

Analisis dan Peningkatan Kualitas Proses Taper pada Industri Pegas dengan Pendekatan Lean Six Sigma

Nanang Ma'ruf, M. Hasan Abdullah*, Ong Andre Wahyu Riyanto

Universitas Wijaya Putra; email: nanangdaffa778@gmail.com, mhasanabdullah@uwp.ac.id, ongandre@uwp.ac.id

* Corresponding author

Abstrak

PT. XYZ merupakan industri Pegas nasional dengan produk utama Pegas Daun (leaf spring) dan Pegas Keong (coil spring). Hasil laporan produksi diketahui adanya, produk cacat, waiting time dan scraps dalam jumlah yang cukup signifikan. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menyelesaikan masalah dalam proses produksi pegas dengan pendekatan Lean Six Sigma dan FMEA. Identifikasi waste dilakukan melalui Value Stream Mapping untuk mengetahui aktivitas value added dan non-value added. Tahapan DMAIC (define, measure, analyse, improve, control) digunakan untuk implementasi six sigma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses Taper pada Pegas Daun memiliki biaya repair tertinggi pada COPQ (Cost Of Poor Quality) sebesar 70%. Penerapan Lean Six Sigma menunjukkan efektivitas dalam proses Taper. Waste material sebesar 1.2% turun menjadi 0%, extra processing dan waiting dari 16.67 Jam menjadi 0 Jam. Waste defect disebabkan oleh cacat Burrs rata-rata 6% turun menjadi 0%. Sebelum perbaikan, nilai DPMO adalah 16,880 dengan level sigma 3.62, sedangkan setelah perbaikan menjadi 5,027 dengan level sigma 4.92.

Kata Kunci: Lean, Six Sigma, PFMEA, Spring, Taper

Abstract

[*Analysis and Quality Improvement Taper Process in Spring Industry with Lean Six Sigma Approaches*]. PT. XYZ is a national spring industry with its main products being leaf springs and coil springs. The results of the production report revealed that there were defective products, waiting times and scraps in quite significant amounts. This research aims to solve problems in the spring production process using the Lean Six Sigma and PFMEA approaches. Waste identification is carried out through Value Stream Mapping to determine value added and non-value added activities. The DMAIC stages (define, measure, analyze, improve, control) are used to implement six sigma. The research results show that the Taper process on Leaf Springs has the highest repair costs at COPQ (Cost of Poor Quality) at 70%. The implementation of Lean Six Sigma shows effectiveness in the Taper process. Waste material of 1.2% reduced to 0%, extra processing and waiting from 16.67 hours reduced to 0 hours. Waste defects caused by Burrs defects averaging 6% are reduced to 0%. Before the improvement, the DPMO value was 16,880 with a sigma level of 3.62, while after the improvement it was 5,027 with a sigma level of 4.92.

Keywords: Lean, Six Sigma, PFMEA, Spring, Taper

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Quality & Reliability Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Ma'ruf, N., Abdullah, M.H., dan Riyanto, O.A.W. (2023). Analisis dan Peningkatan Kualitas Proses Taper pada Industri Pegas dengan Pendekatan Lean Six Sigma. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 314-323.

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi Pegas kendaraan, baik Pegas Keong (*coil spring*) maupun Pegas Daun (*leaf spring*). Pegas merupakan komponen yang berfungsi menerima getaran atau guncangan dari roda agar tidak menyalur ke rangka kendaraan. *Leaf spring* terdiri dari 2 tipe, yaitu *Multi Leaf* yang tersusun dari beberapa Pegas Daun yang berbeda dan *Mono Leaf Spring* atau Pegas Daun tunggal (Gaikindo, 2019). PT. XYZ memproduksi Pegas Daun rata-rata 10.000 ton setiap bulan. Proses pembuatan Pegas Daun dimulai dari pengolahan bahan *flat bar* sampai dengan barang jadi. Pada proses tersebut masih ditemukan masalah kualitas. Beberapa masalah yang dihadapi oleh PT. XYZ dalam proses produksi ini diantaranya *scraps*, *defect*, serta adanya proses yang tidak bernilai tambah (*non-added value*) lainnya seperti adanya kerusakan mesin (*waiting time*). Pendekatan *Lean Six Sigma* (LSS) dapat dirumuskan sebagai metode untuk meningkatkan produktifitas, menurunkan tingkat kecacatan, biaya produksi hingga retensi pelanggan. Metode *Six Sigma* diperlukan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produksinya agar dapat berdaya saing (Kurnia & Purba, 2021). LSS merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* yang didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *non-value added activities* melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma (Gasperz, 2017). Kombinasi *Lean* dan *Six Sigma* semakin mendapatkan pengakuan oleh para ahli dalam menyelesaikan permasalahan identifikasi dan eliminasi cacat produk serta pengukuran sistem kualitas (Purnawan, 2017).

