



Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* Pada Penurunan Cacat *Feed Roll* Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus PT. XYZ)

Hery Hamdi Azwir¹, Agus Kurniawan Setyanto²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Presiden,
Jababeka Education Park, Jl. Ki Hajar Dewantara Kota Jababeka, Bekasi 17550, Indonesia
hery.azwir@president.ac.id, agus.setyanto20@gmail.com

Abstract

PT XYZ is a company that produce tools, machine parts, and special purpose machines. Based on data from the production department, there are some products with high defect and then need rework. This condition would be very harmful because it will increase the cost that should not be necessary. The research is to find the cause of the occurrence of this defect and then fix it. From the observation result showed that the production of feed roll component has a high defect rate which is 70.59% must be reworked, based on the data during January - September 2016. In October - December 2016 the improvement effort was done by using lean manufacturing approach and PDCA. The results of this improvement provide improved quality of the feed roll component so that the rework gradually decreases and eventually does not exist. Then the cost of production before the repair of Rp 668,694, - reduced to Rp 413,983, -. There was a significant decrease in production cost by 38%.

Keywords: *feed roll, defect, cost, effective, efficient, productivity*

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi alat bantu, komponen mesin, dan mesin kegunaan khusus. Berdasarkan data dari departemen produksi, terdapat beberapa produk dengan tingkat kecacatan tinggi dan selanjutnya memerlukan pengerjaan ulang (rework). Kondisi ini bagi perusahaan tentu sangat merugikan karena akan meningkatkan biaya yang seharusnya tidak perlu. Karena itu dilakukan penelitian untuk mencari penyebab terjadinya cacat ini kemudian memperbaikinya. Dari hasil pengamatan didapatkan petunjuk bahwa produksi komponen feed roll memiliki tingkat kecacatan yang besar dimana 70.59% harus di-rework, berdasarkan data selama Januari – September 2016. Pada bulan Oktober – Desember 2016 dilakukan upaya perbaikan dengan menggunakan pendekatan lean manufacturing dan PDCA. Hasil dari perbaikan ini memberikan perbaikan mutu dari komponen feed roll sehingga secara berangsur rework semakin berkurang dan akhirnya tidak ada. Kemudian biaya produksi sebelum perbaikan sebesar Rp 668.694,- berkurang menjadi Rp 413.983,-. Terjadi penurunan biaya produksi yang cukup signifikan sebesar 38%.

Kata kunci: *feed roll, cacat, biaya, efektif, efisien, produktivitas*

Pendahuluan

PT. XYZ bergerak di bidang *produksi cutting tools, fixtures & jigs inspection, machine spare parts dan Special Purpose Machines (SPM)*. Berdasarkan data dari departemen produksi, terdapat beberapa produk dalam pengawasan karena proses pembuatannya yang sulit dengan hasil akhir yang belum stabil sehingga berpotensi terjadi

cacat yang dapat menimbulkan dampak buruk bagi perusahaan. Berdasarkan data dari departemen Quality Assurance, persentase cacat produk feed roll cukup tinggi yakni 70,59%. Persentase cacat yang sangat tinggi ini harus diturunkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dengan mencari solusi penanggulangan terjadinya cacat dalam proses produksi dengan target menurunkan

persentase menjadi 0% agar dampak buruk bagi perusahaan dapat dikurangi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan.

Lean manufacturing adalah sebuah metode untuk menganalisis arus bahan baku dan informasi di dalam sebuah lingkungan manufaktur dan upaya yang dilakukan untuk menekan atau menghilangkan adanya pemborosan sehingga nilai tambah produk meningkat (Asefeso, 2011)

Toyota mengidentifikasi berbagai jenis *waste* dalam *lean manufacturing* yaitu sebagai berikut (Liker, 2003): *Over production, Waiting, Transportation, Over processing, Inventory, Motion, Defect, Unused employee's creativity.*

Jenis *waste* tersebut di atas dapat disederhanakan menjadi tiga kategori *waste*, yaitu *muda, mura*, dan *muri* (Dennis, 2016). Pengertian istilah-istilah ini adalah sebagai berikut: (1) *Muda*, yaitu aktivitas yang tidak bermanfaat atau tidak memberi nilai tambah. (2) *Mura*, yaitu ketidakmerataan atau fluktuasi kerja. (3) *Muri*, yaitu sulit untuk dilakukan, tidak beralasan, atau irasional. Beberapa pendekatan untuk identifikasi *waste* juga ditunjukkan oleh Utama et al (Utama, 2015).

Dalam upaya penerapan konsep *lean manufacturing*, terdapat beberapa prinsip yang digunakan sebagai acuan. Menurut Shigeo Shingo, konsep *lean manufacturing* didasarkan pada lima prinsip utama (Hines & Taylor, 2000), yaitu: *Specify Value, Identify Whole Value Stream, Flow, Pulled, Perfection.*

Lean manufacturing dapat diterapkan dengan beberapa tools yang memiliki metode berbeda-beda dan pada setiap metode memiliki karakteristik pemecahan masalah (Asefeso, 2007). *Lean tools* yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut: *5S, TPM, JIT, Kanban, dan TQM.*

Salah satu metode TQM yang dikenal luas adalah Metode W.E Deming: siklus PDCA. PDCA adalah suatu metodologi pemecahan masalah iteratif yang banyak diaplikasikan untuk pengendalian mutu secara statistik dan berkelanjutan. Metode ini cocok digunakan untuk kegiatan *kaizen* atau perbaikan berkelanjutan untuk skala kecil.

Lean manufacturing juga diaplikasi pada perawatan mesin (Adrianto et.al, 2016), penurunan lead time di lini produksi (Abadi, 2015), cycle time (Indra et.al, 2013), untuk

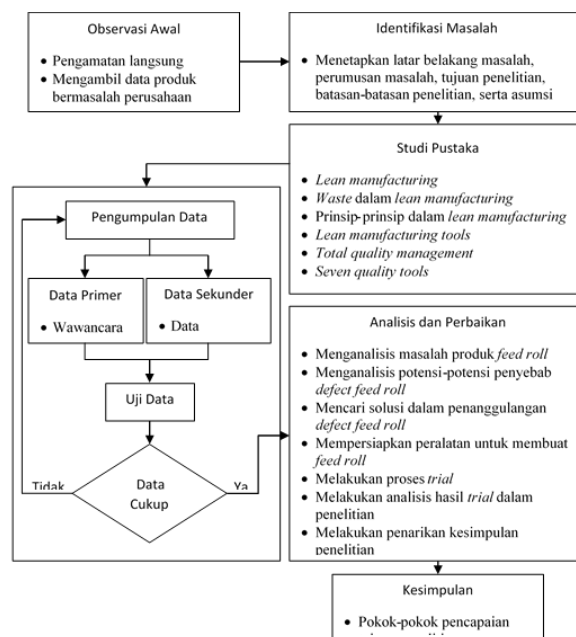
penurunan cacat dan lead time industri rokok (Setiawan et.al, 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui penyebab terjadinya *cacat* yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas perusahaan. (2) Untuk mendapatkan solusi penanggulangan terjadinya *cacat* agar produktifitas perusahaan dapat meningkat.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan TQM yang merupakan teori yang digunakan manajemen untuk mencapai keberhasilan jangka panjang melalui kepuasan pelanggan (Morfaw, 2009). Dalam implementasinya, siklus PDCA diaplikasikan agar proses perbaikan dilakukan secara sistematis dan terencana dengan baik dan berkelanjutan.

