

Implementasi *Lean Manufacturing* Guna Pengurangan *Waste* Pada Proses Pengemasan Semen di PT STAR

Muhammad Alfi Nur Rifki^a, Fauzan Romadlon^{a*}

^aTeknik Industri, Telkom Univeristy, Kampus Purwokerto Jl. D.I. Panjaitan No. 128, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia 53147.

* fauzanro@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Industri semen memegang peran vital dalam menopang pembangunan infrastruktur nasional, di mana volume permintaan yang besar menuntut efisiensi tinggi di seluruh rantai produksi. Salah satu lini produksi yang menuntut efisiensi adalah pada tahapan pengemasan di PT STAR. Tahap pengemasan semen pada PT STAR merupakan bagian penting yang seringkali menyumbang berbagai bentuk pemborosan atau *waste* yang signifikan. Bentuk *waste* yang umum terjadi antara lain produk cacat (*defect*), kelebihan produksi yang tidak sesuai permintaan (*overproduction*), dan waktu tunggu (*waiting*) akibat ketidakseimbangan antara mesin pengemas dan aliran logistik internal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat *waste* pada proses pengemasan semen di PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR). Penelitian ini juga menganalisis akar penyebab, dan merancang strategi perbaikan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan *lean manufacturing* dengan tools *value stream mapping* (VSM), *process activity mapping* (PAM), dan *fishbone diagram*. Hasil menunjukkan bahwa implementasi *lean manufacturing* berhasil menurunkan tingkat *waste* dari 7.82% menjadi 4.66%. Melalui penerapan strategi tersebut, proses produksi diharapkan menjadi lebih cepat, stabil, dan seragam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi *non-value added time* serta memperkuat integrasi antar elemen proses produksi untuk mencapai perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*).

Kata Kunci: *Lean Manufacturing*, Pengemasan Semen, *Value Stream Mapping*, *Waste*

ABSTRACT

The cement industry plays a vital role in supporting national infrastructure development, where high demand demands high efficiency throughout the production chain. One production line that demands efficiency is the packaging stage at PT STAR. The cement packaging stage at PT STAR is a crucial part that often contributes to various forms of significant waste. Common forms of waste include defective products, overproduction, and waiting times due to an imbalance between packaging machines and internal logistics flows. Therefore, this study aims to measure the level of waste in the cement packaging process at PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR). This study also analyzes the root causes and designs improvement strategies. The method used is a quantitative lean manufacturing approach with value stream mapping (VSM), process activity mapping (PAM), and fishbone diagram tools. The results show that the implementation of lean manufacturing has successfully reduced the waste level from 7.82% to 4.66%. Through the implementation of this strategy, the production process is expected to be faster, more stable, and more uniform. This aims to reduce non-value added time and strengthen integration between production process elements to achieve continuous improvement.

Keywords: *Cement Packaging, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste*

1. Pendahuluan

Industri semen memegang peran vital dalam menopang pembangunan infrastruktur nasional, di mana volume permintaan yang besar menuntut efisiensi tinggi di seluruh rantai produksi. Sayangnya, efisiensi operasional masih menjadi tantangan utama, terutama pada proses pengemasan yang rentan terhadap pemborosan (*waste*) seperti produk cacat (*defect*), kelebihan produksi (*overproduction*), dan waktu tunggu (*waiting*). Pengurangan *waste* bertujuan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan [1], [2]. Salah satunya adalah pada tahapan pengemasan di PT STAR.

Tahap pengemasan semen pada PT STAR merupakan bagian penting yang seringkali menyumbang berbagai bentuk pemborosan atau *waste* yang signifikan. Bentuk *waste* yang umum terjadi antara lain produk cacat (*defect*), kelebihan produksi yang tidak sesuai permintaan (*overproduction*), dan waktu tunggu (*waiting*) akibat ketidakseimbangan antara mesin pengemas dan aliran logistik internal. Berdasarkan data dari beberapa studi kasus industri, rata-rata tingkat *waste* dalam proses pengemasan mencapai 7.82%, yang berarti melebihi ambang batas standar toleransi sebesar 5% yang dianggap masih dapat diterima [3]. Persentase ini menunjukkan adanya inefisiensi serius yang berdampak langsung terhadap produktivitas, biaya operasional, serta kepuasan pelanggan akibat keterlambatan pengiriman atau ketidaksesuaian jumlah produk. Oleh karena itu, identifikasi jenis dan sumber *waste* menjadi langkah awal yang krusial untuk menyusun strategi perbaikan yang terukur dan berkelanjutan. Selanjutnya, proses pengemasan melibatkan interaksi kompleks antara manusia, mesin, dan material, sehingga memerlukan analisis sistematis untuk mengidentifikasi sumber pemborosan secara akurat [4].

