

# Minimalisasi *Waste* Pada Proses Produksi FTDJ-12 dengan Pendekatan *Lean Six Sigma* di *Stamping Factory* PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing

Widya Nurcahayanty Tanjung<sup>1</sup>, Mochamad Putra Perdana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Jl. Sisingamangaraja, Jakarta 12110

E-mail: widya@uai.ac.id, mochamadp0@gmail.com

**Abstract** - PT Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing Stamping Factory is a manufacturing company that produces FTDJ-12. The current production process of FTDJ-12 is through section stamping, welding B, and welding I, with an overall defect rate of 1.47% and a sigma level of 3.96, even though the company targets a defect rate of 0% and a sigma level of 4.5. For this reason, this study uses a lean six sigma approach with 4 stages, including defining, measuring, analysing, and improving to reduce waste and pursue company targets. The study found that the critical section affects the overall defect rate, and the sigma level is stamping, with a defect rate of 4.47% and a sigma level of 2.95. The waste primarily causes low productivity in section stamping, and the drawing process resulting in scratched parts is the main issue. This problem causes a lost product opportunity of 9,184 units, or 46.33% of the total goods produced by the stamping section. Furthermore, root cause analysis was carried out to find the root cause of the problem. The three root causes causing the problem are the non-implementation of quality control procedures, the perforated die, and the lack of documentation for using a die. Therefore, three improvements are proposed: the making of Stamping Process & Inspection SOP, procurement of SKD die with coating, and the application of preventive maintenance. If these improvements are implemented, it is targeted to reduce the defect rate to 0.01% and increase the sigma level to 4.38.

**Abstrak** - PT Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing Stamping Factory adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi FTDJ-12. Proses produksi FTDJ-12 saat ini melalui *section stamping*, *welding B*, dan *welding I* dengan *defect rate* keseluruhan adalah 1,47% dan *sigma level* 3,96 padahal perusahaan menargetkan *defect rate* 0% dan *sigma level*  $\geq 4,5$ . Untuk itu, dilakukan penelitian dengan pendekatan *lean six sigma* menggunakan tahapan *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve* untuk mereduksi *waste* dan mengejar target perusahaan. Diketahui dari hasil penelitian bahwa *section* kritis yang mempengaruhi *defect rate* dan *sigma level* keseluruhan adalah *stamping* dengan *defect rate* 4,47% dan *sigma level* 2,95. Hal ini diakibatkan masih banyaknya *waste* pada *section* tersebut dengan problem utama adalah hasil *draw* menghasilkan *part* baret yang menghasilkan *lost product opportunity* sebesar 9.184-unit atau 46,33% dari total produk baik yang dihasilkan *section stamping*. Selanjutnya, *root cause analysis* dilakukan untuk menemukan akar penyebab dari masalah tersebut yaitu tidak diterapkannya SOP pengendalian kualitas, *die* sudah berlubang, serta pemakaian *die* tidak tercatat. Oleh sebab itu, diusulkan tiga perbaikan yakni perbaikan SOP *Stamping Process & Inspection*, pengadaan *die* SKD dengan pelapisan *coating*, serta penerapan *preventive maintenance*. Apabila perbaikan tersebut diterapkan maka ditargetkan adanya penurunan *defect rate* menjadi 0,01% dan kenaikan *sigma level* menjadi 4,38.

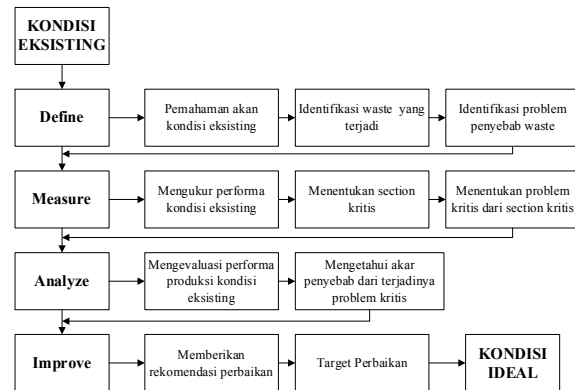
**Keywords** - *defect rate*, *lean six sigma*, *root cause analysis*, *sigma level*, *waste*

## PENDAHULUAN

T Mitsubishi Krama Yudha Motors and PManufacturing Stamping Factoru atau yang kemudian disebut MKM 2 adalah salah satu perusahaan manufaktur di Indonesia yang memproduksi rangka dan mesin kendaraan dengan merek dagang Mitsubishi yang salah satu produknya adalah FTDJ-12 atau kode nama untuk bumper kendaraan colt diesel. FTDJ-12 diproduksi di MKM 2 dengan melewati tiga *section* yaitu *section stamping*, *welding B*, dan *welding I*. Proses produksi diawali di *section stamping* di mana *raw material sheet* akan dimasukkan ke mesin *press A1* untuk proses *draw*, kemudian dilanjutkan ke mesin *press A2* untuk proses *trim+ Pierce*, dan diakhiri di mesin *press A3* untuk proses *flange*. *Work in progress (WIP)* hasil dari *section stamping* diberi nama TDJ-15. *Work in progress (WIP)* hasil dari *section welding B* diberi nama ATDJ-14. Sementara itu, *section welding I* menghasilkan *finished good* yang diberi nama FTDJ-12. Proses produksi yang ada saat ini belum mencapai *Key Performance Indicator (KPI)* yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu *defect rate* sebesar 0% dan *sigma level*  $\geq 4,5$  dengan *defect rate* eksisting sebesar 1,47 % dan *sigma level* eksisting sebesar 3,96. Dampak terbesar yang dihasilkan pada *section stamping* adalah jumlah total *lost product opportunity* yang mencapai 9.184-unit atau 46,33% dari total produk baik yang dihasilkan. Untuk itu, dilakukanlah penelitian dengan menggunakan pendekatan *lean six sigma* untuk menemukan rekomendasi perbaikan yang tepat guna menurunkan *defect rate* dan meningkatkan *sigma level* proses produksi FTDJ-12. Tujuan utama dari konsep *lean* ialah minimalisasi *waste* dan optimasi sumber daya demi meningkatkan *customer value* dengan menciptakan proses produksi yang produktif dan kualitas produk yang tinggi [1]. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi proses produksi FTDJ-12 dan *waste* yang terjadi, mengukur performansi proses produksi eksisting, menentukan *section* kritis, dan menentukan *problem* kritis, mengukur besar dampak yang dihasilkan oleh *problem* kritis, mengidentifikasi akar penyebab *problem* kritis, mengusulkan rekomendasi perbaikan yang dapat menurunkan *defect rate* dan meningkatkan *sigma level* proses produksi FTDJ-12, serta menentukan target *defect rate* dan *sigma level* setelah perbaikan.

