



Penurunan Cycle Time pada Proses Blowing dan Ionizer Melalui Lean Manufacturing dan Siklus PDCA

Dimas Azib Saputra^{1*}, Andri Setiawan², Belina Angelina Magdalena³, Putro Wibisono⁴,
Kaerul Anwar⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Pelita Bangsa

Email: dimasazibsaputra@gmail.com

Submitted : 19-03-2025 Reviewed : 03-04-2025 Accepted : 05-04-2025 Published : 30-04-2025

Abstrak

Memasuki era globalisasi menjadikan momentum kenaikan permintaan ekspor pada bulan Oktober 2024 naik 10,69% dibanding September 2024. PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur sebagai vendor atau pemasok komponen barang elektronik yang harus siap melakukan penyesuaian terhadap lonjakan permintaan yang signifikan agar mendapatkan kepuasan konsumen. Penelitian ini berfokus pada peningkatan produksi melalui pengurangan cycle time dalam proses blowing dan ionizer menggunakan pendekatan lean manufacturing guna mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada lantai produksi berupa pemborosan motion. Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada lini produksi, wawancara dengan operator untuk memahami kendala operasional, serta pengukuran cycle time menggunakan stopwatch guna memperoleh data kuantitatif yang akurat. Melalui hasil observasi tersebut dilakukan improvement, yaitu pergantian proses manual blowing menggunakan gun ionizer menjadi machine blowing dan terbukti mengurangi cycle time dari 287,65 detik menjadi 153,87 detik untuk memenuhi satu trolley. Melalui penyesuaian bisa menaikkan produktivitas dari 350pcs/jam menjadi 655pcs/jam. Hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi industri manufaktur, khususnya dalam penerapan strategi peningkatan efisiensi kerja guna meningkatkan daya saing perusahaan.

Kata kunci: Diagram sebab akibat, Lean Manufacturing, PDCA

Abstract

Entering the era of globalization has created a momentum for increasing export demand in October 2024, increasing by 10.69% compared to September 2024. PT. XYZ is a company engaged in manufacturing as a vendor or supplier of electronic components that must be ready to make adjustments to significant demand in order to achieve consumer satisfaction. This study focuses on increasing production by reducing cycle time in the blowdown and ionizer processes using a lean manufacturing approach to identify waste that occurs on the production floor in the form of motion waste. Data were collected through direct observation on the production line, interviews with operators to understand operational constraints, and measuring cycle time using a stopwatch to obtain accurate quantitative data. Through the results of these observations, improvements were made, namely replacing the manual blowing process using an ionizer gun with a blowing machine and it was proven to reduce cycle time from 287.65 seconds to 153.87 seconds to fill one trolley. Through adjustments, productivity can be increased from 350pcs/hour to 655pcs/hour. The results of this study have implications for the manufacturing industry, especially in implementing work efficiency improvement strategies to increase the company's competitiveness.

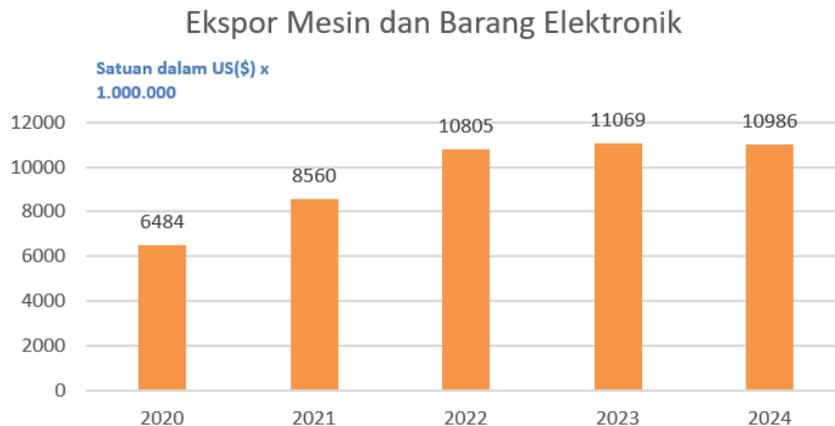
Keywords: Fishbone diagram, Lean Manufacturing, PDCA

