Penerapan *Lean Six Sigma* (DMAIC) Dalam Perbaikan Proses Produksi Untuk Mengurangi Keterlambatan Dan Ketidakpastian Pada Produksi *Cyclone*

1st Afrienna Melani
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia
afriennamelani@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Benazir Imam Arif Muttaqin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia
imambenazir@telkomuniversity.ac.id

3rd Paramaditya Arismawati
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Surabaya, Indonesia
paramadityaars@ telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — PT Swadaya Graha merupakan perusahaan manufaktur berbasis *Make to Order* (MTO) yang menghadapi permasalahan keterlambatan barang jadi pada proses produksi *cyclone* akibat penumpukan *Work In Progress* (WIP) pada proses bangun dan ketidakpastian konfirmasi warna cat dari konsumen. Permasalahan tersebut menyebabkan *bottleneck* pada aliran proses produksi sehingga berdampak pada keterlambatan penyelesaian proyek dan penurunan kepuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang terjadi serta memberikan usulan perbaikan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* dengan metode DMAIC. Pada tahap *Measure*, grafik rekapitulasi keterlambatan menunjukkan bahwa *stuck painting* berkontribusi sebesar 71% dan penumpukan WIP pada proses bangun sebesar 29% dari total keterlambatan. Tahap *Analyze* dilakukan menggunakan diagram *Fishbone* dan FMEA untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yang bersumber dari kondisi internal perusahaan. Tahap *Improve* menghasilkan usulan perbaikan berupa penyusunan SOP konfirmasi warna cat dan penambahan area penyimpanan material sementara yang divalidasi melalui wawancara dengan narasumber terkait. Tahap *Control* dilakukan melalui perancangan *dashboard* KPI sebagai media monitoring performansi produksi. Berdasarkan hasil pemetaan VSM *future state*, usulan perbaikan mampu menurunkan total *lead time* produksi sebesar 28,82%, dari 114,5 hari menjadi 81,5 hari.**

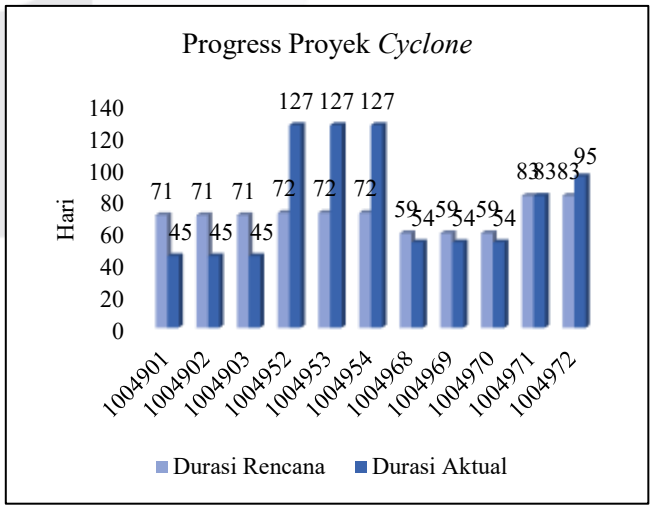
Kata kunci— DMAIC, Keterlambatan Barang Jadi, Lean Six Sigma, Value Stream Mapping, WIP

I. PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur, efisiensi dan ketepatan waktu dalam proses produksi menjadi peran krusial dalam membentuk daya saing suatu perusahaan. Keterlambatan yang terjadi selama proses produksi dapat menyebabkan peningkatan biaya operasional, penumpukan persediaan, dan penurunan kepuasan pelanggan [1], termasuk pada perusahaan yang mengelola proyek berbasis Make to Order (MTO) [2].

Sistem MTO berfokus pada penyelesaian pesanan konsumen berdasarkan spesifikasi tertentu sehingga memberikan fleksibilitas tinggi terhadap variasi permintaan, namun perubahan spesifikasi dari konsumen turut memengaruhi jadwal produksi, kebutuhan material, dan waktu pengiriman sehingga koordinasi antar divisi menjadi penting untuk menjaga ketepatan waktu penyelesaian proyek [3]. PT Swadaya Graha, sebagai perusahaan fabrikasi konstruksi berbasis MTO, menghadapi hambatan serupa dalam mempertahankan ketepatan waktu hasil produksi [4], yang semakin meningkat ketika aliran proses internal terganggu oleh ketidaksiapan material dan ketidakpastian konfirmasi warna cat dari konsumen sehingga berdampak pada keterlambatan penerimaan barang jadi [5].

Proses produksi *cyclone* di PT Swadaya Graha terdiri atas enam tahapan berurutan, yaitu inspeksi, bongkar, *cleaning*, bangun (fabrikasi), *finishing* dan *painting*, serta *packing* dan *delivery*. Karena keenam tahapan tersebut saling bergantung, keterlambatan pada satu tahapan berdampak langsung pada tahapan berikutnya. Observasi pada periode September - Oktober 2025 menunjukkan bahwa dari sejumlah proyek yang berjalan, terdapat proyek dengan penyimpangan jadwal hingga 23,8% dari target, sementara proyek lain justru selesai lebih cepat dari rencana. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keterlambatan bukan disebabkan oleh keterbatasan kapasitas produksi, melainkan oleh ketidakpastian aliran informasi dan material dari luar sistem internal perusahaan.