## METODE

### Kerangka Berpikir Penelitian

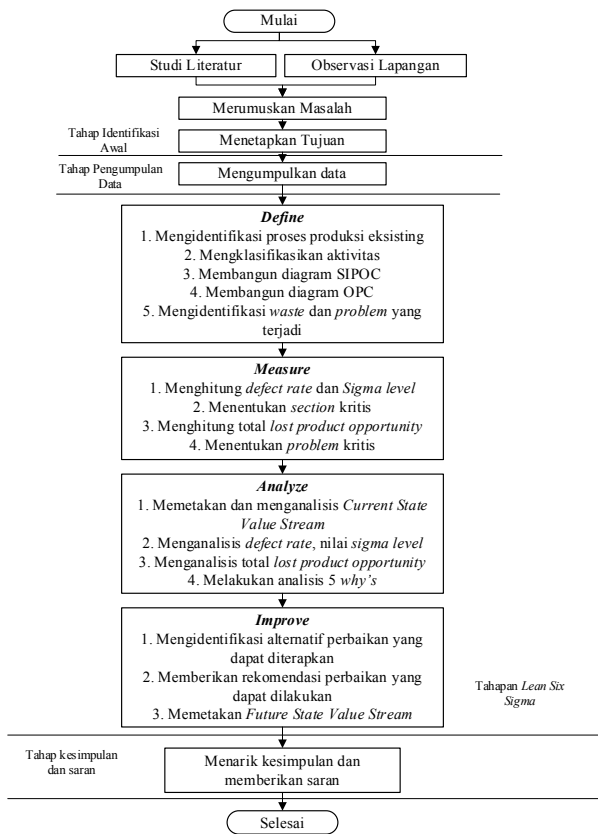


Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

Gambar 1 menampilkan kerangka berpikir penelitian yang mana penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil observasi dari kondisi eksisting perusahaan kemudian dengan langkah-langkah DMAI dikeluarkan rekomendasi perbaikan yang dapat membantu perusahaan dalam mencapai kondisi ideal.

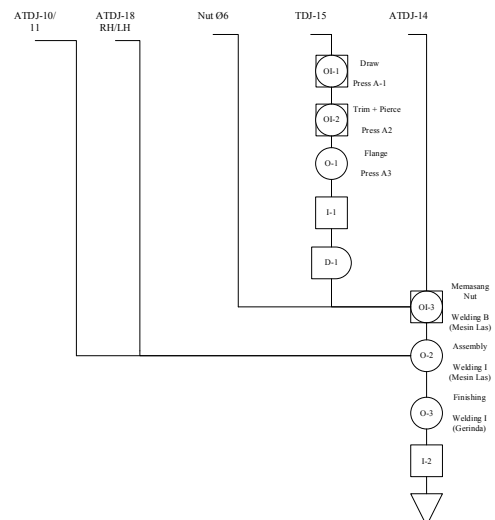
### Flowchart Penelitian

Penelitian diawali dengan tahap identifikasi awal, dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data menggunakan teknik observasi, wawancara, dan dokumen untuk data dari bulan Oktober 2021 s.d. Maret 2022. Penelitian dilanjutkan dengan tahap *lean six sigma* melalui langkah-langkah *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve*. Penelitian ini diakhir dengan tahap kesimpulan dan saran. *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

customer requirement yaitu part tidak boleh karat, bengkok, penyok, baret, berbekas, dan hasil spot las terlepas. FTDJ-12 nantinya akan dikirim ke PT Krama Yudha Ratu Motors untuk dirakit menjadi unit truk Mitsubishi Colt Diesel. Sementara itu, FTDJ-12 yang tidak sempurna tetap akan dikirim ke PT Krama Yudha Tiga Berlian sebagai sparepart yang nantinya akan dikirim ke dealer Mitsubishi di seluruh Indonesia. Peta proses produksi dari FTDJ-12 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram OPC FTDJ-12

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Define

Merupakan tahap pertama dalam six sigma yang dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ingin diperbaiki [2]. Proses produksi eksisting diawali dari divisi *production planning control* yang melakukan pemesanan terhadap material yang dibutuhkan kepada vendor material. Material tersebut harus melalui pengecekan dan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan sebelum material tersebut diproses. Proses produksi FTDJ-12 terdiri dari beberapa *section*. *Section* pertama adalah *stamping* dengan mesin *press* yang akan merubah lempengan logam menjadi bentuk komponen TDJ-15 melalui proses pembentukan dengan mesin *press* A1, pemotongan dan pelubangan dengan mesin *press* A2, dan penekukan dengan mesin *press* A3. *Section* kedua adalah *welding B* yang akan menggabungkan TDJ-15 dengan nut  $\emptyset 6$  sehingga menghasilkan bentuk komponen ATDJ-14. *Section* terakhir adalah *welding I* yang akan menggabungkan ATDJ-14 dengan ATDJ-18 (L/R) dan ATDJ-10/11 dan akan menghasilkan *finished good* berupa FTDJ-12. FTDJ-12 yang dihasilkan harus memenuhi

### Waste Identification

*Waste* dapat diidentifikasi sebagai segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk sepanjang *value stream* namun aktivitas tersebut tetap dilakukan [3]. Perspektif *lean* mengatakan bahwa semua jenis *waste* yang terjadi sepanjang proses *value stream* harus dihilangkan guna meningkatkan produktifitas proses produksi dan nilai produk sehingga dapat meningkatkan *customer value*. *Toyota Production System* (TPS) mengidentifikasi 7 jenis *waste* yang dapat terjadi sepanjang *value stream*, yaitu *defect*, *overproduction*, *waiting*, *motion*, *inventory*, *transportation*, dan *excess processing* [4].

### Stamping Waste Identification

Dari segi *waste defect*, ada dua jenis *defect* yang terjadi dalam kurun 6 bulan terakhir dihitung dari bulan Oktober 2021 s.d. Maret 2022. Jenis *defect* yang pertama adalah *defect baret* yang merupakan goresan pada permukaan TDJ-15 dan biasa terjadi pada proses *draw* (Mesin Press A1). Jenis *defect* yang kedua adalah *defect crack* yang merupakan jenis *defect* yang ditandai dengan adanya retakan/bolongan pada permukaan TDJ-15 dan

disebabkan oleh proses *flange*. Total part rework adalah 903-unit, total part damage atau rusak adalah 24-unit.

*Waste waiting* terjadi akibat adanya *defect* pada part TDJ-15 khususnya *defect* baret yang terjadi pada proses *draw* di mesin A1. *Defect* baret terjadi akibat permukaan *die* yang sudah kerosok dan bolong sehingga setiap kali operator menemukan *defect* baret pada hasil *draw*, operator akan memberikan tanda pada part tersebut dan menghentikan proses produksi untuk melakukan perbaikan pada *die draw* dengan cara menggosok *die*. *Waste waiting* juga terjadi dikarenakan adanya *trouble* mesin *crane* yang digunakan sebagai pengangkut *die* sehingga total waktu terbuang selama periode pengamatan adalah 13,67 jam dengan rincian 13,17 jam untuk menggosok *die* dan 0,5 jam untuk memperbaiki mesin *crane*.

*Waste excess processing* terjadi akibat adanya part *defect* baret di mana operator harus menghentikan produksi, melakukan perbaikan *die*, menyortir part *defect*, dan melakukan *rework* terhadap part yang *defect* tersebut. Adapun *waste overproduction*, *transportation*, *motion*, dan *inventory* tidak ditemukan atau tidak dianggap signifikan.

