



Eliminasi *Waste* pada Produk Pipa Baja Non-American Petroleum Institute (Api) di PT. XYZ dengan Pendekatan Lean Manufacturing

Deny Rahma Afifi¹, Wiwin Widiasih^{2*}

¹⁻² Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 1412200050@surel.untag-sby.ac.id

Abstract. PT. XYZ is a manufacturing company engaged in steel pipe production. In the production process of non-American Petroleum Institute (API) steel pipes, the company still experiences various types of waste, resulting in an inefficient production process. The identified wastes include defects, waiting, transportation, and non-value-added activities, which contribute to increased production time and reduced productivity. This study aims to analyze the major wastes occurring in the non-API steel pipe production process and propose improvements using the Lean Manufacturing approach. The methods employed in this study include Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), Process Activity Mapping (PAM), and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data were collected through direct observation, interviews, and documentation of the production process. The results indicate that the dominant wastes affecting the production process are defects, waiting, and transportation. PAM analysis shows that non-value-added activities remain relatively high, leading to production time inefficiencies. Based on the FMEA results, the main causes of waste are machine conditions, work methods, and operator skills. Proposed improvements include periodic machine maintenance, production quality control, work method improvement, and the optimization of material flow.

Keywords: FMEA; Lean Manufacturing; VALSAT; Value Stream Mapping; Waste.

Abstrak. PT. XYZ merupakan industri manufaktur yang bergerak di bidang produksi pipa baja. Pada proses produksi pipa baja non-American Petroleum Institute (API), perusahaan masih mengalami berbagai pemborosan (*Waste*) yang menyebabkan proses produksi belum optimal. *Waste* yang terjadi meliputi *defect*, *waiting*, *transportation*, dan aktivitas *non-value added* yang berdampak pada peningkatan waktu produksi serta penurunan produktivitas perusahaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemborosan terbesar pada tahapan produksi pipa baja non-API dan memberikan usulan perbaikan dengan pendekatan Lean Manufacturing. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Process Activity Mapping* (PAM), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Waste* dominan yang memengaruhi proses produksi adalah *defect*, *waiting*, dan *transportation*. Analisis PAM menunjukkan aktivitas *non-value added* masih cukup tinggi sehingga menyebabkan pemborosan waktu produksi. Berdasarkan FMEA, penyebab utama *Waste* berasal dari kondisi mesin, metode kerja, dan keterampilan operator. Usulan perbaikan meliputi perawatan mesin berkala, pengawasan kualitas produksi, perbaikan metode kerja, serta pengaturan aliran material produksi.

Kata Kunci: FMEA; Lean Manufacturing; VALSAT; Value Stream Mapping; Waste.

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan sektor industri memaksa perusahaan untuk selalu meningkatkan mutu dan efisiensi dalam proses produksinya guna mempertahankan daya saing di lingkungan industri yang semakin sengit. Perusahaan tidak hanya dituntut untuk memproduksi barang berkualitas, tetapi juga perlu mengurangi biaya produksi dan mempercepat durasi penyelesaian produksinya. Adapun penyebab efisiensi dalam proses pembuatan ialah keberadaan pemborosan dalam aktivitas yang dilakukan. Pemborosan bisa dikatakan kegiatan yang tidak menambah nilai pada produk, tetapi tetap menggunakan sumber daya yang ada di perusahaan. *Waste* didefinisikan sebagai kegiatan tanpa memberi kontribusi nilai tambah (*non value added activity*) pada produk, namun tetap menggunakan sumber daya perusahaan sehingga

menyebabkan proses produksi menjadi kurang efisien (Komariah, 2022). Pemborosan pada proses produksi dapat meningkatkan biaya produksi, memperpanjang *lead time*, serta menurunkan produktivitas perusahaan (Wendra et al., 2025). Dalam konsep *Lean Manufacturing*, *Waste* terdiri dari beberapa jenis seperti *defect*, *waiting*, *transportation*, *motion*, *inventory*, *overproduction*, dan *overprocessing* (Ristyowati et al., 2017).

PT. XYZ ialah sektor manufaktur yang fokus pada pembuatan pipa baja. Salah satu jenis produk yang mereka hasilkan adalah pipa baja yang tidak memenuhi standar *American Petroleum Institute* (API). Proses produksinya berjalan terus-menerus untuk memenuhi permintaan pasar dan mencapai target produksi perusahaan. Namun, dalam praktiknya, proses produksi masih menghadapi berbagai masalah yang menyebabkan terjadinya pemborosan dalam aktivitas produksi. Berdasarkan hasil observasi pada proses produksi pipa baja *non-API*, ditemukan beberapa jenis *waste* seperti *defect* produk, *waiting time*, dan *transportation* yang kurang efisien (Zulfikar et al., 2025). *Waste defect* menjadi salah satu pemborosan yang paling dominan karena masih ditemukan produk cacat pada beberapa mesin spiral produksi. Produk cacat menyebabkan perusahaan harus melakukan *rework* dan *scrap* sehingga meningkatkan biaya produksi serta memperpanjang waktu produksi (Keke et al., 2023).

Selain *defect*, pemborosan juga terjadi pada aktivitas *waiting* akibat keterlambatan perpindahan material dan waktu tunggu antar proses produksi (Rangga et al., 2025). Aktivitas *transportation* yang kurang efisien menyebabkan perpindahan material menjadi lebih panjang sehingga meningkatkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Kondisi tersebut menyebabkan proses produksi menjadi kurang efektif dan berdampak terhadap penurunan efisiensi produksi perusahaan.