GAMBAR 1
(GRAFIK PROGRESS PROYEK *CYCLONE*)

Gambar 1 menunjukkan perbandingan durasi rencana dan durasi aktual pada sebelas proyek *cyclone*. Beberapa

proyek seperti kode 1004901 dan 1004903 justru selesai 26 hari lebih cepat dari target, sedangkan proyek 1004952 dan 1004954 mengalami keterlambatan hingga 55 hari dari rencana. Variasi ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi perusahaan sebenarnya memadai, sehingga keterlambatan yang terjadi lebih disebabkan oleh ketidakpastian aliran material dan informasi dari luar sistem internal.

Penelitian terdahulu telah membahas mengenai penerapan *Lean Six Sigma* dalam mengurangi keterlambatan dan meningkatkan efisiensi pada proses produksi, diantaranya identifikasi faktor keterlambatan pengiriman yang bersumber dari manusia dan perencanaan transportasi [6], penggunaan DMAIC untuk merekomendasikan penyusunan SOP dan peningkatan kinerja tenaga kerja [7], serta eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah pada lini produksi manufaktur [8]. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum mengkaji secara spesifik keterlambatan barang jadi yang bersumber dari gangguan aliran proses internal pada sistem produksi berbasis MTO, di mana keterlambatan tidak disebabkan oleh kapasitas produksi melainkan oleh ketidaksiapan koordinasi antarpihak.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menggunakan penerapan *Lean Six Sigma* (DMAIC) untuk mengidentifikasi sumber pemborosan dan waktu tunggu yang terjadi dalam aliran proses internal produksi *cyclone* di PT Swadaya Graha serta merumuskan usulan perbaikan yang dapat dijadikan referensi dalam mengurangi keterlambatan dan meningkatkan ketepatan waktu penerimaan barang jadi oleh konsumen. Setiap tahapan DMAIC didukung oleh *tools* SIPOC dan 5W1H pada tahap *Define*, grafik rekapitulasi keterlambatan pada tahap *Measure*, *Fishbone* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada tahap *Analyze*, *Standard Operating Procedure* (SOP) dan *Value Stream Mapping* (VSM) pada tahap *Improve*, serta *dashboard Key Performance Indicator* (KPI) pada tahap *Control*.

II. KAJIAN TEORI

A. *Make to Order*

Make to Order (MTO) merupakan pendekatan manufaktur yang berfokus pada produksi berdasarkan pesanan pelanggan, di mana spesifikasi produk, jumlah, serta jangka waktu penyelesaian disesuaikan dengan kebutuhan yang ditetapkan konsumen [9]. Sistem MTO umumnya memiliki variasi jenis item yang tinggi, biaya bahan baku relatif tinggi, dan *lead time* yang ditetapkan oleh konsumen, sehingga penjadwalan produksi maupun pengiriman dapat dikelola secara mandiri mengikuti kebutuhan pelanggan [10]. Berbeda dengan *Make to Stock* (MTS) yang memproduksi barang untuk disimpan sebagai persediaan [11], strategi MTO memiliki risiko inventori yang tinggi karena volume pesanan aktual sulit diprediksi sebelumnya [12].

B. Keterlambatan Produksi

Keterlambatan produksi merupakan suatu permasalahan sistemik dalam operasional industri, baik secara manufaktur maupun jasa. Keterlambatan produksi ini akan berpengaruh terhadap performa operasional, efisiensi sumber daya, dan kepuasan pelanggan [13]. Keterlambatan sering dipicu oleh keterbatasan ketersediaan bahan baku, ketidaksesuaian spesifikasi mesin, maupun pengaturan jadwal produksi yang kurang tepat [14], dan berdampak langsung pada penurunan produktivitas, peningkatan biaya produksi, serta potensi hilangnya kepercayaan pelanggan [15].

C. Pendekatan *Lean*

Pendekatan *lean* menekankan efisiensi proses melalui peningkatan aktivitas bernilai tambah dan pengurangan pemborosan (*waste*) tanpa mengurangi efektivitas pemenuhan kebutuhan pelanggan [16]. *Lean* menerapkan 5 prinsip *lean manufacturing* yaitu *specify value*, *value stream analysis, created flow, pull on demand*, dan *created demand* [17], serta mengidentifikasi 7 jenis pemborosan utama yang terjadi selama proses produksi, yaitu *overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventories, motion*, dan *defects* [18].

D. *Lean Six Sigma*

Lean Six Sigma adalah pendekatan yang diterapkan untuk melakukan peningkatan yang berkelanjutan atau terus menerus yang berfokus pada perbaikan proses untuk mencapai *zero defect*, mengoptimalkan waktu, serta mengurangi biaya operasional [19]. *Lean Six Sigma* mengintegrasikan pendekatan *lean* dan *six sigma* untuk menciptakan sinergi dalam meningkatkan mutu, efisiensi produksi, dan kepuasan konsumen dengan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) sebagai kerangka penyelesaian masalah secara terstruktur [7].

