

PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DMAIC DALAM OPTIMALISASI OVERCAPACITY GUDANG CHEMICAL PLANT MARUNDA PT SMART TBK

Optimizing Warehouse Overcapacity at PT SMART Tbk Marunda Chemical Plant Through the Lean Six Sigma DMAIC Approach

¹Gunaika Clarissa Novrianne*, ²Made Nindya Kirana, ³Eldwin Junius

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

³PT Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk

¹clarissa4113@gmail.com, ²nindya.kirana@unud.ac.id, ³eldwinjunius@gmail.com

INFO ARTIKEL

Disetujui 06 Agustus 2025

doi: 10.24843/JRATI.2025.v03.i01.p12
page 89-94

Kata Kunci:

Bahan Kimia, Gudang, Lean Manufacturing, Overcapacity, Six Sigma

A B S T R A K

PT SMART Tbk merupakan salah satu perusahaan pengolah kelapa sawit terbesar di Indonesia. Dalam proses produksinya, perusahaan menggunakan berbagai jenis chemical yang disimpan di gudang khusus. Data menunjukkan bahwa kapasitas pallet di gudang chemical Plant Marunda sering mengalami kondisi full capacity bahkan overcapacity, yang berisiko menghambat kelancaran proses produksi, seperti terhambatnya arus keluar-masuk barang dan penumpukan material. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis pemborosan (waste) yang berkontribusi terhadap overcapacity serta menemukan akar penyebab utama dari permasalahan tersebut. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada gudang chemical di Plant Marunda, dengan fokus pada aktivitas inbound produk flavor (kode VO16745) dan aktivitas outbound ingredients (kode Salt 300265). Berdasarkan analisis menggunakan Process Activity Mapping dan Value Stream Mapping, ditemukan tingkat waste sebesar 56%, dengan total cycle time sebesar 3528 detik dan value added time sebesar 1536 detik. Waste yang terjadi secara langsung berkontribusi terhadap overcapacity dan menurunkan efisiensi proses gudang. Melalui pendekatan Lean Six Sigma DMAIC, identifikasi akar permasalahan dilakukan menggunakan Fishbone Diagram dan Root Cause Analysis. Faktor utama yang ditemukan meliputi ukuran packing dan MOQ vendor yang besar, peningkatan permintaan tahunan, keterbatasan tenaga kerja, keterbatasan luas gudang, pintu unloading yang sempit, aisle yang terbatas, serta kekurangan pallet dan shelf. Sebagai rekomendasi, diajukan solusi berupa perluasan area gudang, penambahan operator, perbesaran pintu unloading, serta peningkatan jumlah pallet dan shelf guna mengoptimalkan operasional dan mengurangi risiko overcapacity.

A B S T R A C T

PT SMART Tbk is one of the largest palm oil processing companies in Indonesia. In its production process, the company uses various types of chemicals stored in a dedicated chemical warehouse. Data shows that the pallet capacity at the chemical warehouse in the Marunda Plant frequently reaches full capacity or even overcapacity, which poses a risk of disrupting production flow, such as delays in the movement of materials and accumulation of stock. This study aims to identify the types of waste that contribute to overcapacity and determine the root causes of the problem. The research is limited to the chemical warehouse at the Marunda Plant, focusing on inbound activities for flavor products (code VO16745) and outbound activities for ingredients (code Salt 300265). Based on the analysis using Process Activity Mapping and Value Stream Mapping, the waste level in warehouse operations was found to be 56%, with a total cycle time of 3,528 seconds and a value-added time of 1,536 seconds. This waste directly contributes to overcapacity and decreases warehouse efficiency. Using the Lean Six Sigma DMAIC approach, the root causes were identified through Fishbone Diagram and Root Cause Analysis. The main contributing factors include large vendor packing sizes and minimum order quantities (MOQ), increasing annual demand, limited manpower, narrow warehouse space, small unloading doors, narrow aisles, and a lack of pallets and shelves. As a solution, it is recommended to expand the warehouse area, add more operators, enlarge the unloading doors, and increase the number of pallets and shelves to optimize operations and reduce the risk of overcapacity.

*Corresponding author: clarissa4113@gmail.com

PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DMAIC DALAM OPTIMALISASI OVERCAPACITY GUDANG CHEMICAL PLANT MARUNDA PT SMART TBK

I. PENDAHULUAN

Gudang berfungsi sebagai lokasi untuk menampung produk yang telah diproduksi maupun yang akan didistribusikan. Mengingat peranannya yang krusial dalam penyimpanan, diperlukan strategi pengelolaan ruang yang efisien dan mampu merespons kebutuhan operasional secara optimal[1]. Gudang penyimpanan *chemical* merupakan salah satu aset yang harus dijaga keberlangsungannya oleh perusahaan. Meskipun pengelolaan gudang memiliki peran penting dalam operasional bisnis, sering kali aspek ini terabaikan. Hal tersebut mengakibatkan berbagai permasalahan, seperti tata letak yang tidak optimal, ketiadaan prinsip pengelolaan yang jelas, fasilitas penyimpanan *chemical* yang kurang memadai, serta kapasitas gudang yang tidak mencukupi untuk menampung bahan baku. Permasalahan tersebut dapat mengganggu kegiatan produksi di perusahaan seperti pencarian, pengambilan *chemical* sulit, dan memerlukan waktu yang lama, serta menghambat aliran perpindahan *chemical* baik di dalam maupun di luar gudang [2].

Sektor kelapa sawit di Indonesia memainkan peran penting dalam mendukung perekonomian negara. Indonesia menempati posisi sebagai penghasil utama minyak sawit dunia, dengan kontribusi sekitar 58% terhadap total produksi global *Crude Palm Oil* (CPO). Selain itu, Indonesia juga menjadi pemimpin pasar ekspor CPO dengan kontribusi sekitar 56% dari total ekspor dunia [3].

