BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang berlandaskan tahapan DMAIC dari metode Six Sigma dalam Bab IV, kemudian dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang telah diperoleh.

5.1 ANALISIS KONDISI AWAL DENGAN SIX SIGMA

Analisis kondisi awal disini adalah mengenai data tahap awal yang diambil dan digunakan dalam memulai penelitian ini. Data awal yang diidentifikasikan berkaitan dengan penelitian ini adalah data hasil pengukuran radius produk Gasket BT015008-0950. Pengukuran dilakukan selama 20 hari dimana tiap harinya diambil 10 sampel yang digunakan sebagai obyek penelitian, data yang ada ini akan dijadikan dasar perbaikan dalam proses produksi.

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan yaitu peningkatan kualitas yang mengarah ke 6-Sigma dengan tingkat DPMO 3,4 maka harus diketahui terlebih dahulu sistem kinerja sekarang sebagai acuan untuk melakukan perbaikan, dalam menerapkan metode Six Sigma untuk mengurangi variasi pada proses produksi tentunya harus menggunakan tahapan yang sistematis dari metode Six Sigma. Untuk itu tahapan-tahapan sistematis yang diketahui dalam metode Six Sigma adalah DMAIC.

5.2 ANALISIS TAHAPAN DMAIC

5.2.1 Analisis Tahap Define

Berdasarkan catatan dari bagian *Quality Control,* ada permasalahan rendahnya kapabilitas proses pada karakteristik kualitas terhadap spesifikasi yang di tetapkan pelanggan untuk produk Gasket BT015008-0950, dikatakan rendah karena nilai kapabilitas proses (Cp) adalah Cp < 1,00 sehingga berdasarkan data yang ada tersebut harus segera dilakukan perbaikan, berikut tabel lengkapnya

Tabel 5.1. Data Kapabilitas Proses Karakteristik Kualitas Gasket BT015008-0950

No	Standard Dimention	Tolerance Dimention	Cp
1	Ø 70,7	+0,2 / -0,6	1,27
2	4,5	± 0,1	1,23
3	4,8	± 0,1	1,43
4	R 1,5	± 0,05	0,76
5	1	± 0,1	1,34
6	0,3	± 0,1	2,22
7	3	± 0,1	1,67

Dari tabel diatas diketahui bahwa kapabilitas proses radius produk gasket BT015008-0950 adalah 0,76 < 1,00, sehingga karakteristik kualitas ini yang ditindaklanjuti untuk dilakukan tindakan perbaikan.

Berdasarkan permintaan pelanggan juga diketahui, pelanggan menginginkan ukuran radius pada produk Gasket BT015008-0950 sebesar 1,50 mm dengan toleransi ± 0,05 mm. Dalam terminology

program peningkatan kualitas *Six Sigma* dapat dinyatakan bahwa nilai Target (T) adalah 1,50 mm, lalu nilai *Upper Specification Limit* (USL) adalah 1,55 mm dan nilai *Lower Spesification Limit* (LSL) adalah 1,45 mm. Nilai T, USL dan LSL ini penting untuk diketahui karena dari nilai ini akan diketahui apakah variasi proses berada dalam stabilitas untuk menghasilkan suatu spesifikasi tertentu atau tidak.

5.2.2 Analisis Tahap Measure

Measure merupakan kegiatan yang penting bagi peningkatan suatu kemajuan atau perubahan kearah yang lebih baik. Ada beberapa hal pokok yang dilaksanakan pada tahap measure, yaitu : mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat output dan mengukur kinerja sekarang pada tingkat output untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek Six Sigma.

Dari data hasil pengukuran radius produk Gasket BT015008-0950 didapat nilai X-bar **(1,4954 mm)**, nilai Range **(0,08 mm)** dan nilai Standar Deviasi **(0,024886)**, Nilai X-bar , R dan S ini diperoleh berdasarkan perhitungan pada tabel 4.6 (halaman 70).

Dari hasil perhitungan Nilai X-bar, R dan S maka didapat nilai **DPMO** sebesar **52.338 pcs** dengan level sigma berada pada tingkat **3,12-Sigma,** hal ini juga dapat diintepretasikan bahwa dengan kapasitas produksi Gasket BT015008-0950 per shift sebesar 1.750 pcs dengan

kemampuan 3,12-Sigma yang memiliki target 52.338 pcs maka akan terdapat kemungkinan sekitar 92 pcs tidak memenuhi syarat spesifikasi radius 1,50 mm ± 0,05 mm (52.338 / 1.000.000 x 1750). Untuk mencapai tingkat level sigma sebesar 6-Sigma dengan nilai DPMO 3,4 diperlukan usaha perbaikan serius yang dilakukan di berbagai lini.

