

Optimalisasi Proses *Packing* di PT. XYZ Melalui Identifikasi dan Analisis *Downtime*

Enda^{1✉}, Agus Suwarno², Supriyati³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 15-08-2024

Direvisi : 31-08-2024

Diterima : 10-09-2024

Kata Kunci:

Analisis *Downtime*,
Rekomendasi perbaikan,
Proses *Packing*

Keywords :

Downtime Analysis,
Recommendations for
improvements, Packing
Process

Corresponding Author :

Enda

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Cikarang Sel., Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

Email: endakoswara30@gmail.com

ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang beroperasi di bidang pembuatan sepeda motor, dalam proses produksinya dibagi menjadi dua departemen atau bagian yaitu perakitan dan pengemasan (*packing*). Namun dalam perusahaan sering terjadi masalah, yaitu terkait dalam pemenuhan permintaan konsumen, berupa target yang tidak tercapai, ini terjadi karena tingginya nilai *downtime* dalam proses produksi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis aktivitas penyebab *downtime* pada proses produksi. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif-kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat enam aktivitas yang terindikasi menjadi penyebab utama *downtime* pada proses *packing*, dengan nilai tertinggi pada aktivitas *supply* material dan komunikasi dengan *foreman* disela aktifitas produksi, mencapai 78% dari total wktu *downtime*. Beberapa rekomendasi perbaikan yang diusulkan dari hasil penelitian meliputi efisiensi metode penyediaan material, pengaturan komunikasi, pembuatan peta proses operasi, penerapan *system FIFO*, dan perbaikan *layeout* pada *conveyor*.

ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company that operates in the field of making motorbikes, the production process is divided into two departments or parts, namely assembly and packaging. However, problems often occur in companies, namely related to fulfilling consumer demand, in the form of targets not being achieved, this occurs because of the high value of downtime in the production process. The aim of this research is to identify and analyze activities that cause downtime in the production process. This research uses qualitative-quantitative methods. The research results show that there are six activities that are indicated to be the main causes of downtime in the packing process, with the highest values being material supply activities and communication with foreman between production activities, reaching 78% of the total downtime. Several recommendations for improvements proposed from the research results include efficiency of material supply methods, communication arrangements, creation of operational process maps, implementation of the FIFO system, and improvements to layout on conveyors.

PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang beroperasi di bidang pembuatan sepeda motor, berfungsi sebagai pabrik resmi untuk produsen sepeda motor dari Jepang di Asia. Dalam menghadapi persaingan industri yang semakin ketat, perusahaan berupaya keras untuk memenuhi harapan pelanggan dengan menyediakan produk yang sesuai dengan ekspektasi mereka. Menurut Azizah, I. N. dkk (2018), persaingan yang meningkat menuntut perusahaan untuk lebih berkompetisi dalam memberikan kepuasan kepada pelanggan. PT. XYZ telah merakit puluhan juta sepeda motor untuk distribusi di Indonesia dan ekspor ke luar negeri. Namun, proses *packing* di dalam perusahaan sering menghadapi penyimpangan, yang mengakibatkan hasil produksi tidak mencapai target yang ditentukan. Hal ini menyebabkan perusahaan menghadapi masalah dalam memenuhi permintaan konsumen, karena target produksi sering kali tidak tercapai. Untuk itu, PT. XYZ dituntut untuk mengelola sistem produksi yang terus-menerus, efektif, dan efisien demi memenuhi permintaan konsumen dengan tepat waktu.

Downtime menjadi salahsatu faktor utama terhambatnya proses produksi, *downtime* sering terjadi diarea produksi dikarenakan adanya kegiatan-kegiatan atau masalah yang terjadi diluar proses produksi sehingga mengakibatkan mesin dan aktivitas produksi berhenti sementara. Menurut (Palmer, 2019) ada beberapa penyebab terjadinya *downtime* pada proses produksi diantaranya, Tidak berjalannya fungsi perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan mesin menyebabkan perawatan tidak teratur. Akibatnya, hal-hal yang berkaitan dengan perawatan mesin menjadi kurang efektif, yang berpotensi mengganggu proses produksi dan menurunkan efisiensi operasional di perusahaan. dan *housekeeping* yang sangat buruk (Kumar, 2014)