#### **Welding B Waste Identification**

Dari segi *waste waiting*, terdapat masalah pada tanggal 18 November 2021 ketika ditemukan part TDJ-15 yang berkarat sehingga diperlukan perbaikan pada part karat tersebut. Perbaikan ini memakan waktu sehingga operator dan mesin *nut fider* harus menunggu perbaikan selesai selama 60 menit. Penemuan part karat ini juga menghasilkan *waste excess processing* di mana operator harus melapor kepada pengawas *welding* B dan fungsi *quality control*. Fungsi *quality control* yang menerima laporan akan melakukan perbaikan terhadap part yang karat. Perbaikan melibatkan aktivitas menurunkan part dari *pallet*, inspeksi menyeluruh terhadap part yang karat, membersihkan karat, dan menaikkan kembali part ke atas *pallet*. Adapun *waste defect*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *overproduction* tidak ditemukan atau tidak dianggap signifikan.

#### **Welding I Waste Identification**

*Waste waiting* terjadi pada tanggal 16 November 2021 akibat keterlambatan divisi *production planning control* dalam memberikan *supply* ATDJ-18 (RH) yang mengakibatkan operator dan mesin harus menunggu selama 175.2 menit atau 2.92 jam. *Waste* ini juga terjadi akibat ditemukannya part

*defect* berupa *crack* dari *stamping* yang lolos proses inspeksi sehingga operator harus menghentikan proses produksi dan menunggu selama 49.8 menit sampai fungsi *quality control* selesai melakukan sortir ulang. Penemuan operator *welding* I terhadap part *defect crack* juga menghasilkan *waste excess processing* karena operator yang menemukan part *defect* harus melapor kepada pengawas *welding* I dan fungsi *quality control*. Fungsi *quality control* yang menerima laporan akan memeriksa secara menyeluruh untuk menemukan part *defect* lainnya yang kemungkinan tidak terdeteksi. Adapun *waste defect*, *inventory*, *transportation*, *overproduction*, dan *motion* tidak ditemukan atau tidak dianggap signifikan.

#### **Measure**

Merupakan tahap kedua dalam *six sigma* yang dimulai dari menentukan *critical to quality*, pengumpulan data berupa *sample* dan perhitungan *level sigma* untuk mengukur performa dari proses yang sedang berjalan saat ini [2].

#### **Defect Rate Measurement**

Perhitungan defect rate untuk section *stamping* dilakukan dengan menggunakan rumus

$$\text{Defect rate (\%)} = \frac{\text{qty rework} + \text{part damage}}{\text{total produksi}} \times 100\% \quad (1)$$

Sehingga,

$$\text{Defect rate (\%)} \text{ stamping} = \frac{903+24}{20.752} \times 100\% = 4,47\%$$

Di mana qty *rework* adalah 903-unit, qty part *damage* adalah 24-unit dan total produksi adalah 20.752-unit maka didapat *defect rate* adalah 4,47%. Sementara itu, *defect rate* untuk section *welding* B dan *welding* I adalah 0% karena tidak ditemukan adanya *defect* pada kedua section tersebut. Dengan perhitungan yang sama maka didapat *defect rate* keseluruhan adalah sebesar 1,47%. Tabel perhitungan *defect rate* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan *Defect Rate*

Unit Produksi (Unit)	Total Defect (Unit)	% Defec t
----------------------------	------------------------	-----------------

<i>Stamping</i>	20752	927	4,47%
<i>Welding B</i>	20519	0	0%
<i>Welding I</i>	21634	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>62905</b>	<b>927</b>	<b>1,47%</b>

### *Sigma Level Measurement*

Perhitungan nilai *sigma* dilakukan dengan menggunakan data waktu produksi, total *hours stop*, dan *problem* yang terjadi. *Hours Stop* adalah waktu produksi yang hilang akibat terjadinya suatu *problem* dan tercatat sejak *problem* terdeteksi sampai penanganan selesai. Tabel 2 s.d. Tabel 4 menampilkan hasil rekapitulasi waktu produksi dan *hours stop* selama periode Oktober 2021 s.d. Maret 2022.

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Produksi & *Hours Stop Stamping*

<b>Bulan</b>	<b><i>Hours Prod (Hours)</i></b>	<b><i>Hours Stop (Hours)</i></b>
Oktober 2021	18,42	3,08
November 2021	19,25	2,17
Desember 2021	14,42	1,17
Januari 2022	15,75	1,67
Februari 2022	6,99	0,33
Maret 2022	17,32	5,25
<b>Total</b>	<b>92,15</b>	<b>13,67</b>

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu Produksi & *Hours Stop Welding B*

<b>Bulan</b>	<b><i>Hours Prod (Hours)</i></b>	<b><i>Hours Stop (Hours)</i></b>
Oktober 2021	43,89	0,00
Nopember 2021	36,50	1,00
Desember 2021	35,23	0,00
Januari 2022	45,98	0,00
Februari 2022	26,51	0,00
Maret 2022	34,92	0,00
<b>Total</b>	<b>223,03</b>	<b>1,00</b>

Tabel 4. Rekapitulasi Waktu Produksi & *Hours Stop Welding I*

<b>Bulan</b>	<b><i>Hours Prod (Hours)</i></b>	<b><i>Hours Stop (Hours)</i></b>
Oktober 2021	212,92	0,00
November 2021	203,69	0,83
Desember 2021	178,60	0,00
Januari 2022	211,46	2,92
Februari 2022	128,21	0,00
Maret 2022	193,57	0,00
<b>Total</b>	<b>1128,44</b>	<b>3,75</b>

Perhitungan nilai *sigma* dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Defect Per Million Opportunities* yang merupakan peluang terjadinya cacat dalam satu juta kemungkinan yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPMO = \left( \frac{D}{U \times O} \right) \times 1,000,000 \quad (2)$$

Di mana,

DPMO : *Defect Per Million Opportunities*  
D : Total *hours stop*  
U : Total *hours production*  
O : Potensi terjadinya *hours stop (Opportunity) / problem* yang menyebabkan adanya *hours stop* [5]

Penjabaran dari *opportunity* yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan *sigma* ada pada Tabel 5.

Tabel 5. *Opportunity Hours Stop*

<b>Section</b>	<b><i>Opportunity</i></b>	<b>Jumlah <i>Opportunity</i></b>
<i>Stamping</i>	1. Hasil Draw Baret	2
	2. Crane trouble	
<i>Welding B</i>	1. Part TDJ 15 karat pada 18 November 2021	1
	1. Part TDJ-15 crack dari stamping tapi lolos inspeksi	
<i>Welding I</i>		2

sampai ke  
welding I  
2.  
Terlambatnya  
supply ATDJ

18 RH dari  
PPC

Berdasarkan rumus 2 dan data pada tabel 2 s.d. 5, maka didapat perhitungan DPMO sebagaimana yang tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan DPMO

	<b>D (Jam)</b>	<b>U (Jam)</b>	<b>O (Kejadian)</b>	<b>TO (Jam)</b>	<b>DPO (Jam)</b>	<b>DPMO (Jam)</b>
<b>Stamping</b>	13,66	92,15	2,00	184,29	0,07	74157,14
<b>Welding B</b>	1,00	223,03	1,00	223,03	0,00	4483,65
<b>Welding I</b>	3,75	1128,44	2,00	2256,88	0,00	1661,59
<b>Total</b>	18,42			2664,21		