Secara umum metodologi penelitian dapat diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Metodologi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Proses Plan

Proses *Plan* terdiri dari dua tahapan yaitu pengumpulan data dan selanjutnya dilakukan analisis.

1. Pengumpulan Data

Ada dua masalah yang menjadi perhatian yaitu: (1) produk yang bermasalah akibat adanya *cacat*, dan (2) Jumlah rework yang harus dilakukan akibat adanya *cacat* tetapi masih mungkin diperbaiki melalui *rework*.

Tabel 1 memperlihatkan jumlah produk yang berada dalam pengawasan Departemen

Produksi yang berjumlah 11. Tabel 2 menjelaskan jumlah *order* dari produk bermasalah pada periode Januari–September 2016 adalah 51 pcs dari empat produk dengan dilakukan *rework* sebanyak 33 pcs dari dua produk. Hanya terdapat empat produk bermasalah yang dipesan oleh pelanggan selama periode Januari–September 2016 yaitu

special tools, eye forming, feed roll, dan bite diamond. Dari keempat produk tersebut terlihat bahwa *feed roll* memberi kontribusi terbesar pada kecacatan yang mengakibatkan *rework*. Alasan data *rework* yang digunakan pada penelitian ini karena produk dalam pengawasan tidak terdapat *reject* atau skrap yang terjadi pada proses pembuatannya.

Tabel 1. Daftar Produk dalam Pengawasan Departemen Produksi

No	Customer	Part Name	Type	Gambar	Problem
1	YIMM	Plate	Assy Jig Facing 2PV CR2		Diameter internal blong, standar $\varnothing 31 +0,021^{-0}$ aktual $\varnothing 31,050$
2	YIMM	Jig Boring	Assy Jig Boring 2PV CR2		Diameter internal blong, standar $\varnothing 31 +0,021^{-0}$ aktual $\varnothing 31,050$
3	Chuhatsu	Head Beam Torsion Press Die	48812-OD100		Setelah proses HT terjadi bending (bengkok) 0,4 ~ 0,55
4	Surya Toto	Special Tools	SB 1889		Retak pada bagian kontur tip belakang saat proses wire cut
5	Muarateweh Spring	Eye Forming	R34		Retak pada bagian carbide saat proses wire cut
6	Chuhatsu	Exit Wire Guide	CM50-EWG-2.6		Retak pada bagian carbide saat proses wire cut
7	Megan Casia	Chuck Jaw	J2002-32001-25 ($\varnothing 72.4$)		Retak pada bagian carbide saat proses wire cut
8	Musashi	Master Fure 12K-1ST DVN	8411-4801C-01-01		Diameter internal susah dicapai (toleransi 0.005 panjang material 80,5 mm)
9	Chuhatsu / Showa	Feed Roll	CFX5-FR-2.6-3.0		Diameter alur / kontur radius terhadap diameter luar sulit dicapai
10	Chemco / Parin	Holder Cutter	HLDR-ALL TYPE		Diameter 25,4 oval dan run out terhadap diameter shank hingga 0,05 mm
11	Chemco	Bite Diamond	INS-MAK-01K-5RN		Bentukan profil cutting pada proses wire cut belum sesuai drawing

Tabel 2. Data *Rework* Produk Bermasalah

No	Customer	Part Name	Part Type	Jumlah Order (pcs) (Jan - Sep '16)	Jumlah Kasus Rework (pcs) (Jan - Sep '16)
1	YIMM	Plate	Assy Jig Facing 2PV CR2	0	0
2	YIMM	Jig Boring	Assy Jig Boring 2PV CR2	0	0
3	Chuhatsu	Head Beam Torsion Press Die	48812-OD100	0	0
4	Surya Toto	Special Tools	SB 1889	3	0
5	Muarateweh Spring	Eye Forming	R34	1	0
6	Chuhatsu	Exit Wire Guide	CM50-EWG-2.6	0	0
7	Megan Casia	Chuck Jaw	J2002-32001-25 (ø72.4)	0	0
8	Musashi	Master Fure 12K-1ST DVN	8411-4801C-01-01	0	0
9	Chuhatsu / Showa	Feed Roll	CFX5-FR-2.6-3.0	34	24
10	Chemco / Parin	Holder Cutter	HLDR-ALL TYPE	0	0
11	Chemco	Bite Diamond	INS-MAK-01K-5RN	13	9
	Total			51	33

2. Analisis

a. Pareto

Melalui analisis pareto, *feed roll* dipilih untuk diteliti lebih lanjut karena memberikan kontribusi yang signifikan pada terjadinya kecacatan.

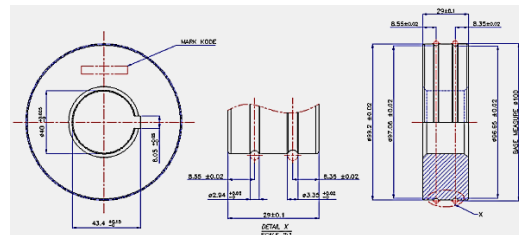
Tabel 3. Persentase *Rework* Produk *Feed Roll*

No	Part Name	Jumlah Order (pcs) (Jan - Sep '16)	Jumlah Kasus Rework (pcs) (Jan - Sep '16)	Persentase Rework (%)
1	Feed Roll	34	24	70.59%

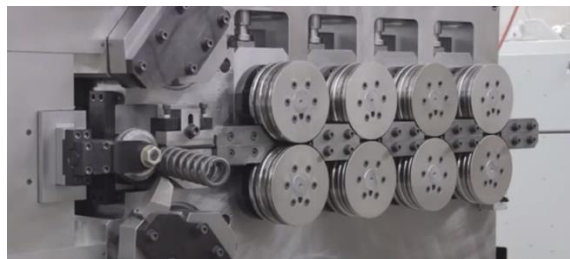
Gambar 2 memperlihatkan bentuk fisik dari *feed roll*. Gambar 3 adalah rancangan dari *feed roll*. Gambar 4 memperlihatkan implementasi *feed roll* pada proses pembuatan spring.