Pendahuluan

Pertumbuhan Globalisasi menyebabkan pergerakan industri semakin cepat, semakin saling bersaing pada sektor masing masing, tidak terkecuali pada bidang elektronik. Setelah adanya pandemi, masing-masing sektor berlomba dalam meningkatkan produksi, khususnya sektor elektronik dimana merupakan salah satu sektor yang mendukung terkait dengan adanya perubahan budaya dalam penggunaan teknologi. Kenaikan ekspor bisa ditinjau dari



data Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Oktober 2024 mencapai US\$ 24,41 miliar, naik 10,69% dibanding September 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Berdasarkan BPS pergerakan ekspor bidang elektronik dalam 5 tahun terakhir menunjukkan kenaikan dari tahun 2020 – 2024 pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan ekspor mesin dan peralatan elektronik (2020-2024)
(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Bahkan pada tahun 2024 ini belum sampai pada kuartal terakhir tapi sudah sampai angka 10.986 (dalam satuan US(\$) x 1.000.000). Peningkatan tersebut mendorong PT.XYZ sebagai salah satu supplier komponen elektronik melakukan efisiensi dalam produksi guna mendapatkan output sesuai dengan permintaan konsumen. Meskipun data ekspor menunjukkan peningkatan, tantangan utama yang dihadapi industri manufaktur adalah bagaimana memastikan bahwa peningkatan kapasitas produksi dapat dicapai tanpa meningkatkan biaya produksi yang berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan strategi efisiensi produksi yang dapat mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dan mengurangi pemborosan dalam sistem produksi.

Dunia industri dikenalkan salah satu metode yang cukup terkenal dalam menciptakan efisiensi dan efektivitas produksi yang dikenal dengan *lean manufacturing* (M Ali Pahmi, 2021). *Lean manufacturing* merupakan konsep yang terdiri atas perhitungan hubungan pelanggan, supplier, desain produk serta manajemen Perusahaan dalam menerapkan strategi yang bertujuan mengurangi ataupun membuang pemborosan pada setiap lini produksi yang tidak memberikan nilai tambah atau biasa dikenal dengan *waste* yang sering menjadi penyebab utama inefisiensi dalam jalur produksi. (Santika Sari, Berliana Sihotang, Nurfjriah, Donny Montreano, 2021). Namun, sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti penerapan *lean manufacturing* dalam konteks rantai pasok dan optimalisasi produk, sedangkan kajian tentang pengurangan *cycle time* dalam aktivitas manufaktur berbasis PDCA masih terbatas. konteks ini, penelitian ini mengisi gap yang ada dengan menerapkan pendekatan PDCA sebagai strategi utama dalam mengurangi pemborosan, khususnya dalam aktivitas *motion* dan *waiting* yang sering terjadi dalam lini produksi elektronik. Dengan mengintegrasikan metode *lean manufacturing* dan siklus PDCA, penelitian ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana perusahaan manufaktur dapat mengurangi waktu siklus dan meningkatkan output produksi



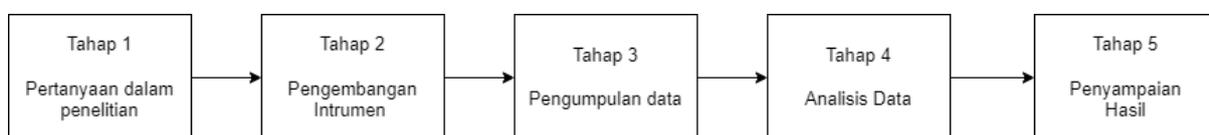
secara efisien. Kelancaran aliran komponen produksi bisa dicapai melalui penghilangan hambatan serta ketidakefisienan pada jalur produksi yang biasanya menyebabkan waktu siklus lebih panjang karena adanya *delay* dalam stasiun kerja (Afifuddin, 2019). Optimalisasi ini menjadi sangat penting karena tanpa adanya perbaikan sistematis terhadap aliran produksi, peningkatan output hanya akan menimbulkan masalah baru dalam bentuk beban kerja yang lebih tinggi bagi operator dan potensi kenaikan defect rate akibat tekanan produksi yang tidak terkelola dengan baik.