5.2.3 Analisis Tahap Analyze

Tahapan analisis merupakan tahapan menganalisa stabilitas dan kapabilitas proses terhadap spesifikasi radius yang ditetapkan pelanggan serta mengidentifikasi faktor – faktor apa saja yang menyebabkan variasi yang tinggi pada radius produk Gasket BT015008-0950.

Dalam menganalisis stabilitas proses, Berdasarkan peta control X-bar dengan menggunakan konsep Six Sigma Motorola pada gambar 4.3 (halaman 77), bahwa nilai rata-rata hasil pengukuran radius produk gasket bervariasi dalam batas-batas control yang ditetapkan pada tingkat kapabiltas proses sebesar 3,12-Sigma. Dari gambar 4.3 (halaman 77), sekaligus juga memberikan informasi bahwa variasi proses disebabkan karena variasi dalam nilai individual radius produk Gasket BT 015008-0950, terbukti dari pengujian terhadap variasi proses yang menolak H_0 { $(n-1)S^2 / (S_{maks})^2$ } = $479,879 > \chi^2 (\alpha; n-1) = 233,9943$, berarti proses melebihi batas toleransi maksimum standar deviasi, S_{maks}, yang diizinkan pada tingkat kapabilitas 3,12-Sigma. Nilai rata-rata stabil berada diantara UCL = 1,52 mm dan LCL = 1,48 mm. ***Catatan :*** jika ditemukan adanya

instabilitas dalam nilai rata-rata proses pada sigma tertentu, maka analisis kapabilitas proses tidak boleh dilakukan, kecuali setelah proses itu distabilkan.

Analisis kapabilitas proses melalui perhitungan indeks Cpm pada halaman 78, didapat nilai indeks Cpm sebesar **0,66**, angka ini berada dalam kriterium **Cpm < 1,00** yang berarti proses industry tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol *(zero defect oriented)*. Hal ini tampak pula dari nilai **DPMO = 52.338** dan **Kapabilitas Sigma = 3,12**, yang berarti dari satu juta kesempatan yang ada, maka akan terdapat 52.338 kemungkinan bahwa proses akan tidak mampu memenuhi spesfikasi target radius produk Gasket BT015008-0950 : 1,50 mm ± 0,05 mm. Perlu dipahami bahwa indeks Cpm yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada CTQ *(Critical To Quality)* tunggal atau item karakteristik kualitas individual, dalam hal ini karakteristik kualitasnya adalah radius pada produk Gasket BT015008-0950.

Dari perhitungan %off-Target pada halaman 79 juga diketahui bahwa kapabilitas proses telah menyimpang dari target sebesar **5%** , sehingga apabila nilai % off target semakin besar menunjukkan bahwa kemampuan proses semakin rendah untuk mencapai nilai target (T) yang diinginkan sehingga peningkatan proses harus dilakukan.

Bersamaan dengan penggunaan indeks Cpm juga dipergunakan indeks Cpmk yang mengukur tingkat dimana ouput proses itu berada dalam batas-batas toleransi. Berdasarkan indeks Cpmk **= 0,598**; diketahui

bahwa nilai rata-rata CTQ radius produk Gasket BT015008-0950 dari proses lebih mendekati ke batas spesifikasi bawah (LSL = 1,45 mm), sekaligus menunjukkan bahwa proses produksi Gasket BT015008-0950 belum mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL = 1,45 mm) yang diinginkan oleh pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi Gasket BT015008-0950 cukup banyak menghasilkan kegagalan, karena banyak produk yang dihasilkan akan berpeluang besar memiliki ketebalan di bawah nilai LSL = 1,45 mm, atau banyak produk yang dihasilkan akan memiliki radius lebih kecil daripada 1,45 mm.

Berdasarkan diagram fishbone pada gambar 4.4 (halaman 82) diidentifikasi faktor apa saja yang bisa menyebabkan variasi yang tinggi pada ukuran radius produk Gasket BT015008-0950, identifikasi factor penyebab didasarkan pada 4 hal yaitu , Manusia, Material Metode dan Mesin.