Guna mengatasi masalah ini, pendekatan *lean manufacturing* menjadi sangat relevan karena berfokus pada eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah [2]. Meskipun penerapan *lean* telah terbukti efektif meningkatkan efisiensi di lini produksi utama pada industri semen, studi yang secara spesifik mengkaji proses pengemasan masih terbatas [5]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat *waste* pada proses pengemasan semen di PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR). Penelitian ini juga menganalisis akar penyebabnya, dan merancang strategi perbaikan berbasis prinsip *lean manufacturing*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi industri dalam meningkatkan efisiensi operasional serta memperkaya literatur akademis mengenai penerapan *lean* di sektor pengemasan semen.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah sebuah filosofi dan sistem manajemen yang berfokus pada eliminasi pemborosan (*waste*), yaitu segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) pada produk akhir. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi proses, mengurangi waktu siklus, dan menekan biaya produksi. Penerapan *lean* terbukti secara signifikan dapat meningkatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan menurunkan *lead time* di berbagai industri, mulai dari manufaktur hingga farmasi [6].

2.2 Jenis dan Konsep Pemborosan (Waste)

Waste ini merupakan elemen yang harus diminimalisasi karena dapat menghambat efektivitas dan efisiensi proses produksi. Secara umum, jenis-jenis *waste* yang paling sering ditemukan dalam dunia industri dapat dikelompokkan ke dalam tujuh kategori utama [5]. Berikut ini penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing jenis *waste* tersebut:

a. *Overproduction*

Overproduction merupakan kondisi di mana perusahaan memproduksi barang dalam jumlah yang melebihi kebutuhan aktual pelanggan, baik itu pelanggan internal maupun

eksternal. Overproduction juga termasuk memproduksi barang lebih cepat atau lebih awal dari waktu yang dibutuhkan oleh pelanggan. Pemborosan ini seringkali menjadi akar dari *waste* lain karena menimbulkan kelebihan persediaan, penggunaan sumber daya yang tidak optimal, hingga peningkatan biaya penyimpanan.

b. *Waiting*

Waiting atau waktu menunggu merupakan bentuk pemborosan yang terjadi ketika pekerja, mesin, atau proses produksi tertunda karena menunggu faktor lain, seperti ketersediaan bahan baku, peralatan, suku cadang, atau proses perawatan mesin. Kondisi ini menyebabkan hilangnya waktu produktif yang seharusnya dapat dimanfaatkan secara lebih optimal untuk kegiatan yang menghasilkan nilai tambah.

c. *Transportation*

Pemborosan dalam bentuk *Transportation* berkaitan dengan aktivitas pemindahan barang atau material, baik antar proses produksi maupun antar area dalam pabrik, yang dilakukan secara tidak efisien atau tidak perlu. Pemindahan yang berlebihan atau terlalu jauh akan menambah waktu dan biaya penanganan, tanpa memberikan nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan.

d. *Unnecessary Process*

Unnecessary process atau proses yang tidak perlu merupakan aktivitas tambahan dalam rangkaian produksi yang sebenarnya tidak memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan nilai tambah produk. Aktivitas ini hanya memboroskan sumber daya dan waktu, serta berpotensi menimbulkan kompleksitas proses yang tidak diperlukan.

e. *Inventory*

Inventory waste berkaitan dengan akumulasi bahan baku, barang setengah jadi, atau produk akhir yang tidak segera diproses atau dijual. Persediaan yang berlebih memicu biaya tambahan, baik untuk penyimpanan, penanganan, maupun pengelolaan. Selain itu, persediaan yang terlalu banyak berpotensi menimbulkan risiko kedaluwarsa, kerusakan, atau kehilangan nilai produk.