Contoh perhitungan DMPO dari *section stamping* adalah sebagai berikut:

$$TO = U \times O \quad (3)$$

$$= 92,15 \times 2$$

$$= 184,29$$

$$DPO = \frac{D}{TO} \quad (4)$$

$$= \frac{13,67}{184,29}$$

$$= 0,07$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (5)$$

$$= 74157,14$$

Adapun perhitungan nilai DPMO keseluruhan adalah:

$$DPMO \text{ Total} = \frac{D \text{ Total}}{TO \text{ Total}} \times 1.000.000 \quad (6)$$

$$= \frac{18,42}{2664,21} \times 1.000.000$$

$$= 6912,63$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dilakukan konversi dari nilai DPMO ke nilai *sigma* dengan menggunakan *six sigma* kalkulator sehingga didapat rekapitulasi nilai *sigma* pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi *Sigma Level*

<b>Section</b>	<b>Sigma Level</b>
Keseluruhan	3,96
Sigma Level <i>Stamping</i>	2,95
Sigma Level <i>Welding B</i>	4,11
Sigma Level <i>Welding I</i>	4,44

Berdasarkan Tabel 7, dapat diidentifikasi bahwa *section stamping* memiliki nilai *sigma* paling kecil yaitu hanya 2,95 sementara *welding B* dan *welding I* memiliki nilai *sigma* 4,11 dan 4,44. Hasil *measurement* ini menunjukkan bahwa *section stamping* adalah *section* kritis dalam proses produksi FTDJ-12 yang menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan.

Setelah ditemukannya *section* kritis, kemudian perlu ditentukan *problem* kritis di *section stamping* yang memiliki dampak paling besar pada proses produksi. Untuk menentukan *problem* kritis, dilakukan perhitungan total *lost product opportunities* berdasarkan tiga *problem* yang terjadi pada *section stamping* yaitu hasil *draw* TDJ-15 baret, hasil *flange* TDJ-15 *crack*, dan *set crane trouble*. Perhitungan dilakukan dengan menghitung total *lost time opportunities* dan total *lost product opportunities* untuk menentukan berapa unit TDJ-15 yang seharusnya dapat diproduksi dan menghasilkan keuntungan seandainya *problem* tersebut tidak terjadi.

Perhitungan pertama dilakukan terhadap *problem* hasil *draw* TDJ-15 baret yang mengakibatkan

terjadinya tiga *waste* yaitu *waste defect* unit TDJ-15 baret, *waste waiting* untuk menghentikan proses produksi dan melakukan perbaikan pada *die*, dan *waste excess processing* untuk melakukan serangkaian prosedur ketika *problem* tersebut terjadi. Perhitungan total *lost time opportunities* dan total *lost product opportunities* akibat hasil draw TDJ-15 baret dilihat dari segi *waste defect*, *waste waiting*, dan *waste excess processing*.

Dilihat dari segi *waste defect*, diketahui bahwa terdapat 17-unit TDJ-15 yang mengalami kerusakan sehingga harus dibuang.

Dilihat dari segi *waste waiting* dan *waste excess processing*, perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu mengumpulkan informasi sebagai berikut:

Total Hours Stop	= 13,17 Jam
	= 790 menit
Durasi Rework 1 Unit TDJ 15	= 10 menit
Total Rework TDJ-15 baret	= 903 unit
Jumlah Operator Rework	= 7 orang
Jumlah Produksi Unit / Jam	= 264,42 unit/jam

Sehingga perhitungan untuk total *lost product opportunity* akibat hasil draw baret adalah:

$$\text{Total Durasi Rework} = \frac{\text{Unit rework}}{\text{Jmlh operator}} \times \text{durasi rework/unit} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Rework} &= \frac{903}{7} \times 10 \\ &= 1290 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Total Lost Time Opportunities} =$$

$$\text{Durasi rework} + \text{Hours Stop}$$

(7)

$$= 1290 \text{ menit} + 790 \text{ menit}$$

$$= 2080 \text{ menit}$$

$$= 34,67 \text{ Jam}$$

$$\text{Lost Product Opportunities}$$

$$= \text{Total Lost Time Opportunities} \times$$

$$\text{Jumlah Unit Produksi perjam}$$

(8)

$$= 34,67 \text{ jam} \times 264,42 \frac{\text{unit}}{\text{jam}}$$

$$= 9167 \text{ unit}$$

$$\text{Total Lost Product Opportunities} =$$

$$\text{Total LPO defect} +$$

$$\text{Total LPO waiting \& Excess Processing} \quad (9)$$

$$= 9167 + 17$$

$$= 9184 \text{ unit}$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan terhadap problem hasil *flange* TDJ-15 *crack* di mana untuk perhitungan ini hanya dilihat dari segi *defect* saja dikarenakan hasil *crack* tidak dapat dilakukan perbaikan sehingga unit *crack* yang berada di luar batas toleransi akan dibuang. Terdapat tujuh unit yang mengalami *crack* sehingga *problem* ini menghasilkan total *lost product opportunities* sebesar 7-unit.

Perhitungan terakhir dilakukan terhadap *problem set crane trouble* yang terjadi pada tanggal 22 November 2021 di mana waktu yang terbuang adalah 30 menit sehingga total *lost product opportunities* yang dihasilkan adalah:

$$\text{Total lost product opportunities}$$

$$= 0.5 \text{ jam} \times 264,42 \frac{\text{unit}}{\text{jam}}$$

$$= 132 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diartikan bahwa hasil draw yang menghasilkan part baret merupakan problem kritis yang menghasilkan total *lost product opportunities* sebesar 9184-unit.

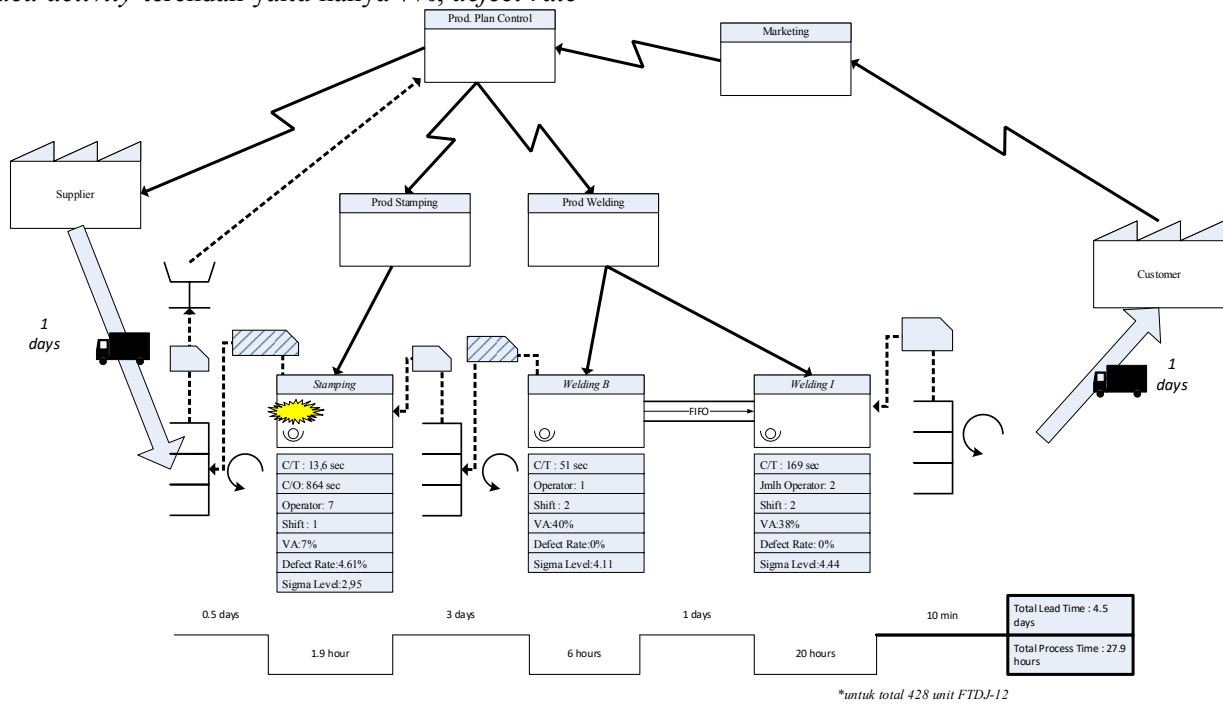
### Analyze

Merupakan tahap ketiga dalam *six sigma* yang dimulai dengan menganalisis penyebab dari permasalahan yang ada sehingga akar penyebab masalah tersebut dapat teridentifikasi. Analisis akar masalah ini akan menjadi input untuk mengumpulkan ide rencana perbaikan pada tahap selanjutnya [6].