Metode *Lean Manufacturing* diterapkan untuk menemukan dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktivitas. Pendekatan ini fokus pada penghapusan aktivitas yang tidak bernilai dan perbaikan terhadap aktivitas yang menambah nilai pada produk. Dalam studi ini, diterapkan berbagai metode analisis seperti *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Process Activity Mapping* (PAM), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Value Stream Mapping* dibuat untuk memvisualisasikan alur proses produksi dari bahan mentah hingga produk akhir, sehingga bisa mengidentifikasi aktivitas yang kegiatan memberikan nilai dan yang tidak dalam produksi. Di sisi lain, metode FMEA dipakai untuk menemukan penyebab utama pemborosan dan menentukan urutan prioritas perbaikan berdasarkan angka *Risk Priority Number* (Puspitasari et al., 2017).

Penggunaan metode tersebut diharapkan mampu membantu perusahaan dalam merancang tindakan perbaikan yang tepat untuk meminimalkan aktivitas pemborosan dalam produksi. Kegiatan penelitian dengan tujuan untuk menentukan tipe *waste* yang paling dominan serta menyusun rekomendasi perbaikan pada proses produksi pipa baja *non-API* di PT. XYZ serta memberikan rekomendasi perbaikan melalui pendekatan Lean Manufacturing. Studi ini dilaksanakan untuk mengenali jenis pemborosan paling signifikan dalam pembuatan, sekaligus menyusun langkah perbaikan yang dapat diterapkan perusahaan. Hasil penelitian diharapkan mampu mendukung peningkatan efisiensi proses produksi serta meminimalkan aktivitas tanpa memberi nilai tambah dalam kegiatan operasional perusahaan.

2. KAJIAN TEORITIS

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing ialah pendekatan terstruktur diterapkan sebagai peningkatan efektivitas dan efisiensi proses produksi melalui upaya pengurangan pemborosan (*waste*) pada setiap aktivitas produksi. Konsep ini menitikberatkan pada penciptaan nilai tambah (*value added*) bagi konsumen dengan meminimalkan kegiatan yg tidak bernilai (*non-value added activity*) dalam proses operasional perusahaan (Heizer et al., 2020). Menurut Komariah (2022), penerapan Lean Manufacturing memiliki tujuan untuk menemukan berbagai tipe pemborosan agar perusahaan dapat meningkatkan proses produksinya dengan lebih baik, efisien, dan efektif.

Lean Manufacturing memiliki beberapa prinsip utama yaitu menentukan nilai produk, mengidentifikasi aliran nilai (*value stream*), menciptakan aliran proses yang lancar, menerapkan *pull system*, dan melakukan *continuous improvement* secara berkelanjutan. Penerapan Lean Manufacturing mampu membantu sektor dalam menambah mutu sebuah produk, menekan upah pembuatan, mempercepat *lead time*, dan meningkatkan produktivitas kerja secara keseluruhan (Ristyowati et al., 2017).

Waste

Waste merupakan kegiatan yang tidak menambah penilaian terhadap produk, tetapi menggunakan sumber daya perusahaan seperti waktu, tenaga kerja, material, dan biaya produksi (Komariah, 2022). *Waste* menjadi salah satu penyebab utama rendahnya efisiensi proses produksi karena dapat memperpanjang waktu produksi dan meningkatkan biaya operasional Perusahaan.

Pada Lean Manufacturing terdapat tujuh jenis *Waste* atau seven *Waste* yaitu *defect*, *waiting*, *transportation*, *motion*, *inventory*, *overproduction*, dan *overprocessing* (Sadewa et al., 2024; Ristyowati et al., 2017). *Waste defect* merupakan produk cacat yang menyebabkan *rework* atau *scrap*, *Waste waiting* merupakan waktu tunggu antar proses produksi, sedangkan *Waste transportation* merupakan perpindahan material yang berlebihan dan tidak efisien.

Menurut Heizer et al. (2020), pemborosan dalam proses produksi harus diminimalkan agar perusahaan dapat meningkatkan efektivitas operasional dan daya saing perusahaan. Dengan demikian, identifikasi *Waste* menjadi tahapan penting dalam penerapan Lean Manufacturing.

Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) ialah sistem yang digunakan untuk menggambarkan alur dari proses produksi, yang dimulai dari bahan baku hingga produk jadi. Lewat pendekatan ini, kita bisa menganalisis kegiatan yang meningkatkan nilai serta yang tidak menambah nilai produksi (Ristyowati et al., 2017). VSM membantu perusahaan menemukan sumber-sumber pemborosan yang membuat proses produksi menjadi tidak efisien.

Melalui VSM, perusahaan dapat mengetahui aliran material, aliran informasi, waktu proses, dan waktu tunggu pada setiap aktivitas produksi. Menurut Komariah (2022), penggunaan *Value Stream Mapping* bisa membantu perusahaan untuk meminimalkan kegiatan yang tidak menambah nilai dan meningkatkan efektivitas produksi. *Value Stream Mapping* terdiri dari pemetaan kondisi saat ini dan pemetaan kondisi masa depan. Pemetaan keadaan saat ini digunakan untuk menunjukkan kondisi proses produksi pada saat ini, sementara *future state mapping* digunakan untuk merencanakan kondisi pembuatan lebih efisien setelah perbaikan dilaksanakan (Heizer et al., 2020).

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools (VALSAT) bisa dikatakan sebagai alat untuk menganalisis. Untuk memilih alat yang paling tepat dalam menemukan pemborosan pada proses produksi. VALSAT digunakan untuk membantu perusahaan memilih metode analisis yang dilakukan berdasarkan jenis limbah yang paling banyak muncul dalam sistem produksi (Ristyowati et al., 2017).

Beberapa alat yang ada di VALSAT mencakup Pemetaan Aktivitas Proses. (PAM), Matriks Respons Rantai Pasokan, Pemetaan Filter Kualitas, Permintaan. *Amplification Mapping*, dan *Decision Point Analysis*. Penggunaan VALSAT membantu membuat proses pengenalan limbah menjadi lebih teratur sehingga perusahaan. Dapat menentukan urutan perbaikan dengan lebih akurat (Komariah, 2022).

Melalui VALSAT, perusahaan dapat memilih tools yang paling efektif dalam menganalisis aktivitas produksi sehingga upaya pengurangan pemborosan dapat dilakukan secara optimal.

Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) bisa dikatakan sebagai alat Lean Manufacturing yang membantu menemukan dan mengelompokkan kegiatan. Aktivitas produksi dibagi menjadi tiga jenis, yaitu aktivitas yang meningkatkan nilai, aktivitas dibutuhkan tetapi tidak meningkatkan nilai, dan aktivitas yang tidak meningkatkan nilai (Ristyowati et al., 2017).

Aktivitas yang menambah nilai adalah kegiatan yang secara langsung memberikan nilai tambahan terhadap produk. Aktivitas yang dibutuhkan tetapi tidak meningkatkan nilai adalah kegiatan yang tidak memberikan nilai ekstra, tetapi tetap penting pada proses produksi. Dengan demikian, Aktivitas yang tidak meningkatkan nilai tambah adalah kegiatan yang sebaiknya dikurangi karena dapat menghamburkan waktu dan biaya produksi (Komariah, 2022).

Menurut Heizer et al. (2020), identifikasi aktivitas *non-value added* sangat penting untuk mengoptimalkan proses manufaktur. Dengan menggunakan PAM, perusahaan dapat mengetahui aktivitas yang menyebabkan *Waste* seperti *waiting*, *transportation*, dan *rework* akibat *defect* produk.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Analisis Mode Kegagalan dan Efek (FMEA) adalah sistem yang diterapkan untuk mengenali titik kegagalan dalam proses produksi dan mengevaluasi tingkat risiko yang terkait dengan setiap kegagalan yang terjadi (Puspitasari et al. , 2017). FMEA memfasilitasi perusahaan dalam menetapkan urutan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko dari kegagalan yang terjadi dalam proses produksi.

Proses FMEA melibatkan analisis terhadap tiga elemen utama, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* menggambarkan seberapa parah dampak dari kegagalan, *occurrence* menunjukkan berapa sering kegagalan itu terjadi, sedangkan *detection* menunjukkan sejauh mana sistem mampu mengetahui adanya kegagalan dalam proses produksi (Wicaksono & Yuamita, 2022).

Nilai *Risk Priority Number (RPN)* dihasilkan melalui perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

$$RPN=S \times O \times D$$

Menurut Puspitasari et al. (2017), metode FMEA digunakan untuk menentukan prioritas masalah yang harus segera diperbaiki agar risiko kegagalan produksi dapat diminimalkan. Penggunaan FMEA memaksimalkan metode kerja untuk meningkatkan efisiensi dan hasil akhir dan meminimalkan pemborosan pada proses produksi.

Defect Produk

Defect atau kerusakan produk ialah kondisi produk yang diproduksi tidak sesuai dengan spesifikasi teknis perusahaan (Rangga et al., 2025). Produk *defect* dapat disebabkan oleh kerusakan mesin, kesalahan operator, material yang tidak sesuai standar, maupun metode kerja yang kurang efektif (Keke et al., 2023).

Produk *defect* menyebabkan perusahaan harus melakukan *rework* atau *scrap* sehingga meningkatkan biaya produksi dan memperpanjang waktu produksi. Selain itu, tingginya jumlah *defect* juga dapat menurunkan produktivitas dan efektivitas proses produksi perusahaan (Wibisono, 2021).

Menurut Keke et al. (2023), pengendalian kualitas produksi sangat penting untuk meminimalkan produk *defect*. Pengawasan kualitas dimulai dari tahap pemeriksaan bahan baku, proses produksi, hingga pemeriksaan produk akhir agar mutu produk tetap sesuai standar perusahaan.

Efisiensi Produksi

Efisiensi produksi merupakan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan produk dengan penggunaan sumber daya secara optimal sehingga dapat menghasilkan output maksimal dengan biaya minimal (Heizer et al., 2020). Efisiensi produksi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti efektivitas mesin, metode kerja, keterampilan operator, dan kelancaran aliran proses produksi (Agus et al., 2025).

Menurut Wibisono (2021), rendahnya efektivitas mesin produksi dapat menyebabkan munculnya *six big losses* seperti *breakdown losses*, *reduced speed losses*, dan *defect losses* yang berdampak terhadap penurunan efisiensi produksi. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan pengendalian proses produksi secara optimal untuk meminimalkan pemborosan.

Penerapan Lean Manufacturing merupakan langkah yang tepat dalam memaksimalkan efisiensi produksi karena mampu mengurangi aktivitas *non-value added* serta memperbaiki aliran proses produksi secara berkelanjutan (Komariah, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. *Steel Pipe Industry of Indonesia* pada bagian produksi pipa baja *non-American Petroleum Institute (API)*. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *Lean Manufacturing* Untuk mengetahui dan mengevaluasi berbagai bentuk pemborosan (*Waste*) yang muncul dalam proses produksi (Sugiyono, 2022). Pengumpulan data dilaksanakan melalui observasi langsung pada aktivitas produksi, wawancara dengan operator serta supervisor produksi, dan studi dokumentasi data produksi. Data yang dikumpulkan meliputi aliran proses produksi, data produk *defect*, aktivitas produksi, waktu proses produksi, serta jenis *waste* yang terjadi pada setiap stasiun kerja.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi pembuatan dianalisis guna pendekatan *Value Stream Mapping (VSM)*. Selanjutnya, dilakukan identifikasi jenis pemborosan (*Waste*) yang dominan dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Setelah *Waste* dominan teridentifikasi, analisis dilanjutkan dengan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* guna menentukan alat analisis yang paling sesuai dalam mengidentifikasi pemborosan pada proses produksi. Selanjutnya, dilakukan *Process Activity Mapping (PAM)* untuk menilai kegiatan produksi pada kategori *value added activity*, *necessary but non-value added activity*, dan *non-value added activity*. Tahap akhir menggunakan analisis dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengidentifikasi penyebab utama pemborosan serta menetapkan prioritas perbaikan yang perlu dilakukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (Wicaksono & Yuamita, 2022). Tahap akhir penelitian dilakukan dengan menyusun usulan perbaikan guna mengurangi *Waste* pada pembuatan pipa baja non-API di PT. *Steel Pipe Industry of Indonesia*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Perusahaan