f. *Motion*

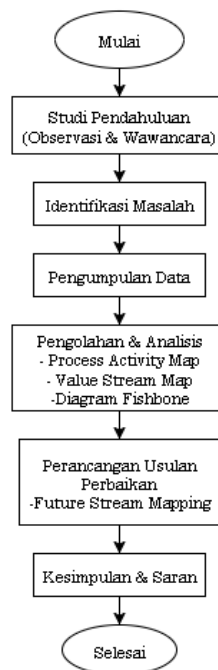
Motion waste mengacu pada setiap pergerakan tenaga kerja atau mesin yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung terhadap produk atau layanan yang ditawarkan kepada pelanggan. Contoh dari *motion waste* meliputi langkah kerja yang berlebihan, pencarian alat yang tidak teratur, atau tata letak fasilitas yang tidak ergonomis sehingga memperpanjang proses kerja.

g. *Defect*

Defect atau kecacatan produk merupakan bentuk *waste* yang paling nyata karena berdampak langsung terhadap kualitas produk akhir. Cacat produk menyebabkan terjadinya pemborosan berupa pembuangan material (*scrap*), pengerjaan ulang (*rework*), pengembalian dari pelanggan (*customer return*), hingga menurunnya kepuasan pelanggan (*customer dissatisfaction*). Dampak ini tidak hanya memengaruhi biaya produksi, tetapi juga merugikan citra perusahaan dalam jangka panjang.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bagian *section packer* di PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR), yang merupakan tahap akhir dari proses produksi semen. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan *lean manufacturing*. Alur penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan studi pendahuluan melalui observasi langsung dan wawancara untuk memahami kondisi proses pengemasan saat ini. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis dengan tools pada lean manufacturing. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan, meliputi, *Value Stream Mapping* (VSM) yaitu sebuah metode pemetaan untuk memvisualisasikan seluruh aliran material dan informasi dalam suatu proses. VSM membantu mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan tidak bernilai tambah (*non-value added*) sehingga menjadi dasar untuk merancang aliran proses masa depan yang lebih efisien (*future state map*) [6].

Selanjutnya adalah *Process Activity Mapping* (PAM). PAM memetakan aktivitas secara lebih rinci untuk mengklasifikasikan setiap langkah ke dalam kategori *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), atau *Necessary Non-Value Added* (NNVA). PAM sangat efektif untuk menyoroti pemborosan dalam alur kerja spesifik [7]. Terakhir adalah *Fishbone Diagram* yang digunakan untuk melakukan analisis akar penyebab (*root cause analysis*) dari suatu masalah. Diagram ini mengkategorikan potensi penyebab ke dalam enam kelompok utama termasuk *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, *environment* untuk memfasilitasi identifikasi sumber masalah secara sistematis dan terstruktur [8].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Identifikasi Pemborosan Awal

PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR) merupakan perusahaan produsen semen nasional yang dikenal melalui merek dagangnya yaitu Semen Bima. Perusahaan ini berdiri atas dasar kebutuhan akan pasokan semen yang stabil dan merata di wilayah Jawa Tengah dan sekitarnya. Seiring dengan pertumbuhan sektor konstruksi dan infrastruktur di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, maka pendirian pabrik semen ini menjadi salah satu langkah strategis dalam mendukung ketersediaan bahan bangunan yang terjangkau namun tetap berkualitas.

Pabrik utama PT. STAR dibangun dan beroperasi di wilayah Desa Tipar, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih secara strategis karena memiliki ketersediaan bahan baku berupa batu kapur yang melimpah dan berkualitas tinggi, serta dekat dengan jalur distribusi utama seperti jalan nasional dan rel kereta api. Pembangunan fasilitas produksi dimulai pada tahun 2011 dan rampung pada tahun 2013, dengan didukung oleh teknologi modern serta sistem produksi yang efisien dan ramah lingkungan.