Pendekatan *Lean Six Sigma* (LSS) dapat dirumuskan sebagai metode untuk meningkatkan produktifitas, menurunkan tingkat kecacatan, biaya produksi hingga retensi pelanggan. Metode *Six Sigma* diperlukan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produksinya agar dapat berdaya saing (Kurnia & Purba, 2021). LSS merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* yang didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *non-value added activities* melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma (Gasperz, 2017). Kombinasi *Lean* dan *Six Sigma* semakin mendapatkan pengakuan oleh para ahli dalam menyelesaikan permasalahan identifikasi dan eliminasi cacat produk serta pengukuran sistem kualitas (Purnawan, 2017). Penelitian dengan metode LSS pernah dilakukan pada industri pegas yaitu perbaikan pada proses *hardening* Pegas Daun. Metode ini mampu menurunkan prosentase cacat 48.33 menjadi 0.79 (Singh & Rathi, 2014). Penelitian lain dilakukan pada industri perkeretaapian yaitu pada proses perakitan *bogie* kereta api. Penerapan LSS ini mampu meningkatkan PCE (*process cycle efficiency*) sebesar 46.8% dan meningkatkan value added menjadi 59.3% serta menurunkan non-value added 71.9% (Daniyan, Adeodu, Mpofo, & Maladzhi, 2022).

Penelitian dengan metode LSS pernah dilakukan pada industri pegas yaitu perbaikan pada proses *hardening* Pegas Daun. Metode ini mampu menurunkan prosentase cacat 48.33 menjadi 0.79 (Singh & Rathi, 2014). Penelitian lain dilakukan pada industri perkeretaapian yaitu pada proses perakitan *bogie* kereta api. Penerapan LSS ini mampu meningkatkan PCE (*process cycle efficiency*) sebesar 46.8% dan meningkatkan value added menjadi 59.3% serta menurunkan non-value added 71.9% (Daniyan, Adeodu, Mpofo, & Maladzhi, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini untuk menerapkan *Lean Six Sigma* dalam pengendalian mutu diproses *Taper* dan meningkatkan kapabilitas proses serta melakukan analisis potensi kegagalan proses *Taper* dengan pendekatan FMEA. Penelitian ini mempunyai keunikan dalam obyeknya. Khususnya terkait dengan industri Pegas. *Taper*

sebagai salah satu proses dalam pembuatan Pegas Daun sangat berpengaruh pada kualitas produk Pegas. Topik ini dapat memberikan informasi penting pada industri Pegas yang ingin produknya bersaing. Serta memberikan tambahan referensi dimana *Lean Six Sigma* mempunyai peran yang signifikan dalam pengendalian kualitas dan penurunan biaya.

2. Metode

Objek pada penelitian ini adalah *leaf spring type DPS trailer* pada bagian produksi di PT XYZ Tbk. Pengumpulan data dilakukan dengan metode random tiap pengerjaan *shift* yang berbeda dan dilakukan pada mesin **Taper 4** dengan tipe produk *DPS series trailer*. Data yang diambil berupa siklus proses pada *shearing* untuk mengetahui aliran material, menghitung jumlah cacat bulanan untuk mengetahui level sigma, serta mengidentifikasi semua *waste* pada proses produksi. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar pemeriksaan, *value stream mapping (VSM) template*, *template* isian FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), *Microsoft Excel* dan *Minitab*. Pengolahan data dilakukan sesuai dengan alur prosedur serta teori-teori yang berhubungan dengan metode *Lean Six Sigma*. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data pada penelitian ini mengikuti tahapan DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) sebagai berikut:

a) Define

Merupakan tahap awal untuk menentukan permasalahan atau proses kunci yang akan dilakukan perbaikan serta bagian-bagian yang terlibat. Tahap ini dilakukan identifikasi aktifitas VA (*value added*) dan NVA (*non-value added*) menggunakan VSM, identifikasi 8-Waste (E-DOWNTIME), dan menentukan prioritas permasalahan.

b) Measure

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada, kemudian dilakukan tindakan untuk mengolah atau mengukur data yang telah diperoleh dengan melakukan perhitungan. Pada tahap ini ditetapkan karakteristik kualitas kunci atau CTQ (*critical to quality*). Selanjutnya dilakukan pengukuran *output* proses sebagai *baseline* kinerja untuk perbaikan.

c) Analyze

Setelah dilakukan perhitungan terhadap *waste* yang paling berpengaruh, selanjutnya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* yang berpengaruh. Yaitu dengan melakukan Analisa Faktor-faktor Penyebab *waste* dengan menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan *waste*.

d) Improve

Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi *waste*. Dalam tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan yang dilanjutkan memilih prioritas rekomendasi perbaikan menggunakan *tool Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