Untuk faktor manusia, penyebab yang dapat terjadi sehingga mengakibatkan variasi yang tinggi pada radius produk Gasket adalah ketelitian operator pada saat mengangkat produk Gasket. Operator terburu-buru pada saat mengangkat produk sehingga operator lupa untuk membersihkan scrap produk yang tertinggal di mold. Scrap yang tertinggal di mold dapat tercampur kembali pada produk selanjutnya yang diproduksi sehingga akan mempengaruhi ukuran radius pada produk tersebut.

Untuk faktor mesin, tingkat *Upper Mold Temperature* dan *Molding High Pressure* yang terlalu rendah dapat menyebabkan variasi yang tinggi

pada radius produk Gasket. Setting *Temperature* dan *Pressure* mold yang tidak tepat akan menyebabkan produk Gasket pada saat proses produksi mengalami weld, weld merupakan suatu istilah untuk produk yang mengalami *Out of Spesification* atau cenderung mengarah ke *Out of Spesification*. Untuk produk Gasket BT0150008-0950, suatu produk dikatakan weld apabila produk tersebut mengalami atau cenderung mengarah ke *Radius Out of Spesification 1,50 mm ± 0,05 mm.*

Dari faktor metode, yang bisa mengakibatkan variasi yang tinggi pada radius produk Gasket adalah penggunaan airgun dan slider gasket yang belum sesuai dengan WI (*Work Instruction*), fungsi airgun adalah selain untuk memudahkan pelepasan produk juga berfungsi untuk membersihkan mold sebelum dilakukan produksi kembali, slider berfungsi sebagai alat bantu dalam meletakkan material di mold Gasket.

Dan yang terakhir dari faktor material, faktor yang dapat menyebabkan variasi yang tinggi pada radius produk Gasket adalah dimensi, ketebalan atau berat material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Dimensi dari gasket adalah 29 ~ 33 (mm), ketebalan 5 ~ 7 (mm) dengan berat 6,00 ~ 6,20 gram.

5.2.4 Analisis Tahap Improve

Faktor yang diduga berpengaruh terhadap tingginya variasi pada radius berdasarkan diagram fishbone difokuskan pada faktor mesin molding, karena pada proses ini material yang masih berupa potongan

rubber dicetak kedalam mesin press 250 ton sehingga menjadi produk Gasket BT015008-0950. Faktor mesin yang diduga berpengaruh adalah :

1. Temperatur Mesin
2. Pressure Mesin

Untuk mengetahui kombinasi yang optimal dari faktor-faktor diatas maka dilakukan pengujian *Design of Experiment.*

Pengujian *Design of Experiment* yang dilakukan yaitu dengan kombinasi pengacakan dengan 4 perlakuan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Pengujian *Design of Experiment* kemudian dianalisis dengan menggunakan bantuan software Minitab dengan maksud agar lebih mudah dalam proses analisis selain itu juga untuk memperoleh hasil analisis yang akurat.

Pada penguijian *Design of Experiment* yang digunakan adalah 2 level berikut adalah nilai tiap faktor pada level 1 yang menunjukkan *setting* awal dan level 2 yang menunjukkan *setting* usulan tiap faktor pada mesin. Pemberian jumlah level dan nilai level hanya diberikan pada faktor yang dapat dikontrol yaitu :

Tabel 5.2. Penentuan Level dari Faktor *Design of Experiment*

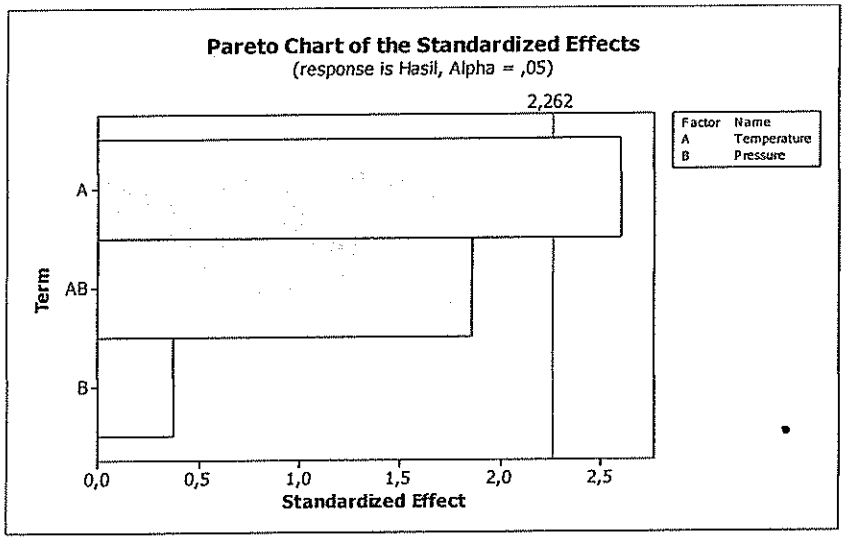
Faktor	Level		Satuan
	1	2	
Temperature	178	180	Derajat (°) Celcius
Pressure	200	210	Kg / Cm^2

