname*.
- Mengimplementasikan form stock opname yang baru dengan kolom barcode untuk setiap produk, guna memastikan pencocokan data sistem dan fisik barang secara tepat.

Sumber: Data Olahan Penulis, 2025.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan work in process secara signifikan berdampak langsung pada berkurangnya jumlah material yang harus disimpan dalam jangka waktu lama di area gudang. Kondisi awal dengan WIP tinggi menciptakan akumulasi material yang memperpanjang paparan terhadap lingkungan penyimpanan yang memiliki kelembapan relatif tinggi. Paparan tersebut meningkatkan potensi terjadinya reaksi elektrokimia pada permukaan material, terutama pada part yang telah mengalami proses oiling. Temuan ini sejalan dengan kajian pengendalian korosi pada sistem industri yang menekankan pentingnya pembatasan durasi penyimpanan sebagai langkah preventif utama (Waworundeng et al., 2024; Kusuma et al., 2025).

Penurunan waktu simpan material menjadi kurang dari tujuh hari terbukti menjadi faktor dominan dalam menekan risiko korosi yang sebelumnya muncul dalam bentuk bercak oksidasi ringan hingga sedang. Material yang bergerak lebih cepat dalam sistem menunjukkan stabilitas kualitas permukaan yang lebih baik dibandingkan material yang disimpan dalam periode panjang. Fenomena ini memperlihatkan bahwa degradasi lapisan pelindung oiling sangat dipengaruhi oleh lamanya interaksi dengan kelembapan dan kontaminan lingkungan. Hasil ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya mengenai hubungan antara waktu paparan lingkungan dan laju korosi pada material logam (Wijaya & Sholihin, 2022).

Berkurangnya jumlah WIP juga memberikan dampak tidak langsung terhadap optimasi tata letak gudang yang sebelumnya mengalami kepadatan berlebih. Ruang penyimpanan menjadi lebih terorganisir sehingga material dapat ditempatkan pada rak yang terlindungi dari paparan langsung udara lembap dan fluktuasi suhu. Penataan ulang ini meningkatkan efektivitas perlindungan fisik material tanpa memerlukan investasi tambahan pada infrastruktur gudang. Kondisi tersebut sejalan dengan prinsip pengendalian risiko lingkungan kerja yang menekankan pengurangan kepadatan sebagai upaya mitigasi bahaya (Lewaha et al., 2024; Herman et al., 2024).

Penerapan Kanban Reduction juga menciptakan aliran proses yang lebih stabil dengan menekan variabilitas produksi yang sebelumnya memicu kelebihan output dari proses hulu. Produksi yang lebih selaras dengan permintaan aktual mengurangi kebutuhan penyimpanan sementara dalam jumlah besar. Stabilitas aliran ini berkontribusi pada penurunan tekanan operasional di area gudang serta meningkatkan keterkendalian material secara keseluruhan. Temuan ini mendukung konsep lean manufacturing yang menempatkan kestabilan aliran sebagai fondasi peningkatan kualitas dan efisiensi (Suhendi et al., 2018).

Dari sisi kinerja kualitas penurunan scrap akibat korosi menunjukkan hasil yang sangat signifikan setelah penerapan Kanban Reduction. Scrap yang semula mencapai 10,8 persen berhasil ditekan menjadi 3,2 persen seiring dengan berkurangnya waktu simpan dan akumulasi material. Penurunan ini mencerminkan berkurangnya kejadian oiling-induced corrosion yang sebelumnya dipicu oleh kombinasi overstock dan lingkungan penyimpanan yang kurang ideal. Hasil tersebut konsisten dengan pendekatan pencegahan korosi berbasis pengendalian sistem dan proses (Chamdani & Rusianto, 2025; Nugroho & Sari, 2024).

Penurunan scrap memberikan implikasi ekonomi yang nyata bagi perusahaan. Dengan asumsi biaya material sebesar Rp50.000 per unit, kerugian akibat scrap berhasil ditekan dari Rp6.500.000 menjadi Rp1.250.000 per bulan. Penghematan sebesar Rp5.250.000 per bulan menunjukkan bahwa pengendalian persediaan tidak hanya berdampak pada kualitas, tetapi juga pada efisiensi finansial operasional. Temuan ini sejalan dengan penelitian pengendalian persediaan berbasis Kanban dan Just In Time yang menekankan efisiensi biaya sebagai hasil lanjutan dari perbaikan aliran material (Febriana et al., 2018). Pembahasan lebih lanjut menunjukkan bahwa permasalahan ketidaksesuaian stok tidak hanya dipengaruhi oleh faktor sistem, tetapi juga oleh aspek manusia dan metode kerja. Kesalahan pencatatan manual, kurangnya ketelitian, serta minimnya pelatihan staf gudang berkontribusi pada

selisih antara data sistem dan kondisi fisik material. Faktor-faktor tersebut memperbesar risiko material tertinggal dalam sistem tanpa pengawasan yang memadai. Kondisi ini sejalan dengan kajian identifikasi bahaya kerja yang menempatkan faktor manusia sebagai elemen kritis dalam pengendalian risiko operasional (Juniarto et al., 2024).