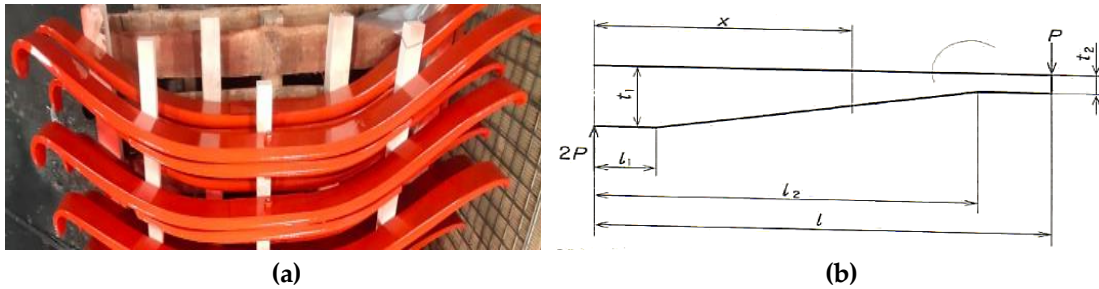
e) Control

Tahap *Control* dilakukan untuk menjaga konsistensi perbaikan tetap terpelihara sehingga pada tahap ini akan dilakukan pembuatan prosedur dan standarisasi proses *Taper*.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada hasil produk *leaf spring type DPS Series Trailer* untuk ekspor ke Amerika dengan tipe *DPS 1* dan *DPS 4*. Produk ini terdiri dari 3 *leaf spring*, masing-masing *leaf* tersebut memiliki spesifikasi atau karakteristik yang berbeda-beda yang akan dirakit menjadi satu kesatuan. Berikut ini merupakan contoh gambar *DPS Series Trailer*. Permasalahan yang sering terjadi adalah hasil yang lebar dan cacat (*burr*) pada kedua sisi produksi mesin

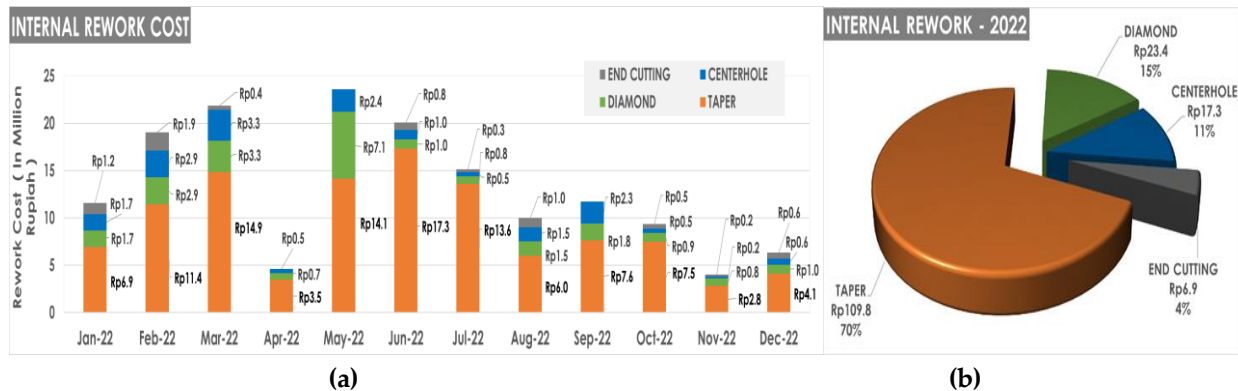
Taper 4, sehingga mempersulit aliran material pada internal proses. Hal ini dapat mengganggu jadwal pengiriman produk jadi ke pelanggan, oleh karena itu perlu mempertimbangkan faktor manusia dan kondisi mesin, material, proses dan lingkungan untuk melakukan perbaikan. *Taper* adalah bentuk meruncing yang ketebalannya secara bertahap berkurang dari sisi tengah pegas ke ujung dalam arah memanjang (JIS B-2710, 2008).



Gambar 1. (a) Leaf Spring DPS Trailer; (b) Bentuk Taper (JIS B-2710, 2008).

a) Tahap Define

Taper masih menyumbang biaya repair yang tinggi pada struktur biaya COPQ (Cost of Poor Quality). Dari gambar grafik internal rework cost berikut menunjukkan bahwa rework untuk proses *Taper* tiap bulan tertinggi dibandingkan dengan proses lainnya.

