

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan di PT. Berdikari Metal Engineering diperoleh dengan menggunakan data primer dimana dilakukan dengan cara observasi ke lapangan dan melakukan wawancara kepada Bagian Umum dan pada Departemen Produksi. Pengumpulan data yang diperoleh meliputi permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan, data gambaran umum perusahaan, struktur organisasi perusahaan, proses produksi, jumlah produksi, jumlah kecacatan dan jenis kecacatan produk.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Berdikari Metal Engineering adalah perusahaan pembuatan suku cadang dan komponen kendaraan bermotor yang berbasis di Jl. Industri No.6A, Cimahi selatan, Kota.Cimahi-Jawa Barat 40172 Indonesia. PT. Berdikari Metal Engineering mulai beroperasi pada tahun 1969. Pabrik yang berlokasi di kota Cimahi ini memiliki jumlah 450 karyawan. Untuk memenuhi kapasitas dalam memproduksi suku cadang, digunakan mesin *welding* robot dan mesin *easy* robot.

Dengan perkembangan pesat dalam penggunaan sepeda motor di Indonesia dan di seluruh dunia, permintaan produk suku cadang kendaraan bermotor yang terus meningkat seperti profil *cl outer* dan *outer cover*. Di sinilah PT. Berdikari Metal Engineering menjadi bagian perusahaan industri suku cadang untuk dapat menyediakan dan memenuhi permintaan produk. Oleh karena itu, berbagai kebutuhan pasar dalam mencapai produksi suku cadang untuk konsumen.

PT. Berdikari Metal Engineering merupakan pabrik manufaktur yang bergerak di bidang otomotif yang membantu memenuhi kebutuhan bahan baku perusahaan motor Honda dan Yamaha. Perusahaan ini memiliki enam departemen yang terdiri dari Departemen *spot welding*, Departemen *press*, Departemen *red brake*, Departemen *assy*, Departemen robot *welding*, Departemen *welding* manual. Dimana dari keenam departemen tersebut, empat departemen di antaranya adalah stasiun kerja yang menggunakan mesin otomatis sedangkan hanya Departemen *spot welding*

dan Departemen *press* yang stasiun kerjanya masih menggunakan semi otomatis. Contoh Produk dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Jenis Bahan Baku dan Produk		Gambar Porduk
Plat	CL OUTER	
	OUTER COVER	
Pipa	STANDAR 2 (TYPEMAINSTAND)	
	PIJAKAN KAKI (BARSTAND)	
Ass	TARIKAN REM (RODBRAKE)	

Gambar 4.1 Gambar Produk Yang Diproduksi

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Berikut Visi dan Misi dari PT. Berdikari Metal Engineering.

➤ **Visi**

Menjadi perusahaan manufaktur *spare part* otomotif yang selalu mampu bersaing dan berkembang dengan baik.