PT SMART Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri kelapa sawit. PT SMART Tbk memiliki fasilitas pabrik di Marunda yang mencakup proses produksi serta gudang untuk penyimpanan bahan baku dan produk jadi. Sebagai produsen margarin, minyak goreng, dan *shortening*, perusahaan menggunakan berbagai bahan tambahan (*chemical*) dalam proses produksinya yang disimpan di gudang khusus untuk *flavor* dan *ingredients* di Plant Marunda.

Pada tahun 2024, kapasitas *pallet position* di Gudang Chemical Plant Marunda sempat mencapai penuh (*full capacity*) bahkan melebihi kapasitas (*overcapacity*), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1 di bawah ini. Rata-rata penggunaan *pallet position* sepanjang tahun 2024 tercatat sebesar 95%, yang mencerminkan tingkat pemakaian palet yang sangat tinggi.

Tabel 1. *Pallet Position*

Month	Current Capacity (Pallet position)	Average Usage (Pallet position)	%
Jan-24	44	40	91%
Feb-24	44	40	91%
Mar-24	44	43	98%
Apr-24	44	40	91%
May-24	44	45	102%
Jun-24	44	44	100%
Jul-24	44	41	93%
Aug-24	44	41	93%
Sep-24	44	42	95%
Oct-24	44	44	100%
Nov-24	44	40	91%
Dec-24	44	40	91%
Average	44	42	95%

Berdasarkan Tabel 1, kapasitas gudang *chemical* di Plant Marunda hanya sebesar 44 pallet dan tidak pernah mengalami penambahan. Kondisi ini diperburuk oleh tren peningkatan pemakaian *chemical* seperti terlihat pada Gambar 1 bahwa jumlah pemakaian *chemical* mencapai 852.723 kg pada tahun 2024.



Gambar 1 Grafik Pemakaian Chemical Marunda 2020-2024

Ketidakseimbangan antara peningkatan pemakaian *chemical* dan kapasitas penyimpanan yang terbatas menunjukkan adanya potensi permasalahan dalam manajemen gudang. Selain itu, perluasan gudang tidak pernah dilakukan, sehingga dapat memicu terjadinya *overcapacity*, yang berisiko menghambat efisiensi operasional dan keamanan penyimpanan bahan kimia. Saat ini, perusahaan telah menerapkan metode FEFO (*First Expired, First Out*) dan metode ABC dalam pengelolaan gudang. Namun, permasalahan *overcapacity* masih kerap terjadi, yang berdampak pada keterbatasan ruang penyimpanan dan efisiensi operasional.

Oleh karena itu, berdasarkan dua faktor utama yaitu keterbatasan kapasitas pallet dan meningkatnya pemakaian *chemical*, metode *Lean Six Sigma* diterapkan untuk menelusuri lebih lanjut apakah terdapat faktor lain yang turut berkontribusi terhadap terjadinya *overcapacity* di gudang *chemical Plant Marunda*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis *waste* yang terjadi yang berkontribusi terhadap permasalahan *overcapacity* pada gudang, serta menemukan akar penyebab dari permasalahan *overcapacity* tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kontribusi aktivitas pemborosan (*waste*) dalam operasional gudang di Pabrik Marunda terhadap terjadinya *overcapacity* dan mengidentifikasi akar penyebab *overcapacity*, serta memberikan solusi yang efektif. Penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup gudang *chemical* yang berada di Plant Marunda. Fokus penelitian mencakup aktivitas *inbound* untuk produk *flavor* dengan kode VO16745 dan aktivitas *outbound* untuk *ingredients* dengan kode Salt 300265.

II. TINJAUAN LITERATUR

Pengkajian terhadap permasalahan terkait *overcapacity* di gudang *chemical* PT SMART Tbk perlu dilakukan mengingat bahwa kondisi ini berpotensi menghambat aktivitas operasional gudang serta mengganggu kelancaran arus barang masuk dan keluar.

Ketidakseimbangan antara kapasitas penyimpanan dan volume barang yang ditangani dapat menyebabkan ineffisiensi logistik, yang pada akhirnya berdampak pada keterlambatan suplai bahan dan terganggunya proses produksi.

Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit adalah salah satu jenis minyak nabati yang penggunaannya sangat masif di tingkat global, dengan Indonesia menjadi negara dengan produksi dan ekspor *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia [4]. Tanaman kelapa sawit saat ini memegang peran penting dalam sektor pertanian secara umum, terutama dalam sektor perkebunan. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya menghasilkan minyak atau lemak, menjadikannya salah satu tanaman perkebunan yang bernilai tinggi [5].

Hasil produksi dari kelapa sawit dapat diolah menjadi berbagai bahan, termasuk *Crude Palm Oil* (CPO), sebagai bahan baku utama dalam produk-produk berbasis kelapa sawit; *Palm Kernel Oil* (PKO) untuk produk makanan dan kosmetik; minyak goreng sebagai bahan memasak; margarin dan *shortening* sebagai produk olahan lemak nabati; *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) untuk industri makanan dan kosmetik; asam laurat (*Lauric Acid*) yang digunakan dalam pembuatan sabun dan produk perawatan pribadi; *Coconut-Based Surfactants* (CBS) untuk deterjen dan produk pembersih; serta *Palm Kernel Expeller* (PKE) yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau bahan bakar.

Gudang

Gudang berfungsi sebagai tempat menyimpan barang atau bahan baku yang disiapkan untuk digunakan dalam proses produksi sesuai dengan jadwal operasional yang telah ditentukan. Sistem pergudangan yang baik harus mampu mengoptimalkan pemanfaatan ruang penyimpanan secara efisien, sehingga dapat meminimalkan ketidakefektifan penggunaan ruang yang berpotensi menyebabkan kelebihan barang yang tidak tertampung di dalam gudang [4].