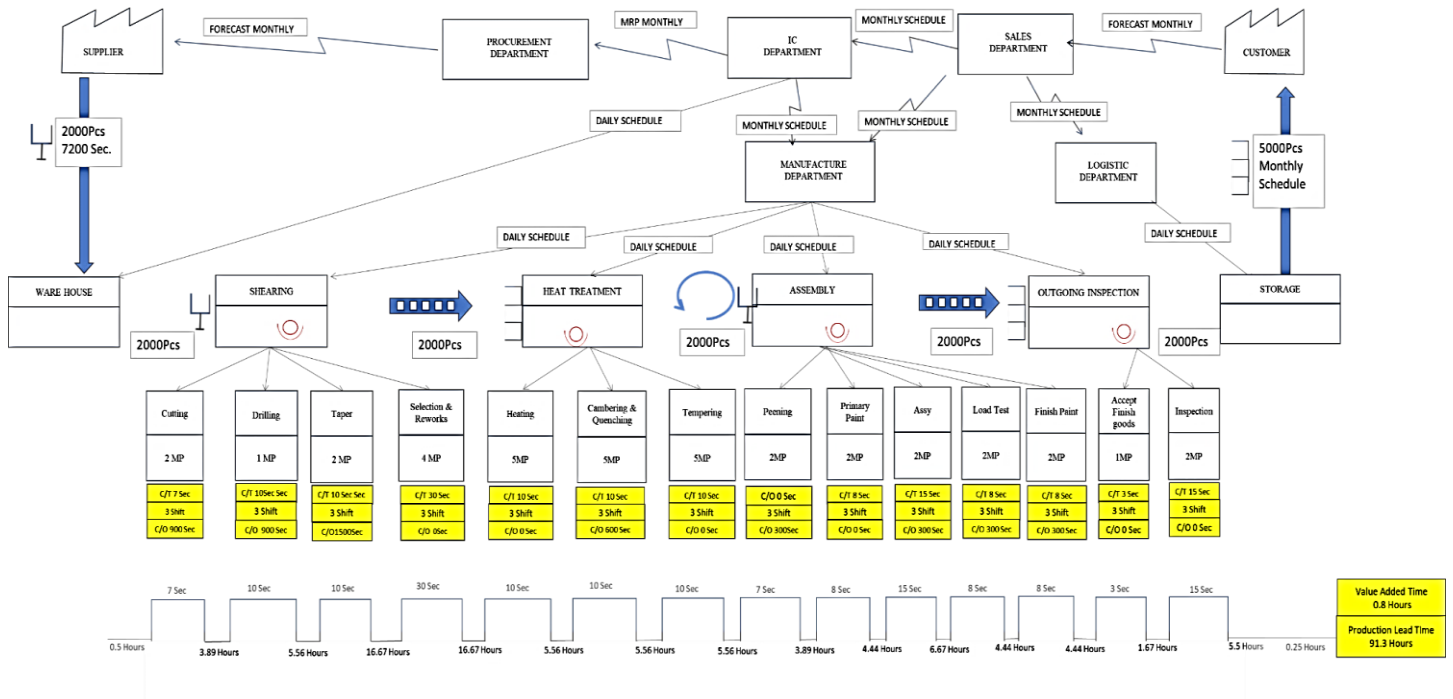


Gambar 2. (a) Grafik Internal Rework Cost 2022; (b) Pie Chart Internal Rework Cost

Gambar 2 (b) grafik *pie-chart* tersebut juga menunjukkan bahwa selama setahun proses *Taper* menyumbang rework cost sebesar 70% dari total biaya internal rework yang dilakukan pada tahun 2022, hal inilah yang menjadi dasar dilakukan perbaikan pada proses *Taper*.

Selanjutnya dilakukan pembuatan *Big Picture Mapping* dan mengidentifikasi *waste E-DOWNTIME* yang terdiri dari *Environment, Defect, Over Production, Waiting, Non Utilize Employee, Transportation, Inventory, Motion, dan Extra Processing*.

Berdasarkan aliran material pada gambar 3, terlihat bahwa waktu proses produksi *leaf spring* adalah 91.3 jam dengan *value added* 0.8 Jam. Berdasarkan *Value Stream Mapping* tersebut dapat dilihat bahwa proses *Taper* dan seleksi memiliki waktu terima masing masing adalah 16.67 jam. Dari lama waktu tersebut mengindikasikan bahwa proses *Taper* dan *Selection* menjadi hambatan aliran material dan merupakan proses dengan *non-value added* tertinggi.



Gambar 3. Current Value Stream Mapping leaf spring.