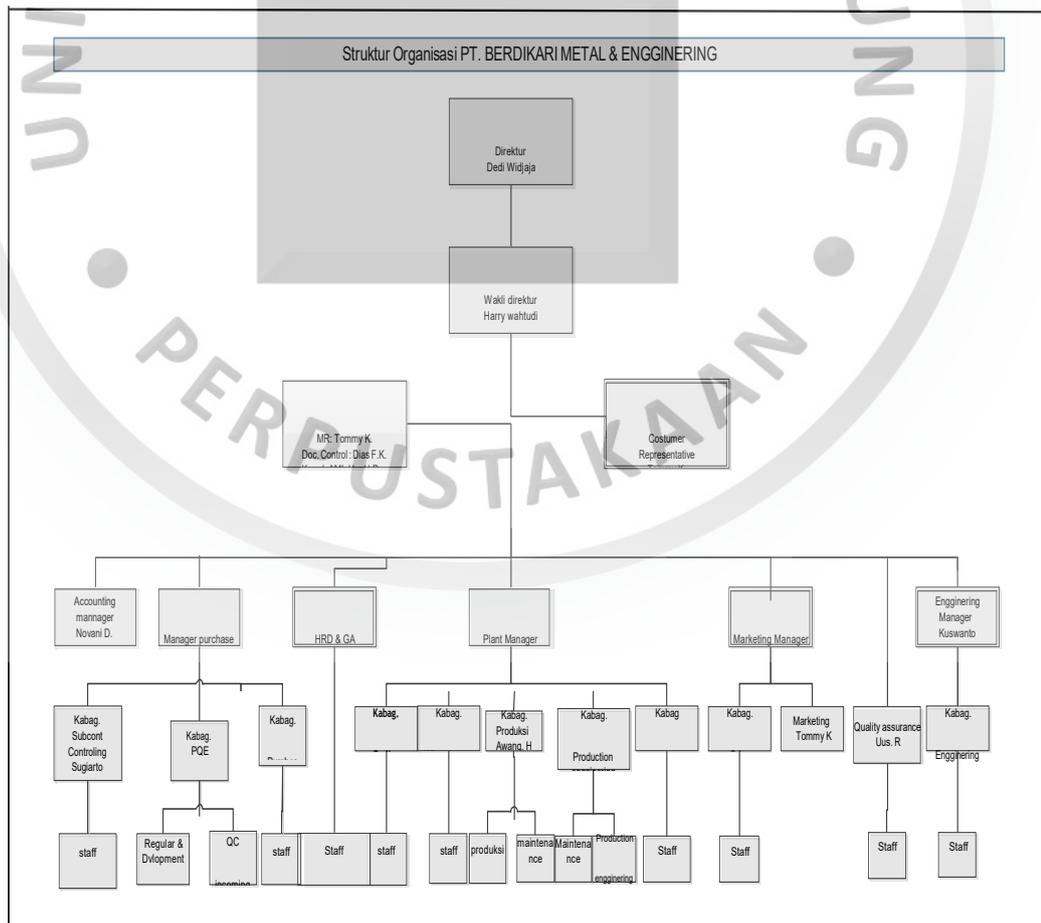
➤ **Misi**

Untuk menghasilkan berbagai jenis komponen yang berkaitan dengan kebutuhan industri otomotif dengan kualitas tinggi, harga dan pasokan kompetitif melalui manajemen profesional untuk kepuasan pelanggan.

1. Untuk membangun kemitraan yang saling menguntungkan dengan pemasok dan distributor
2. Untuk memberikan perhatian pada peningkatan kualitas sumber daya manusia untuk mendukung penciptaan produk yang kompetitif dan berkualitas tinggi

4.1.3 Struktur Organisasi

Struktur Organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan pekerjaan antara yang satu dengan yang lain dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi. Struktur organisasi yang ditetapkan oleh PT. Berdikari Metal Engineering dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi

Berdasarkan struktur organisasi di atas maka dapat diuraikan mengenai tugas dan wewenang pada masing-masing jabatan adalah sebagai berikut:

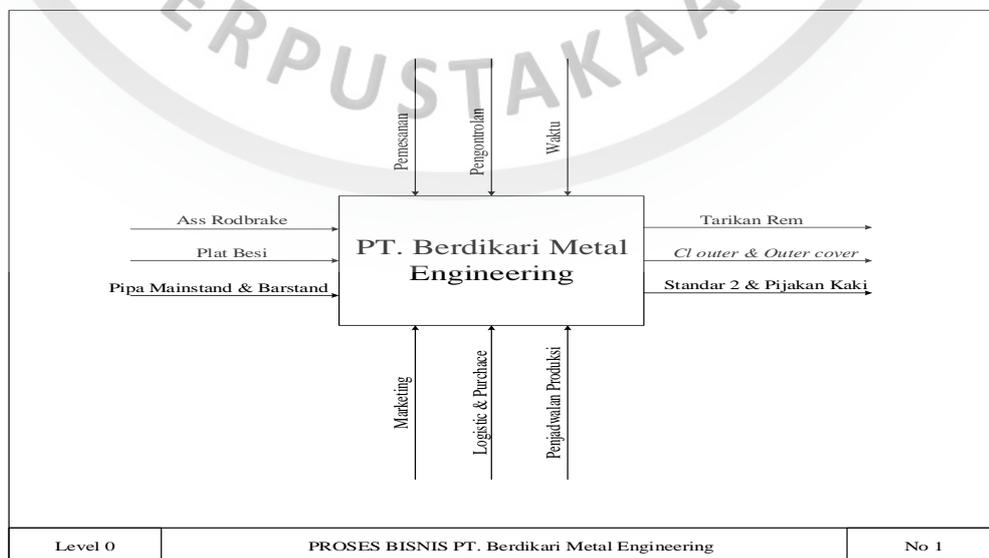
- ❖ **Direktur**
 - a. Bertindak sebagai pimpinan utama.
 - b. Memiliki hak dan kuasa penuh terhadap proses bisnis yang ada pada PT. Berdikari Metal Engineering.
 - c. Mengambil keputusan yang berhubungan dengan kegiatan bisnis pada PT. Berdikari Metal Engineering.
 - d. Bertanggung jawab penuh apabila perusahaan mengamai kebangkrutan.
 - e. Menetapkan Visi dan Misi PT. Berdikari Metal Engineering.
 - f. Menjaga stabilitas perusahaan.
- ❖ **Wakil Direktur**
 - a. Menjalankan amanat dan perintah dari direktur.
 - b. Mendukung kegiatan proses bisnis perusahaan
 - c. Membantu direktur utama dalam pengambilan keputusan.
 - d. Bertanggung jawab penuh apabila perusahaan mengalami kebangkrutan.
 - e. Mewakili perusahaan atas nama Perseroan untuk melakukan bisnis dengan perusahaan lain.
- ❖ **Plant Manager**
 - a. Menjalankan amanat dan perintah direktur.
 - b. Manajer yang memiliki tanggung jawab seluruh bagian atau fungsional pada suatu perusahaan.
 - c. Memimpin kepala unit bidang fungsi pekerjaan yang mengepalai beberapa atau seluruh manajer fungsional.
- ❖ **Manager Marketing**
 - a. Mampu memasarkan suatu produk.
 - b. Melayani dan menjaga aset perusahaan.
 - c. Memberikan rasa nyaman dan aman kepada citra perusahaan,
 - d. Membuat laporan penjualan tiap akhir bulan.
- ❖ **Manager Purchase**
 - a. Membeli kebutuhan perusahaan sesuai permintaan manajer.
 - b. Melakukan negosiasi harga pada *supplier*.
 - c. Mengetahui jumlah barang yang dikeluarkan dan diterima.

- ❖ *Maintenance*
 - a. Instalasi, *Maintenance*, serta perbaikan pc dan jaringan LAN, WAN, dan Internet serta bertanggung jawab atas infrastruktur beserta jaringan yang terdapat di perusahaan.
 - b. Melakukan *training* ke *end user* terhadap sistem yang baru atau *upgrade*.
 - c. Membuat laporan perbaikan, perawatan, dan inventaris pc secara berkala.
- ❖ PPIC
 - a. Merencanakan dan mengendalikan proses produksi selesai tepat waktu.
 - b. Memeriksa spesifikasi dan kualitas bahan baku dan produk yang dihasilkan.
 - c. Menyelesaikan permasalahan yang timbul selama proses produksi.
- ❖ *Quality Control*
 - a. Melakukan fungsi kontrol dan pengawasan kualitas *in process*.
 - b. Memeriksa setiap proses pemasukan bahan baku dan pengeluaran barang jadi.
 - c. Menjaga bahan baku dan hasil produksi sesuai dengan spesifikasi.
 - d. Melakukan pengukura mutu.
 - e. Mengendalikan *in process* dan melakukan kegiatan sesuai dengan standar ISO.
- ❖ *Packing*
 - a. Membungkus barang yang telah jadi agar terlindungi.
 - b. Menjaga keutuhan barang.
- ❖ Gudang Umum
 - a. Memeriksa produksi sesuai *order*.
 - b. Memeriksa kualitas barang dan *packing*.
 - c. Mensortir barang-barang yang dinilai berkualitas buruk.
- ❖ Gudang Barang Jadi
 - a. Bertanggung jawab atas pengamanan atau pelaksanaan penyimpanan dan pengiriman produk.
 - b. Menjaga kebersihan dan penetapan yang konsisten
 - c. Mempunyai catatan kemasan, identifikasi, dan pengiriman sesuai dengan prosedur.
 - d. Membuat serah terima pemasukan barang atau pengeluaran barang
 - e. Menyusun *stock* berdasarkan jadwal pengiriman.