Dalam mendukung kelancaran proses dan aktivitas pengelolaan barang, gudang memiliki beberapa fungsi utama [5], yaitu :

- a. Penerimaan (*receiving*) : Merupakan tahap awal dalam penerimaan material yang dipesan oleh perusahaan, di mana gudang bertanggung jawab untuk memastikan jumlah material yang diterima sesuai dengan pesanan serta mendistribusikannya ke area produksi.
- b. Persediaan (*inventory*) : Berfungsi untuk memastikan ketersediaan barang guna memenuhi permintaan sesuai dengan target perusahaan dalam memberikan kepuasan kepada pelanggan.
- c. Penyisihan (*put away*) : Proses pemindahan barang ke lokasi penyimpanan yang sesuai setelah diterima, sehingga dapat tersusun dengan baik dan mudah diakses saat dibutuhkan.
- d. Penyimpanan (*storage*) : Merupakan aktivitas penyimpanan barang secara fisik hingga ada permintaan untuk digunakan atau dikirimkan.

Kinerja sistem penyimpanan barang dipengaruhi oleh berbagai karakteristik internal dan eksternal. Karakteristik

internal mencakup kapasitas penyimpanan, kemudahan akses ke lokasi penyimpanan, kompleksitas struktur internal, serta tingkat penerapan teknologi informasi. Sementara itu, karakteristik eksternal meliputi jenis dan jumlah produk, jumlah persediaan yang disimpan, serta pola aliran barang masuk dan keluar [1].

Persediaan

Persediaan memiliki peran penting dalam bisnis manufaktur seiring dengan pertumbuhan manufaktur di Indonesia[6]. Pengendalian persediaan penting untuk menjaga keseimbangan stok yang tepat di gudang. Terlalu banyak persediaan dapat menyebabkan kerugian keuntungan jika produk kedaluwarsa, rusak, atau tidak lagi sesuai musim)[7]. Apabila tidak memiliki persediaan, perusahaan berisiko tidak mampu memenuhi permintaan pelanggan. Oleh karena itu, pengelolaan persediaan perlu dilakukan secara seimbang, yaitu tidak boleh terlalu sedikit, namun juga tidak boleh berlebihan[8]. Persediaan ini dapat dibagi menjadi jenis-jenis, berupa : barang jadi, barang setengah jadi, bahan mentah, bahan pembantu, ataupun suku cadang [9].

Dalam konteks persediaan *chemical*, Pengendalian persediaan bertujuan untuk mengurangi stok bahan kimia yang berlebihan. Bahan menumpuk dapat menyebabkan pengeluaran perusahaan seperti biaya penyimpanan dan kerusakan bahan kimia [10]. Terlepas dari tingkat permintaan produksi, bahan baku lebih penting untuk operasional sehari-hari di fasilitas manufaktur daripada kapasitas produksi. Setiap produk jadi yang dihasilkan memerlukan berbagai bahan baku yang harus dipasok dan dikelola persedianya [11]. Persediaan bahan kimia penting untuk diperhatikan karena masa kedaluwarsa merupakan salah satu komponen terpenting yang harus diperhatikan oleh perusahaan penyedia barang-barang yang rentan dengan masa kedaluwarsa, seperti kebutuhan sehari-hari, misalnya obat-obatan, makanan, dan minuman [12].

Chemical

Bahan kimia (*Chemical*) merupakan bahan-bahan pendukung yang digunakan dalam proses produksi minyak goreng, margarin, dan shortening. *Chemical* yang digunakan dalam proses produksi berupa flavor dan *ingredients*.

Lean Six Sigma DMAIC

Lean Six Sigma DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) adalah pendekatan *Lean* untuk mengurangi pemborosan dalam aktivitas seperti spesifikasi pengemasan, logistik suplai, gudang masuk, sistem manajemen gudang, logistik produksi, dan logistik pergudangan [13] Metode ini menggabungkan aspek lean manufacturing yang merupakan sebuah metode untuk mengeliminasi pemborosan terselubung di dalam proses produksi[14] dan metode *Six Sigma DMAIC* yang merupakan pendekatan terstruktur untuk memecahkan masalah yang membantu organisasi mengidentifikasi dan mengatasi akar penyebab masalah serta menerapkan solusi untuk meningkatkan proses secara berkelanjutan [15]. *Lean Six Sigma* sebagian besar telah dipresentasikan sebagai alat yang membantu organisasi meningkatkan efisiensi

PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DMAIC DALAM OPTIMALISASI OVERCAPACITY GUDANG CHEMICAL PLANT MARUNDA PT SMART TBK

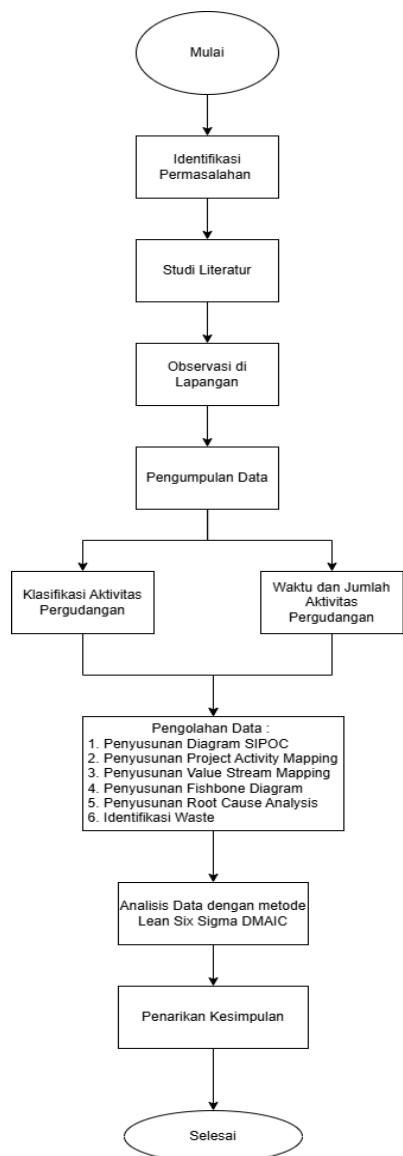
operasional dan mengelola kualitas di lingkungan manufaktur [16].