Terdapat tujuh jenis pemborosan melalui identifikasi melalui *lean manufacturing* yaitu, *overproduction*, *waiting*, *overprocessing*, *inventory*, *transportation*, *defect*, *unused employee's creativity* dan *motion* (Azwir & Setyanto, 2017). Produk cacat seperti *rework*, *customer return*, *scrap* dan produk yang tidak sesuai juga menjadi salah satu permasalahan yang timbul karena adanya pemborosan. *Waiting time* merupakan penundaan yang terjadi karena adanya penantian proses mesin, supplier, bahan baki, peralatan dan pemeliharaan lingkungan kerja (Diah et al., 2018). Namun, dalam industri elektronik, pemborosan yang paling signifikan sering kali terkait dengan *motion* dan *waiting time*, di mana operator sering kali mengalami keterlambatan dalam menerima material serta harus melakukan pergerakan yang tidak efisien selama proses perakitan. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada identifikasi dan pengurangan pemborosan dalam kedua aspek tersebut melalui penerapan PDCA dan *lean manufacturing*. Sedangkan, *motion* yaitu *waste* yang dapat diidentifikasi melalui setiap pergerakan pekerja atau mesin yang tidak memberikan nilai tambah tetapi hanya memberikan penambahan pada biaya serta waktu.

Dalam konteks PT. XYZ, analisis awal menunjukkan bahwa pergerakan operator yang tidak efisien selama proses blowing dan ionizer menyebabkan peningkatan cycle time yang signifikan. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini akan menguji penerapan solusi teknis seperti perubahan layout kerja, penggunaan alat bantu tambahan, dan otomatisasi parsial guna mengurangi pergerakan yang tidak perlu. *Transportation* adalah proses pemindahan barang maupun orang yang adanya jarak berlebih berakibat waktu pengelolaan material bertambah. *Overprocessing* merupakan aktivitas kerja yang tidak perlu dan kurang efisien. *Inventories* yaitu pengelolaan tempat yang tidak diperlukan karena memberikan aktivitas tambahan akibat munculnya *extra paperwork*, *extra space* and *extra cost* (A. P. Pradana, M. Chaeron, 2018). Melalui pemahaman jenis pemborosan ini dan mengidentifikasi aspek yang paling relevan dalam konteks produksi PT. XYZ, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan strategi peningkatan efisiensi berbasis *lean manufacturing* dan PDCA yang lebih terfokus dan aplikatif.

Metode

Observasi dilakukan melalui strategi penelitian berbasis studi kasus. Dijelaskan studi kasus sebagai pendekatan empiris guna memastikan fenomena kontemporer dalam konteks *real action* dan metode yang baik melalui lima tahapan model penelitian (Gazoli de Oliveira & da Rocha Junior, 2019).



Gambar 2. Flow observation

Melalui Identifikasi gambar 2, penelitian memiliki karakteristik:

- Tahap 1, Pertanyaan yang timbul dalam penelitian: Dilakukan melalui observasi, apa saja waste yang timbul pada proses serta bagaimana cara peningkatan hasil produksi dalam proses tersebut.
- Tahap 2, Pengembangan Instrumen: Peneliti melakukan identifikasi terkait konsep lean manufacturing yang dapat diimplementasikan pada jawaban terkait tahap 1
- Tahap 3, Pengumpulan Data: Data didapati dari hasil observasi, mengikuti rapat, wawancara serta melihat laporan perusahaan. Tahapan mendapatkan hasil berupa aliran proses produksi, cycle time serta pemborosan(Suseno & Hengky, 2019).
- Tahap 4, Analisis data: Melakukan triangulasi data dari pembahasan penelitian.
- Tahap 5, Penyampaian Hasil: Penyampaian hasil dari Analisa dan perbaikan yang mungkin dilakukan dalam penelitian.

Tahapan penelitian ini menggunakan siklus PDCA (Plan – Do – Check – Action) sebagai acuan dasar guna peningkatan efisiensi pada proses blowing and ionizer. Pemilihan metode PDCA dalam penelitian ini didasarkan pada sifatnya yang iteratif dan fleksibel dalam mengidentifikasi serta menyelesaikan permasalahan produksi secara sistematis. Dibandingkan dengan metode lain seperti Six Sigma yang lebih berfokus pada pengendalian variasi dan memerlukan analisis statistik yang lebih kompleks, PDCA lebih cocok digunakan dalam penelitian ini karena memungkinkan perbaikan berkelanjutan yang dapat diterapkan secara langsung pada rantai produksi dengan pendekatan yang lebih sederhana namun tetap efektif. Selain itu, dibandingkan dengan metode Kaizen yang lebih menitikberatkan pada peningkatan secara bertahap tanpa siklus terstruktur, PDCA memberikan kejelasan dalam tahapan implementasi mulai dari perencanaan hingga tindakan korektif yang distandarisasi. Keunggulan utama PDCA dalam penelitian ini adalah kemampuannya dalam mengoptimalkan efisiensi waktu produksi melalui pendekatan siklus yang berulang, memastikan bahwa setiap tahap perbaikan memiliki hasil yang terukur sebelum diimplementasikan secara luas. Penelitian menggunakan metode PDCA yang dilakukan oleh (Zakaria et al., 2016). Terbukti meningkatkan produksi dari 1041 ke 1109 pcs. Proses keakuratan data dalam PDCA menjadi pertimbangan dalam hasil penyelesaian masalah(Wigati et al., 2021). PDCA dilakukan dalam beberapa proses diantaranya