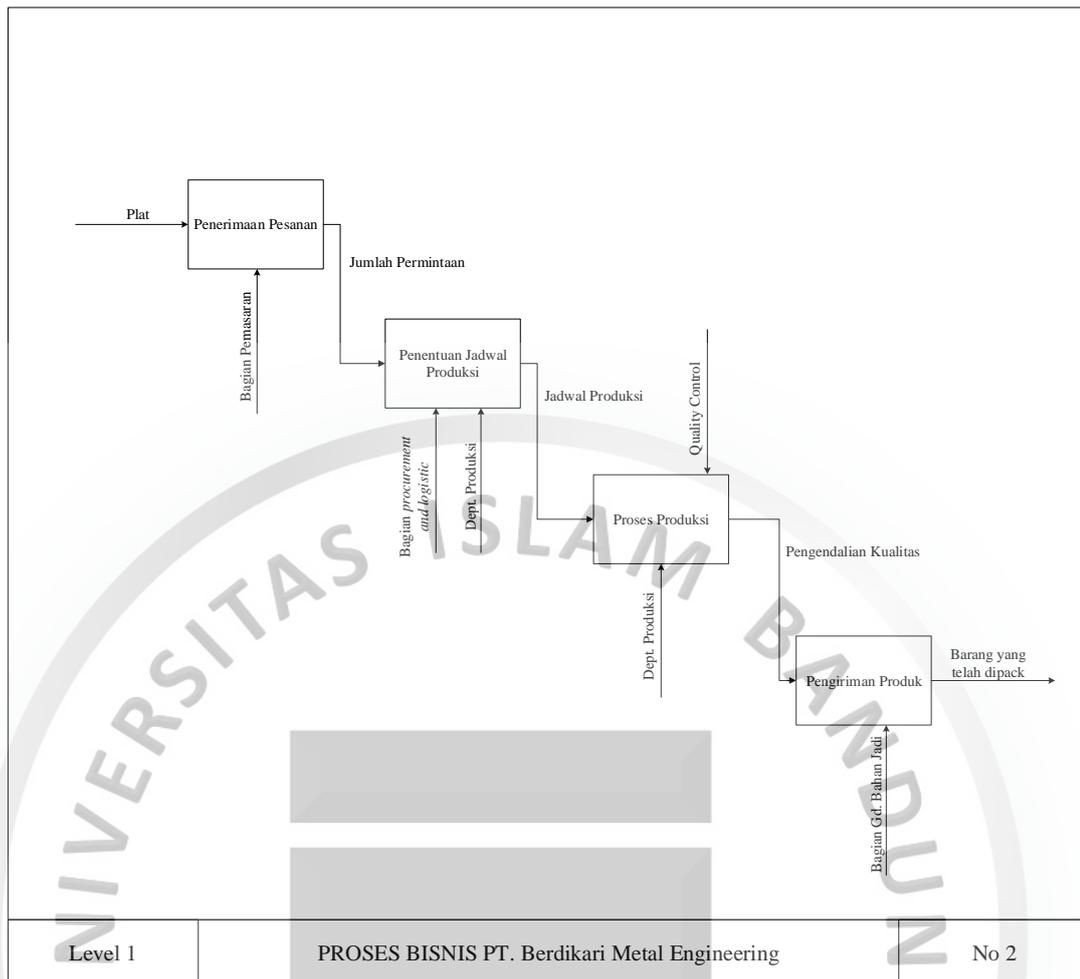
- ❖ Pengiriman
 - a. Menjaga kondisi barang sampai ditangan pelanggan dalam kondisi baik.
 - b. Melakukan pengecekan terhadap barang yang akan dikirim.
 - c. Melakukan pengiriman atau serah terima pada pelanggan.
- ❖ *Human Resources Development* (HRD)
 - a. Menangani dan memilih penerimaan karyawan baru sesuai dengan kriteria.
 - b. Menangani absensi karyawan.
 - c. Melakukan penyaringan calon karyawan (*test* dan *interview*).
 - d. Memantau semua karyawan, dilihat dari kedisiplinan, kerajinan, kebersihan, kerapian, dan keterampilan.
 - e. Menangani semua masalah karyawan dalam perusahaan.