Gambar 2. Contoh Produk *Feed Roll*



Gambar 3. Desain Produk *Feed Roll*



Gambar 4. Ilustrasi Proses Pembuatan Spring

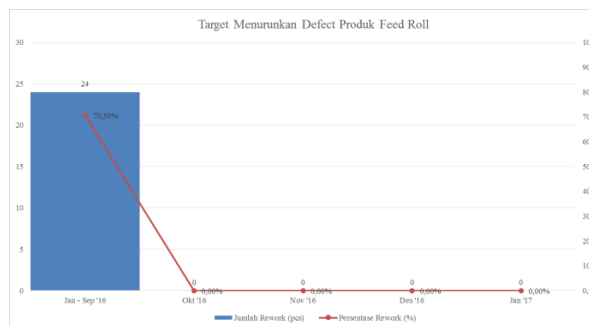
Tabel 3 menunjukkan persentase *rework* produk *feed roll* terhadap jumlah pesanan dalam periode Januari – September 2016 yaitu 70,59% yang didapat dari jumlah *order* dibagi jumlah *rework* yang terjadi. Jumlah tersebut sangat tinggi jika dibandingkan dengan tingkat keberhasilan pembuatan dalam sekali percobaan. Tingginya angka persentase *rework* inilah yang membuat perusahaan mengalami banyak kerugian dan hal ini juga merupakan suatu pemborosan yang fatal.

Karena itu perusahaan menargetkan penurunan *cacat*

Target yang ditentukan harus memiliki kriteria SMART agar hasil akhir dapat diterapkan pada perusahaan dan dapat menurunkan *cacat* yang terjadi. Kriteria SMART yang ditentukan:

- *Specific*: Proses pembuatan *feed roll* tidak efektif (terdapat *rework* pada produk *feed roll*)
- *Measurable*: Menurunkan *rework* produk *feed roll* dari 70,59% ke 0%
- *Attainable/Achievable*: Dengan melakukan analisis dari masalah yang ada
- *Reasonable*: Menurunkan *cacat* pada produk *feed roll* dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses manufaktur
- *Time Bound*: Dari Oktober – Desember 2016

Dari kriteria SMART di atas, target penelitian adalah menurunkan terjadinya *cacat* pada produk *feed roll* yakni menurunkan cacat dari 70,59% ke 0% dalam periode Oktober – Desember 2016 yang ditunjukkan oleh gambar 5 dengan melakukan analisis terhadap kondisi sebelum penelitian.



Gambar 5. Target Menurunkan Cacat Produk *Feed Roll*

b. Material Pembuatan *Feed Roll*

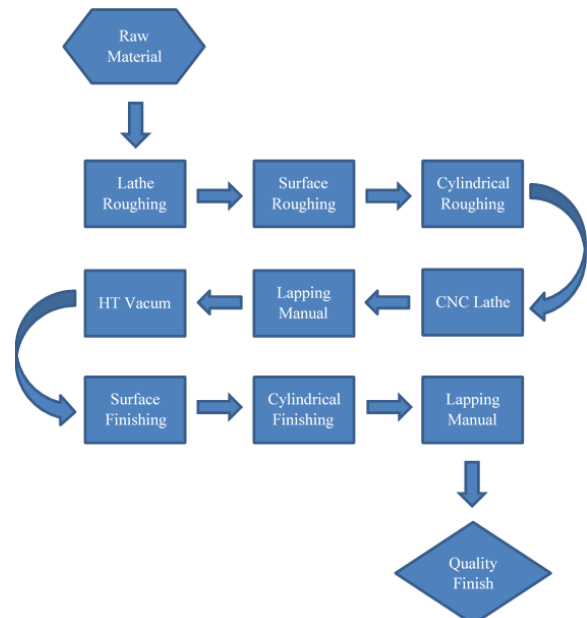
Terdapat dua keadaan ketika material baja yang melewati *feed roll* pada saat pembuatan *spring*. Keadaan pertama yaitu material baja langsung diproses tanpa melewati proses pemanasan. Sedangkan keadaan kedua yaitu material melewati proses pemanasan terlebih dahulu sebelum diproses menjadi *spring*. Oleh karena itu karakteristik material pembuatan *feed roll* harus sesuai dengan aplikasi proses pembuatan *spring*. Selain itu, tingkat keuletan material harus tinggi agar memiliki *life time* pemakaian yang tinggi atau tidak mudah aus karena *feed roll* akan selalu bergesekan dengan material baja ketika pembuatan *spring*.

Material yang digunakan untuk membuat produk *feed roll* ialah material steel dengan jenis SKD 11. Dari segi pemilihan material, karakteristik material SKD 11 sudah sesuai dengan aplikasi proses pembuatan *spring*. Material SKD 11 memiliki struktur material yang cocok untuk aplikasi panas dan memiliki tingkat keuletan dan ketangguhan material yang tinggi dengan tingkat kekerasan mencapai 63,5 HRC setelah proses pengerasan (*Vacum Heat Threatment Process*) yang membuat material SKD 11 tahan terhadap gesekan. Dengan demikian, tidak terdapat kendala mengenai pemilihan material dalam pembuatan produk *feed roll*.

c. Aliran Proses Pembuatan *Feed Roll*

Penentuan aliran proses produksi pada proses manufaktur merupakan hal yang vital yang menentukan biaya manufaktur. Dalam penentuan aliran proses produksi diperlukan analisis jenis mesin yang dilewati suatu produk untuk menjadi barang jadi.

Aliran proses pembuatan *feed roll* melewati beberapa mesin pada proses manufaktur. Pada proses pembuatannya, *feed roll* melewati proses kunci yaitu pada mesin CNC Lathe yaitu proses pembuatan kontur alur produk. Pada proses ini sering terjadi *cacat* karena proses manufaktur yang belum stabil.