1. *Define*

Tahap *define* bertujuan mengidentifikasi masalah yang memengaruhi kualitas proses [20]. Adapun *tools* yang digunakan dalam tahap *define* adalah diagram SIPOC (S*upplier, Input, Process, Output, Customer*) untuk memetakan aliran proses bisnis, serta 5W1H (*what, why, where, when, who, how*) untuk penjabaran permasalahan secara terstruktur berdasarkan hasil wawancara dengan pihak terkait [21].

2. *Measure*

Tahap *measure* dilakukan untuk pengukuran proses melalui rekapitulasi dan visualisasi data keterlambatan, guna mencari prioritas akar penyebab masalah dan mengurutkan parameter yang paling dominan [22].

3. *Analyze*

Tahap *analyze* dilakukan menggunakan diagram *fishbone* untuk menggambarkan berbagai faktor penyebab masalah seperti aspek manusia, material, metode, dan lingkungan, serta FMEA yang digunakan untuk menentukan, mengidentifikasi, dan mencegah potensi kegagalan melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan 3 parameter, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) sebagaimana persamaan [23].

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

4. *Improve*

Tahap *improve* berfokus pada perancangan dan implementasi usulan perbaikan terhadap akar penyebba masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. *Tools* yang digunakan meliputi *Standard Operating Procedure* (SOP) sebagai panduan aktivitas operasional [24], serta *Value Stream Mapping* (VSM) untuk pemetaan aliran produksi dan aliran informasi guna mengidentifikasi pemborosan di sepanjang rantai produksi [25].

5. *Control*

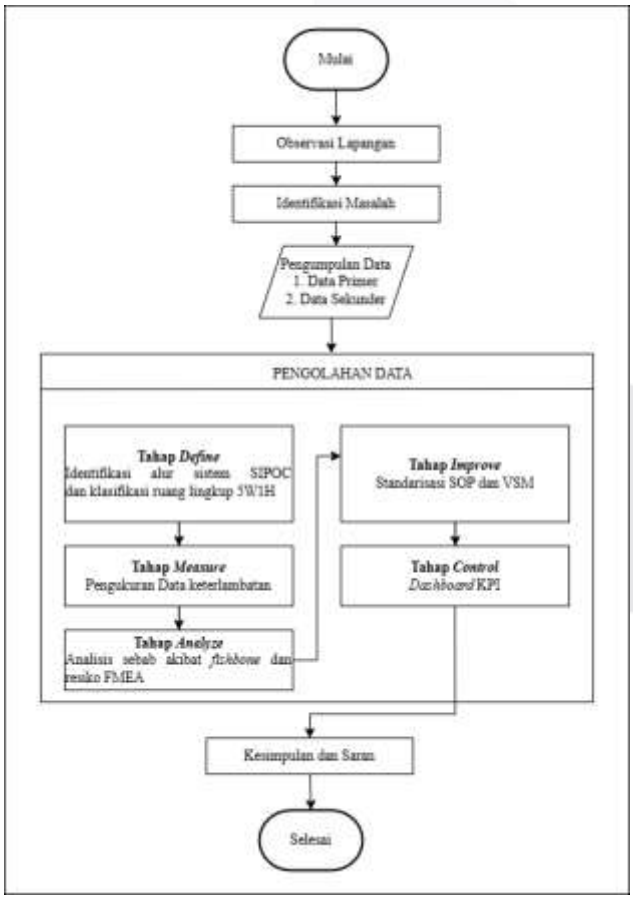
Tahap *control* dilakukan melalui pemantauan progres kerja menggunakan data pendukung untuk melihat kesesuaian pekerjaan terhadap target waktu, salah satunya melalui *dashboard Key Performance Indicator* (KPI) yang menampilkan perbandingan target dan realisasi [26].

III. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada proses produksi *cyclone* di PT Swadaya Graha, sebuah perusahaan fabrikasi konstruksi berbasis MTO yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Data dikumpulkan selama periode dua bulan, mulai 9 September hingga 31 Oktober 2025, melalui observasi lapangan setiap dua minggu sekali.

Data primer diperoleh melalui wawancara dengan tiga narasumber yaitu supervisor produksi, *Project Planning Control* (PPC), dan manager, yang dipilih berdasarkan peran masing-masing dalam pelaksanaan, perencanaan jadwal, dan koordinasi dengan konsumen. Data sekunder diperoleh dari dokumen *Purchase Order* (PO), *Master Schedule* (MS), dan data *Outstanding Delivery* (OD) perusahaan.