PT. XYZ adalah manufaktur beroperasi dalam sektor produksi pipa baja. Produk yang dihasilkan digunakan untuk kebutuhan konstruksi, industri, dan kebutuhan umum lainnya. Salah satu produk yang diproduksi adalah pipa baja *non-American Petroleum Institute (API)*. Proses produksi pipa baja non-API dilakukan dengan tahap persiapan bahan pokok, pembentukan spiral, pengelasan, pemotongan, pemeriksaan kualitas, hingga proses *finishing*. Aktivitas produksi dilakukan secara terus menerus untuk memenuhi target produksi perusahaan. Dalam pelaksanaannya, proses produksi masih mengalami beberapa kendala yang menyebabkan pemborosan pada aktivitas produksi. Pemborosan tersebut berdampak terhadap peningkatan *lead time* produksi serta menurunkan efisiensi proses produksi perusahaan.

PT. XYZ termasuk perusahaan manufaktur pipa baja di Indonesia yang sudah menerapkan berbagai sistem teknologi dan pengelolaan perusahaan untuk mendukung aktivitas operasional dan produksi perusahaan (Anggraini & Bisma, 2021). Menurut Heizer et al. (2020), sistem operasional perusahaan yang terintegrasi dapat membantu meningkatkan efektivitas proses produksi dan mendukung pengendalian aktivitas kerja secara lebih optimal.

Data Produk Cacat

Dilihat dari data produksi di periode bulan Juli - Desember 2025, masih ditemukan kerusakan produk atau barang cacat pada beberapa mesin spiral produksi. Tingginya jumlah *defect* menunjukkan bahwa proses produksi masih belum berjalan secara optimal.

Tabel 1. Data Produk *Defect* Mesin Spiral.

Bulan	Mesin Spiral 1	Mesin Spiral 2	Mesin Spiral 3	Mesin Spiral 4
Juli 2025	12	15	18	14
Agustus 2025	10	14	17	13
September 2025	11	13	19	15
Oktober 2025	13	16	20	17
November 2025	12	15	18	16
Desember 2025	14	17	21	18

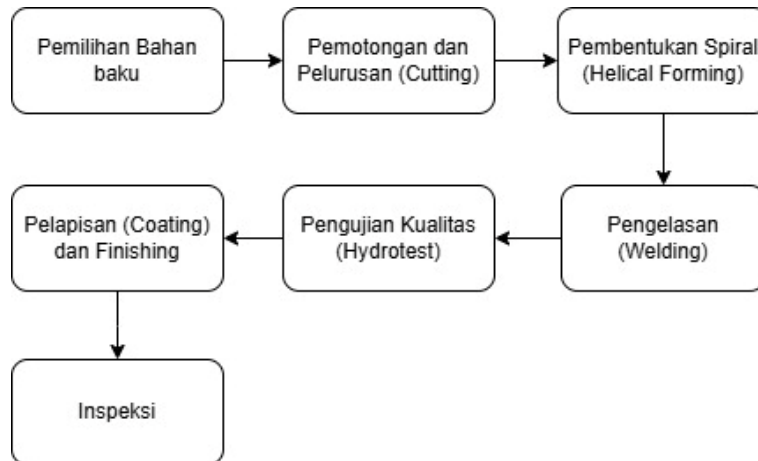
Data *defect* menunjukkan bahwa mesin spiral 3 mempunyai total produk rusak tertinggi jika dibandingkan dengan mesin lainnya. Kondisi itu memperlihatkan bahwa proses kualitas belum optimal maka perlunya dilaksanakan evaluasi dan perbaikan proses produksi (Keke et al., 2023).

Produk *defect* menyebabkan perusahaan harus melakukan *rework* bahkan *scrap* sehingga meningkatkan biaya produksi dan memperpanjang waktu produksi. Selain itu, tingginya jumlah produk cacat dapat mempengaruhi efektivitas proses produksi perusahaan.

Alur Proses Produksi

Proses produksi pipa baja non-API di departemen produksi PT. XYZ digambarkan dalam diagram alur proses produksi. Alur tersebut melibatkan tahapan utama seperti persiapan bahan baku, pemotongan (*cutting*), pembentukan (*forming*), pengelasan (*welding*), *sizing*, *finishing*, serta penyimpanan produk jadi.

Pada tahapan proses produksi tersebut, ditemukan *bottleneck* di stasiun pengelasan (*welding*). Penyumbatan ini disebabkan oleh ketidakstabilan parameter pengelasan dan seringnya *downtime* mesin, sehingga menghambat kelancaran alur produksi secara keseluruhan.



Gambar 1. Alur Proses Produksi.

Berdasarkan Gambar 1, proses produksi pipa baja non-API di PT. XYZ dimulai dari pemilihan bahan baku berupa coil baja berkualitas tinggi yang memenuhi standar komposisi kimia dan sifat mekanik perusahaan. Selanjutnya bahan baku dipotong dan diluruskan agar lembaran baja memiliki permukaan yang rata serta sesuai ukuran produksi.

Setelah proses pelurusan selesai, lembaran baja dibentuk menjadi tabung spiral menggunakan mesin spiral *forming*. Pada tahap ini baja digulung dan dilas secara terus-menerus hingga membentuk pipa sesuai diameter yang diinginkan. Tahapan berikutnya adalah proses pengelasan (*welding*) menggunakan metode *submerged arc welding* (SAW) untuk memastikan sambungan pipa kuat dan tidak mengalami kebocoran.

Pipa yang telah terbentuk kemudian menjalani proses pengujian kualitas seperti uji tekanan, radiografi, dan ultrasonik untuk memastikan produk memenuhi standar kualitas perusahaan. Setelah lolos pengujian, produk masuk ke tahap pelapisan dan *finishing* untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi serta memperbaiki kualitas permukaan produk.