Gambar 6. Aliran Proses Pembuatan *Feed Roll* Sebelum Perbaikan

Pada aliran proses ini, pembuatan *feed roll* berawal dari proses pembuatan diameter eksternal dan internal pada mesin Lathe

Manual yang kemudian melalui proses grinding roughing pada mesin Surface dan Cylindrical Grinding untuk membuat sisi samping dan diameter eksternal dan internalnya. Proses pembuatan kontur alur produk dilakukan pada mesin CNC Lathe menggunakan pahat *insert* dengan pemakanan mengikuti bentuk kontur alur produk lalu masuk proses *lapping* untuk menghaluskan permukaan sebelum proses *Vacum Heat Treatment*. Setelah itu, proses pembuatan produk *feed roll* kembali melewati mesin Surface Grinding dan Cylindrical Grinding untuk mencapai ukuran *finish* yang ditentukan. Terakhir adalah proses *lapping* untuk menghilangkan kerak setelah proses *Vacum Heat Treatment* yang terdapat pada kontur alur produk sehingga menjadi halus agar tidak membuat produk *spring* lecet ketika digunakan. Pada aliran proses ini ukuran pada kontur alur produk memungkinkan terjadi deformasi atau perubahan ukuran dan terjadi *cacat* karena pahat *insert* yang sudah tumpul atau aus.

Pada proses pembuatan *feed roll* sebelum perbaikan masih terdapat beberapa proses yang dirasa kurang efektif. Diantaranya adalah masih terdapat pengulangan proses yang dapat menimbulkan waktu siklus pembuatan *feed roll* menjadi lebih lama dan tidak efektif seperti yang dapat dilihat pada gambar 6. Selain itu, metode pembuatan *feed roll* yang digunakan dinilai masih belum stabil karena masih sering terjadi cacat terutama pada kontur alur produk *feed roll* seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Area Cacat pada Produk *Feed Roll*

Metode pembuatan kontur alur produk *feed roll* pada aliran proses sebelum perbaikan memungkinkan terjadinya deformasi atau perubahan ukuran dan terjadi *cacat* karena pahat *insert* yang sudah tumpul atau aus. Selain itu, produk *feed roll* akan masuk ke proses pengerasan material setelah proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* yang

akan menambah kemungkinan terjadinya perubahan ukuran pada kontur alur produk *feed roll*. Jadi diperlukan perbaikan untuk mengefektifkan aliran proses pembuatan *feed roll* yang akan digunakan untuk membuat produk selanjutnya dan menghilangkan potensi terjadinya *cacat* pada kontur alur produk *feed roll*.

d. Waktu dan Biaya Proses Pembuatan *Feed Roll*

Setiap mesin memiliki biaya per menit yang berbeda-beda sehingga sangat berpengaruh terhadap total biaya produksi. Selain itu, setiap mesin juga memiliki karakteristik dan penggunaan yang berbeda-beda sehingga dapat mempengaruhi lamanya waktu proses pembuatan produk dan berdampak pada tinggi-rendahnya biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, penentuan aliran proses yang tepat dapat menekan besarnya biaya yang dikeluarkan.

Aliran proses pembuatan *feed roll* melewati beberapa mesin yang memiliki biaya per menit seperti yang dijelaskan pada tabel 4. Pada aliran proses tersebut, mesin CNC Lathe memiliki biaya per menit tertinggi karena metode pengoperasiannya dijalankan secara otomatis menggunakan program yang ditransfer ke *software* mesin. Selain memiliki biaya per menit yang tinggi, waktu proses pembuatan produk *feed roll* pada mesin CNC Lathe yang cukup lama membuat biaya produksi juga menjadi tinggi. Mesin CNC Lathe juga merupakan proses kunci sekaligus menjadi salah satu potensi terjadi *cacat* dalam proses pembuatan produk *feed roll*.

Tabel 4. Biaya Pembuatan *Feed Roll* Sebelum Perbaikan

Proses	Cost/Min	Waktu (min)	Cost
Lathe	850	97.33	82,731
Surface Roughing	677.05	14.33	9,702
Cylindrical Ext. Rgh	616	64.67	39,837
CNC Lathe	2500	81	202,500
Lapping	650	168	109,200
Subcont HT Vacum			35,000
Surface Finishing	677.05	27.33	18,504
Cylindrical Int & Ext	616	91.8	56,549
Lapping	650	168	109,200
QC			
Total Biaya Proses/Produk			663.222

Selain dari tingginya biaya per menit mesin CNC Lathe, terjadinya pengulangan pemilihan mesin dalam aliran proses pembuatan produk

feed roll juga merupakan salah satu penyebab tingginya biaya produksi pembuatan *feed roll* karena aliran proses pembuatan *feed roll* menjadi lebih panjang dan waktu siklus produk menjadi lebih lama. Dalam aliran proses ini, pengulangan pemilihan mesin merupakan metode yang harus dilewati untuk menjaga kestabilan hasil produksi. Namun pada beberapa kasus yang terjadi, masih terdapat *cacat* pada proses kunci yaitu pembuatan kontur alur produk pada mesin CNC Lathe yang membuat proses produksi menjadi tidak efektif dan efisien. Tingginya biaya produksi yang ditambah dengan tidak efektif dan efisiennya aliran proses pembuatan *feed roll* merupakan suatu pemborosan yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk memperbaiki proses agar menjadi lebih efektif dan efisien untuk mengurangi kerugian perusahaan akibat pemborosan serta meningkatkan produktivitas dan profit perusahaan.

e. Biaya Pemakaian *Tools* Pembuatan *Feed Roll*

Pada proses pembuatan *feed roll*, *tools* yang digunakan adalah pahat *insert* dengan tipe *insert* VNMG 160408. Pahat *insert* digunakan untuk membuat kontur alur produk pada mesin CNC Lathe.



Gambar 8. Holder dan *Insert* Tipe VNMG 160408



Gambar 9. *Insert* Tipe VNMG 160408

Gambar 8 dan gambar 9 adalah holder dan insert yang digunakan pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll*. Tipe *insert* ini dipilih karena memiliki bentuk runcing dengan radius kecil sehingga memungkinkan dapat

digunakan dengan maksimal pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll*.