Pengolahan data dilakukan menggunakan pendekatan DMAIC. Tahap *define* menggunakan diagram SIPOC dan 5W1H untuk memetakan proses dan mendefinisikan masalah. Tahap *measure* menghitung dan memvisualisasikan rekapitulasi keterlambatan untuk menentukan area kritis. Pada tahap *analyze,* digunakan diagram *Fishbone* dan FMEA



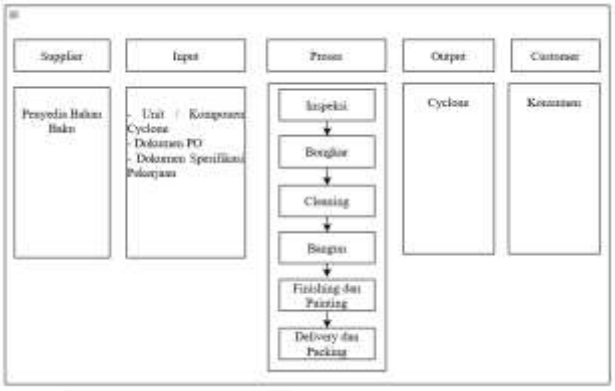
untuk menemukan sumber masalah dan memprioritaskan risiko. Tahap *improve* merancang usulan perbaikan berupa SOP konfirmasi warna cat dan pemetaan VSM untuk mengevaluasi dampak perbaikan terhadap *lead time* produksi. Tahap *control* merancang *dashboard* KPI sebagai media pemantauan berkelanjutan.

GAMBAR 2
(TAHAPAN PENELITIAN)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Define*

Diagram SIPOC digunakan dalam memetakan aliran pada proses produksi *cyclone* mulai dari *supplier* hingga *customer*. Supplier terdiri dari dua pihak, yaitu konsumen yang menyerahkan unit atau material *cyclone* beserta dokumen pendukung, dan perusahaan yang menyediakan material penunjang operasional seperti peralatan *sandblasting* dan *coating* pelindung. Input berupa unit atau komponen, dokumen PO, dan spesifikasi pekerjaan diproses melalui enam tahapan utama yaitu inspeksi, bongkar, *cleaning*, bangun, *finishing* dan *painting*, serta *packing* dan *delivery*, hingga menghasilkan output berupa *cyclone* yang sesuai spesifikasi bagi *customer*.



GAMBAR 3
(DIAGRAM SIPOC PRODUKSI *CYCLONE*)

Diagram SIPOC tersebut menggambarkan bahwa proses produksi *cyclone* melibatkan enam tahapan yang saling berurutan dan bergantung satu sama lain, mulai dari inspeksi hingga *delivery*, sehingga gangguan pada salah satu tahapan dapat berdampak pada keseluruhan aliran proses hingga ke tangan konsumen.

Untuk mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan keterlambatan penerimaan barang jadi tersebut, dilakukan analisis 5W1H sesuai dengan hasil wawancara dengan pihak terkait. Rincian hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

TABEL 1
(ANALISIS 5W1H)

Aspek	Hasil Identifikasi
What	Terjadinya hambatan dalam aliran proses produksi *cyclone* yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian dan pengiriman produk ke konsumen
Why	

Aspek	Hasil Identifikasi
	Keterlambatan penerimaan barang jadi terjadi karena adanya ketidaksiapan aliran material, serta keterlambatan konfirmasi warna cat dari konsumen sebelum proses *finishing* dilakukan.
Where	Permasalahan terjadi pada proses bangun (fabrikasi) ketika penumpukan WIP pada proses bangun serta pada proses *finishing* dan *painting* ketika warna cat belum dikonfirmasi oleh pihak konsumen
When	Keterlambatan terjadi ketika material yang dibutuhkan belum lengkap saat proses bangun akan dimulai, serta ketika konfirmasi warna cat dari konsumen belum diterima sebelum proses *finishing* dan *painting* dilakukan
Who	Bagian produksi, bagian administrasi, serta konsumen yang melakukan pemesanan produk
How	Aliran proses internal terhenti pada dua titik kritis yaitu proses bangun dan *finishing* & *painting*, sehingga barang jadi tidak dapat diterima konsumen sesuai target.

Hasil analisis 5W1H pada Tabel 1 menunjukkan bahwa keterlambatan penerimaan barang jadi oleh konsumen disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu belum adanya prosedur verifikasi kelengkapan material sebelum proses bangun dimulai, serta belum adanya prosedur dan batas waktu konfirmasi warna cat yang jelas antara perusahaan dan konsumen. Permasalahan terjadi pada dua titik kritis, yaitu proses bangun dan proses *finishing* dan *painting*, yang melibatkan bagian produksi, administrasi, serta konsumen.

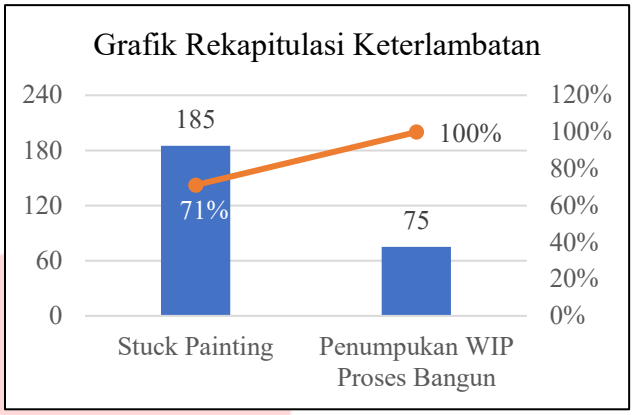
B. *Measure*

Pengukuran dilakukan terhadap data keterlambatan dari sebelas proyek *cyclone* pada periode penelitian. Data tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis permasalahan penyebab keterlambatan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2
(REKAPITULASI KETERLAMBATAN PROSES PRODUKSI *CYCLONE*)

Jenis Permasalahan	Total Keterlambatan (Hari)	Persentase	Presentase Kumulatif
Stuck Painting	185	71%	71%
Penumpulan WIP	75	29%	100%
Jumlah	260	100%	

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari total 260 hari keterlambatan yang terjadi selama periode penelitian, keterlambatan tersebut terbagi ke dalam dua jenis permasalahan utama. Untuk melihat perbandingan kontribusi masing-masing permasalahan tersebut, hasil rekapitulasi tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.