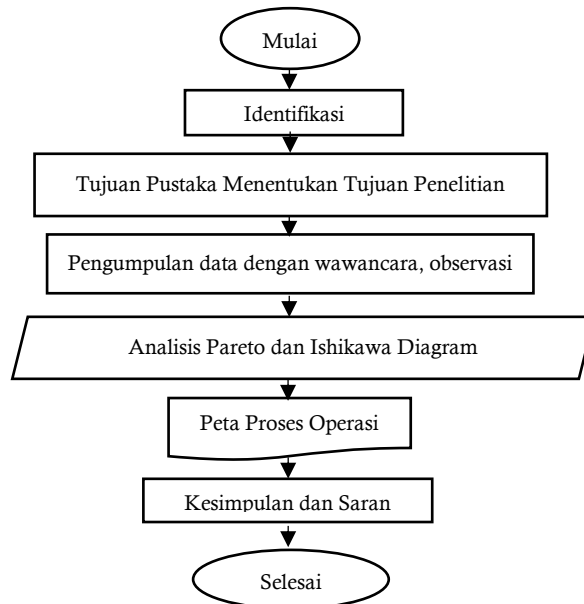
Berdasarkan observasi di rantai produksi, terdapat masalah berupa tingginya waktu *downtime* di *line packing*. *Downtime* ini terjadi karena adanya enam aktivitas yang terindikasi memicu *downtime*. *Downtime* sendiri didefinisikan sebagai waktu ketika suatu komponen sistem tidak dapat digunakan atau tidak berada dalam kondisi yang baik, sehingga fungsi sistem terganggu atau tidak berjalan sebagaimana mestinya (Sihombing, G. 2023). Terdapat enam aktivitas penyebab *Downtime* yang terjadi di proses *Packing* PT. XYZ, salahsatu diantaranya mencapai 11 menit waktu *Downtime* sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi jalannya aktivitas produksi.

Menurut Nwanya dkk. (2017), *downtime* dalam perusahaan harus dibenahi karena berdampak langsung pada produktivitas dan profitabilitas bisnis. Menghilangkan *downtime* dalam aktivitas produksi menjadi sangat penting hal ini berfungsi untuk memaksimalkan waktu kerja yang tersedia. Di PT. XYZ, tingginya nilai *downtime* dapat mempengaruhi jumlah produksi yang dihasilkan. Jika dibiarkan, hal ini akan menurunkan efektivitas dan efisiensi dalam aktivitas produksi, sehingga kuantiti produk yang dihasilkan tidak akan sesuai dengan target yang telah ditetapkan (Claudia dkk, 2017). Maka dari itu, dilakukan penelitian dengan judul “Optimalisasi Proses *Packing* di PT.XYZ Melalui Identifikasi dan Analisis *Downtime*” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan aktivitas penyebab *downtime* dan menentukan aktivitas mana yang memiliki nilai *downtime* tertinggi dari aktivitas *downtime* yang terjadi di area produksi *Packing*, dengan dilakukan nya penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi untuk menekan tingginya nilai *downtime* diarea *Packing*, sehingga aktivitas produksi dapat berjalan dengan baik sehingga target produksi dapat tercapai.

METODE PENELITIAN

Keberhasilan suatu penelitian ilmiah dalam bidang pendidikan sangat bergantung pada teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian yang digunakan (Jailani, M. S., 2023). Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif-kuantitatif, yang merupakan dua mazhab besar yang digunakan secara luas di seluruh dunia, yaitu penelitian kuantitatif dan kualitatif (Syahrizal, H. dkk, 2023).Pengambilan data primer dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah wawancara dengan bagian atau departemen terkait, termasuk *foreman*, leader, dan operator di bagian *Packing* di rantai produksi. Wawancara ini bertujuan untuk

mendapatkan data terkait perusahaan dan aktivitas produksinya melalui proses tanya jawab antara dua pihak (Irawan dkk, 2024). Tahap berikutnya adalah observasi, di mana peneliti melakukan pengamatan langsung dan mencatat secara sistematis perilaku, kejadian, atau objek tanpa mengubah kondisinya (Wani, A. S., dkk, 2024). Observasi ini dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas yang menyebabkan *downtime* dalam proses *produksi*. bukan hanya observasi, melainkan wawancara kepada operator terkait juga dilakukan untuk memperoleh data tambahan mengenai proses *Packing* tersebut.