5.2.5 Analisis Tahap Control

Tahap control merupakan tahapan terakhir dalam siklus DMAIC, pada tahap ini dimunculkan kembali semua hal yang digunakan untuk menganalisis suatu masalah sebelum dilakukan tindakan perbaikan untuk dibandingkan dengan hasil setelah dilakukan tindakan perbaikan. Adalah sebagai berikut :

1. Analisis Hasil pengujian Design of Experiment

Dari hasil *Analysis for Variance for Hasil* (Lampiran 5) nilai *main effect p-value* (0,077) dan *2-way Interactions* (0,096) > koefisien signifikan (α = 0,05), yang berarti *main effect* dan *2-way Interactions* pada saat pengujian Design of Experiment tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap hasil radius Gasket. Pada diagram pareto terlihat *main effect* yang berpengaruh secara signifikan terlihat pada faktor *temperature* dan kombinasi antara *temperature* dengan *pressure* mesin.



Gambar 5.1. Diagram Pareto *Response Factor*

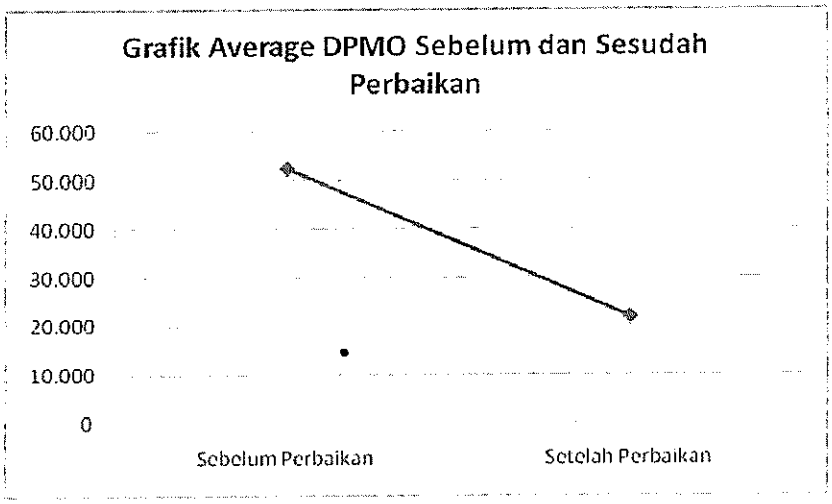
2. Analisis Hasil Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Sesudah Perbaikan Dengan Metode Six Sigma

Tabel 5.3 dibawah ini merupakan perbandingan nilai rata-rata DPMO dan Level Sigma sebelum dan sesudah perbaikan dengan metode Six Sigma yang diperoleh berdasarkan tabel 4.7 (halaman 72) dan tabel 4.14 (halaman 95).