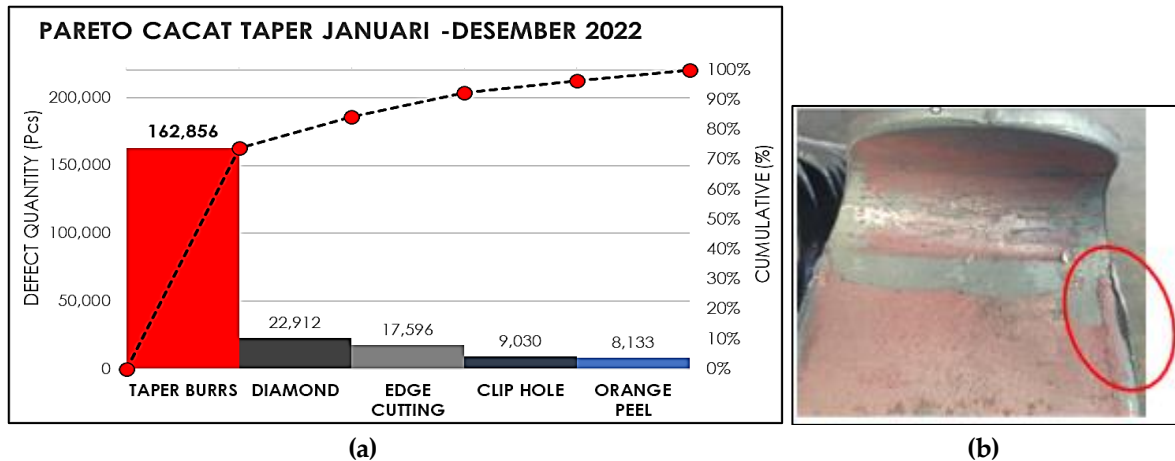
Hasil identifikasi *waste* dijabarkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tabel 8-Waste (E-DOWNTIME).

Waste	Deskripsi Problem
Environment	Waste rata-rata 1.2 % tiap bulan dari total kapasitas produksi tiap bulan
Defect	Cacat yang terjadi adalah Burrs dengan jumlah rata-rata tiap bulan 16,285 Pcs atau 7% dari total kapasitas proses Taper tiap bulan
Over Production	Target proses taper tidak tercapai
Waiting	Aliran material tidak lancar menunggu proses Rework
NonUtilize Employee	Tidak Terjadi Problem
Transportation	Tidak Terjadi Problem
Inventory	Tidak Terjadi Problem
Motion	Tidak Terjadi Problem
Extra Processing	Terjadi proses tambahan Selection & reworks dengan waktu 16,67 Jam tiap hari

b) Tahap *Measure*

Berdasarkan tabel 1 tersebut ditentukan obyek perbaikan dilakukan pada masalah *defect* pada proses *Taper*, yaitu jenis cacat *Burrs*. Berikut adalah grafik jenis cacat yang terjadi pada proses *Taper*. Kelima jenis cacat pada proses *Taper* ditetapkan sebagai karakteristik kualitas kunci atau CTQ.



Gambar 4. (a) Diagram Pareto jenis cacat; (b) Gambar cacat *Burrs*

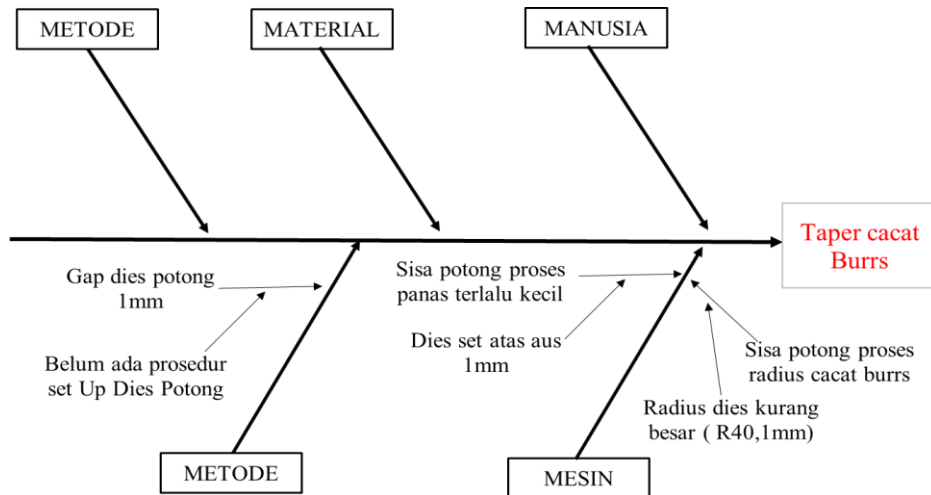
Pada tahap ini juga dilakukan perhitungan DPMO dan Level sigma. DPMO adalah *defect per million opportunities* yaitu cacat per satu juta kesempatan. Pada proses Taper juga dilakukan pengukuran Kapabilitas Proses (C_p) untuk mengetahui perubahan setelah perbaikan. Sebagai contoh dilakukan perhitungan DPMO bulan Januari 2022 sebagai berikut:

- Jumlah Produk cacat (*defect*) Januari 2022 = 13,614 Pcs
- Produk yang diperiksa (total produksi) = 196,839 Pcs
- CTQ (*critical to quality*) cacat pada prses Taper = 5
- $DPMO = \frac{13,614}{196,839 \times 5} \times 1.000.000 = 13,832.62$
- Sigma = 3,71
- Perhitungan Sigma menggunakan MS Excel
- Rumus = $NORMSINV((1000000-13,614)/(1000000))+1,5$