Gambar 1. Alur Penelitian

Setelah data dikumpulkan melalui pengamatan dan wawancara, langkah berikutnya adalah mengolah data menggunakan Analisis Pareto. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas dengan persentase tertinggi yang menyebabkan *downtime*.

Langkah-langkah penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Analisis Pareto: Mengidentifikasi aktivitas yang paling signifikan dalam menyebabkan *downtime*, berdasarkan persentase kontribusinya.
2. Analisis Sebab Akibat: Menggunakan Diagram *Ishikawa* (atau Diagram Tulang Ikan) untuk menentukan penyebab dari aktivitas yang berkontribusi paling besar terhadap *downtime*. Diagram ini membantu dalam mengidentifikasi berbagai faktor penyebab dan hubungan di antara mereka.
3. Peta Proses Operasi: Membuat peta proses untuk mempermudah operator untuk melaksanakan kerja atau aktivitas saat proses produksi. Peta ini bertujuan untuk menyederhanakan dan memperjelas langkah-langkah operasi agar proses berjalan lebih efisien.

Gambar 1 akan menunjukkan alur penelitian yang mencakup tahapan-tahapan tersebut, dari pengumpulan data hingga penerapan analisis dan pembuatan peta proses.

HASIL DAN PEMBAHASA

Downtime

Downtime merujuk pada waktu ketika mesin tidak dapat beroperasi akibat faktor tertentu, dan sering kali menjadi ukuran kinerja suatu perusahaan (Peng & Zhu, 2017). *Downtime* juga dapat diartikan sebagai akumulasi waktu ketika mesin atau peralatan tidak bisa beroperasi disebabkan aktivitas lain yang perlu dilakukan. Salah satu pemicu *downtime* yaitu gangguan dalam proses produksi (Rahman, 2015). Dalam konteks penelitian ini, fokus utama adalah pada Stasiun 04, 05, dan 06 di proses *packing*, yang menunjukkan beberapa penyebab *downtime*. Salah satu penyebab utama adalah campur tangan manusia dalam proses *supply* material produksi, di mana operator diharuskan melakukan kegiatan lain yang berkaitan dengan aktivitas produksi. Penelitian ini akan menganalisis aktivitas-aktivitas pada *line packing*, seperti proses packaging, pengecekan, dan *supply* material, untuk mengidentifikasi dan mengatasi penyebab *downtime* yang signifikan.

Penelitian ini berfokus pada Stasiun 04, 05, dan 06 di aktivitas produksi, yang menunjukkan pemicu *downtime* seperti yang tertera pada Tabel 1. Data dalam tabel tersebut merupakan hasil pengamatan yang diambil selama periode penelitian. Tabel ini akan memberikan gambaran tentang frekuensi dan jenis penyebab *downtime* di masing-masing stasiun, serta membantu dalam mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

Tabel 1. Tabel Aktivitas Pemicu *Downtime* Pada Proses Produksi

Pemicu <i>Downtime</i>	ST 04 (menit)	ST 05 (menit)	ST 06 (menit)
Menunggu <i>supply frame</i> dari Operator Forklift	-	4	4
Casemark Hilang/Sobek	-	2	-
Aktivitas <i>Supply</i> Material Dengan Metode yang tidak efisien	11	-	-
<i>Problem</i> pada conveyor	6	-	-
Briefing dengan foreman disela aktivitas produksi	10	10	10
Menunggu Forklift stock point mengambil hasil produksi	-	-	7
TOTAL <i>Downtime</i> (Menit)	27	16	21