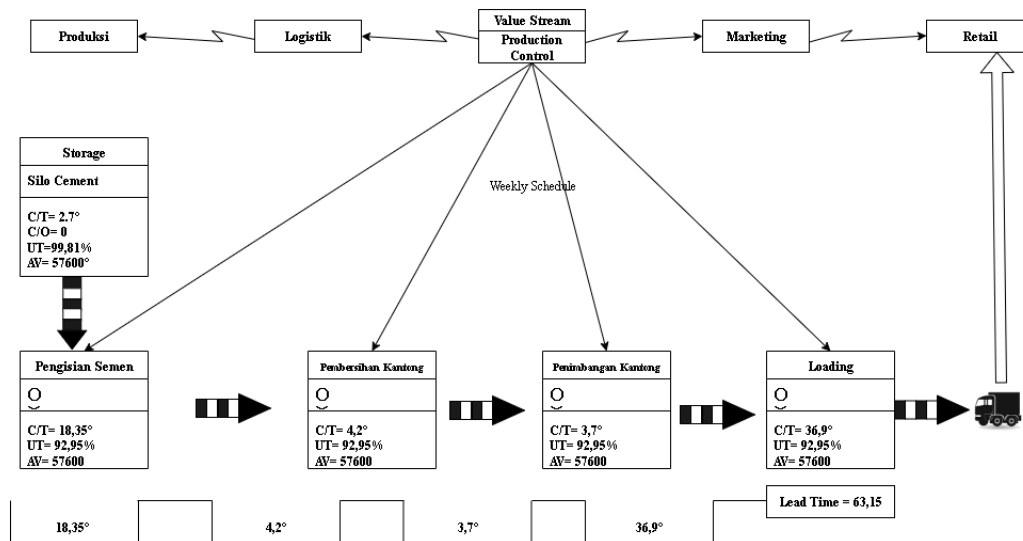
Analisis pada proses pengemasan semen dilakukan dengan *Process Activity Mapping* (PAM) (Tabel 1). Tabel PAM bertujuan untuk mengklasifikasikan setiap aktivitas kerja. Hasil pemetaan menunjukkan adanya inefisiensi yang signifikan. Aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA) hanya menyumbang 35% dari total waktu proses. Sisa waktu didominasi oleh aktivitas penunjang yang tidak bernilai tambah (*Necessary Non-Value Added* (NNVA)) sebesar 58%, seperti transportasi dan *loading*, serta aktivitas pemborosan murni (*Non-Value Added* (NVA)) sebesar 7%, yang mencakup pengerjaan ulang (*rework*) produk cacat. Tingginya persentase NNVA dan NVA ini menjadi indikasi utama adanya ruang besar untuk perbaikan proses.

Tabel 1. *Process activity mapping*

Work Station	Aktivitas	Waktu (detik)	O	T	I	S	D	V A	NV A	NNV A
Inventory	Pengiriman material ke mesin rotary packer lewat rotary feeder	2.1								
Pengemasan	Pemasangan kantong ke spout mesin rotary packer	2.18								
	Pengisian semen ke dalam kantong	13.82								
Evakuasi	Transport ke belt conveyor	2.5								
Pembersihan	Proses pembersihan di belt conveyor cleaner	2.01								
Penimbangan	Proses penimbangan di belt weigher	2.6								
Rework	Produk cacat masuk bag cutter untuk pemisahan kantong dan menuju rotary screen	2.1								
Loading	Proses loading ke kendaraan	36.57								
	Pemindahan antar belt conveyor ke dalam truk	1.43								