4.1.4 Proses Bisnis Perusahaan

Proses bisnis menggunakan IDEF0 pada PT. Berdikari Metal Engineering ini meliputi order dari pelanggan yang sudah bekerjasama untuk pembuatan suku cadang sepeda motor, proses produksi atau pengemasan produk jadi, pembelian bahan baku dan pendistribusian produk yang dilakukan oleh departemen pemasaran, departemen *procurement and logistic*, departemen produksi dan departemen *quality control* (melakukan control produk *cl outer* dan *outer cover*). Proses bisnis perusahaan produk yang siap didistribusikan ke konsumen dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Proses Bisnis Perusahaan Level 0

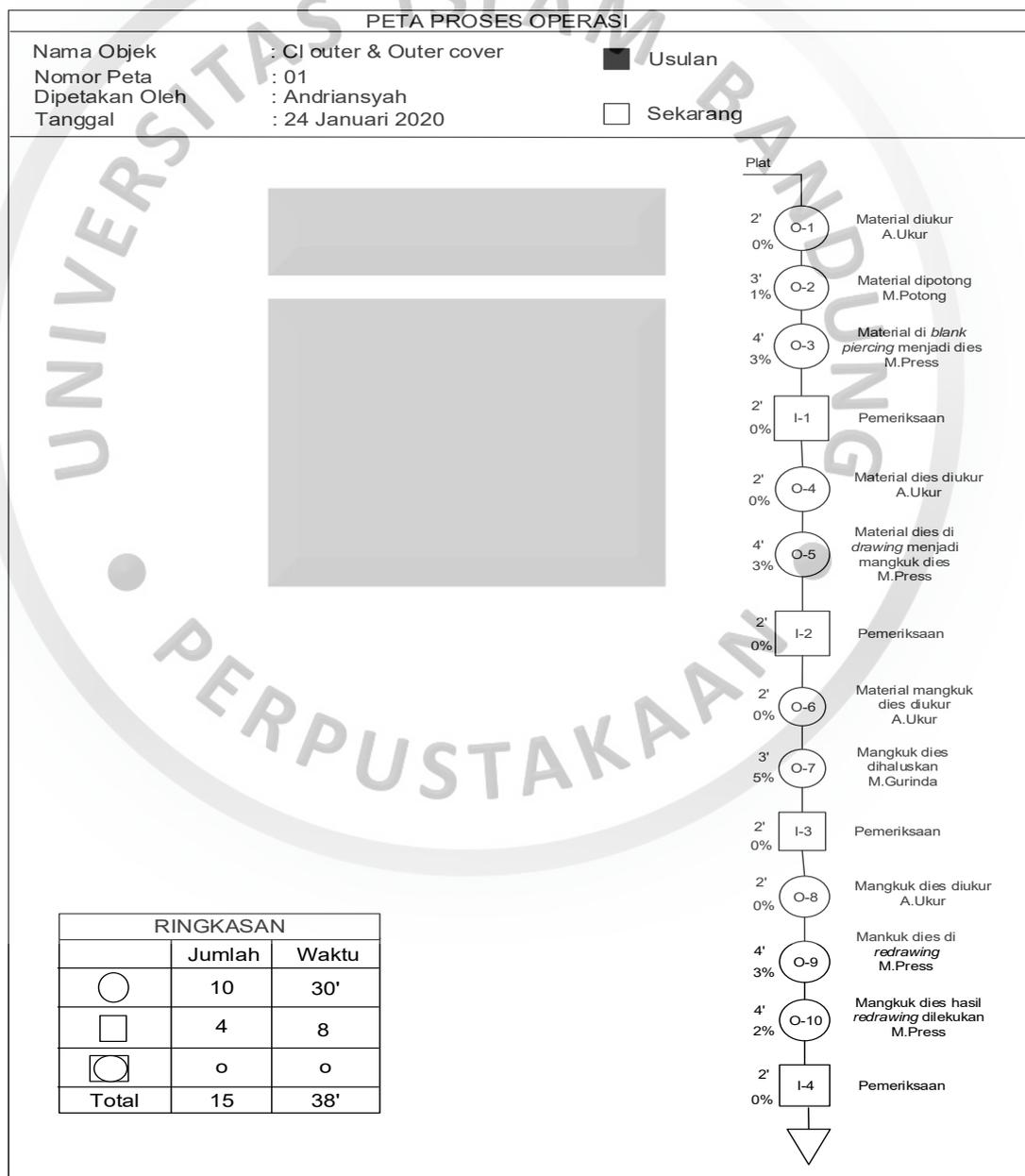


Gambar 4.4 Proses Bisnis Perusahaan Level 1

Tahapan dari proses bisnis PT. Berdikari Metal Engineering ini diawali dari *input* permintaan dari pelanggan kemudian diterima oleh departemen pemasaran yang menghasilkan *output* pemesanan dari departemen pemasaran tersebut, lalu departemen pemasaran berkordinasi dengan departemen *procurement and logistic* untuk pengecekan serta penyediaan bahan baku. Kemudian diberikan ke departemen produksi, departemen produksi meminta bahan baku ke bagian gudang bahan baku. Setelah bahan baku disuplai (*suplly*) ke departemen produksi, selanjutnya proses produksi dilakukan. Setelah proses produksi selesai bagian QC akan mengecek produk-produk tersebut sebelum dikemas (*packing*) ke dalam kardus lalu dikirim ke bagian gudang bahan jadi untuk didistribusikan ke para konsumen. Pemindahan barang-barang tersebut menggunakan alat berat yang telah disiapkan di tiap bagian sesuai kebutuhan dari tiap bagian yang harus dipenuhi setiap harinya.

4.1.5 Alur Proses Produksi

Berdasarkan dari hasil survei lapangan dan wawancara beberapa operator di tiap stasiun kerja proses produksi, sistem produksi pada PT. Berdikari Metal Engineering menggunakan cara proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses, strategi yang digunakan oleh perusahaan yaitu menggunakan strategi produksi *make to order* dan *make to stock* dimana banyaknya jumlah produksi sesuai dengan yang sudah ditargetkan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Adapun peta proses operasi *cl outer* dan *outer cover* seperti dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta Proses Operasi Untuk Cl Outer dan Outer Cover