### Current State Value Stream

Langkah awal pada tahap *analyze* adalah memetakan *current state value stream mapping* pada proses produksi FTDJ-12 yang dapat dilihat pada Gambar 4. Adapun tujuan dipetakannya diagram *value stream mapping* adalah untuk mengidentifikasi proses manufaktur dari mulai *raw material* hingga menjadi *finished good* serta mengidentifikasi pemborosan yang terjadi sepanjang proses tersebut [7]. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa dari ketiga *section* yang terlibat dalam proses produksi FTDJ-12, *section stamping* lah yang memiliki produktifitas terendah ditandai dengan nilai *value-added activity* terendah yaitu hanya 7%, *defect rate*

tertinggi yaitu 4,61%, serta nilai *sigma* terendah yaitu 2,95. Tertera pada Gambar 4 bahwa *cycle time* pada *section stamping* adalah 13,6 detik untuk satu part TDJ-15. Akan tetapi dikarenakan banyaknya *part defect* yang memerlukan perbaikan pada *draw* sehingga waktu produksi akan lebih lama selama 0,48 jam yang merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki *die*. Dapat dilihat pula pada Gambar 4 bahwa terdapat *kaizen focus* pada *section stamping* yang menandakan bahwa *section* tersebutlah yang membutuhkan *improvement* segera.



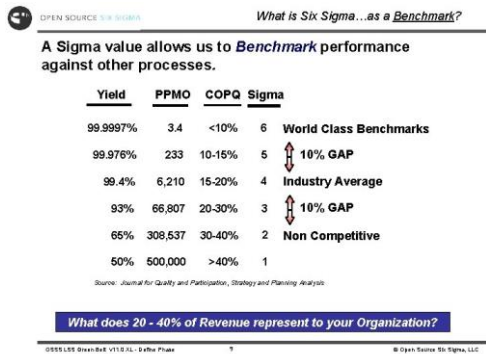
Gambar 4. Current State Value Stream Mapping

### Analisis Defect Rate, Sigma Level, & Lost Product Opportunity

Dilihat dari segi *defect rate*, dapat teridentifikasi dengan jelas bahwa *section stamping* adalah satu-satunya *section* dengan *defect rate*  $\neq 0\%$  yaitu 4,47%. *Defect* didominasi oleh *defect baret* sebesar 99,2% dari total *defects* dan *defect crack* sebesar 0,8% dari total *defects*. Dilihat dari *sigma level*, nilai *sigma level* keseluruhan adalah 3,96 yang mana nilai ini belum memenuhi target perusahaan yaitu nilai  $\sigma \geq 4,5$ . Kemudian apabila dilihat per-*section*, nilai *sigma level* dari *section stamping*, *welding B*, dan *welding I* berturut-turut adalah 2,95; 4,11; dan 4,44. Dari hasil perhitungan ini dapat dikatakan bahwa *section stamping* memiliki nilai *sigma* terkecil dan berdasarkan Gambar 5, nilai ini menunjukkan bahwa performa produksi pada

*section stamping* masih belum memenuhi standar rata-rata industri yaitu level *sigma* 4 [8]. Sementara itu, *section welding B* dan *welding I* sudah memiliki performa yang baik ditandai dengan nilai *sigma* yang berada pada rata-rata industri dan sudah mendekati target perusahaan.





Gambar 5. Sigma Level Benchmarking

Kemudian apabila dilihat dari total lost product opportunity yang sebesar 9184-unit, nilai ini setara dengan 46,33% dari total TDJ-15 yang harus diproduksi dalam periode yang sama berdasarkan perhitungan berikut.

$$\%Lost\ Product\ Opportunity = \frac{Lost\ product\ Opportunity}{Qty\ Produksi\ OK} \times 100\%$$

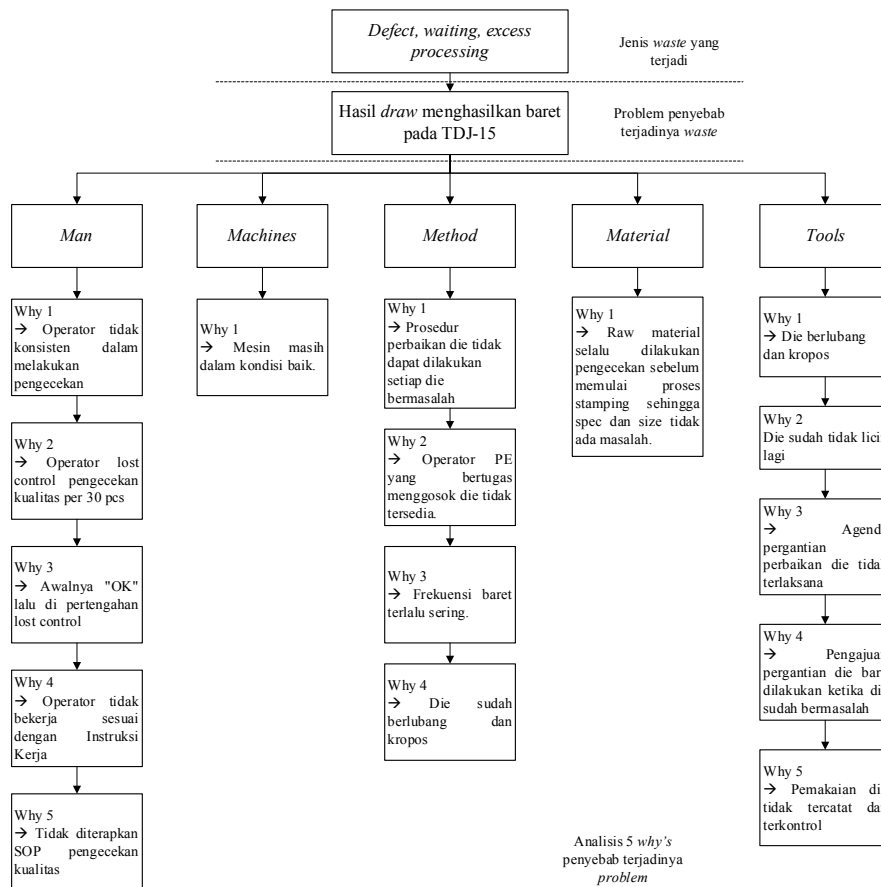
(10)