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

4.2 Analisis Aliran Nilai dan Efisiensi Proses

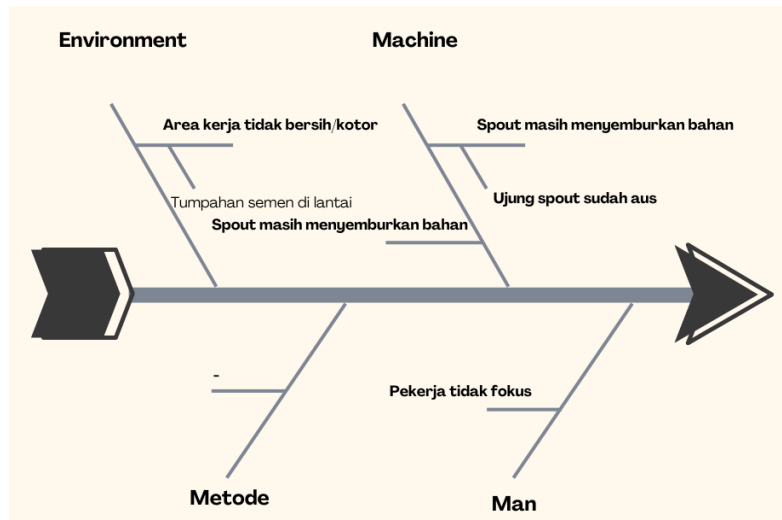


Gambar 2. Value Stream Mapping

Analisis aliran nilai dan efisiensi proses divisualisasikan dengan *Value Stream Mapping* (VSM) kondisi saat ini (*current state*) (Gambar 2). Berdasarkan gambar, diketahui total waktu tunggu produksi (*lead time*) adalah 63.15 detik, sementara waktu proses yang benar-benar memberikan nilai tambah (*value added time*) hanya 40.25 detik. Berdasarkan data tersebut, efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency* - PCE) saat ini dihitung sebesar 63.73%. Nilai ini menunjukkan bahwa hampir 37% dari waktu siklus terbuang untuk aktivitas yang tidak produktif.

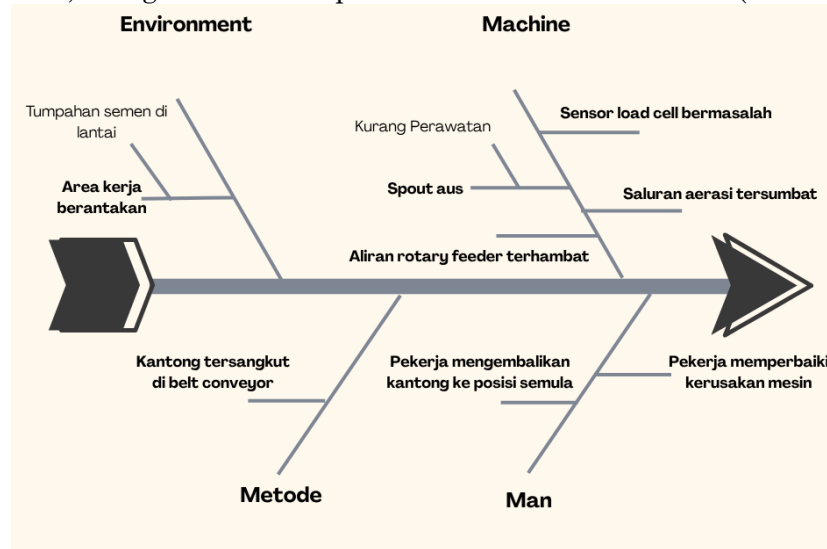
4.3 Analisis Akar Penyebab Pemborosan

Observasi mendalam mengidentifikasi tiga jenis pemborosan (*waste*) yang paling dominan, yaitu *motion* (gerakan tidak perlu), *waiting* (menunggu), dan *defect* (produk cacat). Waste kategori *motion* dalam proses kerja section packer menunjukkan bahwa pergerakan tidak efisien disebabkan oleh berbagai faktor. Dari sisi *environment*, area kerja yang kotor dan bising mengganggu fokus pekerja dan menyulitkan pengawasan visual. Pada faktor *machine*, sensor berat (*load cell*) yang *error* dan *spout* pengisian yang aus menyebabkan operator perlu melakukan pengecekan ulang atau pengaturan manual yang tidak perlu. Berdasarkan atas segi *material*, kualitas kantong yang buruk, seperti mudah robek atau lembab, menimbulkan gangguan dalam proses pengemasan. Faktor man juga berperan penting; pekerja sering terburu-buru akibat kelelahan, sehingga melakukan gerakan yang tidak efisien. Sementara itu, pada sisi *method*, metode kerja yang belum standar seperti penggantian kantong tanpa SOP juga memicu pergerakan tambahan yang tidak diperlukan (Gambar 3).