GAMBAR 4
(GRAFIK REKAPITULASI KETERLAMBATAN)

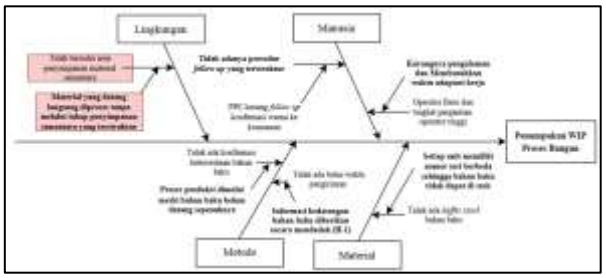
Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa *stuck painting* menjadi penyumbang keterlambatan paling dominan dengan kontribusi 71% dari total 260 hari keterlambatan, sedangkan penumpukan WIP pada proses bangun berkontribusi 29%. Persentase keterlambatan tiap proyek dihitung menggunakan persamaan (2), dengan proyek berkode 1004952, 1004953, dan 1004954 mengalami keterlambatan hingga 55 hari atau 76,2% dari durasi rencana akibat *stuck* di proses *painting*.

$$\%\ Keterlambatan = \frac{Durasi\ Aktual - Durasi\ rencana}{Durasi\ Rencana} \times 100\% \quad (2)$$

Kedua permasalahan tetap dianalisis dan diperbaiki secara bersamaan karena berada pada satu aliran proses internal yang saling bergantung, sehingga penyelesaian hanya salah satu masalah tidak akan meminimalkan keterlambatan penerimaan barang jadi secara optimal.

C. *Analyze*

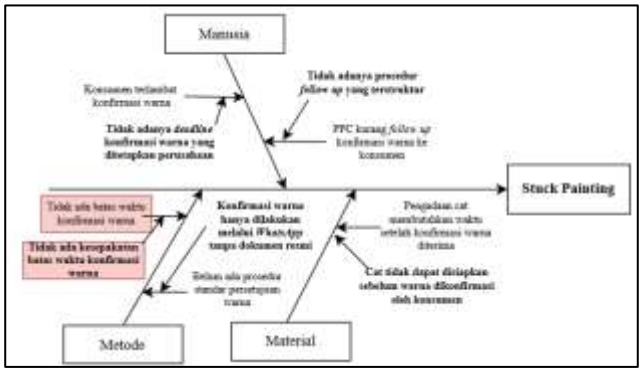
Diagram *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab penumpukan WIP pada proses bangun (Gambar 5) dan *stuck painting* (Gambar 6) berdasarkan kategori manusia, material, metode, dan lingkungan.



GAMBAR 5
(DIAGRAM FISHBONE PENUMPUKAN WIP PROSES BANGUN)

Hasil Analisis *fishbone* menunjukkan bahwa penumpukan WIP disebabkan oleh belum adanya

prosedur *follow up* kelengkapan material dari PPC kepada konsumen (manusia), tidak tersedianya *buffer stock*



material (material), belum adanya prosedur verifikasi ketersediaan material sebelum proses dimulai (metode), serta tidak adanya area penyimpanan sementara sebelum lini produksi (lingkungan).

GAMBAR 6
(DIAGRAM FISHBONE *STUCK PAINTING*)

Hasil analisis *stuck painting* disebabkan oleh keterlambatan konfirmasi warna cat dari konsumen tanpa adanya deadline yang ditetapkan (manusia), ketergantungan pengadaan cat pada konfirmasi warna (material), serta belum adanya prosedur baku dan batas waktu konfirmasi warna secara tertulis (metode).

Penentuan prioritas langkah perbaikan dilakukan melalui pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang diterapkan pada seluruh tahapan proses produksi *cyclone* dengan menghitung nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk setiap potensi kegagalan, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

TABEL 3
(HASIL ANALISIS FMEA)

Proses	Failure Mode	S	O	D	RPN
Inspeksi Awal	Data purchase order tidak lengkap	5,33	5,67	6,33	191
Bongkar	Kondisi unit atau material tidak sesuai saat diterima	7,33	3	4	88
Cleaning	Kerusakan peralatan sandblasting	1	1	2	
Bangun	Proses produksi dimulai sebelum seluruh material lengkap sehingga menyebabkan penumpukan WIP pada proses bangun	9,33	8,67	7,33	
Finishing dan *Painting*	Keterlambatan konfirmasi warna cat dari konsumen	8,67	7,33	4	254
Packing dan *Delivery*	Keterlambatan penerbitan surat jalan	2,33	1	1,33	3