$$= \frac{9.184}{19.825} \times 100\%$$

$$= 46,33\%$$

### Analisis 5 Why's

Terdapat tiga *problem* yang menyebabkan terjadinya *waste* pada *section stamping* yaitu hasil *draw* menghasilkan *part* baret, hasil *flange* menghasilkan *part crack*, dan *crane trouble*. Akan tetapi, *problem* utama yang sangat berdampak terhadap keseluruhan proses produksi *section stamping* adalah proses *draw* yang menghasilkan *part* baret. Untuk itu, analisis 5 *why's* dilakukan untuk menemukan akar masalah yang menyebabkan hasil *draw* TDJ-15 baret. Analisis 5 *why's* adalah salah satu alat dalam *root cause analysis* yang bertujuan untuk menganalisis dan menemukan akar penyebab dari sebuah permasalahan sehingga dapat ditentukan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut agar tidak terulang di kemudian hari demi terciptanya perbaikan yang berkelanjutan [9]. Analisis 5 *why's* untuk hasil *draw* TDJ-15 baret dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Analisis 5 Why's

### Improve

Merupakan tahap keempat dalam *six sigma* yang dimulai dengan menentukan rencana perbaikan yang dapat mengatasi akar masalah yang telah teridentifikasi pada tahap *analyze*[6]. Berdasarkan hasil analisis 5 *why's* pada tahap sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa masalah inti yang menyebabkan hasil *draw* TDJ-15 baret dan alternatif perbaikannya yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Akar Masalah dan Cara Mengatasinya

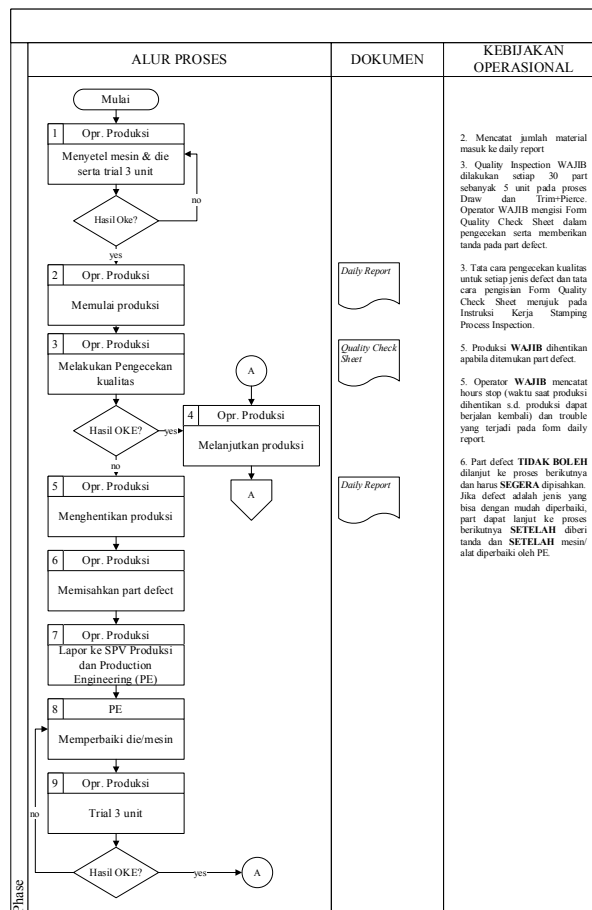
Akar Masalah	Nomor Alternatif	Bentuk Alternatif
Tidak diterapkan SOP pengendalian kualitas	1	Memperbarui SOP, melakukan sosialisasi, dan melaksanakan audit
Die sudah berlubang	2	Melakukan perbaikan / pengadaan die
Pemakaian die tidak terkendali dengan baik	3	Melakukan pencatatan dan <i>preventive maintenance</i>

### Alternatif 1

Idealnya, proses pengecekan dilakukan pada *raw material sheet* sebelum produksi berjalan serta setiap 30-*part* diproduksi dan harus dilakukan pada setiap proses meliputi proses *draw*, *tim+ Pierce*, dan *quality gate* setelah proses *flange* selesai. Hal ini dilakukan untuk mendeteksi adanya *defect* sedini mungkin dan menemukan masalah yang menyebabkan *defect* terjadi untuk mencegah adanya *part defect* yang terproduksi secara terus menerus. Hal yang saat ini terjadi adalah, tidak adanya fungsi pengawasan sehingga kebijakan perusahaan tidak berjalan di lapangan.

Untuk itu, diperlukan adanya pembaruan SOP dengan menambah fungsi pengawasan sehingga pengecekan kualitas dapat dilakukan dengan baik. Contoh *Standard Operatinonal Procedure* (SOP) perbaikan yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 7. SOP perbaikan ini ada baiknya didiskusikan dengan semua fungsi yang terlibat untuk menyepakati dan memahami peran serta tanggung jawab masing-masing di dalam proses produksi & inspeksi *stamping*. SOP yang telah ditinjau dan disepakati bersama kemudian harus disosialisasikan dan dilaksanakan dengan baik. Untuk melakukan pengukuran apakah SOP tersebut sudah dilakukan

dengan konsisten dan efektif maka perlu dilakukan audit setiap periode yang ditentukan dan dilakukan oleh personel kompeten yang ditentukan untuk meninjau konsistensi dan efektifitas pelaksanaan SOP di lapangan. Hasil audit akan dijadikan landasan dalam menentukan rekomendasi perbaikan selanjutnya.

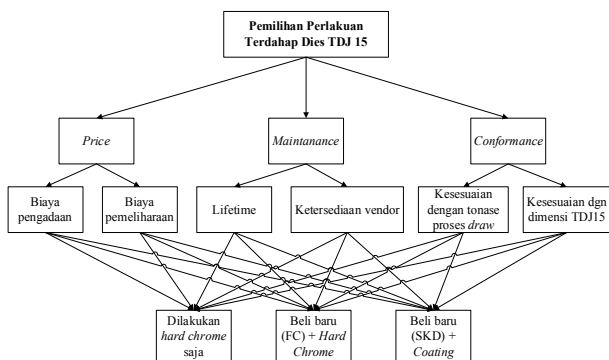


Gambar 7. SOP Perbaikan (halaman 3 dari 5)