Gambar 3. Cycle of PDCA

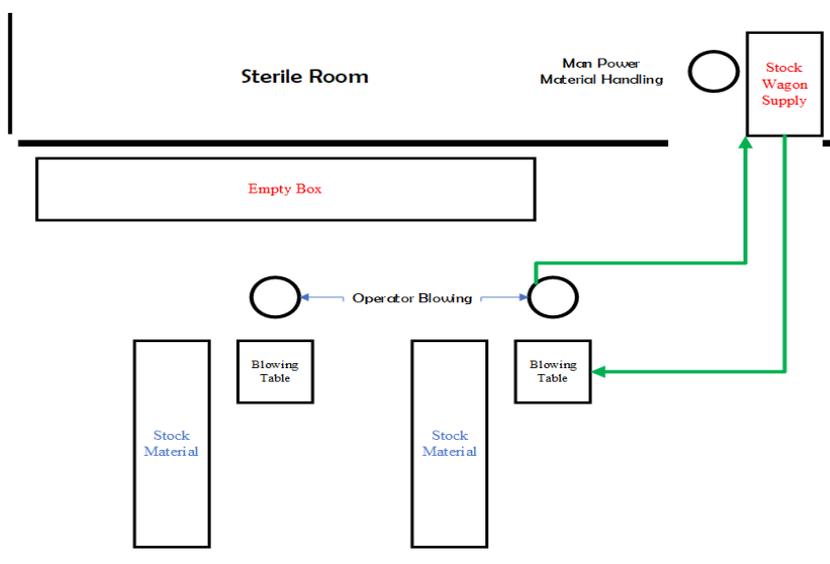
1. **Plan** merupakan perencanaan dalam menetapkan standar yang baik melalui proses observasi mengenai *product* dan identifikasi *cases* di lapangan. Observasi dilakukan secara data kualitatif yaitu data diperoleh dalam bentuk angka berdasarkan studi database yang didapatkan serta data sekunder berupa hasil wawancara dengan pihak – pihak yang terkait pada proses produksi (Hasanah et al., 2020).
2. **Do** adalah menerapkan langkah yang akan dilakukan secara bertahap guna mencapai target yang diinginkan, pada prosesnya dilakukan analisa data untuk mengetahui kekurangan pada proses kerja selama ini sehingga dapat dilakukan perbaikan saat penetapan proses kerja baru.
3. **Check** adalah melakukan pengawasan terhadap hasil perbaikan dengan tujuan yang sudah ditentukan sekaligus mengevaluasi proses *improvement* yang dilakukan.
4. **Action** merupakan penyesuaian antara rencana perbaikan yang didapati dari hasil analisis melalui implementasi pada proses operasional (H. Setiawan & Supriyadi, 2021).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada PT. XYZ tepatnya pada proses *blowing and ionizer* yang merupakan proses pemberian tekanan udara guna memisahkan antara *part* dengan partikel maupun debu menempel. Melalui pendekatan *lean manufacturing* diharapkan identifikasi pemborosan bisa diketahui serta peneliti dapat melakukan perbaikan terkait *waste* dalam proses *manufacturing* (Nurwahidah & Samad, 2022).

Plan

Persiapan penelitian dimulai melalui observasi untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang terjadi pada proses *blowing material*, identifikasi langkah – langkah kerja diawali melalui pengamatan *layout* tempat kerja serta pengambilan data secara kuantitatif berupa *cycle time* yang dihitung menggunakan *stopwatch*. Berikut area kerja dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Layout proses blowing before improvement*