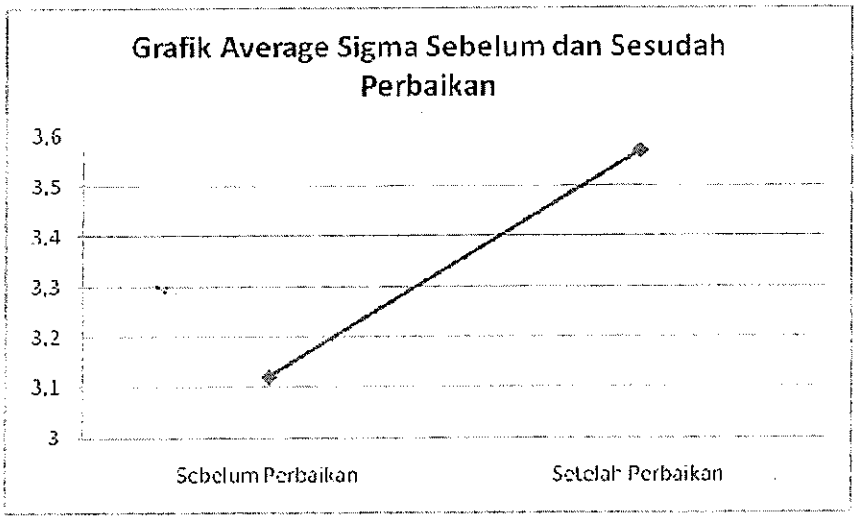
Tabel 5.3. Perbandingan DPMO dan Level Sigma

No	Pengukuran	DPMO	Level Sigma
1	Sebelum Perbaikan	52.338	3,12
2	Setelah Perbaikan	21.755	3,57

Berdasarkan perbandingan rata-rata DPMO dan Level Sigma pada tabel 5.3 diatas, selanjutnya akan diperjelas menggunakan grafik dibawah ini.



Gambar 5.2. Grafik Perbandingan DPMO



Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Level Sigma

Berdasarkan grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai DPMO sebelum perbaikan yaitu 52.338 pcs dengan level sigma 3,12-Sigma, sedangkan nilai DPMO setelah perbaikan menurun menjadi 21.755 pcs dengan level sigma 3,57-Sigma. Meskipun demikian peningkatan nilai kapabilitas sigma yang diikuti dengan menurunnya nilai DPMO masih jauh dari 6-Sigma dengan DPMO 3,4.

3. Analisis Stabilitas Proses Setelah Perbaikan Dengan Metode Six Sigma

Berdasarkan peta control X-bar dengan menggunakan konsep Six Sigma Motorola pada gambar 4.8 (halaman 99), bahwa nilai rata-rata hasil pengukuran radius produk gasket setelah perbaikan bervariasi dalam batas-batas control yang ditetapkan pada tingkat kapabiltas proses sebesar 3,57-Sigma. Dari gambar 4.8 (halaman 90), juga memberikan informasi bahwa variasi proses masih disebabkan karena variasi dalam

nilai individual radius produk Gasket BT 015008-0950, terbukti dari pengujian terhadap variasi proses yang menolak H_0 **{ (n-1)S^2 / (S_{maks})^2 } = 334,212 > χ^2 (α; n-1) = 190,5165** , berarti proses melebihi batas toleransi maksimum standar deviasi, S_{maks}, yang diizinkan pada tingkat kapabilitas 3,57-Sigma. Nilai rata-rata stabil berada diantara UCL = 1,52 mm dan LCL = 1,48 mm.

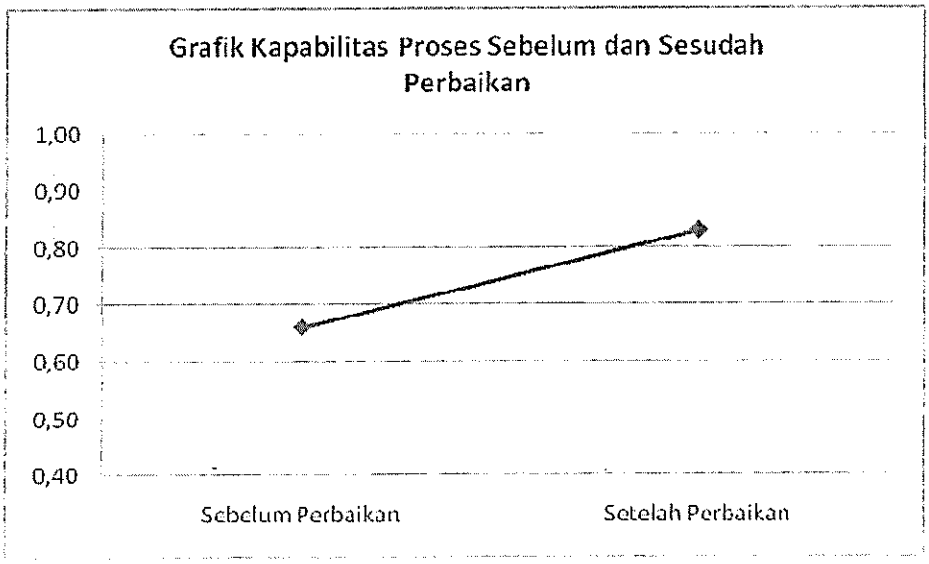
4. Analisis Kapabilitas Proses Sebelum dan Sesudah Perbaikan dengan Metode Six Sigma

Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan nilai kapabilitas proses Cpm diperoleh berdasarkan perhitungan pada halaman 78 dan halaman 100 dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. Perbandingan Kapabilitas Proses

No	Pengukuran	Cpm
1	Sebelum Perbaikan	0,66
2	Setelah Perbaikan	0,83

Berdasarkan perbandingan nilai kapabilitas proses pada tabel 5.4 diatas, selanjutnya akan diperjelas menggunakan grafik dibawah ini.



Gambar 5.4. Grafik Perbandingan Kapabilitas Proses

Berdasarkan grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai kapabilitas proses sebelum perbaikan yaitu **0,66**, sedangkan nilai kapabilitas proses setelah perbaikan naik menjadi **0,83**. Meskipun demikian peningkatan nilai kapabilitas proses menjadi 0,83 masih berada dalam kriterium **Cpm < 1,00** yang berarti proses industry masih belum mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol *(zero defect oriented)*.

Dari perhitungan %off-Target setelah perbaikan pada halaman 101 juga diketahui bahwa penyimpangan kapabilitas proses dari target adalah sebesar **2%** , yang berarti kapabilitas proses semakin mendekati nilai target.

5.2 PEMBAHASAN PENYEBAB VARIASI YANG TINGGI PADA RADIUS PRODUK GASKET BT015008-0950

1. Faktor Mesin

   A. Temperature of Mold

   - Setting *Upper Mold Temperature* yang tidak tepat dapat menyebabkan variasi yang tinggi pada radius produk Gasket. Apabila pada kondisi ini tidak dilakukan tindakan perbaikan, produk Gasket dapat mengalami Weld. Weld merupakan suatu istilah untuk produk yang mengalami *Out of Spesification,* untuk weld pada produk Gasket adalah yang mengalami atau cenderung mengarah ke *Radius Out of Spesification 1,50 mm ± 0,05 mm.*
   - Solusi :

     Setelah dilakukan experiment tindakan perbaikan dimana variasi radiusnya cenderung berkurang, maka saran untuk penerapan solusinya adalah merubah setting parameter mesin untuk *Upper Mold Temperature* menjadi 180 °C.

2. Faktor Material

   A. Dimensi, ketebalan dan berat compound material

   - Dimensi, ketebalan atau berat material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pada parameter Gasket BT015008-0950 dimensi dari gasket adalah 29 ~ 33 (mm), ketebalan 5 ~ 7 (mm) dan berat 6,00 ~ 6,20 (mm).

- Solusi :

  Menyediakan parameter produk pada setiap line sebagai panduan operator dalam bekerja untuk menghasilkan dimensi, ketebalan dan berat material yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Faktor Metode Kerja

   - Pengggunaan airgun dan slider tidak sesuai WI (*Work Instruction*)

     Penggunaan airgun dan slider gasket yang belum sesuai dengan WI (*Work Instruction*), fungsi airgun adalah selain untuk memudahkan pelepasan produk juga berfungsi untuk membersihkan mold sebelum dilakukan produksi kembali, slider berfungsi sebagai alat bantu dalam meletakkan material di mold Gasket.

   - Solusi :

     Diberikan training ulang penggunaan air gun dan slider gasket sesuai *Work Instruction* (WI) kepada setiap operator terutama operator baru, dan mensosialisasikan pentingnya bekerja sesuai WI pada saat briefing sebelum dimulainya suatu pekerjaan.

4. Faktor Manusia

A. Ketelitian Operator

- Operator terburu-buru pada saat mengangkat produk sehingga operator lupa untuk membersihkan scrap produk yang tertinggal di mold. Scrap yang tertinggal di mold dapat tercampur kembali pada produk selanjutnya yang diproduksi sehingga akan mempengaruhi ukuran radius pada produk tersebut.
- Solusi :

  Diberikan training ulang pengerjaan produk Gasket BT015008-0950 kepada setiap operator yang diiringi dengan tindakan supervisi dan kontrol kualitas yang lebih ketat.