Waste

Waste pada umumnya terdiri dari tujuh jenis yaitu *overproduction* (produksi berlebihan), *waiting* (menunggu), *motion* (pergerakan), *transportation* (transportasi), *unnecessary process* (proses yang tidak perlu), *inventory* (persediaan) dan *defect* (cacat) [17] [18]. Fakta bahwa aktivitas pergudangan membutuhkan waktu yang lama tetapi tidak menghasilkan nilai tambahan menunjukkan bahwa ada *waste* yang memengaruhi proses pergudangan [19].

III. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian, penting untuk memahami alur sistematis yang akan dijalani agar setiap tahapan dapat dilakukan secara terstruktur. Gambar 2 berikut menunjukkan alur penelitian yang diterapkan dalam studi ini.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi melalui data kapasitas palet di *Plantation Marunda* dan data penggunaan *chemical*. Setelah permasalahan teridentifikasi, dilakukan studi literatur untuk menentukan metode yang sesuai untuk diterapkan. Tahap selanjutnya adalah observasi lapangan untuk melihat secara langsung kondisi gudang serta mengumpulkan data terkait. Data yang dikumpulkan mencakup kategori aktivitas pergudangan, jumlah aktivitas, dan durasi waktu masing-masing aktivitas.

Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan data untuk kemudian diterapkan ke dalam metode Lean Six Sigma dengan pendekatan DMAIC. Dalam tahap ini, dilakukan penyusunan *SIPOC diagram*, *Process Activity Mapping*, *Value Stream Mapping*, *Fishbone Diagram*, *Root Cause Analysis*, serta identifikasi *waste*. Seluruh data yang telah diolah kemudian dianalisis menggunakan tahapan dalam metode DMAIC. Setelah analisis selesai, penelitian ditutup dengan penarikan kesimpulan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik, seperti menghitung durasi (dalam satuan detik atau menit) dari setiap aktivitas pergudangan, frekuensi aktivitas, serta jumlah aktivitas yang dilakukan. Teknik analisis data deskriptif juga digunakan untuk menyajikan data tersebut dalam bentuk tabel, grafik, rata-rata waktu, dan persentase, menggambarkan kondisi operasional gudang dan permasalahan yang ingin dianalisis.

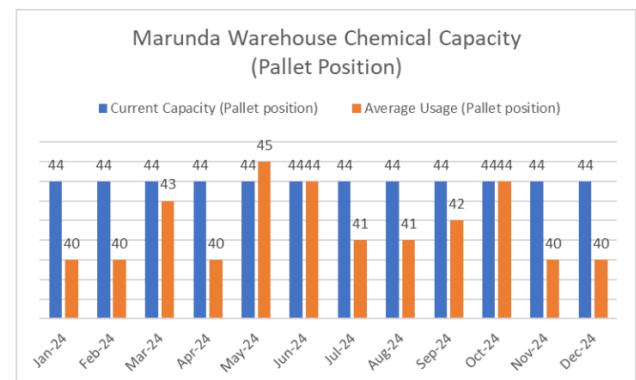
Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di *Plant Marunda*, tepatnya di gudang *chemical*. Data yang dikumpulkan meliputi jenis aktivitas pergudangan, frekuensi aktivitas, serta durasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas. Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan *stopwatch* untuk mencatat waktu pelaksanaan masing-masing aktivitas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pallet Position

Data *pallet position* digunakan untuk mengidentifikasi *average pallet position usage* pada gudang *chemical* beserta persentasenya.



Gambar 3 *Pallet capacity* pada gudang Marunda

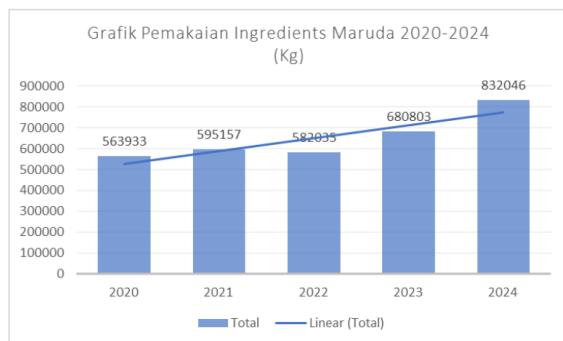
Gambar 3 menunjukkan data *pallet capacity* periode Januari 2024- Desember 2024. Terlihat bahwa beberapa kali sering terjadi *full capacity* seperti pada bulan Mei 2024, Juni 2024, dan Oktober 2024. Di bulan lainnya kapasitas palet selalu penuh lebih besar dari 90%.

Data Pemakaian *Chemical (Flavor)*

Gambar 4 Data pemakaian *chemical (flavor)*

Gambar 4 menunjukkan tren pemakaian *flavor* pada *Plant* Marunda pada periode tahun 2020-2024. Tren menunjukkan kenaikan angka hingga mencapai total pemakaian (kg) sebesar 20.678 kg pada tahun 2024.

Data Pemakaian *Chemical (Ingredients)*

Gambar 5 Data pemakaian *chemical (ingredients)*

Gambar 5 menunjukkan tren pemakaian ingredients pada *Plant* Marunda pada periode tahun 2020-2024. Walau sempat mengalami penurunan sebesar 2,2% (13.122 kg) pada periode 2021-2022, tren data pemakaian ingredients di periode tahun lainnya terus menunjukkan kenaikan hingga mencapai angka 832.046 kg pada tahun 2024.

Lean Sigma DMIC

a. Define

Pada bagian Define, permasalahan diidentifikasi berdasarkan data *pallet position* pada periode tahun 2024.