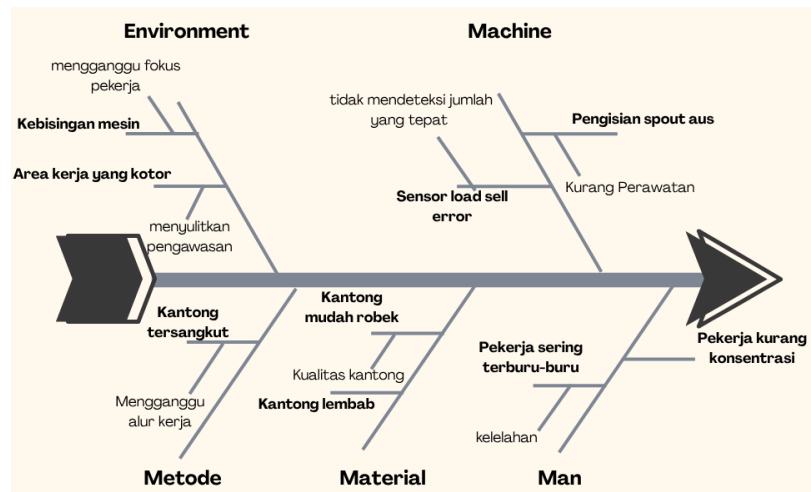
Gambar 3. Fishbone *Diagram untuk Motion*

Jenis pemborosan kedua yang teridentifikasi adalah waktu tunggu yang tidak produktif (*waiting time*), yang disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, operator sering harus menghentikan pekerjaan untuk memperbaiki mesin yang mengalami gangguan saat proses berlangsung. Selain itu, mereka juga harus mengambil kantong dari gudang secara manual sebelum proses pengemasan bisa dimulai. Kedua, dari aspek mesin, beberapa gangguan seperti sistem aerasi yang tersumbat, *nozzle* pengisian yang aus, serta sensor *load cell* yang tidak bekerja optimal menyebabkan keterlambatan pengisian. Selain itu, keterlambatan pada rotary feeder membuat operator harus menunggu pasokan semen masuk ke *roto packer*, sehingga proses terhenti sementara. Ketiga, aktivitas tambahan seperti memperbaiki posisi kantong yang tersangkut juga menyebabkan waktu tunggu semakin lama, menghambat alur produksi secara keseluruhan (Gambar 4).



Gambar 4. Fishbone diagram untuk *Waiting*

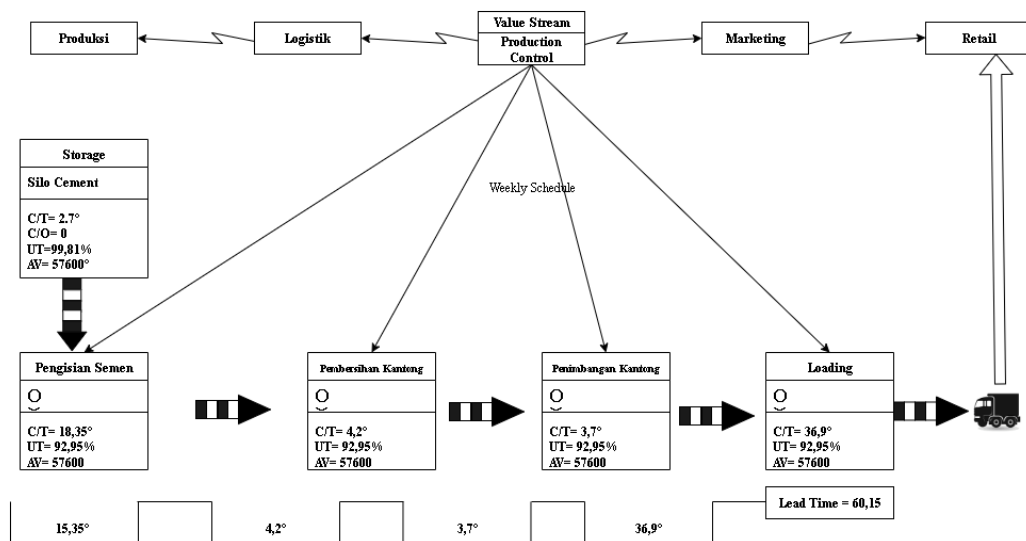
Pada overproduction menunjukkan adanya kelebihan produk dan limbah yang disebabkan oleh lima faktor utama. Pertama, berasal dari aspek tenaga kerja (*man*), yaitu pekerja mengalami kelelahan dan kehilangan fokus saat bekerja karena tekanan kerja yang tinggi dan kurangnya waktu istirahat, sehingga sering tergesa-gesa dalam menyelesaikan tugas. Kedua, dari sisi mesin, terdapat kerusakan atau kekurangan perawatan, seperti *nozzle* pengisian (*spout*) yang aus, serta sensor *load cell* yang tidak akurat dalam mengukur volum semen yang masuk ke kantong (Gambar 5).