Berdasarkan rumus perhitungan tersebut dilakukan pengambilan data pengerjaan *Taper*, jumlah cacat pada proses taper dan perhitungan nilai DPMO dan level sigma pada tahun 2022 dengan level sigma rata-rata adalah 3.62. *Cost of waste defect* adalah biaya yang timbul akibat terjadinya produk cacat. Dari *waste defect* pada bulan Januari – Oktober 2022 sebanyak set dan fokus peneliti adalah pada cacat *Burrs* pada taper dengan konstanta biaya repair dan seleksi sudah ditentukan oleh perusahaan sebesar Rp. 850 /Pc. Dan diketahui bahwa kerugian rata-rata untuk biaya rework cacat *Burrs* adalah Rp. 15,000,000 tiap bulan. *Waste waiting* pada proses produksi *leaf spring* bulan Januari – April 2023 disebabkan karena menunggu proses seleksi dan *repair* diketahui bahwa produk yang hilang bulan Januari – April 2022 pada proses heating karena menunggu proses seleksi dan rework adalah Rp. 4,735,000.

c) Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* ini dilakukan analisis faktor-faktor penyebab terjadinya waste yang paling berpengaruh dengan menggunakan fishbone diagram.



Gambar 5. Fishbone diagram Taper Burrs

Dari diagram fishbone diatas dapat disimpulkan penyebab Taper cacat Burrs adalah dari Faktor Mesin dengan akar masalah Radius dies potong kurang dan dies set atas aus 1mm. Faktor Metode dengan akar masalah belum ada prosedur yang mengatur tata cara set up dies potong. Selanjutnya dilakukan input akar penyebab permasalahan sebagai bentuk kegagalan pada FMEA. Adapun definisi skala SOD yang telah dibuat sesuai dengan jenis waste yang terjadi dan perhitungan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. FMEA Produk Defect Burrs

Potensial Failure	Potensial Problem	Potensial Cause	Potensial Area	Nilai			RPN
				Severity	Occurrence	Detection	
Cacat Taper Burrs	Dies Potong aus	Dies atas dan bawah terdapat gap	Produksi	7	6	6	252
		Metode set up kurang tepat	Produksi	7	6	6	252

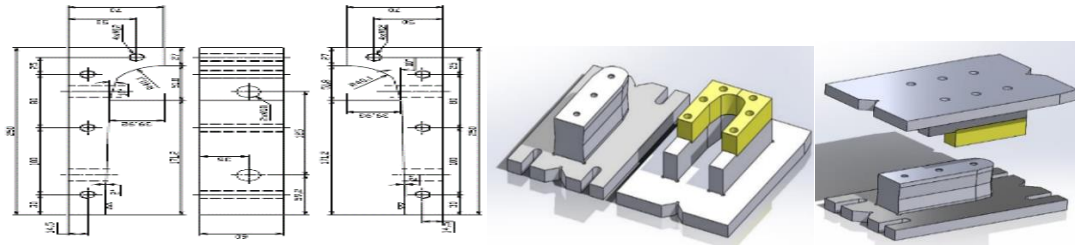
d) Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan perbaikan terhadap faktor-faktor penyebab yang menjadi potensi terjadinya waste dan menentukan fokus perbaikan berdasarkan tahapan analyze yaitu dengan merancang rekomendasi perbaikan menggunakan tool Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) berdasarkan fishbone diagram.

Usulan perbaikan yang diberikan untuk meminimalisir terjadinya waste pada proses produksi leaf spring berdasarkan nilai RPN terbesar dari tabel FMEA adalah sebagai berikut.

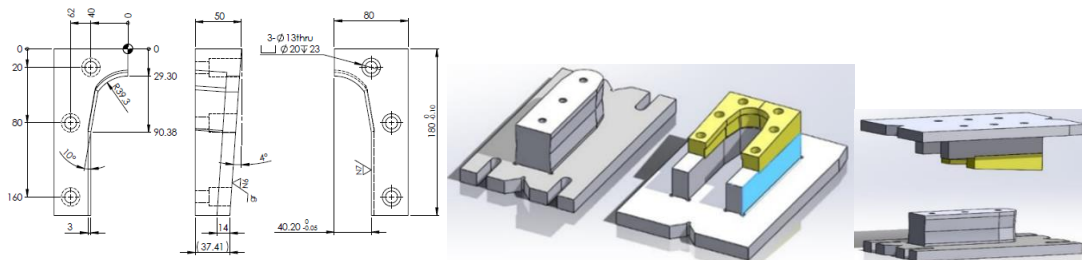
1) Desain Pisau potong atas

Pada diagram fishbone akar masalahnya adalah pada Faktor Mesin ditemukan fakta bahwa dies taper aus dan radius pisau potong kurang besar.