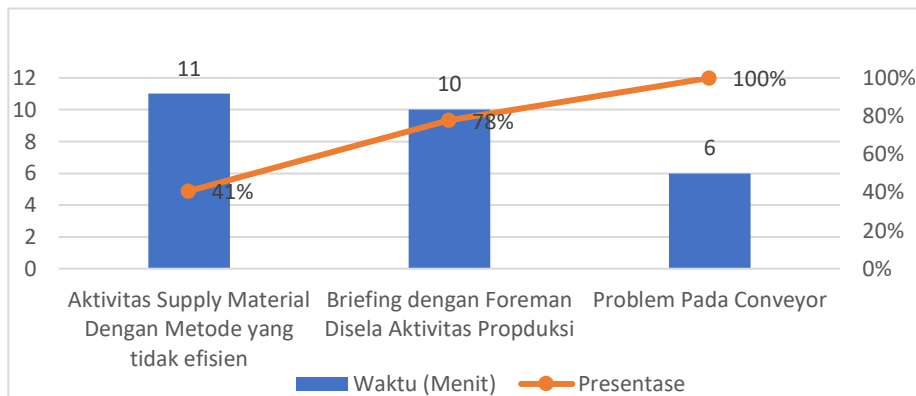
Sumber : PT. XYZ, 2024

Hasil observasi mengidentifikasi enam kegiatan yang menjadi penyebab *downtime*, sebagaimana tercantum dalam Tabel 1. Total waktu *downtime* yang tercatat adalah stasiun 04 : 27 menit, stasiun 05: 14 menit, stasiun 06: 21 menit. Selanjutnya, Pareto digunakan untuk mengidentifikasi kontribusi masing-masing pemicu *downtime* dalam persentase (%) terhadap total *downtime* (Oakland & Oakland, 2019). Diagram ini akan membantu dalam menentukan penyebab utama yang berkontribusi terbesar terhadap *downtime* dan fokus pada perbaikan yang paling berdampak.

Selain mengidentifikasi penyebab utama *downtime*, Analisis Pareto juga berfungsi untuk menentukan faktor-faktor yang perlu direspon terlebih dahulu guna meminimalisir *downtime*. Pareto bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase kontribusi masing-masing pemicu, hingga bisa disimpulkan mana saja yang termasuk kedalam akumulasi aturan 80-20. Aturan 80-20 memperlihatkan bahwa 80% hasil dari suatu kejadian diakibatkan oleh 20% pemicu tertinggi. Dengan menerapkan aturan ini, perusahaan dapat fokus pada penyebab utama yang paling berdampak, sehingga upaya perbaikan lebih efektif dan efisien.

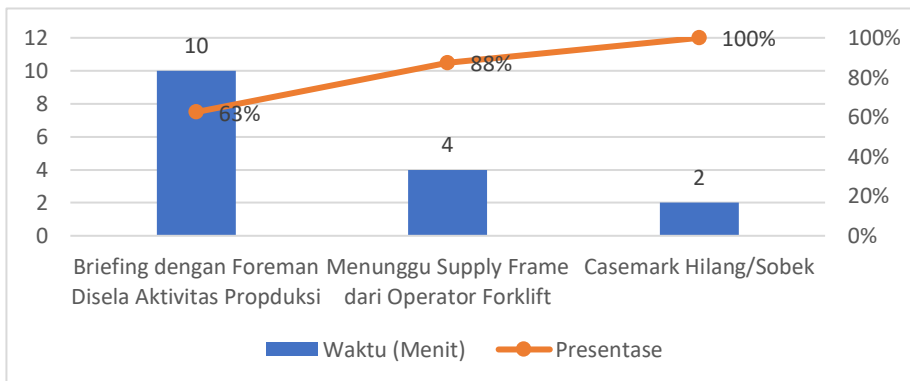
Diagram Pareto menunjukkan perbandingan persentase faktor *downtime* pada ketiga stasiun (Stasiun 04, 05, dan 06). Dari ketiga diagram Pareto tersebut, terlihat bahwa kontribusi terbesar *downtime* berasal dari aktivitas *supply* material, terutama karena metode *supply* yang tidak efisien. Penyebab utama inefisiensi ini adalah penggunaan satu *daisha* untuk proses *supply*, yang memerlukan waktu cukup lama sehingga menyebabkan keterlambatan dalam proses produksi.

Identifikasi ini menekankan perlunya perbaikan dalam metode *supply* material untuk mengurangi *downtime* secara signifikan.