Pembuatan kontur alur produk *feed roll* merupakan proses paling menentukan dalam proses pembuatan produk *feed roll*. Karena proses ini merupakan proses kunci dan menentukan hasil akhir dalam pembuatan produk *feed roll*. Rincian biaya pemakaian *tools insert* pada proses pembuatan kontur alur produk adalah ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Pemakaian *Insert*

Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs
Std Holder	-	-	-
Insert	54,720	10	5,472
Total Cost			5,472

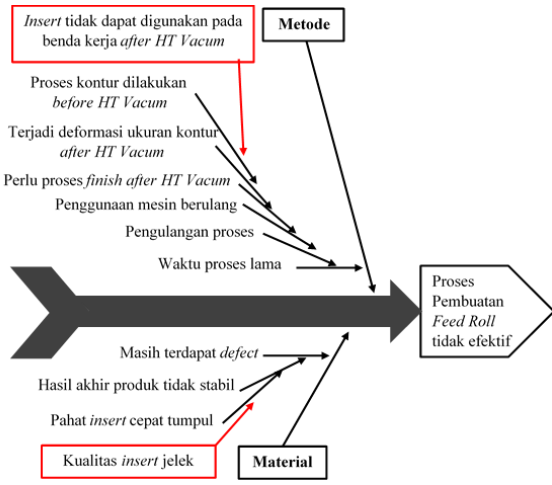
Holder pahat *insert* pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* dapat digunakan secara terus-menerus, hanya saja *insert*-nya perlu diganti secara berkala karena *insert* berfungsi sebagai *tools/* alat potong yang digunakan untuk membentuk kontur alur produk *feed roll*. 1 pcs insert VNMG 160408 dapat digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll* rata-rata sebanyak 10 pcs produk *feed roll*. Dengan harga *insert* Rp 54.720, jadi biaya per pcs *insert* VNMG 160408 untuk membuat 1 pcs produk *feed roll* adalah Rp 5.742.

Biaya pemakaian *tools insert* pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* sebenarnya sudah terbilang murah. Akan tetapi metode proses harus menggunakan mesin CNC Lathe dengan *tools insert* diprogram mengikuti bentuk kontur alur produk *feed roll*. Penggunaan mesin CNC Lathe pada aliran proses ini merupakan kendala yang dihadapi karena mesin CNC Lathe memiliki biaya per menit yang tinggi. Untuk lebih menghemat biaya pada proses pembuatan *feed roll*, maka diusulkan penggunaan *special tools* agar produk *feed roll* dapat diproses menggunakan mesin Lathe Manual yang memiliki biaya per menit lebih rendah dan dengan metode pemakaian *tools* yang lebih sederhana.

f. Diagram Ishikawa (*Fishbone Diagram*)

Dari hasil pengumpulan data terhadap daftar produk bermasalah di PT. XYZ, telah ditemukan bahwa jumlah *cacat* terbesar adalah produk *feed roll* dengan permasalahan terletak pada area kontur alur produk. Pada tahap ini dilakukan analisis sebab akibat

terhadap permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Gambar 10 adalah diagram fishbone yang menjelaskan akar masalah yang dihadapi oleh perusahaan terkait cacat yang terjadi pada pembuatan *feed roll*.



Gambar 10. Diagram Ishikawa Feed Roll

**Proses Do
Proses Perbaikan**

1. Perencanaan Perbaikan

Perencanaan perbaikan menggunakan konsep 5W2H (*What, Why, How, Where, When, Who, How Much*) untuk menjabarkan detail aktivitas yang akan dilakukan beserta target yang ingin dicapai agar mendapatkan hasil akhir yang terukur. Perencanaan perbaikan dilakukan berdasarkan hasil dari analisis sebab akibat yang telah dibuat. Tabel 6 memperlihatkan perencanaan perbaikan dari penanggulangan terjadinya *cacat* pada produk *feed roll*:

Tabel 6. Perencanaan Perbaikan

No.	Faktor	Manakah Masalah	Sebab	Why	How	Where	When	Who	How Much	Target
1	Metode	Insert tidak dapat digunakan pada benda kerja after HT Vacuum	Proses kontrol dilakukan before HT Vacuum Terjadi deformasi ukuran kontur after HT Vacuum Perlu proses finish after HT Vacuum Penggunaan mesin berulang Pengulangan proses Waktu proses lama	Masih terdapat defect Hasil akhir produk tidak stabil Pahat insert cepat tumpul	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses Membuat special tool dengan metode proses baru	Engineering	Oktober 16, week 1	Staff Engineering	Rp.	Efisiensi waktu proses
2	Material	Kualitas insert jelek	Mengurangi material yang lebih bagus	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Engineering	Oktober 16, week 1	Staff Engineering	Rp 200.000	Menghilangkan defect

2. Pelaksanaan Perbaikan

Dari hasil analisis dan rencana perbaikan yang telah disusun kemudian dilakukan pelaksanaan perbaikan untuk mencapai tujuan penelitian. Data pelaksanaan perbaikan dapat dilihat pada tabel 8. berikut:

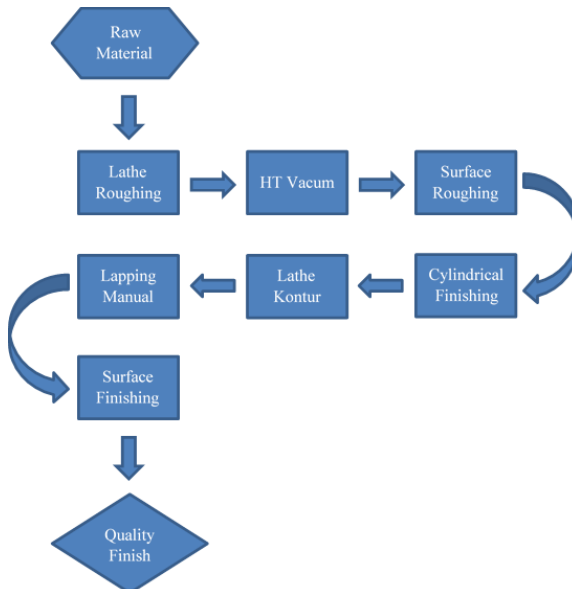
Tabel 7. Pelaksanaan Perbaikan

No.	Faktor	Manakah Masalah	Sebab	How	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Where	When	Who	How Much	Responsibilities	Uraian/Detail	Solusi
1	Metode	Insert tidak dapat digunakan pada benda kerja after HT Vacuum	Mengurangi material yang lebih bagus	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Ruang Engineering	Oktober 16, week 2	Staff Engineering	Rp.	Oktober 16, week 2	Terdeteksi	
2	Material	Kualitas insert jelek	Mengurangi material yang lebih bagus	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Mengurangi waktu proses dan pengulangan proses	Ruang Engineering	Oktober 16, week 2	Staff Engineering	Rp 149.000	Oktober 16, week 2	Terdeteksi	