Gambar 5. Fishbone diagram untuk *Overproduction*

4.4 Usulan Perbaikan dan Proyeksi Hasil

Berdasarkan analisis akar penyebab, usulan perbaikan utama difokuskan pada pembuatan dan implementasi Standar Prosedur Operasi (SOP) untuk pengaturan kecepatan mesin *roto packer* (Gambar 6). Standardisasi ini bertujuan untuk menstabilkan waktu proses dan mengurangi variabilitas hasil antar operator.



Gambar 6. *Future State Mapping*

Implementasi usulan ini diproyeksikan dalam *Future State Mapping* (FSM), di mana waktu proses pada stasiun pengisian semen diperkirakan turun dari 18.35 detik menjadi 15.35 detik. Proyeksi hasil perbaikan ini dirangkum pada Tabel 2. Usulan perbaikan diproyeksikan mampu mengurangi *lead time* produksi sebesar 3 detik per siklus dan meningkatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 3.18%. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan intervensi yang terfokus pada standardisasi proses, efisiensi operasional pada lini pengemasan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Proses Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Metrik Kinerja	Kondisi Saat Ini (Current State)	Usulan Perbaikan (Future State)	Perubahan
Waktu Tunggu Produksi (Lead Time)	63.15 detik	60.15 detik	Turun 4.75%
Efisiensi Siklus Proses (PCE)	63.73%	66.91%	Naik 3.18%

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Sebagai langkah konkret dalam upaya perbaikan proses, peneliti merekomendasikan penerapan standar prosedur operasi (SOP) khusus untuk pengaturan

kecepatan mesin *roto*. Saat ini, kecepatan mesin masih diatur berdasarkan kebiasaan masing-masing operator, sehingga menimbulkan perbedaan kecepatan antar shift dan berdampak pada ketidakstabilan waktu proses. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses kerja belum sepenuhnya terstandarisasi. Pembaruan SOP dan standarisasi parameter kerja terbukti mampu menurunkan *cycle time* hingga 71%, sekaligus meningkatkan konsistensi ritme kerja serta mengurangi risiko terjadinya *bottleneck* dalam sistem produksi [9].

SOP bertujuan untuk mengukur kecepatan dan menyesuaikan dengan kinerja optimal mesin. Hal ini bertujuan agar perusahaan dapat memastikan bahwa proses berjalan lebih efisien dan seragam di setiap periode kerja. Penerapan *lean tools* seperti *standard work* dan *process control* dalam industri semen berperan penting dalam meningkatkan efisiensi hingga 15–20% [10]. Hal ini terjadi karena parameter operasional seperti kecepatan mesin dan waktu siklus menjadi lebih stabil dan terkontrol dengan baik [2].

Diketahui bahwa mesin roto dalam kondisi optimal mampu memproduksi hingga 2.400 kantong per jam. Dengan melakukan pengaturan kecepatan mendekati kapasitas maksimal dan tetap memperhatikan aspek keselamatan serta kualitas produk, waktu proses dapat ditekan tanpa menimbulkan beban berlebih pada mesin. Efisiensi dalam industri semen dapat dicapai melalui sinkronisasi antar elemen proses serta penerapan prinsip *lean manufacturing* berbasis SOP yang terukur [11].

Melalui penerapan strategi tersebut, proses produksi diharapkan menjadi lebih cepat, stabil, dan seragam. Langkah ini juga menjadi bagian penting dari implementasi *lean manufacturing*, terutama dalam upaya mengurangi *non-value added time* serta memperkuat integrasi antar elemen proses produksi untuk mencapai perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) [12].