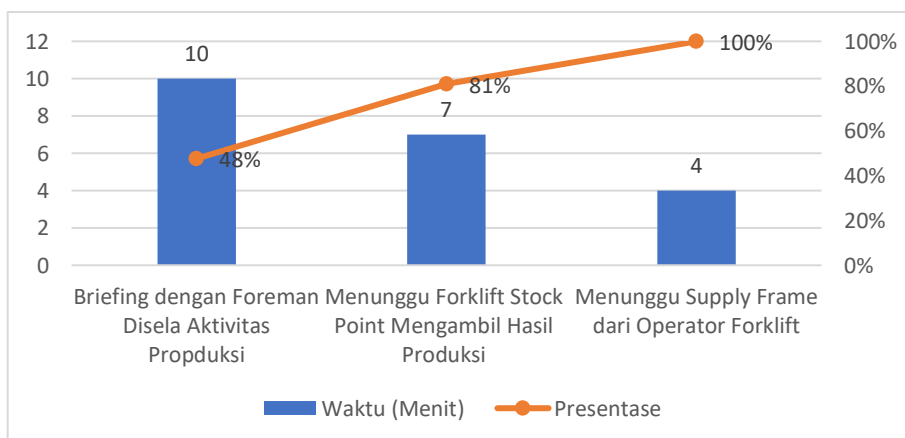
Sumber : PT. XYZ, 2024

Gambar 2. Diagram Pareto Penyebab Downtime ST. 04



Sumber : PT. XYZ, 2024

Gambar 3. Diagram Pareto Penyebab Downtime ST. 05



Sumber : PT. XYZ, 2024

Gambar 4. Diagram Pareto Penyebab Downtime ST. 06

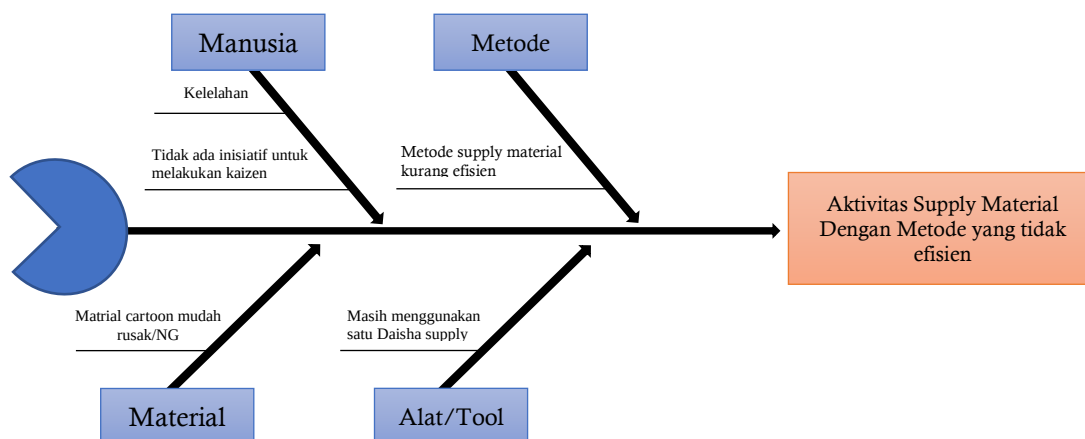
Workstation

Dalam *line* produksi, ada dua indikasi utama pemicu *downtime*, yaitu:

- Kegiatan *Supply Material* dengan Metode yang Tidak Efisien: Metode *supply material* menggunakan satu *daisha*, yang membutuhkan waktu rata-rata 11 menit untuk satu kali *supply*. Inefisiensi ini menyebabkan *downtime* yang signifikan.
- Komunikasi dengan *Foreman* di Sela Aktivitas Produksi: Interaksi ini juga menjadi faktor penyebab *downtime*, mengganggu alur produksi.

Total akumulasi dari kedua aktivitas tersebut mencapai 78% dari keseluruhan *downtime*. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan pada kedua area ini akan memberikan dampak besar dalam mengurangi *downtime* dan meningkatkan efisiensi produksi. Penyebab *downtime* tertinggi kedua adalah ketika operator dan *foreman* melakukan briefing di tengah kegiatan produksi berlangsung. Briefing ini dilaksanakan secara kondisional, yaitu ketika ada hal yang perlu disampaikan antara operator dan *foreman*. Umumnya, kegiatan koordinasi atau *briefing* semacam ini dilaksanakan waktu awal pergantian *shift*. Namun, ketika terjadi di tengah proses produksi, hal ini dapat menyebabkan *downtime* yang cukup signifikan, mengganggu alur kerja dan menyebabkan penurunan efisiensi operasional. Penyebab *downtime* ketiga adalah saat menunggu *supply frame* dari operator *forklift*. Aktivitas ini dikerjakan oleh operator *forklift* dan memerlukan waktu umumnya 4 menit untuk satu kali *supply*. Waktu ini cukup lama karena *forklift* tidak hanya digunakan untuk *supply material* ke *line packing engine*, tetapi juga untuk memindahkan hasil produksi ke stock point dan melakukan *supply* untuk *line* produksi lainnya. Akibatnya, waktu tunggu untuk *supply frame* menjadi salah satu faktor penyebab *downtime* yang signifikan.