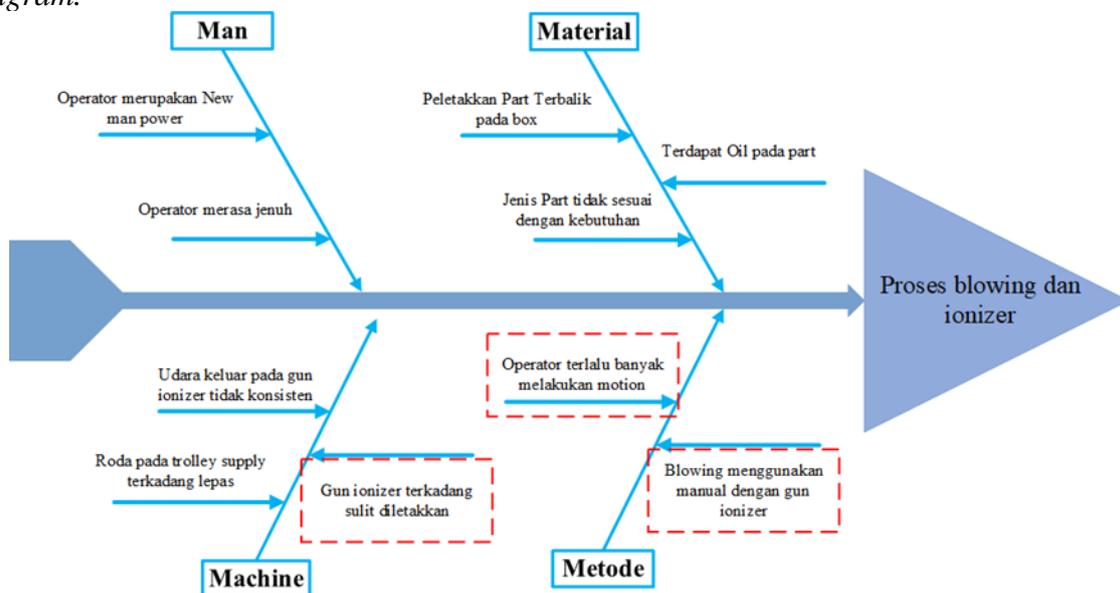
Selain gambar 4, terdapat juga perhitungan hasil proses perhitungan *cycle time* dengan penyesuaian tempat kerja pada gambar 4. Berikut *cycle time* dapat ditinjau pada Tabel 1.

Tabel 1. *Cycle time* proses *blowing* sebelum *improvement*

No	Aktivitas	Waktu (detik)		Keterangan
		per pcs	per trolley	
1	Operator blowing mengambil trolley empty	-	21,07	Operator mengambil trolley kosong di daerah wagon supply lalu dibawa ke meja blowing
2	Mengambil box berisikan part ke meja blowing	-	10,8	Untuk memenuhi satu trolley membutuhkan 28 part, sedangkan satu box berisi 14 part
3	Mengambil part dari box	1,26	35,28	
4	Mengeluarkan part dari plastic	3,2	89,6	
5	Membersihkan part menggunakan gun ionizer	3,37	94,36	
6	Meletakkan box kosong ke rak empty box	-	15,44	Untuk memenuhi satu trolley membutuhkan 28 part, sedangkan satu box berisi 14 part
7	Operator blowing membawa trolley isi	-	21,1	Operator membawa trolley yang sudah dipenuhi part ke dalam area wagon supply
Total Time			287,65	