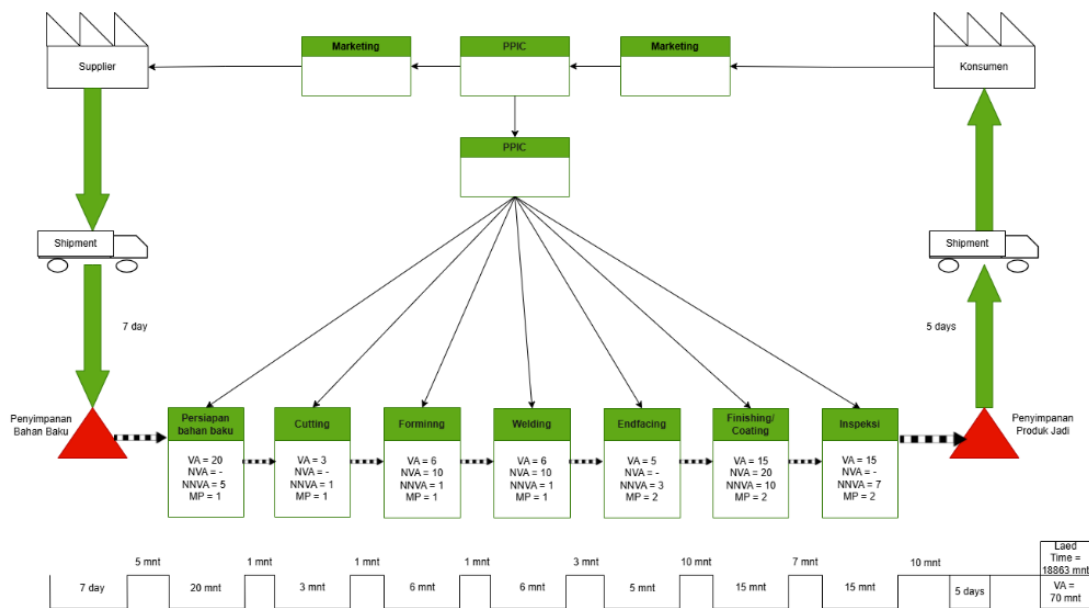
Tahap terakhir adalah inspeksi akhir yang dilakukan mulai dari pemeriksaan bahan baku, proses produksi, hingga produk jadi sebelum didistribusikan. Inspeksi dilakukan untuk memastikan ukuran, kualitas sambungan las, *coating*, serta kondisi visual produk sesuai standar perusahaan dan kebutuhan pelanggan.

Value Stream Mapping (VSM)

Pemetaan Aliran Nilai (*Value Stream Mapping* atau VSM) merupakan teknik yang diterapkan untuk memblok keseluruhan rangkaian pembuatan beserta alur informasi, dimulai bahan pokok sampai produk akhir diterima konsumen. VSM mencerminkan kegiatan yang berlangsung selama pembuatan, termasuk kegiatan yang memberikan nilai tambah serta yang tidak menambah nilai, sehingga dapat membantu untuk mengidentifikasi area yang mengalami

pemborosan. Dalam pemetaannya, VSM juga biasanya dilengkapi informasi tiap stasiun/proses seperti waktu siklus dan jumlah operator.

Secara lebih spesifik, VSM berfungsi sebagai alat visual Lean Manufacturing yang memungkinkan analisis kondisi saat ini (*current state*) untuk mengidentifikasi ketujuh jenis *Waste* -seperti overproduksi, menunggu, transportasi berlebih, gerakan tidak perlu, proses berlebihan, inventori berlebih, dan cacat-serta merancang kondisi masa depan (*future state*) dengan perbaikan seperti penerapan *pull system* atau pengurangan *setup time*, sehingga meningkatkan efisiensi alur nilai secara keseluruhan.



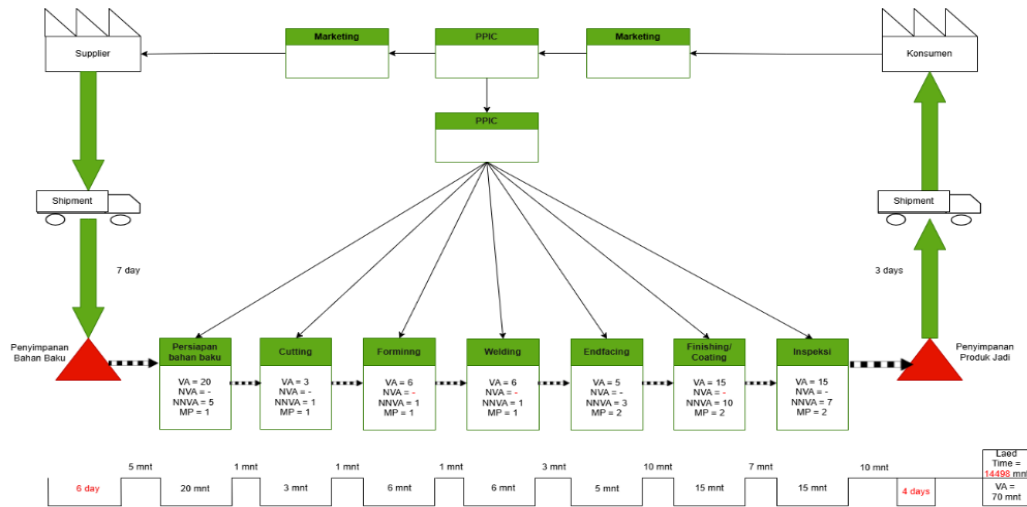
Gambar 2. *Current Stase Mapping.*

Gambar tersebut menunjukkan *Current State Value Stream Mapping* (VSM) pada pembuatan pipa baja mulai supplier sampai produk diterima oleh konsumen. Diagram ini menggambarkan aliran informasi serta aliran material selama berlangsungnya pembuatan, serta menunjukkan aktivitas *value added* (VA), *non value added* (NVA), *necessary non value added* (NNVA), *motion process* (MP), dan waktu proses pada setiap tahapan pembuatan produk.