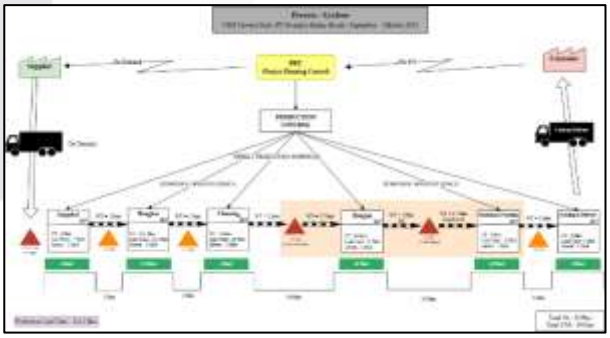
Hasil perhitungan FMEA pada Tabel 3 menunjukkan bahwa proses bangun memperoleh nilai RPN tertinggi sebesar 593, diikuti oleh proses *finishing* dan *painting* dengan RPN sebesar 254. Nilai *severity* yang tinggi pada proses bangun (9,33) menunjukkan bahwa penumpukan WIP berdampak besar karena sifat proses yang berurutan, sedangkan nilai *detection* yang tinggi (7,33) menunjukkan sulitnya mendeteksi kondisi ini akibat belum adanya sistem monitoring kelengkapan material.

Meskipun berdasarkan grafik rekapitulasi keterlambatan penumpukan WIP hanya berkontribusi 29%, nilai RPN pada proses bangun justru lebih tinggi dibandingkan *stuck painting*. Kondisi ini menegaskan bahwa proses bangun perlu menjadi prioritas perbaikan karena risikonya sulit dideteksi sejak dini akibat tidak adanya titik verifikasi material sebelum proses produksi berjalan.

D. *Improve*

Tahap *improve* difokuskan untuk mengatasi faktor penyebab utama yang sebelumnya berhasil diidentifikasi pada tahap *analyze*, yaitu penumpukan WIP pada proses bangun dan *stuck painting* akibat ketidakpastian konfirmasi warna cat.

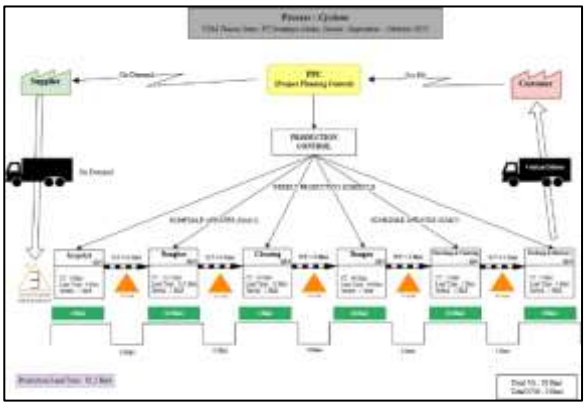
Pemetaan *Process Activity Mapping* (PAM) dan *Value Stream Mapping* (VSM) *current state* menunjukkan bahwa dari total *lead time* 114,5 hari, aktivitas *Value Added* (VA) hanya sebesar 51%, sedangkan 49% sisanya merupakan aktivitas *Non Value Added* (NVA) juga *Necessary* NVA. Pemborosan dominan yang teridentifikasi adalah *waiting* akibat keterlambatan konfirmasi warna cat (27 hari) dan



inventory akibat penumpukan WIP pada proses bangun. Pemetaan VSM *current state* tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.

GAMBAR 7
(VSM *CURRENT STATE PRODUKSI CYCLONE*)

Sebagai usulan perbaikan, dirancang penambahan area penyimpanan material sementara untuk memverifikasi kelengkapan material sebelum proses bangun dimulai, serta penyusunan SOP konfirmasi warna



cat pada proses finishing dan painting. Dampak dari usulan perbaikan tersebut kemudian dipetakan melalui VSM *future state* pada Gambar 8.

GAMBAR 8
(VSM *FUTURE STATE* VSM PRODUKSI *CYCLONE*)

Gambar 8 menunjukkan bahwa usulan perbaikan mampu menghilangkan seluruh aktivitas *Non Value Added* (NVA), dari 39 hari menjadi 0 hari, tanpa mengurangi aktivitas *Value Added* (VA) yang tetap sebesar 58 hari. Jumlah aktivitas justru bertambah dari 28 menjadi 30 akibat penambahan dua aktivitas verifikasi material yang bersifat *Necessary* NVA, namun penambahan tersebut sepadan dengan eliminasi waktu tunggu yang jauh lebih besar. Selisih total *lead time* antara kondisi awal (*current state*) dan kondisi yang diusulkan (*future state*) dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4
(PERBANDINGAN *LEAD TIME CURRENT STATE* DAN *FUTURE STATE*)

Kondisi Simulasi	*Lead Time* (Hari)
Current State	114,5
Future State	81,5
Penurunan	28,82%

Berdasarkan Tabel 4, usulan perbaikan mampu menurunkan total *lead time* produksi dari 114,5 hari menjadi 81,5 hari, atau sebesar 28,82%, sebagaimana dihitung menggunakan persamaan (3). Penurunan tersebut bersumber dari eliminasi *waiting time* akibat ketidaksiapan material (17 hari) melalui penambahan area penyimpanan sementara, serta eliminasi *waiting time* akibat ketidakpastian konfirmasi warna cat (27 hari) melalui penerapan SOP.