Pada tabel 7 dijelaskan secara detail hasil dari pelaksanaan rencana perbaikan yang telah disusun sebelumnya. Pada garis besarnya, terdapat dua poin perbaikan yaitu perubahan aliran proses pembuatan *feed roll* yang juga mengubah penggunaan mesin dan perubahan metode proses yang digunakan. Berikut adalah penjelasan secara detail solusi perbaikan yang dilakukan:

a. Perubahan Aliran Proses

Feed roll merupakan salah satu produk bermasalah karena proses pembuatannya masih kurang stabil sehingga masih terdapat *cacat*. *Cacat* yang terjadi pada produk *feed roll* terletak pada kontur alur produknya. Dengan masih terdapatnya *cacat* yang terjadi, diperlukan analisis dan perbaikan agar *cacat* yang terjadi dapat dihilangkan. Pada analisis sebelumnya terdapat dua poin perbaikan dengan salah satunya adalah melakukan perubahan aliran proses pembuatan *feed roll* agar hasil akhir yang dicapai maksimal. Gambar 11 merupakan aliran proses pembuatan *feed roll* yang diusulkan:



Gambar 11. Aliran Proses Pembuatan *Feed Roll* Setelah Perbaikan

Pada aliran proses setelah perbaikan, pembuatan *feed roll* berawal dari pembuatan diameter eksternal dan internal pada mesin Lathe Manual. Kemudian dilakukan proses *Vacuum Heat Treatment* untuk mengerasakan produk. Setelah proses pengerasan, *feed roll* kemudian akan melalui proses *grinding roughing* pada sisi samping menggunakan mesin Surface Grinding dan proses *grinding*

finish menggunakan mesin *Cylindrical Grinding*. Proses *grinding* bertujuan sebagai acuan dalam pembuatan kontur alur produk *feed roll*. Proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* dilakukan pada mesin *Lathe Manual* menggunakan *special tools* yang merupakan poin kedua pelaksanaan perbaikan, dengan cara langsung ditusukkan ke titik-titik tujuan pada diameter eksternal produk sesuai dengan ukuran dan toleransi produk. Setelah itu, kontur alur produk *feed roll* dilapping untuk menghaluskan permukaan kontur alur produk dan tidak membuat produk *spring* lecet ketika proses pembuatan *spring*. Pada aliran proses setelah perbaikan, proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* dilakukan setelah proses *Vacum Heat Treatment* dan *grinding* yang bertujuan untuk menjaga kesilindrisan dan *circularity* kontur alur produk terhadap diameter eksternal. Terakhir adalah proses *grinding finish* pada mesin *Surface Grinding* untuk mencapai ukuran sesuai toleransi yang ditentukan.

Dengan menggunakan aliran proses produksi yang diusulkan, biaya produksi yang dikeluarkan pada proses pembuatan *feed roll* lebih rendah dibandingkan dengan kondisi awal. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* setelah perbaikan menggunakan mesin *Lathe Manual* yang memiliki biaya per menit lebih rendah dibanding mesin *CNC Lathe*. Selain itu, terdapat pengurangan dalam penggunaan mesin dan pengurangan proses *grinding* dan *lapping*. Rincian biaya proses produksi setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Biaya Pembuatan *Feed Roll* Setelah Perbaikan

Proses	Cost/Min	Waktu(min)	Cost
Lathe	850	97.33	82,731
Subcont HT Vacum			35,000
Surface Roughing	677.05	14.33	9,702
Cylindrical Int & Ext	616	128.6	79,218
Lathe	850	80	68,000
Lapping	650	168	109,200
Surface Finishing	677.05	37.83	25,613
QC			
Total Biaya Proses/Produk			409,463

Aliran proses pembuatan *feed roll* setelah perbaikan melewati beberapa mesin yang memiliki biaya per menit seperti yang dijelaskan pada tabel 8. Pada aliran proses ini, pembuatan kontur alur produk *feed roll* tidak menggunakan mesin *CNC Lathe*. Akan tetapi,

pembuatan kontur alur produk *feed roll* dibuat menggunakan mesin *Lathe Manual* yang memiliki biaya per menit lebih rendah dibanding mesin *CNC Lathe* sehingga biaya produksi yang dikeluarkan menjadi lebih rendah. Selain itu, proses *grinding* pada mesin *Cylindrical Grinding* dan proses *lapping* dilakukan hanya satu kali sehingga dapat mengurangi waktu siklus produk, mengurangi penggunaan mesin dan mengurangi pengulangan proses serta biaya produksi yang dikeluarkan menjadi lebih rendah. Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap aliran proses pembuatan *feed roll* setelah perbaikan, terdapat banyak efisiensi proses yang diharapkan dapat menurunkan cacat dan meningkatkan produktivitas dalam proses pembuatan *feed roll*.

b. Perubahan Metode Proses

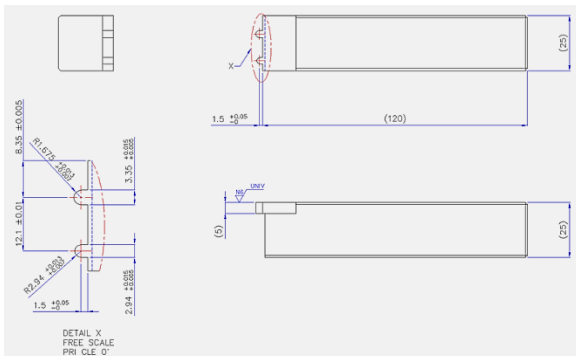
Poin kedua pada proses perbaikan yaitu perubahan metode proses. Metode proses yang digunakan sebelumnya yaitu menggunakan pahat *insert* pada mesin *CNC Lathe* masih menimbulkan potensi terjadinya cacat pada bagian kontur alur produk. Karena masih berpotensi terjadi cacat, kemudian diusulkan menggunakan metode proses baru yaitu menggunakan *special tools* pada mesin *Lathe Manual* dengan proses yang lebih sederhana.



Gambar 12. *Special Tools* Kontur Alur Produk *Feed Roll*

Gambar 12. merupakan *special tools* yang digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll*. *Special tools* dibuat di internal perusahaan yang disesuaikan dengan kontur alur produk *feed roll* yang akan diproses. *Special tools* terdiri dari material *steel* dan *carbide* yang disambungkan menggunakan metode *brazing*.

Gambar 13 menggambarkan desain *special tools* yang digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll*. Bentuk kontur pada *special tools* menyesuaikan ukuran dan toleransi kontur alur produk *feed roll*.