Aliran informasi diawali dari konsumen yang mengirimkan permintaan produk kepada bagian *marketing*. Informasi tersebut kemudian diteruskan ke bagian *PPIC* (*Production Planning and Inventory Control*) untuk dilakukan proses perencanaan dan pengendalian produksi. Setelah jadwal produksi ditentukan, *PPIC* memberikan instruksi kerja kepada seluruh bagian produksi agar proses produksi berjalan sesuai target dan kebutuhan pelanggan.

Aliran material dimulai dari supplier yang mengirimkan bahan baku menggunakan *shipment* menuju area penyimpanan bahan baku dengan durasi pengiriman selama 7 hari. Setelah bahan baku tersedia, proses produksi dimulai melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan

bahan baku, *cutting*, *forming*, *welding*, *endfacing*, *finishing/coating*, dan inspeksi. Setelah seluruh proses selesai, produk jadi disimpan di area penyimpanan produk jadi sebelum dikirimkan kepada konsumen dengan waktu distribusi selama 5 hari.



Gambar 3. Future State Value Stream Mapping.

Timeline proses pada bagian bawah VSM, diketahui total *Value Added* (VA) selama proses produksi sebesar 70 menit, sedangkan total *Lead Time* mencapai 14.498 menit. Perbedaan yang cukup besar antara waktu bernilai tambah dan total *lead time* menunjukkan masih terdapat tindakan yang tidak menambah manfaat dalam proses pembuatan. Pemborosan terbesar berasal dari waktu penyimpanan material bahan baku selama 6 hari serta penyimpanan produk jadi selama 4 hari, sehingga menyebabkan waktu tunggu menjadi sangat panjang. Kondisi ini mengindikasikan bahwa *Waste* berupa *waiting* dan *inventory* masih cukup dominan pada proses produksi.

Secara keseluruhan, hasil *Current State Value Stream Mapping* menunjukkan bahwa pembuatan pipa baja di PT.SPINDO Unit 4 masih memiliki peluang perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses. Upaya perbaikan dapat difokuskan pada pengurangan waktu tunggu, pengendalian persediaan, pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah, serta peningkatan kelancaran aliran material antar proses. Dengan melakukan perbaikan tersebut, perusahaan diharapkan mampu menurunkan *lead time* produksi dan meningkatkan efektivitas proses secara keseluruhan.

Perhitungan waktu sesudah perbaikan adalah sebagai berikut:

- Jumlah *Value Added* = 70 Menit
- Total *Non Value Added* = 14.400 Menit
- Necessary but NonnValue Added* = 28 Menit
- Seluruh Waktu Produksi = 14.498 Menit

Identifikasi Waste Dominan

Hal ini dilaksanakan menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* dan *Waste Relationship Matrix*. Hasil analisis menandakan *Waste* berpengaruh pada pembuatan pipa baja non-API adalah *defect*, *waiting*, dan *transportation*.

Tabel 2. Hasil Identifikasi *Waste* Dominan.

Jenis <i>Waste</i>	Persentase
<i>Defect</i>	28%
<i>Waiting</i>	24%
<i>Transportation</i>	20%
<i>Motion</i>	12%
<i>Inventory</i>	8%
<i>Overproduction</i>	5%
<i>Overprocessing</i>	3%

Waste defect menjadi pemborosan tertinggi karena masih banyak ditemukan produk cacat pada proses produksi. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan aktivitas *rework* dan *scrap* sehingga meningkatkan biaya produksi Perusahaan.

Waste waiting terjadi akibat keterlambatan perpindahan material dan waktu tunggu antar proses produksi. Sedangkan *waste transportation* terjadi akibat susunan tata letak material serta aliran proses produksi yang belum berjalan secara optimal sehingga menyebabkan perpindahan material menjadi lebih panjang.

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Berdasarkan Hasil dari VALSAT menunjukkan bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) adalah alat yang paling tepat untuk menganalisis kegiatan produksi. PAM digunakan untuk menemukan kegiatan yang meningkatkan nilai dan yang tidak menambah nilai.

Tabel 3. Hasil VALSAT.

Tools VALSAT	Nilai
<i>Process Activity Mapping</i>	820
<i>Supply Chain Response Matrix</i>	540
<i>Quality Filter Mapping</i>	470
<i>Demand Amplification Mapping</i>	310
<i>Decision Point Analysis</i>	260

Hasil analisis menunjukkan bahwa *Process Activity Mapping* memiliki nilai tertinggi dibandingkan tools lainnya sehingga dipilih sebagai metode utama dalam analisis aktivitas produksi. PAM digunakan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas produksi mulai dari material masuk hingga menjadi produk akhir hingga dapat diketahui kegiatan yang menambah

nilai maupun kegiatan yang tidak bernilai tambah terhadap prodak (Ristyowati et al., 2017).

Melalui analisis PAM, perusahaan dapat mengetahui aktivitas yang menyebabkan pemborosan seperti *waiting*, *transportation*, dan aktivitas pemeriksaan ulang akibat produk *defect*. Aktivitas tersebut termasuk kategori *non-value added* karena tidak berkontribusi nilai pada produk tetapi menggunakan waktu dan sumber daya perusahaan. Menurut Komariah (2022), identifikasi aktivitas *non-value added* sangat penting dalam pendekatan Lean Manufacturing karena aktivitas tersebut dapat meningkatkan *lead time* produksi dan menurunkan efisiensi proses kerja. Selain itu, penggunaan PAM juga membantu perusahaan dalam mengevaluasi efektivitas aliran proses produksi dan menentukan prioritas perbaikan pada aktivitas yang paling banyak menimbulkan pemborosan. Aktivitas *necessary but non-value added* tetap diperlukan dalam pembuatan, namun perlu diminimalkan agar proses kerja menjadi lebih efisien. Sedangkan aktivitas *value added* harus dipertahankan karena memberikan kontribusi langsung terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil VALSAT, diketahui bahwa masih terdapat aktivitas produksi yang belum berjalan secara optimal sehingga diperlukan evaluasi terhadap sistem kerja perusahaan. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan upaya perbaikan metode kerja, pengaturan aliran material, serta pengurangan aktivitas *non-value added* agar proses prosesnya dapat berlangsung dengan lebih optimal (Heizer et al., 2020).