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat *waste* pada proses pengemasan semen di PT. Sinar Tambang Artha Lestari (STAR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengemasan saat ini memiliki tingkat efisiensi yang belum optimal. Hal ini disebabkan oleh dominasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added* dan *Necessary Non-Value Added*). Selain itu, jenis pemborosan (*waste*) yang paling dominan adalah *motion* (gerakan tidak perlu), *waiting* (waktu tunggu), dan *defect* (produk cacat). Akar penyebab utama dari pemborosan tersebut meliputi metode kerja yang tidak terstandarisasi, kondisi mesin yang kurang optimal, kualitas material (kantong semen) yang buruk, serta faktor lingkungan kerja.

Usulan perbaikan yang dirancang, yaitu dengan implementasi Standar Prosedur Operasi (SOP) pada pengaturan kecepatan mesin, diproyeksikan mampu memberikan dampak positif yang signifikan. Perbaikan ini diperkirakan dapat mengurangi waktu tunggu produksi (*lead time*) dan meningkatkan efisiensi siklus proses (PCE). Bagaimanapun, penelitian ini memiliki keterbatasan. Keterbatasan itu meliputi hanya pada proses pengemasan. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lanjutan untuk mengukur tingkat *waste* di semua lini produksi semen sehingga lebih efisien.

Pustaka

- [1] F. Romadlon and H. Kurniawan, "Penentuan Lokasi Fasilitas Postponement Pada Rantai Pasok Ordinary Portland Cement," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 2, p. 169, 2018, doi: 10.23917/jiti.v17i2.5974.
- [2] H. Q. Karima and F. Romadlon, "Optimizing the Preventive Maintenance Scheduling Based on Dynamic Deterministic Demand in The Cement Manufacturing," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 1, pp. 109–118, 2021, doi: 10.23917/jiti.v20i1.13894.
- [3] R. Ismail, A. Saleh, and T. Alisyahbana, "Minimasi Waste Untuk Perbaikan Proses Produksi Kantong Kemasan Dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus Pt. Xyz).," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 53–59, 2020, doi: 10.33536/jiem.v5i1.88.
- [4] M. Masmali, "Implementation of Lean Manufacturing in a Cement Industry," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 11, no. 3, pp. 7069–7074, 2021, doi: 10.48084/etasr.4087.
- [5] M. L. Pattiapon, N. E. Maitimu, and I. Magdalena, "Penerapan Lean Manufacturing Guna Meminimasi Waste Pada Lantai Produksi (Studi Kasus: UD. Filkin)," *Arika*, vol. 14, no. 1, pp. 23–36, 2020, doi: 10.30598/arika.2020.14.1.23.
- [6] M. N. Irsyad and S. Hartini, "Value Stream Mapping Sebagai Alat Analisis Dalam Lean Manufacturing : Analisis Bibliometrik," vol. 19, no. 1, pp. 35–45, 2024.
- [7] Mu'Adzah and T. Immawan, "Business process improvement in brown sugar industry in Kudus regency," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1764, no. 1, pp. 0–7, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012182.
- [8] N. Bastian, D. Ardha, N. I. Riwayatanti, and Z. A. Haris, "Fishbone diagram : Application of root cause analysis in internal audit planning," vol. 5, no. 3, pp. 297–309, 2023.
- [9] A. Ahmad Al-Shourah, R. Thaher Al-Tarawneh, and F. Ali Alzu'bi, "The Integration of Lean Management and Six Sigma Strategies to Improve the Performance of Production in Industrial Pharmaceutical," *Int. J. Bus. Manag.*, vol. 13, no. 8, p. 207, 2018, doi: 10.5539/ijbm.v13n8p207.
- [10] M. T. Hossen Irfan, M. Rafiquzzaman, and Y. A. Manik, "Productivity improvement through lean tools in cement industry – A case study," *Heliyon*, vol. 11, no. 3, p. e42057, 2025, doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e42057.
- [11] E. Amrina and A. A. A. Lubis, "Minimizing waste using lean manufacturing: A case in cement production," *2017 4th Int. Conf. Ind. Eng. Appl. ICIEA 2017*, pp. 71–75, Jun. 2017, doi: 10.1109/IEA.2017.7939181.
- [12] H. Q. Karima, M. A. Saputra, and F. Romadlon, "Analisis Kapasitas Produksi dan Pemenuhan Permintaan dengan Model Sistem Dinamis pada Industri Semen," *Unistek*, vol. 9, no. 1, pp. 11–18, 2022, doi: 10.33592/unistek.v9i1.1919.