Gambar 13. Desain *Special Tools* Kontur Alur Produk *Feed Roll*

Satu *special tools* dapat digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll* sebanyak lima produk. Untuk membuat satu kontur alur produk *feed roll* dibutuhkan dua *special tools* untuk pengerjaan *roughing* dan *finishing*. Jika *special tools* sudah melewati *life time* atau sudah tumpul, *special tools* dapat diasah pada permukaan atasnya hingga tiga kali asah. Hal tersebut dapat meminimalkan biaya pemakaian *cutting tools* yang digunakan dalam pembuatan kontur alur produk *feed roll*.

Tabel 9. Biaya Pembuatan *Special Tools*

Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs
Holder (bekas)	-	forever	-
Carbide (bekas)	-	5	-
Proses	Cost/Min	Waktu (min)	Cost
Milling (Pocket)	650	20	13,000
Welding	499.05	10	4,991
Sandblast	242.23	5	1,211
Universal (Facing)	530	10	5,300
Wire Cut	2000	25	50,000
Total Cost			74,502

Tabel 9 menjelaskan biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu *special tools* untuk membuat kontur alur produk *feed roll*. Dalam pembuatannya, dibutuhkan material *steel* dan *carbide* yang dapat berupa material bekas maupun sisa proses manufaktur. Material tersebut didesain menyesuaikan produk *feed roll* yang akan dibuat dan kemudian desain digunakan sebagai acuan proses pembuatannya yang melalui beberapa mesin antara lain melewati mesin Milling untuk membuat dudukan tip *carbide*, kemudian

proses *welding* untuk proses menggabungkan antara material *steel* dan material *carbide*. Setelah itu produk akan melewati proses *sandblast* untuk menghilangkan potensi terjadi karat setelah proses *welding*. Kemudian melewati proses *facing* pada permukaan *carbide* di mesin Universal Grinding dan terakhir adalah proses pembuatan kontur alur *special tools* di mesin CNC Wire Cut. *Special tools* yang sudah melewati *life time* atau tumpul dapat diasah pada permukaan *carbide* menggunakan mesin Universal Grinding. Biaya proses asah *special tools* dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10. Biaya Asah *Special Tools*

Proses	Cost/Min	Waktu (min)	Cost
Universal (Facing)	530	10	5,300
Total Cost			5,300

Diperlukan dua *special tools* untuk membuat kontur alur produk *feed roll*.

Tabel 11. Biaya Pemakaian *Special Tools*

Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs
Special Tools Rough	74,502	5	14,900
Special Tools Finish	74,502	5	14,900
Total Cost			29,800

Tabel 11 menjelaskan tentang rincian biaya pemakaian *special tools*. Terdapat rincian dua jenis *special tools* yaitu *rough* dan *finish*. *Special tools rough* digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll* hanya mendekati ukuran *finish*. Sedangkan *special tools finish* digunakan untuk memasukkan ukuran *finish*.

Dipisahkannya jenis *special tools* ini bertujuan agar beban pemakanan pada kontur alur produk *feed roll* lebih ringan sehingga hasil produk dapat maksimal dan mengurangi terjadinya pengerjaan ulang (*rework*).

Tabel 12. Biaya Pemakaian *Special Tools* Asah

Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs
Special Tools Rough	5,300	5	1,060
Special Tools Finish	5,300	5	1,060
Total Cost			2,120

Tabel 12 menjelaskan tentang rincian biaya pemakaian *special tools* asah. Biaya pemakaian yang murah tersebut terjadi karena hanya dilakukan proses asah pada *special tools* yang tumpul dan tidak memerlukan

proses pembentukan kontur baru karena sudah didesain untuk tiga kali asah untuk lebih menghemat biaya produksi yang dikeluarkan pada satu tipe *feed roll* yang dibuat.

**Proses Check
Evaluasi Hasil**

Setelah dilakukan analisis dari permasalahan yang terjadi dan pelaksanaan

perbaikan pada tahapan-tahapan sebelumnya, diperoleh data yang dapat digunakan sebagai dasar dilakukan evaluasi hasil penelitian yaitu perbandingan antara kondisi sebelum perbaikan dengan kondisi setelah perbaikan dengan rincian yang dapat ditunjukkan dalam Tabel 13

Tabel 13. Perbandingan Biaya Pembuatan *Feed Roll*

Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
Biaya Proses				Biaya Proses			
Proses	Cost/Min	Waktu (min)	Cost	Proses	Cost/Min	Waktu (min)	Cost
Lathe	850	97.33	82,731	Lathe	850	97.33	82,731
Surface Roughing	677.05	14.33	9,702	Subcont HT Vacuum			35,000
Cylindrical Ext. Rgh	616	64.67	39,837	Surface Roughing	677.05	14.33	9,702
CNC Lathe	2500	81	202,500	Cylindrical Int & Ext	616	128.6	79,218
Lapping	650	168	109,200	Lathe	850	80	68,000
Subcont HT Vacuum			35,000	Lapping	650	168	109,200
Surface Finishing	677.05	27.33	18,504	Surface Finishing	677.05	37.83	25,613
Cylindrical Int & Ext	616	91.8	56,549	QC			
Lapping	650	168	109,200				
QC							
Total Biaya Proses/Produk			663,222	Total Biaya Proses/Produk			409,463
Biaya Pemakaian Tools				Biaya Pemakaian Tools Baru			
Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs	Material	Harga	Lifetime (pcs)	Cost/pcs
Std Holder	-	-	-	Special Tools Rough	74,502	5	14,900
Insert	54,720	10	5,472	Special Tools Finish	74,502	5	14,900
				Total Harga Baru	149,003		29,801
				Biaya Pemakaian Tools Asah			3x asah
				Special Tools Rough	15,900	5	3,180
				Special Tools Finish	15,900	5	3,180
				Total Harga Asah	31,800		6,360
				Total Tools	180,803	(untuk 40 pcs produk)	
Total Biaya Tools/Produk			5,472	Total Biaya Tools/Produk			4,520
Total Biaya/Produk			668,694	Total Biaya/Produk			413,983

Tabel 13 menjelaskan secara detail perbandingan biaya produksi yang dikeluarkan antara sebelum dan setelah perbaikan. Dari tabel 13 dapat dilihat bahwa biaya yang dikeluarkan setelah perbaikan untuk membuat produk *feed roll* lebih rendah dibandingkan dengan biaya sebelum perbaikan. Dari segi perubahan aliran proses, biaya yang dikeluarkan aliran proses setelah perbaikan lebih rendah dibandingkan dengan sebelum perbaikan dikarenakan pengurangan pengulangan proses yang menyebabkan pengurangan penggunaan mesin sehingga waktu siklus produk menjadi lebih cepat. Selain itu, penggantian penggunaan mesin dari mesin CNC Lathe menjadi mesin Lathe Manual pada proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* mengurangi biaya yang

dikeluarkan karena biaya per menit mesin Lathe Manual lebih rendah dibandingkan dengan mesin CNC Lathe.