### Alternatif 2

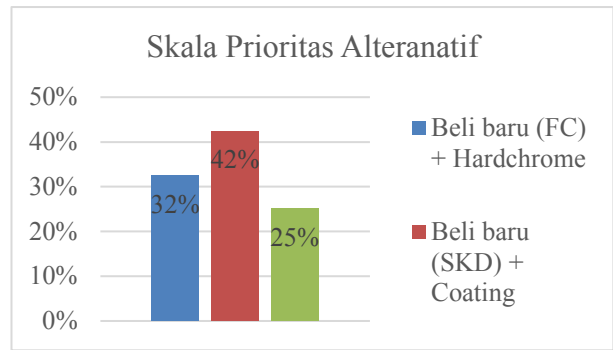
Masalah utama dari terjadinya baret pada hasil *draw* adalah *die* yang sudah bolong dan kropos. Sekalipun SOP produksi dan inspeksi *stamping* dilaksanakan dengan konsisten dan efektif, apabila *die* masih bolong dan kropos maka produksi tetap akan menghasilkan banyak *defect* berupa baret. Untuk itu diperlukan adanya perbaikan terhadap *die draw* yang bisa dilakukan dengan metode *hardchrome* atau *coating*. Keduanya memiliki persamaan dalam fungsi yaitu untuk melapisi *die* sehingga *die* menjadi licin, tahan panas, tahan korosi, tahan baret, melindungi *die* dari material, dan membuat *die* memiliki umur pakai yang jauh lebih lama. Perbedaannya terletak pada jenis material *die* yang digunakan. Apabila *die* terbuat dari material besi cor

kelabu (FC), maka alternatif yang dapat digunakan adalah *hardchrome*, sedangkan apabila *die* terbuat dari material besi baja (SKD), maka alternatif yang dapat dilakukan adalah *coating*. Saat ini, *die* lama terbuat dari material FC sehingga alternatif yang dapat digunakan adalah *hardchrome*. Akan tetapi, *die* ini sudah terlalu sering digosok dan *lifetime* yang sudah habis dikhawatirkan dapat mengakibatkan permukaan *die* menipis sehingga menghasilkan *part* TDJ-15 dengan dimensi yang berbeda dari spesifikasi yang ditentukan meskipun *hard chrome* sudah dilakukan. Ditambah lagi, saat ini baru tersedia opsi pengadaan *die* dengan jenis material SKD dengan perlakuan *coating* sehingga membuat perusahaan perlu mempertimbangkan untuk membeli *die* baru dengan jenis material FC lalu diberi *hardchrome*, membeli *die* baru dengan jenis material SKD lalu diberi *coating*, atau hanya melakukan *hardchrome* saja pada *die* lama. Maka dari itu, digunakanlah *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan alternatif di antara ketiga alternatif tersebut. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah salah satu sistem pendukung dalam pengambilan keputusan yang akan mengurutkan banyak kriteria menjadi satu susunan hirarki. Hirarki sendiri merupakan representasi dari suatu permasalahan yang kompleks sehingga dapat dengan mudah diidentifikasi mana yang merupakan tujuan, kriteria, sub kriteria, dan alternatif dari suatu proses pengambilan keputusan sehingga suatu permasalahan dapat dilihat dengan sistematis dan terstruktur[10]. Stuktur hirarki AHP yang akan digunakan adalah seperti Gambar 8.

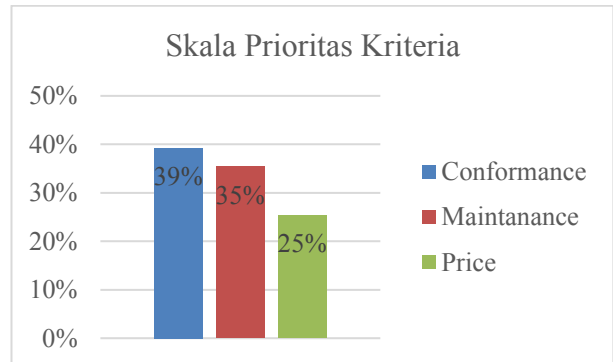


Gambar 8. Stuktur Hirearki AHP

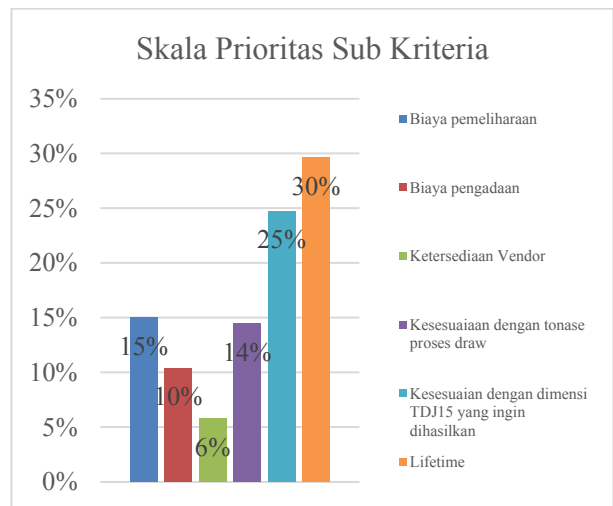
Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode AHP menggunakan pendapat tiga pakar yang merupakan asisten manajer *production engineering*, *staff production engineering*, dan *worker production engineering*, didapat hasil seperti Gambar 9, 10, dan 11.



Gambar 9. Skala Prioritas Alternatif



Gambar 10. Skala Prioritas Kriteria



Gambar 11. Skala Prioritas Sub Kriteria

Berdasarkan Gambar 9 s.d. Gambar 11, dapat disimpulkan bahwa alternatif terpilih adalah membeli *die* baru dengan material SKD dan diberi *coating*. Alternatif ini memiliki bobot sebesar 42%, sedangkan untuk alternatif *hardchrome* saja adalah 25% dan alternatif beli baru dengan material FC dan *hardchrome* adalah 32%. Sementara itu, kriteria paling penting adalah kriteria *conformance* sebesar 39% dengan sub kriteria paling penting adalah *lifetime* sebesar 30%.

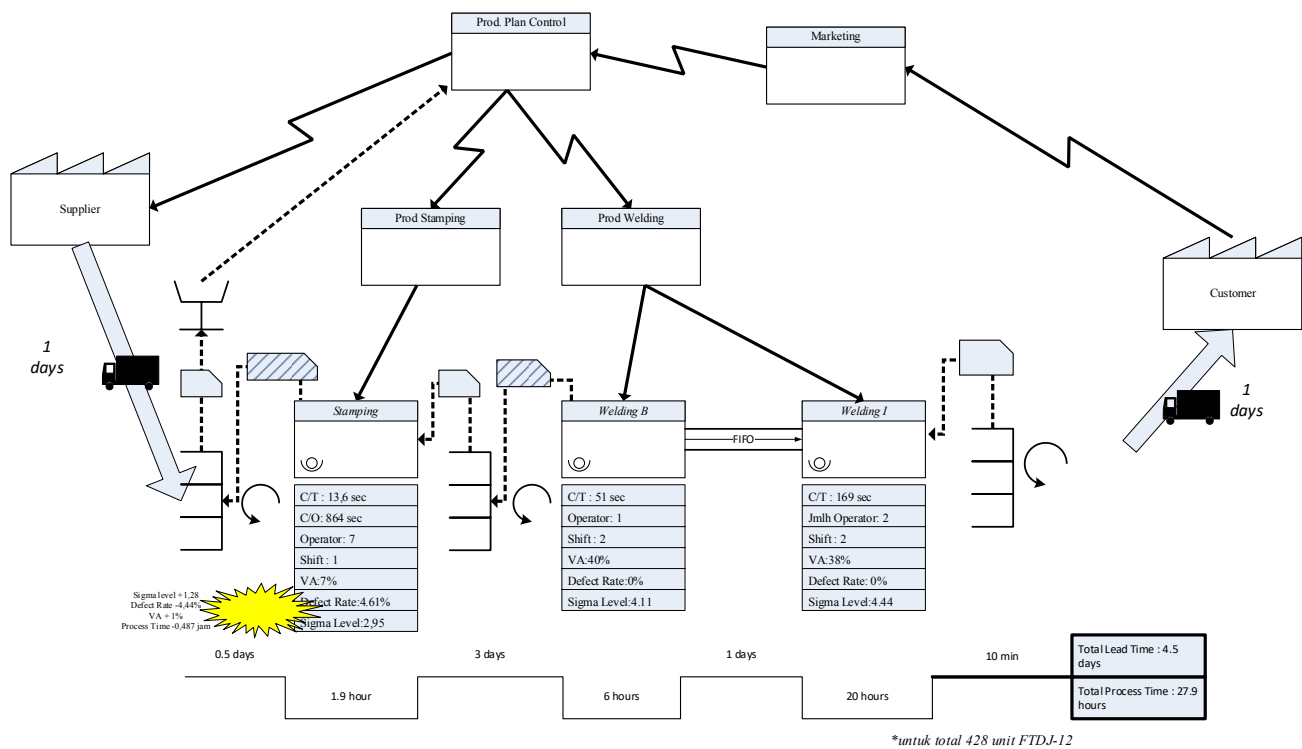


*sigma level* untuk kondisi target setelah perbaikan adalah sebagaimana yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Target Kenaikan *Sigma Level*