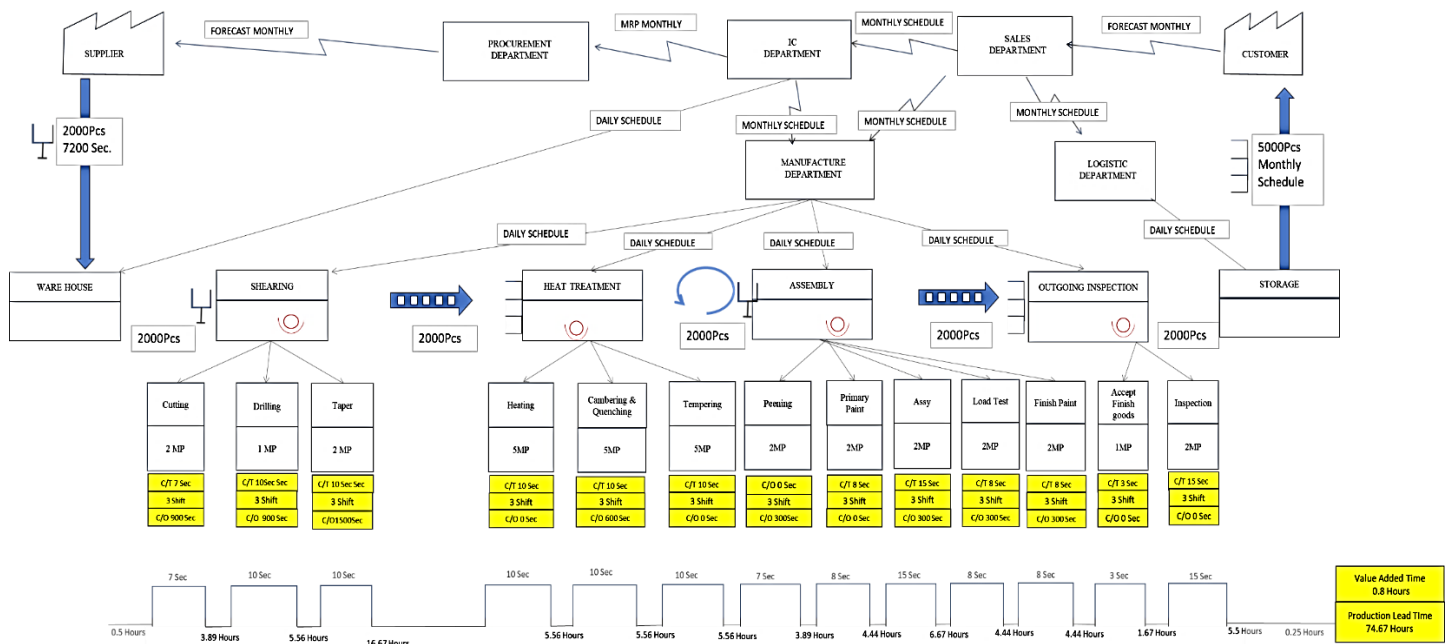
Gambar 6. Dies potong sebelum perbaikan

Dari gambar 6, dies potong panas atas tersebut terlihat bahwa radius menggunakan R40.1mm dan lebar pisau potong panas 79.84mm (39.92mmx 2 sisi) dan desain pisau datar menyebabkan sisa potongan panas tidak bisa lepas sempurna dari material.



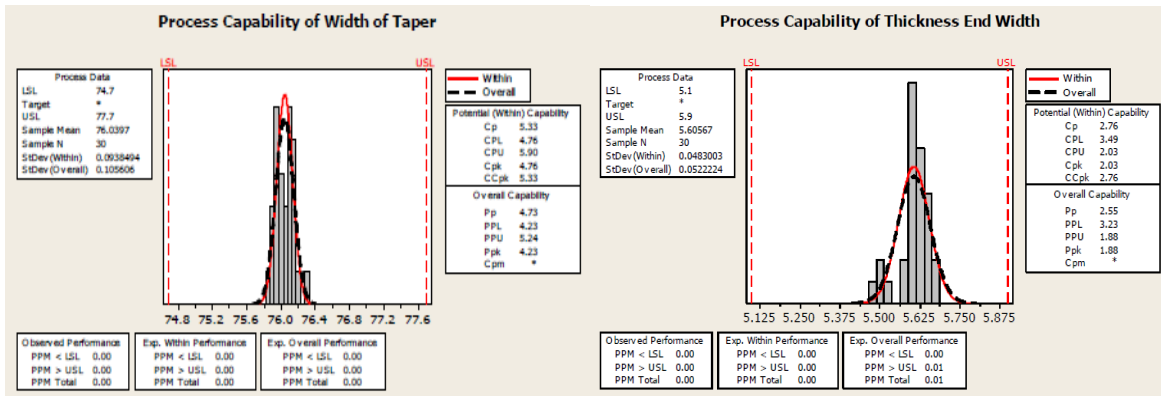
Gambar 7. Dies potong setelah perbaikan

Analisis hasil Value Stream Mapping setelah perbaikan sebagai berikut.