Tabel 2. Data *pallet positions*

Month	Current Capacity (Pallet position)	Average Usage (Pallet position)	%
Jan-24	44	40	91%
Feb-24	44	40	91%
Mar-24	44	43	98%
Apr-24	44	40	91%
May-24	44	45	102%
Jun-24	44	44	100%
Jul-24	44	41	93%
Aug-24	44	41	93%
Sep-24	44	42	95%
Oct-24	44	44	100%
Nov-24	44	40	91%
Dec-24	44	40	91%
Average	44	42	95%

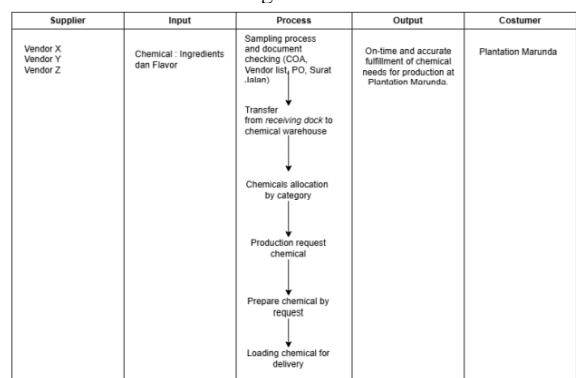
Berdasarkan data yang tersedia pada tabel 2, penggunaan gudang kimia selalu mencapai $\geq 90\%$ dengan average pallet capacity dalam periode tahun 2024 sebesar 95%.

b. Measure

1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC memberikan gambaran mengenai alur gudang chemical dengan memetakan hubungan antara *supplier*, *input*, *process*, *output*, serta *customer*, sehingga dapat mengidentifikasi potensi perbaikan dalam efisiensi operasional dan manajemen stok.

Tabel 3. Diagram SIPOC



Tabel 3 menunjukkan diagram SIPOC yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan elemen-elemen penting dalam suatu proses gudang chemical *Plant Marunda*.

2. Process Activity Mapping

Pada tahap measure, digunakan process activity mapping untuk memetakan klasifikasi aktivitas gudang chemical Marunda berdasarkan jumlah aktivitas dan berdasarkan waktu.

Tabel 4. Klasifikasi aktivitas gudang chemical berdasarkan jumlah aktivitas

PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DMAIC DALAM OPTIMALISASI OVERCAPACITY GUDANG CHEMICAL PLANT MARUNDA PT SMART TBK

Klasifikasi Aktivitas Gudang Chemical Berdasarkan Jumlah						
Gudang Chemical						
Aktivitas	J. Aktivitas	VA	NNVA	NVA	%NNVA	%NVA
Receiving	6	2	3	1	50,00	16,67
Storing	10	3	5	2	50,00	20,00
Picking	4	2	2	0	50,00	0,00
Shipping	3	0	3	0	100,00	0,00
Jumlah	23	7	13	3	56,52	13,04
Percentase		30%	57%	13%		

Tabel 5. Klasifikasi aktivitas gudang *chemical* berdasarkan waktu

Klasifikasi Aktivitas Gudang Chemical Berdasarkan Waktu (Detik)						
Gudang Chemical						
Aktivitas	Jumlah	VA	NNVA	NVA	%NNVA	%NVA
Receiving	938	711	193	34	20,58	3,62
Storing	1028	673	282	73	27,43	7,10
Picking	190	152	38	0	20,00	0,00
Shipping	1372	0	1372	0	100,00	0,00
Jumlah	3528	1536	1885	107	53,43	3,03
Percentase		44%	53%	3%		

Tabel 6. Keterangan istilah dalam *process activity mapping*

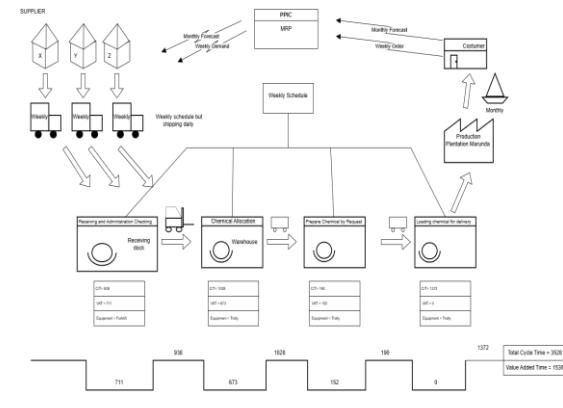
Keterangan	Arti
Value Added (VA)	Aktivitas yang secara langsung meningkatkan nilai produk
Necessary but Non Value Added (NNVA)	Aktivitas yang diperlukan untuk operasional tetapi tidak menambah nilai produk
Non Value Added (NVA)	Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan dan sebaiknya dihilangkan

Tabel 4 mengkategorikan aktivitas di gudang bahan baku berdasarkan jumlah aktivitasnya, yang terdiri dari 30% aktivitas VA, 57% aktivitas NNVA, dan 13% aktivitas NVA. Tabel 5 mengkategorikan klasifikasi aktivitas berdasarkan waktu, yang terdiri dari 44% aktivitas VA , 53% aktivitas NNVA , dan 3% aktivitas NVA. Meskipun persentase VA lebih kecil berdasarkan jumlah aktivitas, persentasenya meningkat saat dihitung berdasarkan waktu karena durasi VA lebih lama. Hal ini menunjukkan bahwa meski aktivitas VA lebih sedikit, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaiannya lebih besar. Pada tabel 4, proses storing memiliki jumlah aktivitas non value added terbesar, diikuti dengan proses receiving.