Section	Sigma Level Eksisting	Sigma Level Target Setelah Perbaikan	Kenaikan
Keseluruhan	3,96	4,38	0,42
Stamping	2,95	4,23	1,28
Welding B	4,11	4,11	0,00
Welding I	4,44	4,44	0,00

Selain penurunan *defect rate* dan kenaikan *sigma level*, terdapat juga penambahan aktivitas *value-added* pada *section stamping* dan penurunan waktu produksi mengingat frekuensi *die* menghasilkan *draw* baret akan berkurang sehingga akan berkurang pula *hours stop* yang digunakan untuk mengentikan proses produksi dan melakukan perbaikan *die*. Kenaikan *value-added activity* diharapkan sebesar 1% menjadi 8% dari yang sebelumnya adalah 7% berdasarkan kegiatan *rework* dan perbaikan *die* yang diharapkan tidak terjadi lagi. Sementara itu proses produksi juga akan lebih cepat 0,487 jam apabila tidak diperlukan lagi proses perbaikan ditengah-tengah proses produksi yang memakan waktu rata-rata adalah 0,487 jam. *Future state value stream* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. *Future State Value Stream*

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Proses Produksi FTJD-12 melewati *section stamping* yang menghasilkan WIP TDJ-15, *section welding B* yang menghasilkan WIP ATDJ-14, dan *section welding I* yang menghasilkan *finished good* FTJD-12. Pada *section stamping* terdapat *waste defect* berupa baret dan *crack*, *waste waiting* yang terjadi karena hasil *draw* baret dan *crane trouble*, serta *waste excess processing* untuk melakukan proses

2. perbaikan *die* dan proses *rework*. Pada *section welding B*, terdapat *waste waiting* dan *waste excess processing* yang keduanya terjadi saat terdapat part TDJ-15 yang berkarat. Sementara itu, pada *section welding I* terdapat *waste waiting* ketika bagian *production planning control* terlambat memberikan *supply* bahan baku dan ketika ditemukan ada *part crack* yang lolos inspeksi sampai ke *welding I* dan perlu disortir ulang.

3. Nilai *defect rate* dan *sigma level* keseluruhan pada kondisi eksisting adalah 1,47% dan 3,96.

*Defect rate section stamping, welding B*, dan *welding I* adalah 4,47%; 0%; 0%. Sedangkan *sigma level section stamping, welding B*, dan *welding I* adalah 2,95; 4,11; 4,44. Dengan demikian, *section stamping* dintayakan sebagai *section* kritis.

4. *Problem* kritis yang terdapat pada *section stamping* adalah hasil *draw* baret yang menghasilkan paling banyak *waste* dengan total *lost product opportunity* adalah 9.184-unit TDJ-15 atau 46,33% dari total unit yang diproduksi tanpa cacat.
5. Akar penyebab dari terjadinya hasil *draw* baret adalah tidak diterapkannya SOP pengendalian kualitas, *die* sudah bolong dan krops, serta pemakaian *die* tidak tercatat/terkontrol dengan baik
6. Untuk mengatasi akar masalah tersebut, terdapat tiga alternatif yang perusahaan dapat lakukan yaitu melakukan perbaikan dan pengawasan SOP *Stamping Process & Inspection*, mengadakan *die* baru berjenis material SKD dengan pelapisan *coating*, serta menerapkan *preventive maintenance* dilengkapi dengan pencatatan dan pemeliharaan yang baik.
7. Target perusahaan apabila rekomendasi perbaikan diterapkan adalah penurunan *defect rate* menjadi 0,01% dari kondisi eksisting adalah 1,47% serta kenaikan *sigma level* menjadi 4,38 dari kondisi eksisting adalah 3,96.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan perkuliahan selama 8 semester ini meliputi Ibu Titi Suryati selaku orang tua penulis, Ibu Dr. Nunung Nurhasanah, S.T, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Akademik penulis, Ibu Widya Nurcahayanty Tanjung, S.T., M.T., MBA. Sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Universitas Al Azhar Indonesia yang telah memberikan beasiswa kepada Penulis, Bapak/Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Al-Azhar Indonesia yang telah menanamkan ilmu kepada penulis, Pak Faikar Zaky selaku Alumni Teknik Industri Universitas Al-Azhar Indonesia yang telah merekomendasikan penulis untuk dapat melakukan penelitian di PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing, Karyawan PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing yang telah menerima dan membantu

penulis dalam menyelesaikan penelitian, Para karyawan Teknik Industri Universitas Al-Azhar Indonesia yang telah mendukung penulis dalam melengkapi berbagai keperluan semasa penulisan Tugas Akhir, Teman-teman Insyekur 2018 yang telah saling membantu dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] P. Womack and T. Jones, *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production-Toyota's Secret Weapon in The Globa Car Wars That Is Now Revolutioning World Industri*. S.I: Simon and Schuster, 2007.
- [2] Goleansixsigma, "DMAIC – The 5 Phases of Lean Six Sigma," 2019. [Online]. Available: <https://goleansixsigma.com/dmaic-five-basic-phases-of-lean-six-sigma/>. [Accessed: 04-Apr-2022].
- [3] V. Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [4] T. Ohno, *Toyota Production System Beyond Large Scale Production*. New York: CNC Press, 1988.
- [5] IPQI, "Pengertian DPMO Six Sigma dan Cara Menghitungnya," 2016. [Online]. Available: <https://ipqi.org/pengertian-dpmo-six-sigma-dan-cara-menghitungnya/>. [Accessed: 04-Apr-2022].
- [6] Goleansixsigma, "Lean Six Sigma Process Improvement," 2019. [Online]. Available: <https://goleansixsigma.com/what-is-lean-six-sigma/>.
- [7] V. Gaspersz, *Continuous Cost Redustion Through Lean Sigma Approach: Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan Pemborosan menggunakan Pendekatan Lean-Sigma*. Jakarta: Gramedia, 2006.
- [8] OSSS, "Define Phase Understanding Six Sigma," Phoenix.
- [9] A. M. Dogget, "Root cause analysis: a framework for tool selection," *Qual. Manag. J.*, vol. 4, no. 12, p. 34, 2005.
- [10] A. Supiradi, A. Rustandi, G. Ardiani, and D. Komarlinda, *Analytical Hierarchy Process (AHP) Teknik Penentuan Strategi Daya Saing Kerajinan Bordir*. Sleman: CV BUDI UTAMA, 2018.