Process Activity Mapping (PAM)

Analisis *Process Activity Mapping* dilakukan untuk mengidentifikasi proporsi aktivitas produksi berdasarkan kategori *value added* dan *non-value added*.

Tabel 4. Hasil *Process Activity Mapping*.

Jenis Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Persentase
<i>Value Added</i>	18	46%
<i>Necessary but Non Value Added</i>	12	31%
<i>Non Value Added</i>	9	23%

Berdasarkan hasil PAM bisa diketahui jika masih terdapat kegiatan *non-value added* yaitu berkisar 23%. Aktivitas tersebut terdiri dari *waiting*, *transportation*, dan aktivitas pemeriksaan ulang akibat *defect* produk.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Analisis Mode ini diterapkan untuk mengungkap faktor-faktor utama yang menyebabkan terjadinya pemborosan serta menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Angka Prioritas Risiko* (RPN). Pendekatan FMEA dilakukan melalui nilai keparahan, frekuensi, serta kemampuan untuk mendeteksi, pada setiap kemungkinan kegagalan, proses

produksi sehingga dapat ditentukan masalah yang perlu segera dilakukan perbaikan. (Budi Puspitasari et al., 2017).

Penggunaan metode FMEA dalam riset ini dimaksudkan untuk menganalisis faktor utama pemicu pemborosan pada pembuatan pipa baja non-API di PT. XYZ. Berdasarkan hasil analisis FMEA diketahui bahwa kerusakan mesin produksi paling tinggi sehingga menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan proses produksi. Kerusakan mesin dapat menyebabkan terjadinya *downtime* produksi, peningkatan *waiting time*, serta meningkatnya jumlah produk *defect* pada proses produksi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efektivitas mesin produksi sangat mempengaruhi kelancaran proses produksi perusahaan. Menurut Wibisono (2021), rendahnya efektivitas mesin produksi dapat menyebabkan munculnya *six big losses* seperti *breakdown losses*, *reduced speed losses*, dan *defect losses* yang berdampak terhadap penurunan efisiensi produksi. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan perawatan mesin secara rutin untuk menjaga stabilitas proses produksi dan meminimalkan pemborosan akibat kerusakan mesin.

Tabel 5. Hasil Analisis FMEA.

Penyebab <i>Waste</i>	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Kerusakan mesin produksi	8	7	6	336
Kesalahan operator	7	6	5	210
Material tidak sesuai	6	5	5	150
Metode kerja kurang efektif	7	5	4	140

Berdasarkan hasil FMEA diketahui bahwa kerusakan mesin produksi memiliki nilai RPN paling tinggi sehingga menjadi prioritas utama dalam perbaikan proses produksi. Kerusakan mesin dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan proses produksi dan meningkatkan jumlah produk *defect* (Sihombing, 2023).

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis Lean Manufacturing, beberapa usulan perbaikan yang bisa dilaksanakan perusahaan antara lain:

- a. Melaksanakan perawatan mesin produksi dengan rutin untuk meminimalkan adanya gangguan pada mesin.
- b. Memberikan pelatihan kepada operator produksi untuk meningkatkan keterampilan kerja.
- c. Memperbaiki aliran perpindahan material agar *transportation* lebih efisien.
- d. Mengurangi *waiting time* dengan memperbaiki koordinasi antar proses produksi.
- e. Melakukan pengawasan kualitas produk secara berkala untuk mengurangi *defect*.
- f. Menata ulang area kerja agar aktivitas produksi lebih efektif dan ergonomis.

Usulan perbaikan tersebut diharapkan dapat mengurangi aktivitas *non-value added* agar pembuatan menjadi lebih optimal. Implementasi *Lean Manufacturing* secara konsisten dapat membantu perusahaan meningkatkan kualitas produksi dan meminimalkan pemborosan pada proses produksi (Ristyowati et al., 2017).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* pada proses produksi pipa baja *non-American Petroleum Institute* (API) di PT. XYZ, diketahui bahwa masih terdapat berbagai aktivitas pemborosan (*Waste*) yang menyebabkan proses produksi belum berjalan secara optimal. *Waste* dominan yang ditemukan meliputi *defect*, *waiting*, dan *transportation*. *Waste defect* merupakan pemborosan tertinggi karena masih ditemukan produk cacat pada beberapa mesin spiral produksi yang mengakibatkan terjadinya aktivitas *rework* dan *scrap*, sehingga berdampak pada peningkatan biaya produksi dan *lead time*. Hasil analisis *Value Stream Mapping* (VSM) menunjukkan bahwa aktivitas *non-value added* masih cukup tinggi. Berdasarkan *current state mapping*, total *value added* hanya sebesar 70 menit, sedangkan total *lead time* mencapai 14.498 menit. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar waktu produksi digunakan untuk aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, terutama pada aktivitas *waiting* dan *inventory*. Hasil *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan bahwa aktivitas *non-value added* mencapai 23% dari total aktivitas produksi sehingga diperlukan perbaikan terhadap aliran proses produksi perusahaan. Selain itu, hasil identifikasi *Waste* menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* dan *Waste Relationship Matrix* menunjukkan bahwa *Waste defect* memiliki persentase tertinggi sebesar 28%, diikuti oleh *waiting* sebesar 24% dan *transportation* sebesar 20%. Hal ini mengindikasikan bahwa pengendalian kualitas, pengaturan aliran material, dan koordinasi antarproses produksi masih belum berjalan secara optimal.