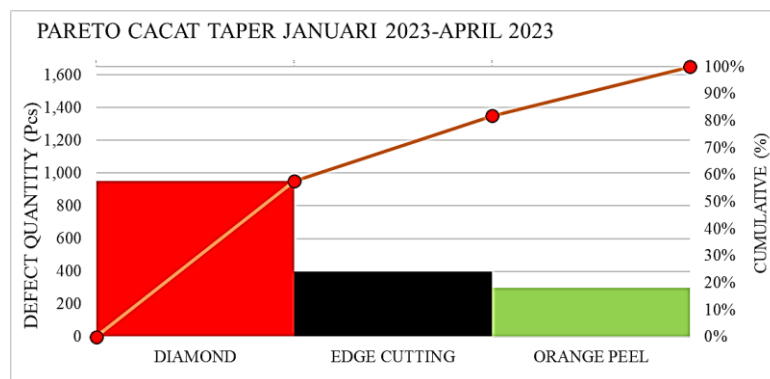
Gambar 8. Value Stream Mapping setelah perbaikan

Dari gambar 8 tersebut menunjukkan terjadi perubahan lead time menjadi 74.67 Jam lebih cepat 16.67 jam dari lead time sebelumnya 91.3 Jam (Tanpa proses Selection & Reworks). Pengukuran kapabilitas proses setelah perbaikan mengalami peningkatan sebagai berikut.



Gambar 9. Hasil pengukuran kapabilitas proses setelah perbaikan

Kapabilitas proses di sini dalam konteks proses Taper dengan pemenuhan spesifikasi lebar dan tebal setelah perbaikan pada pisau. Dari kapabilitas data di atas menunjukkan Proses lebar taper dengan Cp 5.33 dan Cpk 4.76 menunjukkan kapabilitas *excellent*. Dan kapabilitas tebal taper dengan Cp 2.76 dan Cpk 2.03 menunjukkan kapabilitas *excellent*.



Gambar 10. Grafik Pareto Defect Setelah Perbaikan

Dari pareto diatas menunjukkan cacat Burrs sudah tidak terjadi pada proses taper untuk type DPS trailer. Tabel 3. menunjukkan terjadi perubahan pada level sigma setelah perbaikan menjadi 4.92 sebelumnya level sigma adalah 3.62.

Perhitungan COPQ setelah perbaikan menunjukkan adanya penurunan dengan biaya rata-rata adalah Rp. 400,000 tiap bulan hal ini terjadi penurunan dari sebelumnya rata-rata COPQ proses Taper adalah Rp. 15,000,000 tiap bulan.

e) Tahap *Control*

Pada tahap ini dilakukan standarisasi untuk memastikan cacat tidak terjadi lagi diproses berikutnya dengan membuat prosedur dan lembar perbaikan. Pada Prosedur ini mengatur celah dies pisau atas dan bawah diatur pada 0.25-0.3mm dengan menggunakan alat ukur "filler" dan ditetapkan cacat burrs yang diijinkan setinggi 0.3mm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang dapat diambil:

1. *Waste* yang terjadi pada proses produksi Taper *leaf spring* di PT. XYZ menunjukkan bahwa *waste material* sebesar 1.2% turun menjadi 0%, *Extra Processing* dan *Waiting* 16.67 Jam menjadi 0 jam, dan *Waste Defect* disebabkan oleh cacat *Burrs* rata-rata 6% menjadi 0%.

2. Hasil perhitungan nilai DPMO dan level sigma pada proses produksi *Taper leaf spring* di PT. XZ Tbk sebelum perbaikan adalah sebesar 16,880 dengan level sigma mencapai 3.62 menjadi 5.027 dengan level sigma 4.92.

Daftar Pustaka

- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofo, K., & Maladzhi, R. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 1-14.
- Gaikindo. (2019, Agustus 13). *Industri Komponen Otomotif Indonesia masih Defisit, Menperin Ingin Kurangi Impor*. Retrieved from Gaikindo.or.id: <https://www.gaikindo.or.id/industri-komponen-otomotif-indonesia-masih-defisit-menperin-ingin-kurangi-impor/>
- Gasperz, V. (2017). *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- JIS B-2710. (2008). *Leaf Springs-Part 2 : Design Method*. JAPAN: JSA.
- Kurnia, H., & Purba, H. H. (2021, November 1st). A systematic Review of Lean Six Sigma in Various Industries. *Journal of Engineering And Management in Industrial System Vol. 9, 19*.
- Purnawan, A. W. (2017). Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode Lean Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri: Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Vol 12, No 03*.
- Singh, M., & Rathi, R. (2014). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma, 10(2), 622-664*.