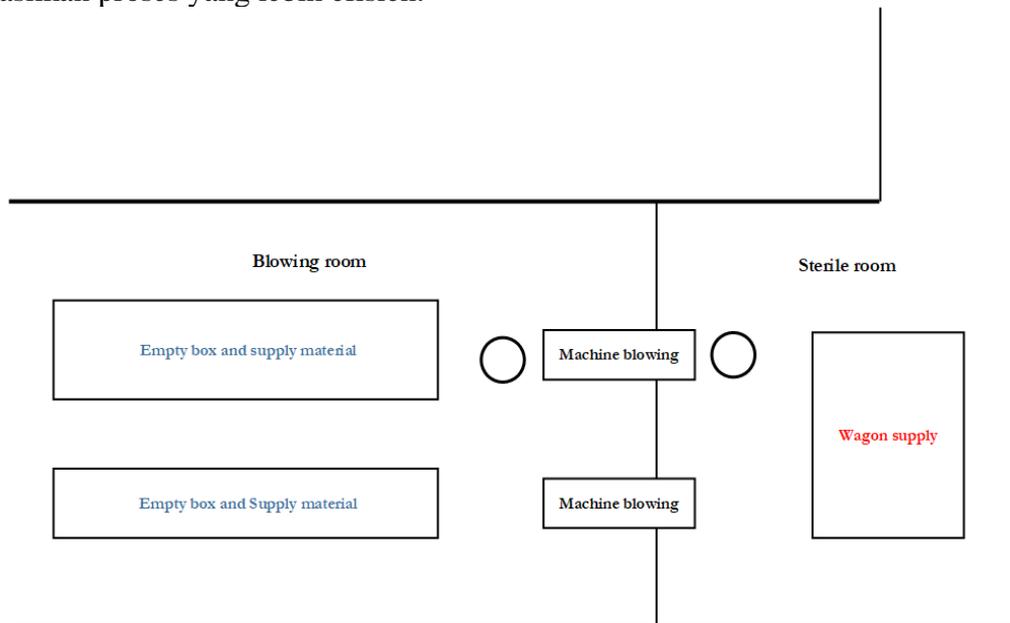
Do

Setelah melakukan observasi dengan pengumpulan data seperti ditampilkan dalam Tabel 1. *Improvement* merupakan rencana perbaikan faktor utama dalam mengurangi pemborosan (F. Setiawan, 2022), sebelum *improvement* dilakukan maka, diperlukannya identifikasi atas pemborosan yang terjadi pada proses *blowing material*, peninjauan *waste* dapat mengaplikasikan *fishbone* (Armyanto et al., 2020). *Fishbone diagram* berguna dalam mengidentifikasi akar masalah melalui *brainstroming* dan bisa disebut juga *ishikawa diagram*.

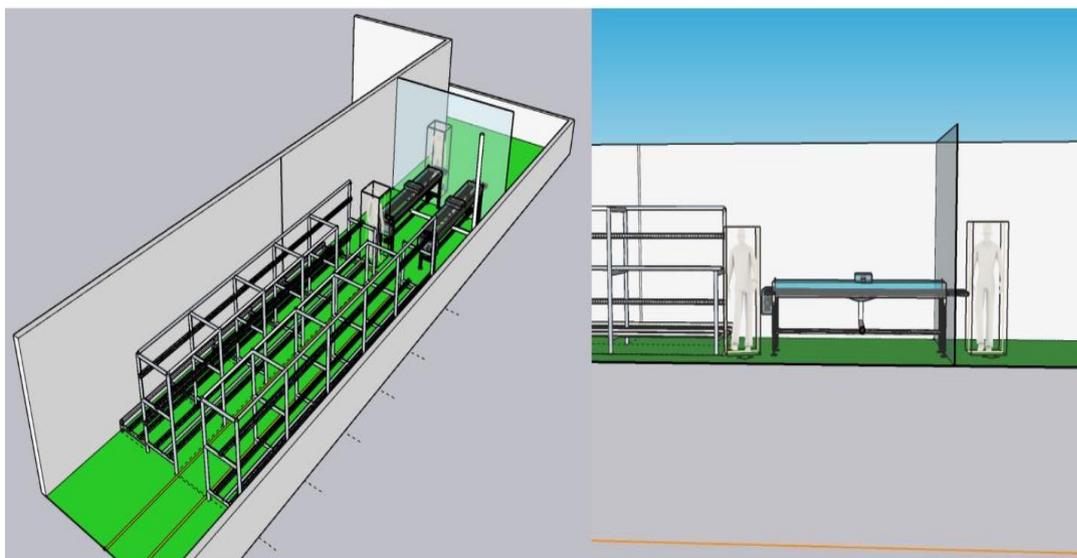


Gambar 5. *fishbone diagram*

Melalui tinjauan dari gambar 5, didapati kesimpulan bahwa peneliti menemukan pemborosan pada bagian metode *blowing* serta mesin menyebabkan kecepatan operator sering terjeda karena penggunaan *gun ionizer* secara manual dalam teknik *blowing material*. Bahkan, pada gambar 4 menunjukkan lokasi jarak antara meja *blowing* dengan daerah *wagon supply* untuk pengambilan *empty trolley* cukup jauh sehingga cukup memakan waktu. Oleh karena itu, perbaikan fokus pada pergantian mesin, *layout* dan metode sehingga bisa menghasilkan proses yang lebih efisien.



Gambar 6. *Layout blowing room after improvement*



Gambar 7 *3d blowing room after improvement*



Gambar 8. *Blowing machine*

Check

Perubahan *layout, method, dan machine* memerlukan kajian ulang sekaligus pengecekan secara berkala agar bisa menyimpulkan apakah *improvement* tersebut mendapatkan hasil positif terhadap Perusahaan atau tidak. Karena itu dilakukan pengambilan data *cycle time* Kembali terkait hasil perbaikan bisa ditinjau pada Tabel 2.