Berdasarkan hasil *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), kerusakan mesin produksi menjadi penyebab utama pemborosan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 336. Selain itu, faktor lain seperti kesalahan operator, material yang tidak sesuai standar, dan metode kerja yang kurang efektif juga berkontribusi terhadap terjadinya *Waste* pada proses produksi. Kerusakan mesin menyebabkan *downtime* produksi, peningkatan *waiting time*, serta bertambahnya jumlah produk *defect* yang pada akhirnya menurunkan efisiensi produksi perusahaan. Penerapan *Lean Manufacturing* melalui metode VSM, VALSAT, PAM, dan FMEA mampu membantu perusahaan dalam mengidentifikasi aktivitas pemborosan serta menentukan prioritas perbaikan proses produksi. Dengan

implementasi perbaikan yang tepat, perusahaan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi, mengurangi aktivitas *non-value added*, meminimalkan *defect* produk, serta meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan disarankan untuk melakukan perawatan mesin produksi secara berkala dan terjadwal guna mengurangi risiko kerusakan mesin serta meminimalkan *downtime* produksi yang dapat meningkatkan *waiting time* dan jumlah produk cacat. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan pengawasan kualitas pada setiap tahapan produksi, khususnya pada proses *welding* dan *forming*, agar jumlah produk *defect* dapat diminimalkan sehingga aktivitas *rework* dan *scrap* dapat dikurangi. Peningkatan keterampilan operator melalui pelatihan juga perlu dilakukan agar kesalahan kerja dapat diminimalkan dan proses produksi berjalan lebih stabil serta efisien. Perbaikan tata letak area produksi dan aliran perpindahan material juga diperlukan untuk mengurangi *Waste transportation* dan memperlancar aliran proses antar stasiun kerja. Selanjutnya, perusahaan disarankan untuk melakukan evaluasi secara berkala terhadap aktivitas *non-value added* yang masih terjadi sehingga perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) dapat diterapkan secara konsisten. Penerapan Lean Manufacturing secara menyeluruh dan berkelanjutan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas proses produksi, mengurangi *lead time*, meningkatkan kualitas produk, serta memperkuat daya saing perusahaan industri manufaktur pipa baja.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraini, D., & Bisma, R. (2021). Perencanaan tata kelola keamanan informasi dalam penerapan cloud computing menggunakan ISO 27001:2013 pada PT. SPINDO, Tbk. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 3(1), 46–54. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v3n01.p46-54>
- Budi Puspitasari, N., Padma Arianie, G., & Adi Wicaksono, P. (2017). Analisis identifikasi masalah dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan risk priority number (RPN) pada sub assembly line (Studi kasus: PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia). *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 77–84. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.77-84>
- Faudjie, W. A., & Sagaf, M. (2025). Studi kasus penerapan continuous review sistem (Q) dalam manajemen persediaan untuk optimalisasi biaya produksi di UD. Indokarya Brass. *Manufaktur: Publikasi Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Industri*, 3(3), 37–54. <https://doi.org/10.61132/manufaktur.v3i3.1033>
- Heizer, J. H., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th global ed.). Pearson.
- Hermawan, A. G., & Desmira, D. (2025). Analisis kinerja vMix Pro dalam meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas tayangan di RRI Banten. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 3(5), 220–227. <https://doi.org/10.61132/mars.v3i5.1151>

- Keke, Y., V., Putrianto, V., Basyar Azzuhri, M., Pratiwi Perwitasari, E., & Y. (2023). An analysis of quality control on *defect ive* products at PT. Signore. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i9.13396>
- Komariah, I. (2022). Penerapan lean manufacturing untuk mengidentifikasi pemborosan (*Waste*) pada produksi wajan menggunakan value stream mapping (VSM) pada Perusahaan Primajaya Alumunium Industri di Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 8(2), 109–118. <https://doi.org/10.25157/jmt.v8i2.2668>
- Muhammad Tengku Sadewa, M., & Sutabri, T. (2024). Perancangan sistem informasi pendataan inventory aset pada Depot Kayu Kusen Laris III. *Switch: Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, 3(1), 11–17. <https://doi.org/10.62951/switch.v3i1.313>
- Rangga, N. D., Trio, U. A., Gunawan, A. R. S., & Budiharjo, B. (2025). Penerapan time and motion study dalam upaya perbaikan waktu pada proses produksi CV. JM Putra. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*, 3(4), 199–209. <https://doi.org/10.61132/konstruksi.v3i4.1147>
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). Minimasi *Waste* pada aktivitas proses produksi dengan konsep lean manufacturing (Studi kasus di PT. Sport Glove Indonesia). *OPSI*, 10(1), 85–96. <https://doi.org/10.31315/opsi.v10i1.2191>
- Sihombing, G. (2023). Analisis penentuan target objektif pemeliharaan mesin berdasarkan kriteria downtime. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 4(2), 78–83. <https://doi.org/10.31294/imtechno.v4i2.1950>
- Wardana, A. P., & Widiasih, W. (2023). Penerapan DMAIC dan FMEA untuk pengendalian kualitas produk kemasan kertas perusahaan percetakan PT. XYZ. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 5(1), 47–55. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4562>
- Wibisono, D. (2021). Analisis overall equipment effectiveness (OEE) dalam meminimalisasi six big losses pada mesin bubut (Studi kasus di Pabrik Parts PT XYZ). *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(1). <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.6130>
- Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian kualitas produksi sarden menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan fault tree analysis (FTA) untuk meminimalkan cacat kaleng di PT XYZ. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(3). <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.44>
- Zulfikar, M., Maryadi, M., Arifiansah, A., & Fahrudin, T. (2025). Analisa perbandingan hasil pengelasan GTAW dan SMAW pada pipa A36 dengan metode uji radiografi. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(4), 208–218. <https://doi.org/10.61132/venus.v3i4.1062>