Penyebab keempat adalah *problem* pada *conveyor*, *conveyor* sering bergeser akibat terdorong *forklift* saat mengambil *case* di atas *conveyor* dan saat *forklift* meletakkan *pallet* diatas *conveyor*. Penyebab kelima adalah *casemark* hilang/sobek saat proses pasang *casemark* sering terjadi kendala berupa label *casemark* sobek/rusak akibat operator sembarangan menyimpan label, akibatnya label *casemark* hilang atau terjepit *case* saat *conveyor* berjalan karena sering disimpan di atas *conveyor* sehingga harus melakukan *printout* ulang. Penyebab terakhir dari *downtime* adalah menunggu *forklift* di stock point untuk mengambil hasil produksi. Umumnya waktu yang dibutuhkan untuk sekali pengambilan *case* bisa sampai 7 menit. Waktu ini menjadi cukup lama karena *forklift* tidak hanya digunakan untuk memindahkan hasil produksi, tetapi juga untuk melakukan proses *supply* ke *line packing* serta *line* produksi lainnya yang sedang berjalan. Keterbatasan dalam penggunaan *forklift* ini mengakibatkan penundaan dan berkontribusi pada *downtime* yang signifikan.



Gambar 5. Ishikawa Diagram Penyebab Downtime Pada Proses Supply Material

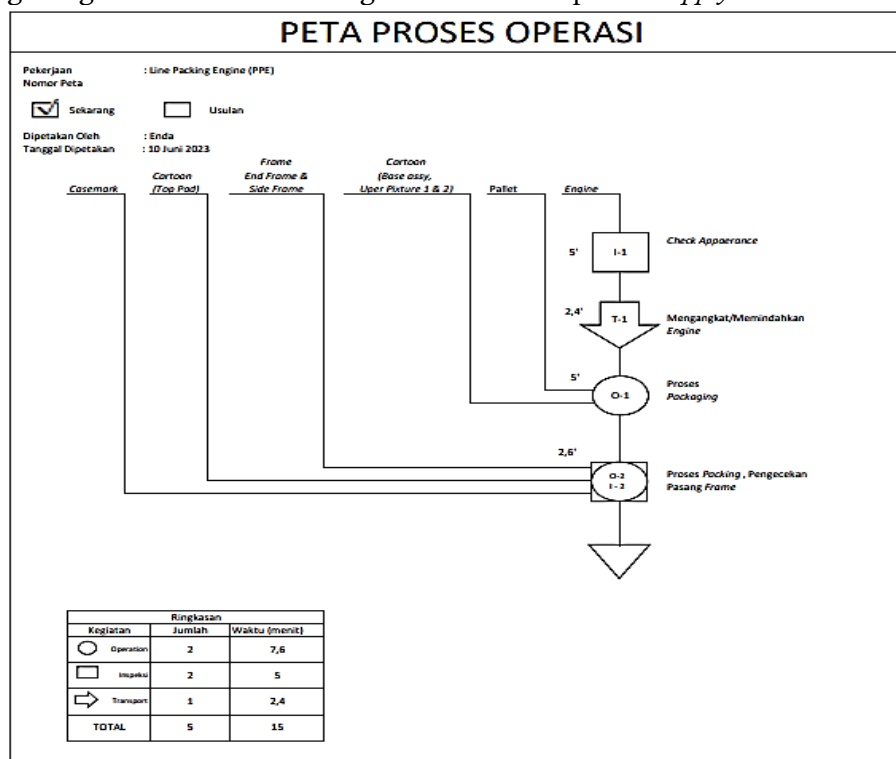
Fishbone Diagram

Diagram ini banyak diterapkan dalam industri manufaktur dan jasa untuk memahami penyebab dari masalah. Istilah "fishbone" berasal dari bentuk diagram yang menyerupai tulang ikan, menggambarkan hubungan antara sebab dan akibat (*cause-effect*). Diagram ini membantu dalam visualisasi dan analisis untuk menemukan akar penyebab masalah secara sistematis.