Tabel 2. *Cycle time* proses *blowing* setelah *mprovement*

No	Aktivitas	Waktu (detik)		Keterangan
		per pcs	per trolley	
1	Operator blowing mengambil trolley kosong	-	-	Operator mengambil trolley kosong di daerah wagon supply lalu dibawa ke meja blowing
2	Mengambil box berisikan part mendekati machine blowing	-	7,86	Untuk memenuhi satu trolley membutuhkan 28 part, sedangkan satu box berisi 14 part
3	Mengambil part dari box	1,26	35,28	
4	Mengeluarkan part dari plastic	3,2	89,6	
5	Membersihkan part menggunakan gun ionizer	-	-	
6	Meletakkan box kosong ke rak empty box	-	11,12	Untuk memenuhi satu trolley membutuhkan 28 part, sedangkan satu box berisi 14 part
7	Operator blowing membawa trolley isi	-	-	Operator membawa trolley yang sudah dipenuhi part ke dalam area wagon supply
8	Proses part melalui conveyer dari operator A ke operator B	-	10,01	
Total Time			153,87	

Tabel 2 memberikan informasi hasil evaluasi terkait perubahan yang terjadi sesudah adanya perbaikan pada aktivitas blowing dan ionizer. Dari hasil evaluasi, dapat disimpulkan bahwa faktor utama yang menyebabkan penurunan cycle time adalah eliminasi proses manual yang sebelumnya menghambat alur kerja operator. Pergantian gun ionizer manual dengan machine blowing mengurangi waktu tunggu antara satu proses ke proses lainnya, sementara penggunaan conveyer dalam transportasi part dari operator A ke operator B mempercepat pergerakan material tanpa memerlukan intervensi manual. Selain itu, perubahan layout produksi yang lebih ergonomis memungkinkan operator untuk mengakses part dengan lebih mudah, mengurangi waktu perpindahan yang sebelumnya mempengaruhi efisiensi kerja.

Kombinasi dari faktor-faktor ini menghasilkan penurunan cycle time yang signifikan, dari 287,65 detik menjadi 153,87 detik per trolley.

Action

Hasil positif *improvement* dipertahankan melalui adanya standarisasi dari sebuah proses perbaikan yang sudah dilakukan, hal tersebut terkandung dalam Gambar 9, guna pelaksanaan produksi dapat diamati secara konsisten melalui *work instruction*.



Gambar 9. *Work instruction* proses *blowing*

Sebagai langkah keberlanjutan, perusahaan diharapkan untuk terus memantau efektivitas metode yang diterapkan serta melakukan evaluasi berkala guna memastikan bahwa peningkatan efisiensi tetap terjaga. Selain itu, pelatihan bagi operator mengenai penggunaan teknologi baru dan tata cara kerja yang lebih efisien menjadi langkah penting dalam menjaga hasil yang telah dicapai.

Kesimpulan

Melalui pendekatan lean manufacturing didapati bahwa siklus PDCA dengan tools fishbone diagram memudahkan identifikasi pemborosan yang ada di dalam suatu proses produksi manufacturing. Pemborosan ditemukan pada method, dan machine yang digunakan masih menggunakan proses manual sehingga dilakukannya *improvement* berupa penambahan blowing machine yang menghasilkan perbaikan efisiensi aktivitas berupa penurunan cycle time proses blowing and ionizer dari 287,65 detik menjadi 153,87 detik untuk memenuhi satu trolley, jika diperhitungkan bisa menaikkan produktivitas dari 350 pcs/jam menjadi 655 pcs/jam.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi yang lebih luas terhadap efisiensi operasional di industri manufaktur, khususnya dalam upaya mengoptimalkan proses produksi dengan mengurangi pemborosan. Penerapan PDCA yang dikombinasikan dengan lean manufacturing dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan produktivitas tanpa harus melakukan investasi besar pada peralatan baru. Efisiensi yang dicapai melalui pengurangan cycle time tidak hanya berdampak pada peningkatan output produksi tetapi juga membantu perusahaan dalam mengurangi biaya operasional, seperti konsumsi energi dan tenaga kerja yang tidak efisien. Dengan demikian, metode ini dapat diadopsi oleh industri manufaktur lainnya yang menghadapi kendala serupa dalam meningkatkan performa produksi mereka.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Studi ini hanya berfokus pada satu lini produksi dalam satu perusahaan sehingga belum dapat menggambarkan efektivitas metode PDCA secara luas di berbagai sektor manufaktur lainnya. Selain itu, penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti dampak perubahan permintaan pasar atau