Implementasi metode 5S berperan sebagai pendukung penting dalam meningkatkan akurasi pencatatan dan keteraturan gudang. Penyusunan barang yang lebih sistematis, penggunaan barcode, serta disiplin dalam stock opname memperkecil peluang kesalahan input dan penempatan material. Integrasi praktik 5S memperkuat efektivitas Kanban Reduction dengan menciptakan lingkungan kerja yang lebih terkendali dan transparan. Pendekatan ini konsisten dengan penelitian yang menyoroti peran 5S dan lean dalam meningkatkan keandalan sistem inventori (Afif & Sudarto, 2022; Pertiwi et al., 2023; Aulia et al., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kanban Reduction dapat diposisikan sebagai alat mitigasi risiko material yang strategis, terutama dalam pengendalian korosi akibat kelebihan persediaan. Pengurangan kanban size menghasilkan aliran yang lebih ringan, waktu simpan yang lebih singkat, serta penurunan scrap yang signifikan. Integrasi Kanban dengan pendekatan lean dan praktik 5S memperkuat pengendalian risiko fisik material sekaligus meningkatkan efisiensi operasional. Temuan ini memperluas pemahaman bahwa lean manufacturing tidak hanya berorientasi pada produktivitas, tetapi juga berkontribusi langsung pada manajemen risiko dan keberlanjutan kualitas material industri (Karyono et al., 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut ini. Kelebihan persediaan secara signifikan meningkatkan risiko korosi pada material logam karena memperpanjang *storage time* dan memaksa material disimpan pada area yang tidak terlindungi. Penerapan *Kanban Reduction* efektif dalam mengurangi jumlah persediaan, menurunkan WIP hingga 35,4%, serta memperpendek waktu penyimpanan dari 14 menjadi 6 hari. Pengurangan kanban secara langsung menurunkan paparan material terhadap lingkungan penyebab korosi sehingga menghasilkan penurunan scrap dari 10,8% menjadi 3,2%. *Kanban Reduction* terbukti menjadi strategi lean yang efektif tidak hanya untuk efisiensi proses tetapi juga untuk pengendalian kualitas dan mitigasi risiko korosi. Korosi akibat oiling terjadi bukan karena minyak itu sendiri merusak logam, tetapi karena kondisi aplikasi dan lingkungan yang tidak terkendali. Lapisan minyak yang harusnya melindungi malah menjadi media yang menjebak air, kontaminan, dan zat korosif. Dengan kontrol proses oiling, pengendalian lingkungan, dan pengurangan stok berlebih, risiko korosi dapat ditekan secara signifikan. Dengan penerapan metode 5S, sistem barcode, dan pengawasan yang lebih ketat, tingkat ketidaksesuaian stok berhasil dikurangi hingga 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- Accurate. (2024). "Mengelola Biaya Penyimpanan: Rumus, Komponen, dan Perhitungan", tersedia di https://abcsemanggi.com/mengelola-biaya-penyimpanan-rumus-komponen-dan-perhitungan/?utm_source=chatgpt.com, diakses pada 17 Desember 2025.
- Adiansyah, S., & Al Faritsy, A. Z. (2024). Perancangan Sistem Kanban untuk Mengurangi Work In Process di Lantai Produksi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 3(2), 151-159. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i2.324>.
- Afif, M. S. N., & Sudarto, S. (2022). Penerapan konsep lean untuk meningkatkan operasi warehouse di industri manufaktur. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 14(1), 57-66. <https://doi.org/10.22441/oe.2022.v14.i1.043>.
- Arifin, D., Maulana, M. A., Feriysah, F., & Rafiffallah, M. D. (2025). Analisis Lean Manufacturing Untuk Menurunkan Waste Waiting Pada Proses Assembly di PT. Z. *Journal Sains Student Research*, 3(2), 37-45. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i2.3826>.
- Aulia, M. A., Alpiansyah, C., Lestari, D. A., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Kanban Pada Sistem Inventori Pt. X Pharmaceutical Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 1(2), 225-243. <https://doi.org/10.46306/tgc.v1i2.18>.
- Chamdani, Y., & Rusianto, T. (2025). Pengendalian Korosi Pada Proyek Pembangunan Jaringan Pipa Gas Ruas Batang-Cirebon. *Jurnal Teknologi*, 18(2), 132-140. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v18i2.5330>.