Menurut Rahmawan & Sugiono (2014), Salah satu contoh penerapan Diagram *Ishikawa* adalah dalam identifikasi penyebab limbah dalam konteks lean manufacturing. Diagram ini digunakan untuk menganalisis berbagai penyebab limbah yang dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas suatu proses manufaktur. Dengan mengidentifikasi penyebab limbah secara sistematis, perusahaan dapat meningkatkan standar pelaksanaan prosedur dan mengurangi pemborosan.

Dalam penelitian ini, analisis sebab-akibat dilakukan untuk menentukan pemicu *downtime* dengan menilai faktor-faktor dari segi man, tools, dan method. Fokus utama adalah pada *downtime* terbesar yang terkait dengan aktivitas *supply* material. Gambar 5 menunjukkan penyebab *downtime* dari aktivitas tersebut, yang meliputi:

- Metode *Supply* Material Kurang Efisien: Penggunaan satu *daisha supply* yang memakan waktu lama dalam proses penyusunan material ke *daisha supply*, menyebabkan *downtime* yang signifikan.
- Kelelahan Operator: Proses yang memakan waktu lama menyebabkan operator cepat lelah, mempengaruhi produktivitas mereka.
- Kurangnya Inisiatif Kaizen: Tidak adanya upaya perbaikan berkelanjutan dari operator untuk meningkatkan efisiensi proses.
- Material yang Mudah Rusak/NG: Material yang mudah rusak atau tidak sesuai standar menyebabkan tambahan masalah dalam proses *supply*, berdampak pada kecepatan dan efisiensi operasional. Identifikasi ini akan membantu dalam merancang solusi untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan efisiensi proses *supply* material.



Sumber : PT. XYZ, 2023

Gambar 6. Peta Proses Operasi Line Packing

Pada proses *packing* di PT. XYZ, *downtime* mengacu pada segala wujud aktivitas yang menyebabkan mesin stop beroperasi, maupun karena gangguan teknis ataupun non-teknis. Salah satu pemicu utama *downtime* di proses *produksi* adalah aktivitas *supply* material yang memakan waktu lama. Akibatnya, mesin *conveyor* harus berhenti beroperasi selama proses *supply* berlangsung, yang berdampak pada jumlah produksi yang tidak mencapai target. Masalah ini menyoroti pentingnya memperbaiki efisiensi proses *supply* material untuk mengurangi *downtime* dan memastikan bahwa mesin *conveyor* dapat

beroperasi secara terus-menerus, sehingga membantu mencapai target produksi yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil observasi menunjukkan terdapat enam penyebab *Downtime* di tiga stasiun kerja, yaitu menunggu *supply frame* dari operator *forklift*, *casemark* hilang/sobek, aktivitas *supply* material dengan metode yang tidak efisien, *problem* pada *conveyor*, *briefing* dengan *foreman* disela aktivitas produksi dan menunggu *forklift stock point* mengambil hasil produksi. Total waktu *Downtime* yaitu 27 menit untuk stasiun 04, 14 menit untuk stasiun 05 dan 21 menit untuk stasiun 06. Dari enam aktivitas penyebab *downtime* tersebut terdapat dua faktor utama penyebab *downtime* yang menyumbang total akumulasi sebesar 78% dari keseluruhan *downtime*, yaitu aktivitas *supply* material yang tidak efisien dan komunikasi dengan *Foreman* di tengah aktivitas produksi. Aktivitas *supply* material menyumbang *downtime* tertinggi mencapai 11 menit waktu *downtime*. Dari hasil identifikasi menunjukan masalahnya termasuk proses *supply* material masih menggunakan satu *daisha supply*, metode *suplly* material kurang efisien, tidak adanya inisiatif *kaizen* dari operator dan matrial *cartoon* yang mudah rusak saat dipindah atau disusun ke *daisha*.