$$\%\ Reduksi\ Lead\ Time = \frac{LT\ Current - LT\ Future}{LT\ Current} \times 100\% \qquad (3)$$

Untuk mendukung tercapainya penurunan lead time tersebut, disusun SOP konfirmasi warna cat melalui diskusi dengan supervisor PPC dan supervisor produksi, dengan prosedur sebagai berikut:

1. PPC menerima dokumen Purchase Order (PO) dari konsumen dan memverifikasi kelengkapan dokumen.
2. PPC mengidentifikasi kebutuhan warna cat berdasarkan dokumen PO dan hasil inspeksi awal.
3. PPC mengirimkan formulir konfirmasi warna kepada konsumen setelah proses inspeksi selesai.
4. PPC melakukan follow up pertama pada H-7 dan follow up kedua pada H-3 sebelum proses bangun diperkirakan selesai apabila belum ada respons.
5. Apabila hingga batas waktu belum ada konfirmasi, PPC mengirimkan reminder kepada konsumen.
6. Jika konsumen tetap belum merespons hingga proses bangun selesai, perusahaan menggunakan warna cat terakhir dari order sebelumnya dan menginformasikannya secara tertulis kepada konsumen

.Melalui SOP tersebut, proses konfirmasi warna cat dilakukan lebih awal disertai batas waktu dan mekanisme follow up yang jelas, sehingga waiting time pada proses finishing dan painting dapat diminimalkan dan aliran produksi menjadi lebih lancar.

E. *Control*

Tahap control dilakukan melalui perancangan *dashboard* KPI yang dirumuskan bersama supervisor PPC dan supervisor produksi untuk memantau performansi produksi secara berkelanjutan.



GAMBAR 9
(*DASHBOARD* KPI PRODUKSI *CYCLONE*)

Dashboard menampilkan empat indikator utama yaitu total *cycle time*, total *waiting time*, deviasi keterlambatan, dan status proses per PO. Hasil monitoring menunjukkan deviasi keterlambatan masih mencapai 44 hari dari target, dengan *bottleneck* pada proses bangun serta *finishing* dan *painting*. *Dashboard* ini dikelola oleh divisi PPC dan diperbarui setiap hari kerja, sehingga keberhasilan penerapan SOP konfirmasi warna cat dapat dipantau melalui indikator waiting time, sedangkan efektivitas area penyimpanan material dapat dievaluasi melalui status WIP pada proses bangun.

V. KESIMPULAN

Jenis pemborosan yang muncul selama proses produksi *cyclone* pada PT Swadaya Graha terdiri dari waiting akibat keterlambatan konfirmasi warna cat (berkontribusi 71% dari total keterlambatan) dan *inventory* akibat penumpukan WIP pada proses bangun (29%). Akar penyebab kedua pemborosan tersebut bersumber dari kondisi internal perusahaan, yaitu belum adanya prosedur verifikasi

kelengkapan material, belum tersedianya area penyimpanan material sementara, serta belum adanya prosedur dan batas waktu konfirmasi warna cat yang jelas. Usulan perbaikan yang dirumuskan meliputi penyusunan SOP konfirmasi warna cat, penambahan area penyimpanan material sementara, dan perancangan *dashboard* KPI sebagai media pemantauan berkelanjutan. Berdasarkan hasil pemetaan VSM future state, kombinasi usulan perbaikan tersebut mampu menurunkan total *lead time* produksi dari 114,5 hari menjadi 81,5 hari, atau sebesar 28,82%, tanpa mengurangi aktivitas bernilai tambah dalam proses produksi. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas analisis pada aspek biaya (*delay cost* dan *holding cost*) serta mengombinasikan DMAIC dengan pendekatan simulasi diskrit untuk validasi usulan perbaikan yang lebih terukur.

REFERENSI

[1] C. Saha, D. K. Jana, and A. Duary, "*Enhancing production inventory management for imperfect items using fuzzy optimization strategies and Differential Evolution (DE) algorithms*," *Franklin Open*, vol. 5, Dec. 2023.

[2] J. Kanyepe, B. Zizhou, M. Alphaneta, and N. Chifamba, *"Lead-time management, information sharing and performance of the motor industry in Zimbabwe," European Journal of Management Studies*, vol. 28, no. 3, pp. 229–246, Dec. 2023.

[3] F. Bagheri, M. Demartini, A. Arezza, F. Tonelli, M. Pacella, and G. Papadia, "*An Agent-Based Approach for Make-To-Order Master Production Scheduling*," *Processes*, vol. 10, no. 5, May 2022.

[4] H. D. Saptioratri Budiono, R. Nurcahyo, and M. Habiburrahman, *"Relationship between manufacturing complexity, strategy, and performance of manufacturing industries in Indonesia*," *Heliyon*, vol. 7, no. 6, Jun. 2021.

[5] M. Agustin, A. Suryadi, J. Rungkut, M. Gunung, and A. Surabaya, "Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Coating Project Fabrikasi Metal Ducting MBI di PT. Swadaya Graha Menggunakan Metode FMEA," *Jurnal Kendali Teknik dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2024.