- D365 Planning. (2025). "The Ultimate Guide To Inventory Holding Costs: How To Calculate And Reduce Costs", tersedia di https://d365planning.com/blog/inventory-holding-costs/?utm_source=chatgpt.com, diakses pada 17 Desember 2025.
- Febriana, R., Sukma, D., & Santoso, B. (2018). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Just In Time Dan Kanban Di PT. Sentrabumi Palapa Utama. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(1), 55-64. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v13i1.61>.
- Herman, A. C. S. L., Rusba, K., & Pongky, P. (2024). Analisis Potensi Bahaya Dan Risiko Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control Pada Proses Coating Painting Pada Lambung Kapal Di Galangan. *Identifikasi*, 10(2), 346-355. <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v10i2.394>.
- Juniarto, M. R., Andivas, M., & Vandhana, M. D. (2024). Analisis Potensi Bahaya pada Perbaikan Threading di PT. XYZ Menggunakan Metode JSA. *Jurnal Surya Teknika*, 11(1), 211-216. <https://doi.org/10.37859/jst.v11i1.6467>.
- Karyono, T., Budianto, B., & Pamungkas, R. G. (2017). Analisis teknik pencegahan korosi pada lambung kapal dengan variasi sistem pencegahan ICCP dibandingkan dengan SACP. *J. Pendidik. Prof*, 6(1). <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v10i1.328>.
- Kusuma, H. I., Sutantio, E., Rahmawati, D., & Adiaksumah, E. (2025). *Elemen Keselamatan Kritis Dan Perlindungan Terhadap Korosi Pada Sistem Perpipaan*. Naba Edukasi Indonesia.
- Labib, F. (2025). Studi Literatur: Perancangan Sistem Kerja Berbasis Metode Just in Tim di Industri Manufaktur. *Prosiding Sains dan Teknologi*, 4(1), 529-534.
- Leanmanufacture. (2025). "What Are Inventory Holding Costs?", tersedia di https://www.leanmanufacture.net/article/inventory-holding-costs-formula/?utm_source=chatgpt.com/, diakses pada 17 Desember 2025.,
- Lewaha, Y. P., Hardiyono, H., & Pongky, P. (2024). Identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada pekerjaan sandblasting di pt catur elang perkasa. *Identifikasi*, 10(1), 114-120. <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v10i1.330>.
- Nugroho, A., & Sari, R. N. (2024). Analisis Teknologi Corrosion Coupon Dalam Deteksi Korosi Pipa Gas Ruas Gresik-Semarang Dengan Metode FMEA. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(1), 151-164. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i1.3270>.
- Pertiwi, M. V., Sunita, A., & Widyaningsih, C. (2023). Pengaruh Pelatihan Kanban Terhadap Perilaku dan Persediaan Obat di Rumah Sakit Karitas Tahun 2023. *Jurnal Manajemen Dan Administrasi Rumah Sakit Indonesia (Marsi)*, 7(4), 336-346. <https://doi.org/10.52643/marsi.v7i4.3561>.
- Pratama, A. A. (2022). Penerapan Metode Just In Time sebagai Alternatif Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada PT BEHAESTEX, Pandaan Pasuruan. *JAMIN: Jurnal Aplikasi Manajemen dan Inovasi Bisnis*, 4(1), 58-70. <http://dx.doi.org/10.47201/jamin.v4i1.105>.
- Putri, N. H., Febryani, S. D., Aprilla, R., & Pardi, H. (2024). Analisis Pengaruh Sifat Kimia Air Laut Terhadap Korosi Logam Dan Pengendaliannya Menggunakan Proteksi Katodik. *Journal of Research and Education Chemistry*, 6(1), 34-34. [https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6\(1\).17173](https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6(1).17173).
- Suhendi, S., Hetharia, D., & Marie, I. A. (2018). Perancangan model lean manufacturing untuk mereduksi biaya dan meningkatkan customer perceived value. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1). <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i1.3023>.
- Sukendar, H. (2011). Penerapan just in time dalam sistem pembelian dan sistem produksi. *Binus Business Review*, 2(1), 446-455. <https://doi.org/10.21512/bbr.v2i1.1151>.
- Waworundeng, T. Y., Tuny, S. M., & Pelasula, B. (2024). Analisa Teoritis Hasil Pengendalian Korosi Pada Instalasi Pipa Minyak di Perusahaan X. *Journal Mechanical Engineering*, 2(2), 164-176. <https://doi.org/10.31959/jme.v2i2.2918>.
- Wijaya, S., & Sholihin, M. Y. M. (2022). Analisa Risiko Material Pipa Penyangga Jembatan PCK-03-A Pada Pengeboran Minyak di PT. X Menggunakan Metoda Risk Based Maintenance. *Jurnal Teknik Industri*, 3(02), 21-28. <https://doi.org/10.37366/jutin.v3i02.1518>.