Berdasarkan tabel 5 aktivitas di gudang bahan baku berlangsung selama 3528 detik, atau 58,8 menit, terdiri dari *inbound* dan *outbound* chemical. Terdapat 7 aktivitas dengan value added, 13 aktivitas necessary but non value added, dan 3 aktivitas non value added. Waste merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai pada suatu produk [19], sehingga didapatkan tingkat waste dengan menjumlahkan persentase NNVA dan NVA berdasarkan klasifikasi waktu, yaitu sebesar 56%

3. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) disusun untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas dan mempermudah pemahaman terhadap alur proses yang terlibat berdasarkan data pada *Process Activity Mapping* (PAM).



Gambar 6 Value Stream Mapping

Gambar 6 merupakan *Value Stream Mapping* dari aktivitas di gudang *chemical*. Melalui *Value Stream Mapping* diatas pemborosan dapat diidentifikasi melalui analisis *cycle time* yang menunjukkan total waktu proses, serta *value added time* (VAT) yang menunjukkan total waktu yang memberikan kontribusi langsung terhadap nilai produk akhir. *Cycle time* yang tinggi dan VAT yang rendah mengindikasikan adanya pemborosan, karena banyak waktu yang terbuang dalam proses yang tidak menambah nilai pada produk.

Dari VSM tersebut, bagian-bagian dari proses yang tidak efisien dan tidak bernilai tambah dapat diidentifikasi, sehingga perbaikan untuk mengurangi pemborosan dapat dirancang. Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa didapatkan total *cycle time* sebesar 3528 detik dan *value added time* sebesar 1538 detik

c. Analyze

1. Fishbone Diagram

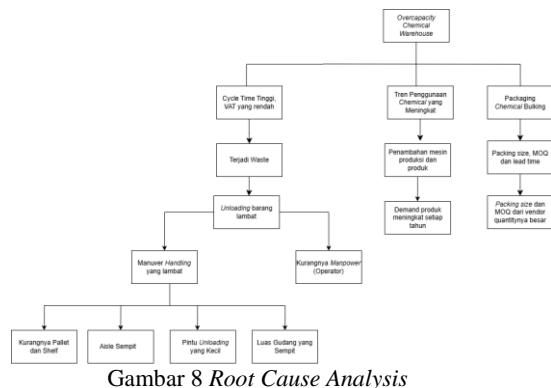
Gambar 7 menunjukkan analisis *Fishbone Diagram* yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari *overcapacity* pada gudang *chemical* Plant Marunda, berdasarkan kategori yang telah ditentukan, yaitu *material*, *measurement*, *man*, *method*, dan *environment*.



Gambar 7 Fishbone Diagram

2. Root Cause Analysis

Gambar 8 menunjukkan *Root Cause Analysis* yang disusun untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *overcapacity* pada gudang *chemical* Plant Marunda.



Gambar 8 Root Cause Analysis

Berdasarkan analisis menggunakan *fishbone diagram* dan *root cause analysis*, berikut adalah identifikasi akar permasalahan beserta dampaknya terhadap *overcapacity*:

Tabel 7. Hubungan akar permasalahan dengan dampak

No	Akar Permasalahan	Dampak
1	Luas gudang yang sempit	Kekurangan penggunaan space tanpa peningkatan ukuran gudang membuat ruang penyimpanan menjadi sempit karena kapasitas tidak mencukupi
2	Kurangnya pallet dan shelf	Kurangnya pallet menghambat proses karena satu pallet harus menampung beban lebih banyak, yang memperlambat pengolahan kuantitas chemical. Jika pallet habis, operator harus mencari pallet di luar gudang, yang kemandirian membutuhkan waste dalam proses
3	Demand produk yang meningkat setiap tahun	Demand produk yang meningkat setiap tahunnya, tentu berpengaruh terhadap penggunaan chemical yang semakin meningkat, sehingga kuantitas pembelian chemical pasti akan meningkat
4	Kurangnya Manpower	Kurangnya manpower menyebabkan proses handling melambat dan menjadi tidak efisien, serta sering memperlambat waktu tunggu karena operator harus menyelesaikan aktivitas lain terlebih dahulu, seperti memerlukan forklift atau pindah ke gudang lain.
5	Pintu unloading yang kecil	Pintu unloading yang kecil menyebabkan pemborosan waktu dan tenaga karena menghambat handling chemical ke area produksi. Ukurannya hanya cukup untuk trolley, tetapi tidak untuk trolley dengan pallet, sehingga operator harus melakukan handling berulang kali untuk produk berkuantitas besar.
6	Aisle sempit	Aisle yang sempit membuat pergerakan dan memperlambat handling dengan trolley, sehingga proses storing chemical menjadi lebih sulit. Mobilitas operator pun terganggu.
7	Packing size dan MOQ dari vendor dengan quantity besar	Produk dengan lead time lama harus dipesan dalam jumlah besar meski kebutuhannya sedikit, sehingga terjadi penumpukan di gudang dan mengurangi kapasitas penyimpanan. Selain itu, beberapa produk bulk memakan ruang lebih banyak.

3. Hasil Identifikasi Waste

Setelah dilakukan penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM), diagram *Fishbone*, dan analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis*), identifikasi *waste* dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis pemborosan yang terjadi.

Tabel 8. Identifikasi waste

No	Jenis waste	Waste yang dimulai	Bahan yang dimulai	Jenis kategori
1	Waiting	Menganggur operator untuk handling	Penggunaan langsun dan identifikasi non value activity	Pemborosan waktu
2	Transportation	Menunggu perintisan dan QC	Penggunaan langsun dan identifikasi non value activity	Pemborosan waktu
3	Unnecessary motion	Menunggu kembali rak penyimpanan	Wawancara dengan operator	Pemborosan waktu
4	Defect	Menunggu kembali rak penyimpanan	Penggunaan langsun	Pemborosan waktu
5	Overproduction	Operator terlalu cepat untuk menyelesaikan aktivitas	Penggunaan langsun	Pemborosan waktu
6	Unnecessary inventory	Operator terlalu cepat untuk menyelesaikan aktivitas	Pemborosan waktu	Pemborosan waktu
7	Inappropriate processing	Produk dengan lead time lama dan kuantitas tinggi	Penggunaan langsun dan wawancara dengan operator	Pallet dan Ruang
			Wawancara dengan operator	Menempatkan waktu perluasan kuantitas

4. Waste dengan Overcapacity

Berdasarkan Tabel 8, *Waste* yang terjadi pada gudang *chemical* di *Plant Marunda*, seperti *waiting*, *transportation*, *unnecessary motion*, *unnecessary inventory*, dan *inappropriate processing*, sebagian besar disebabkan oleh keterbatasan luas gudang, lebar pintu gudang yang sempit, serta kurangnya jumlah operator.