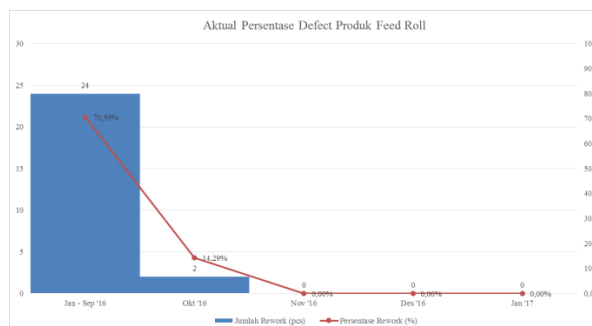
Sedangkan dari segi perubahan metode proses, biaya pemakaian *tools* pada kondisi setelah perbaikan juga lebih rendah dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan. Hal ini dikarenakan *tools* yang digunakan pada kondisi setelah perbaikan dapat diasah ketika tumpul sehingga dapat meminimalkan biaya pembuatan *special tools*. Berbeda dengan kondisi sebelum perbaikan, pada kondisi ini ketika insert yang digunakan saat proses pembuatan kontur alur produk *feed roll* tumpul, insert harus diganti menggunakan insert yang baru untuk mengurangi resiko *rework*. Jadi jika dinilai dari total biaya produksi yang dikeluarkan, kondisi

setelah perbaikan lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan karena lebih efektif dan efisien dalam proses produksi sehingga biaya produksi yang dikeluarkan lebih rendah. Selain itu, metode yang digunakan dalam pembuatan kontur alur produk *feed roll* menjadi lebih sederhana.

Tabel 14. Persentase *Rework Feed Roll* Selama dan Setelah Perbaikan

No	Bulan	Order (pcs)	Jumlah Rework (pcs)	Rework (%)
1	Okt '16	14	2	14.29%
2	Nov '16	14	0	0.00%
3	Des '16	0	0	0.00%
4	Jan '17	0	0	0.00%

Pada tabel 14 dijelaskan persentase *rework* produk *feed roll* terhadap jumlah pesanan selama periode penelitian pada bulan Oktober – Desember 2016 dan setelah penelitian pada bulan Januari 2017 dimana pada bulan Oktober terdapat *rework* sebanyak dua produk dengan persentase *rework* sebesar 14,29%. *Rework* yang terjadi pada bulan Oktober dikarenakan masih dalam masa percobaan dan penyesuaian dengan metode baru. Sedangkan pada bulan November dan Desember 2016 tidak terdapat *rework* karena sudah menemukan cara pengerjaan yang sesuai dengan metode baru. Pada periode setelah perbaikan yaitu pada bulan Januari 2017 tidak terdapat proses *rework* karena tidak ada pesanan *feed roll*. Dari periode selama dan setelah perbaikan, diketahui bahwa metode baru yang digunakan untuk membuat kontur alur produk *feed roll* dinilai cukup efektif karena *cacat* yang terjadi pada produk *feed roll* menurun pada tiap bulannya.



Gambar 14. Aktual Persentase *Cacat Produk Feed Roll*

Gambar 14 menjelaskan persentase *cacat* produk *feed roll* yaitu dari sebelum perbaikan, saat perbaikan, hingga setelah perbaikan.

Didapatkan bahwa persentase *cacat* produk *feed roll* semakin menurun dari bulan Oktober 2016 hingga 0,00% bulan Januari 2017.

Proses Action Standardisasi

Setelah dilakukan evaluasi terhadap hasil penelitian, kemudian dilakukan standardisasi terhadap hasil penelitian yang dinilai menguntungkan bagi perusahaan. Dilakukannya standardisasi bertujuan agar hasil akhir penelitian dijadikan standar baru dalam proses pembuatan *feed roll* dan produk *feed roll* sehingga dapat menekan terjadinya *cacat*. Setelah dilakukan standarisasi, kemudian disosialisasikan kepada operator produksi untuk dijalankan sesuai prosedur yang telah dibuat.

Simpulan

Dari peneltian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Penyebab tidak efisiensi dan efektivitasnya proses manufaktur pada perusahaan yaitu masih terdapat *cacat* pada beberapa 11 produk dan kontribusi cacat terbesar adalah *feed roll* dengan permasalahan *cacat* pada kontur alur produk. (2) Solusi yang diperoleh adalah dengan melakukan perubahan aliran proses dan metode proses pada pembuatan *feed roll* akan menghasilkan persentase *cacat* lebih rendah dari aliran proses dan metode proses sebelum perbaikan sehingga produktifitas meningkat.

Daftar Pustaka

- Abadi, Satria. "Analisis Penerapan Lean Manufacturing Untuk Menghilangkan Pemborosan Di Lini Produksi PT Adi." *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol 4, No. 1 (2015): 47–54.
- Adrianto, Wahyu, dan Muhammad Kholil. "Analisis Penerapan Lean Production Process Untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT. GMF Aeroasia)." *Jurnal Optimasi Sistem Industri* Vol. 14, No. 2 (2016): 299–309.
- Asefeso, A. (2007). *Lean Implementation: (Why Lean Fails and how to Prevent Failure)*. Swindon: AA Global Sourcing Ltd.
- Asefeso, A. (2011). *5s Lean Manufacturing: (Key to Improving Net Profit)*. Swindon: AA Global Sourcing Ltd.

- Dennis, P. (2016). *Lean Production Simplified, Third Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Florida: CRC Press.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Indra, Rudy, dan Zulfa Fitri. "Perbaikan Sistem Produksi Minyak Angin Aromatherapy Melalui Lean Manufacturing Di PT. US, Jawa Barat." *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri* Vol. 8, No. 2 (2013): 99–106.
- Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw Hill Professional.
- Morfaw, J. N. (2009). *Total Quality Management (TQM): A Model for the Sustainability Of Projects And Programs In Africa*. Lanham: University Press Of America.
- Setiawan, Wahyu Eko, And Ilyas Masudin. "Reducing Waste Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing." *Spektrum Industri* Vol. 13, No. 1 (2015): 43–53.
- Utama, Dana Marsetiya, Shanty Kusuma Dewi, And Veronika Indah Mawarti. "Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* Vol. 15, No. 1 (2016): 36–46.

Halaman ini sengaja dikosongkan
This page is intentionally left blank