kondisi rantai pasok yang dapat mempengaruhi efisiensi produksi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan studi dengan mengimplementasikan metode serupa pada berbagai jenis industri manufaktur dan melakukan analisis komparatif untuk mengevaluasi efektivitas metode ini dalam berbagai kondisi operasional. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga dapat mengkaji dampak otomatisasi yang lebih tinggi dalam meningkatkan efisiensi produksi secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- A. P. Pradana, M. Chaeron, K. (2018). Implementasi Konsep Lean Manufacturing Guna Mengurangi Pemborosan di Lantai Produksi. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 11(1), 14–18.
- Afifuddin, M. (2019). Penerapan Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Position Weight (RPW) Untuk Meningkatkan Output Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola. 4(1), 40–48. <http://dx.doi.org/10.33536/jiem.v4i1.287>
- Armyanto, H. D., Djumhariyanto, D., & Mulyadi, S. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan FMEA untuk Mereduksi Pemborosan Produksi Sarden. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(1), 37–42. <https://doi.org/10.24843/jem.2020.v13.i01.p07>
- Azwir, H. H., & Setyanto, A. K. (2017). Analisis Penerapan Lean Manufacturing Pada Penurunan Cacat Feed Roll Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(2), 105. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v6i2.2714.105-118>
- Badan Pusat Statistik. (2024, October). Perkembangan Ekspor dan Impor Indonesia Oktober 2024. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/11/15/2344/ekspor-oktober-2024-mencapai-us-24-41-miliar--naik-10-69-persen-dibanding-september-dan-impor-oktober-2024-senilai-us-21-94-miliar--naik-16-54-persen-dibanding-september-2024.html>
- Diah, H., Parkhan, A., & Sugarindra, M. (2018). Productivity improvement in the production line with lean manufacturing approach: Case study PT. XYZ. *MATEC Web of Conferences*, 154, 0–3. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401093>
- Gazoli de Oliveira, A. L., & da Rocha Junior, W. R. (2019). Productivity improvement through the implementation of lean manufacturing in a medium-sized furniture industry: A case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(4), 172–188. <https://doi.org/10.7166/30-4-2112>
- Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril PT.XYZ. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 07, 89. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v7i2.435>
- M Ali Pahmi. (2021). A System Modelling Approach Optimization Process and Machine Utilization In Casting Plant Using Lean Manufacturing Simulation Model. *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(2), 116–121. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i2.132>
- Nurwahidah, A., & Samad, A. (2022). Peningkatan Kualitas Proses Produksi Wafer dengan Pendekatan Lean Manufacturing pada PT X. 1(3), 3–8.
- Santika Sari, Berliana Sihotang, Nurfitriah, Donny Montreano, N. Z. (2021). Lean Service Approach To the Maintenance Process of Consumer Packing Machine At Pt. Bfm. 6(2), 1–10.

- Setiawan, F. (2022). Implementation of lean manufacturing With a value stream mapping approach to improve the efficiency of production process. *Jurnal Al- Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 7(3), 169–178. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36722/sst.v7i3.1174>
- Setiawan, H., & Supriyadi. (2021). Penerapan Konsep Siklus Plan-Do-Check-Action (Pdca) Untuk Meningkatkan Kinerja Load Lugger. *Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri*, September, 71–78.
- Suseno, A., & Hengky, H. (2019). Identifikasi dan Eliminasi Pemborosan Aktivitas pada Proses Produksi Suku Cadang dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 12(2), 91–99. <https://doi.org/10.30813/jiems.v12i2.1667>
- Wigati, R. F., Rahmah, D. M., Ardiansah, I., & Pujiyanto, T. (2021). Penerapan lean manufacturing dalam mereduksi pemborosan pada raw material bumbu dengan metode PDCA. *Agromix*, 12(2), 137–144. <https://doi.org/10.35891/agx.v12i2.2653>
- Zakaria, N. H., Mohamed, N. M. Z. N., Rahid, M. F. F. A., & Rose, A. N. M. (2016). Lean manufacturing implementation in reducing waste for electronic assembly line. *MATEC Web of Conferences*, 90. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20179001048>