Kekurangan operator ini menyebabkan terjadinya *waiting* antara satu aktivitas dengan aktivitas lainnya. Misalnya, aktivitas pemindahan *chemical* ke gudang dengan *hand trolley* tidak bisa langsung dilakukan karena harus menunggu operator untuk memarkirkan *forklift* terlebih dahulu atau proses *storing chemical* yang harus ditunda karena operator sedang melakukan *loading* bahan di gudang lain. Hal ini memperlambat alur kerja yang seharusnya bisa

lebih efisien. Selain itu, unnecessary motion juga terjadi saat operator harus lalu-lalang untuk menyelesaikan beberapa tugas yang seharusnya bisa dilakukan secara bersamaan jika jumlah operator memadai

Dampak dari waste ini tidak hanya menghambat alur kerja di gudang, tetapi juga berkontribusi terhadap *overcapacity*. Ketika alur *inbound* dan *outbound chemical* terhambat karena aktivitas harus menunggu giliran operator yang terbatas, *chemical* dapat menumpuk dan mengisi ruang penyimpanan dengan cepat. Akibatnya, kapasitas gudang menjadi terbatas, meningkatkan risiko *overcapacity* yang akhirnya mengganggu kelancaran operasional dan produktivitas gudang secara keseluruhan.

d. Improve

Berikut adalah langkah *improvement* terhadap masing-masing akar permasalahan penyebab terjadinya *overcapacity* pada gudang *chemical Plant Marunda*

Tabel 9. Langkah *improvement*

No	Akar Permasalahan	Improvement Action
1	Luas gudang yang sempit	Ekspansi gudang untuk mengakomodasi tren kenaikan penggunaan chemical setiap tahunnya, sehingga semua produk dapat disimpan dengan optimal dan mengurangi risiko overcapacity yang sering terjadi.
2	Kurangnya pallet dan shelf	Menambah jumlah pallet dan shelf untuk mengoptimalkan penyimpanan dan mempermudah pengelolaan stok.
3	Demand produk yang meningkat setiap tahun	Kenaikan demand berarti kenaikan penggunaan chemical. Tren penggunaan chemical harus terus dipantau kenaikannya dan disesuaikan dengan kebutuhan hasil gudang.
4	Kurangnya Manpower	Menambah operator untuk mempercepat proses inbound dan handling, sehingga beberapa aktivitas bisa dilakukan secara bersamaan tanpa harus menunggu, yang pada akhirnya membuat proses inbound lebih efisien dan meminimalkan pemborosan.
5	Pintu unloading yang kecil	Memperbesar pintu unloading agar trolley dengan pallet dapat masuk dengan mudah, sehingga mempercepat proses handling.
6	Aisle sempit	Ekspansi gudang untuk memaksimalkan pemanfaatan ruang, baik untuk penyimpanan maupun penataan aisle, sehingga mempermudah pergerakan operator dan alat handling, serta meningkatkan efisiensi kerja.
7	Packing size dan MOQ dari vendor dengan quantity besar	Akar permasalahan berikut merupakan faktor eksternal, sehingga untuk mengatasinya bisa dengan ekspansi gudang agar kapasitas penyimpanan mencukupi. Jika memungkinkan bisa dilakukan negosiasi dengan pihak vendor.

e. Control

Dalam memastikan permasalahan serupa tidak terulang kembali, perusahaan dapat mempertimbangkan menggunakan metode Key Performance Index yang sesuai untuk memantau hasil perbaikan serta mengidentifikasi penyebab permasalahan [20], seperti durasi siklus proses inbound dan outbound, serta tingkat kesalahan dalam pengelolaan inventaris. Dengan menerapkan KPI yang relevan, perusahaan dapat mengukur efektivitas perbaikan yang dilakukan dan memastikan aspek-aspek berikut terjaga:

- Memastikan jumlah *manpower* selalu memenuhi kebutuhan.
- Memastikan penempatan *chemical* sesuai dengan prosedur dan standar.
- Penyesuaian kapasitas gudang dan pallet dengan tren penggunaan *chemical* setiap tahunnya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan *Process Activity Mapping* dan *Value Stream Mapping*, tingkat *waste* dalam operasional gudang *chemical* di *Plant Marunda* mencapai 56%, dengan *cycle time* sebesar 3528 detik dan *VAT time* sebesar 1536 detik. *Waste* ini dapat berkontribusi langsung terhadap *overcapacity*, menghambat arus keluar-masuk *chemical*, dan memperlambat proses pergudangan. Melalui penerapan *Lean Six Sigma DMAIC*, akar penyebab

PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DMAIC DALAM OPTIMALISASI OVERCAPACITY GUDANG CHEMICAL PLANT MARUNDA PT SMART TBK

overcapacity diidentifikasi menggunakan *Root Cause Analysis* dan *Fishbone Diagram*. Faktor utama yang ditemukan meliputi *packing size* dan *MOQ* vendor yang besar, peningkatan *demand* tahunan, keterbatasan *manpower*, luas gudang yang sempit, pintu *unloading* kecil, *aisle* yang sempit, serta kurangnya palet dan *shelf*. Sebagai solusi, direkomendasikan perluasan area gudang, penambahan operator, perbesaran pintu *unloading*, serta peningkatan jumlah palet dan *shelf* untuk mengoptimalkan operasional dan mengurangi *overcapacity*. Saran bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya ditujukan untuk mendorong perbaikan berkelanjutan serta memperluas cakupan analisis agar dapat mengidentifikasi potensi pemborosan lainnya di luar ruang lingkup penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] H. Juliana and N. U. Handayani, "PENINGKATAN KAPASITAS GUDANG DENGAN PERANCANGAN LAYOUT MENGGUNAKAN METODE CLASS-BASED STORAGE," *Jurnal Teknik Industri*, Vol. XI, No. 2, pp. 113-122, 2016.
- [2] R. I. Nurbaeti, PENATAAN ULANG BAHAN KIMIA PENYAMAKAN KULIT DI GUDANG POWDER PT BUDI MAKMUR JAYAMURNI, Yogyakarta: Politeknik ATK Yogyakarta, 2023.
- [3] A. A. Sulaiman, F. Djufry, P. Syamsuri, A. Setiyanto, A. H. Bahrun, D. Hendrawati and M. F. Ridha, Sawit Indonesia dalam Dinamika Pasar Dunia, Jakarta: Pertanian Press, 2024.
- [4] H. A. Hasibuan, Warnoto, Magindrin and A. Lubis, "PRODUKSI MINYAK SAWIT MERAH KAPASITAS 100 KG/BATCH DAN PRODUK DIVERSIFIKASINYA BERUPA SHORTENING DAN MARGARIN KAPASITAS 50 KG/BATCH," *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), pp. 20-29, 2021.
- [5] R. Andrianto and F. Irawan, "Implementasi Metode Regresi Linear Berganda Pada Sistem Prediksi Jumlah Tonase Kelapa Sawit di PT. Paluta Inti Sawit," *Jurnal Pendidikan Tambusa*, 7(1), pp. 2926-2936, 2023.
- [6] B. Prasetyo, T. J. Pattiasina and A. N. Soetarmono, "Perancangan dan Pembuatan Sistem Informasi Gudang (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Area Surabaya Barat)," *Teknika*, 4(1), pp. 12-16, 2015.
- [7] H. W. W. Pitoy, A. B. H. Jan and J. S. B. Sumarauw, "ANALISIS MANAJEMEN PERGUDANGAN PADA GUDANG PARIS SUPERSTORE," *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 8(3), pp. 252-260, 2020.
- [8] A. Bakhtiar and S. Audina, "J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol. 16, No. 3, September 2021 161 ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN AUX RAWMATERIAL MENGGUNAKAN METODE MIN-MAX STOCKDI PT. MITSUBISHI CHEMICAL INDONESIA," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 16 (3), pp. 161-167, 2023.
- [9] S. M. N. Sakib, The application of the inventory models to manage and control overstocking in the production system, 2021.
- [10] M. A. Swasono and A. T. P., "ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFOMASI PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 2(1), pp. 134-143, 2021.
- [11] C. Tinangon, A. H. Jan and M. M. Karuntu, "Analisis Manajemen Persediaan Pakan Ternak untuk Ayam Petelur pada CV. Mulia Jaya," *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi*, 11(2), pp. 217-226, 2023.
- [12] R. S. Ningsih, "Analisa Persediaan Bahan Kimia Menggunakan Metode Economic Order Quantity(Studi Kasus Di Laboratorium Pt. Sucofindo Batam)," *Jurnal Industri Kreatif (JIK)*, 4(2), pp. 63-74, 2020.
- [13] N. U. I. Hossain, A. M. Sokolov, H. V. Turner and B. Merrill, "Development of an Inventory Management Program for Warehouse Storage of Raw Materials in a Continuous Chemical Manufacturing System to Prevent Production Deficiencies," in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Manila, 2023.
- [14] N. Munawaroh, M. E. Sianto and I. J. Mulyana, "MODEL EOQ DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR KEDALUWARSA DAN ALL UNIT DISCOUNT PADA PRODUK FROZEN FOOD," *Scientific Journal Widya Teknik*, 20(1), pp. 46-53, 2021.
- [15] D. Maryadi and B. P. Ichtiarto, "Lean Six Sigma DMAIC Implementation to reduce Total Lead Time Internal Supply Chain Process," in *In Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* Surakarta, 2021.
- [16] N. R. Nurwulan, A. A. Taghsya, E. D. Astuti, R. A. Fitri and S. R. K. Nisa, "Pengurangan Lead Time dengan Lean Manufacturing: Kajian Literatur," *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 5(1), pp. 30-40, 2021.
- [17] A. Sasikumar, P. Acharya, M. Nair and A. Ghafar, "Applying lean Six Sigma for waste reduction in a bias tyre manufacturing environment," *Cogent Business & Management*, 10(2), 2228551, 2023.
- [18] M. H. H. Amjad, M. S. S. Shovon and A. S. M. M. Hasan, "ANALYZING LEAN SIXSIGMA PRACTICES IN ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS," *Innovatech Engineering Journal*, 1(01), pp. 244-255, 2024.
- [19] P. Hines and N. Rich, "The seven value stream mapping tools," *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), pp. 46-64, 1997.
- [20] I. I. Ratna Novitasari, "ANALISIS LEAN MANUFACTURING UNTUK MINIMASI WASTE PADA PROSES DOOR PU," *Jurnal INTECH Teknik*

*Industri Universitas Serang Raya, 6(1), pp. 65-74,
2020.*

- [21] N. G. Ibrahim and Y. Prasetyawan, "Evaluasi Pergudangan dengan Pendekatan Lean Warehousing dan Linear Programming," *JURNAL TEKNIK ITS*, 9(2), pp. 278-283, 2020.
- [22] A. F. Amelia and M. T. Safirin, "Penerapan Lean Six Sigma untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Inbound dan Outbound di Gudang PT XYZ," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 12070-12078, 2025.