Saran

Downtime saat proses produksi tidak bisa dihapus sepenuhnya, namun bisa diperkecil dengan menerapkan beberapa rekomendasi untuk mengoptimalkan kegiatan produksi yaitu dengan membuat peta proses operasi, bertujuan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan mengimplementasikan langkah-langkah untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dan meningkatkan efisiensi proses produksi, Membuat program setiap operator wajib membuat minimal 1-3 *kaizen*, dilakukan agar setiap operator sadar akan lingkungan kerja sehingga memiliki inisiatif untuk melakukan *kaizen* atau perbaikan di area kerja nya. Menerapkan system *FIFO* (*first in first out*) untuk semua proses *supply* dan terakhir membuat *layout* untuk *conveyor* serta memasang pengunci atau *bracket* pada kaki *conveyor* agar jika *conveyor* terdorong *forklift* pada saat proses pengambilan *case* atau peletakan *pallet* posisi *conveyor* tidak bergeser atau berubah.

REFERENSI

- Azizah, I. N., Lestari, R. N., & Purba, H. H. (2018). Penerapan metode *Quality Function Deployment* dalam memenuhi kepuasan konsumen pada industri komponen otomotif. *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 127-136.
- Billy Renaldo Potale1 Viktor Lengkong2 Silcyljeova Moniharapon3. (2016). Pengaruh Proses Rekrutmen dan Seleksi Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. Bank SulutGo. *Jurnal Fakultas Ekonomi dan Bisnis*. Volume 16 No. 04. file:///C:/Users/user/Downloads/jbie_patrick,+42+-+Billy+Pottale.pdf
- Chellappa Chetty, B. (2018). *Simple Methodology to try out Down Time reduction in SMEs with continuous production lines using Delay Time Analysis*. *Materials Today: Proceedings*, 5(5, Part 2), 13593– 13600. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.355>
- Claudia, J., & Felecia, F. (2017). Pengurangan *Downtime* Mesin *Offset* di PT X. *Jurnal Titra*, 5(2), 131-136.
- Irawan, D., Fazrina, D., & Mangundjaya, W. L. (2024). Wawancara Sebagai Salah Satu Tahapan Dalam Proses Rekrutmen dan Seleksi Karyawan. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 1(9), 1046-1050.
- Jailani, M. S. (2023). Teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian ilmiah pendidikan pada pendekatan kualitatif dan kuantitatif. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1-9.

- Kumar, P. (2014). *Industrial Engineering and Management Science*. In *Industrial Engineering and Management Science*. Pearson India Education Services. Pvt. Ltd. <https://doi.org/10.1201/b17546>
- Nwanya, C., Udofia, J., & Ajayi, O. (2017). *Optimization of machine Downtime in the plastic manufacturing*. *Cogent Engineering*, 4. <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.133544>
- Oakland, J., & Oakland, R. (2019). *Statistical Process Control (7th ed.)*. Routledge.
- Palmer, D. (2019). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook (4th ed.)*. Mc Graw Hill.
- Peng, H., & Zhu, Q. (2017). *Approximate evaluation of average Downtime under an integrated approach of opportunistic maintenance for multicomponent systems*. *Computers and Industrial Engineering*, 109, 335–346. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.04.043>
- Rahman, C. M. L. (2015). *Assessment of Total Productive Maintenance implementation in a semi-automated manufacturing company through Downtime and mean Downtime analysis*. *Proceeding of the 2015 International Conference on Industrial Management and Operations Management*.
- Rahmawan, A., & Sugiono, S. (2014). *Aplikasi Teknik Quality Function Deployment dan Lean Manufacturing untuk Minimasi Waste*. *Journal of Engineering and Management Industrial System*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2014.002.01.1>
- Sihombing, G. (2023). *Analisis Penentuan Target Objektif Pemeliharaan Mesin Berdasarkan Kriteria Downtime*. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 4(2), 78-83.
- Syahrizal, H., & Jailani, M. S. (2023). *Jenis-jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif*. *QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1), 13-23.
- Wani, A. S., Yasmin, F. A., Rizky, S., Syafira, S., & Siregar, D. Y. (2024). *Penggunaan Teknik Observasi Fisik dan Observasi Intelektual Untuk Memahami Karakteristik Siswa di Sekolah Menengah Pertama*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 3737-3743.