[6] C. M. Hersanto, N. T. R. Adiningrum, and D. L. Sumarna, "Analisis Penyebab Keterlambatan Pengiriman Barang pada Pos Express Menggunakan Metode Six Sigma," *Jurnal Logistik*, vol. 16, Jan. 2023.

[7] D. Joanna, R. Simanjuntak, and A. P. Utomo, "Analisis Keterlambatan Pengiriman Unit Menggunakan Metode *Six Sigma* (Studi Kasus Pada PT XYZ)," vol. IX, no. 3, 2024.

[8] A. Kurniawan, "Implementasi *Lean Six Sigma* untuk Minimasi Pemborosan (Studi kasus di Industri Manufaktur Obat)," *Jurnal Logic: Logistics & Supply Chain Center*, vol. 3, no. 2, pp. 38–49, Jan. 2025.

[9] A. R. Aris, A. Bakhtiar, and H. Suliantoro, "Penerapan Sistem *Make To Order* Serta Penjadwalan *Jobshop* Guna Mencegah Keterlambatan Pada Customer (Studi Kasus: Pt. Sanggar Sarana Baja)," 2024.

[10] D. R. Arthaningtyas, N. K. Anggraeni, and S. Suharyo, "Analisa Risiko pada Rantai Pasok Industri Beton Pracetak Sistem *Make-to-Order*," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 6, no. 1, p. 118, Feb. 2023.

[11] P. N. Aini and A. Mulyati, "Penerapan Sistem Make To Order Sebagai Strategi Pengembangan Wirausaha Kreatif Pada Generasi Z Di Wirausaha Merdeka 3 Untag Surabaya," *Jurnal Ilmu Sosial*, 2023.

[12] A. Nubahriati *et al.*, "*Manufacturing Cycle Effectiveness* dalam Meningkatkan Kinerja Studi Kasus Pada Bengkel Sinar Las Di Kota Watampone," *Journal of Applied Management and Business Research*, vol. 2, no. 1, 2022.

[13] N. L. D. Purnami, M. J. Juliana, and Nyoman Putri Ari Amelinda, "Analisis Penyebab Keterlambatan Produksi dan Simulasi Penjadwalan Berbasis Linear Programming di PT CS," Jurnal Riset Dan Aplikasi Teknik Industri, vol. 3, no. 01, pp. 92–102, Aug. 2025.

[14] I. Hapsari, S. Soegiharto, and A. Tria, "Perbaikan Penjadwalan Percetakan di PT. Hamudha Prima Media, Surakarta," 2022.

[15] S. Makhmudah, F. E. Putra, and P. Rahmawati, "Optimasi Manajemen Keterlambatan Pengadaan Komponen Mengunakan Root Cause Analysis di Perusahaan Manufaktur," 2025.

[16] D. A. Pratiwi and R. Yuniarti, "Optimasi Proses Produksi Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan," *Rekayasa Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 2, 2025.

[17] R. H. Suherman and C. B. Nawangpalupi, "Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Inspeksi di Area *Coordinate Measuring Machine*," *Journal of Integrated System*, vol. 6, no. 1, pp. 1–20, Jul. 2023.

[18] Y. Maulana, "Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan," *Jieom*, vol. 2, 2022.

[19] J. Haekal, "*Application of Lean Six Sigma Approach to Reduce Worker Fatigue in Racking AreasUsing DMAIC, VSM, FMEA and ProModelSimulation Methods in Sub Logistic Companies: A Case Study of Indonesia*," *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, vol. 07, no. 06, pp. 01–11, 2021.

[20] F. Chrishardiyan and T. Shilul Imaroh, "*Factor Analysis Of Factors Causing Delays In Epc Projects Using Dmaic And Alternative Solutions*," *Technology And Business (JETBIS)*, vol. 2, 2023.

[21] R. A. Putri and A. Suryadi, "*Strategies for Reducing Defect Rates in Commercial Feed Production Using the RCA, FMEA, and 5W+1H Methods in the Feed Industry at PT XYZ*," 2025.

[22] A. Rahmalia Putri, S. Razaq, R. Fijra, I. Artikel,) Anindita, and R. Putri, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Pada PT XYZ Menggunakan Metode DMAIC *Quality Control on Product* X at XYZ *Company Using The* DMAIC *Method*," 2023.

[23] X. Wu and J. Wu, "*The Risk Priority Number Evaluation of FMEA Analysis Based on Random Uncertainty and Fuzzy Uncertainty*," *Complexity*, vol. 2021, 2021.

[24] O. : Subandi and E. Rahmawati, "Pemahaman Konseptual Tentang *Standard Operating Procedure* (Sop): Dasar, Tujuan, Manfaat, Dan Penerapan," *Jurnal Media Akademik*, vol. 2, no. 6, pp. 3031–5220, 2024.

[25] A. Priatna and M. Kholil, "Rancangan Lean Manufaktur Untuk Mengurangi Proses *Non Value Added* Dengan Menggunakan Metode VSM dan DMAIC di Perusahaan Otomotif," 2021.

[26] A. Ahdiat and R. D. Pasaribu, "*Improving the Quality of Indihome Products with the DMAIC Six Sigma Method to Increase Telkom's Profits Accessing Tangerang Witel*," *American Journal of Economic and Management Business*, vol. 4, no. 7, p. 1063, 2025.