Berikut ini merupakan uraian mengenai proses produksi *cl outer* dan *outer cover* secara lebih detail di PT. Berdikari Metal Engineering:

- 1) Langkah-langkah proses gudang bahan baku untuk menentukan karakteristik bahan baku untuk perusahaan, material yang di beli sebelumnya dipersiapkan berdasarkan kebutuhan produksi. Spesifikasi bahan baku plat-sphcp dan sphcc:
 - a. Karakteristik material dimensi ketebalan 1,2mm-14mm dan lebar 2000mm
 - b. Komposisi kimia carbon (c) 0.15%, Mangan (Mn) 0.60%, Fosfor (p) 0,050%, Sulphur (s) 0.050% dan Besi (Fe) 0.15%
 - c. Material tahan flek, material tidak tahan karat dan material mudah dibentuk
 - d. Aktivitas yang terdapat di gudang bahan baku ini adalah memeriksa ketersediaan bahan dan mempersiapkan bahan baku untuk produksi.
- 2) Proses produksi *Blank Piercing* (pemotongan plat menjadi *dies*) ini memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam pengoperasian mesin *press*, sebagai berikut:
 - Mengoperasikan material *plat* menjadi bentuk *dies* di stasiun *shearing* (pemotongan material yang masih berbentuk lembaran plat) dan stasiun *trimming* (pemotongan material pada bagian tepi)
 - Bahan baku plat dimasukkan ke dalam mesin *press* 160 ton, posisi plat di bawah dan tetap sementara punch terletak pada bagian atas dan bergerak ke bawah pemotong bagian plat sesuai dengan bentuk *dies* yang ada. Over Load 4-6 Kg/Cm².
 - Untuk menjepit plat digunakan *stopper*. *Stopper* ini berfungsi menekan plat agar pada saat penekanan dengan punch ini tidak terjadi pergeseran yang menyebabkan bahan plat menjadi keriput.
 - Material 1 plat 500kg untuk 15 menit pada mesin *press* dibentuk menjadi *dies* berbentuk bulat. Selesai proses produksi, *scrap* pada material dibersihkan sebelum lanjut ke proses berikutnya.
- 3) Proses produksi *drawing* (pembentukan awal) ini memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam pengoperasian mesin *press*, sebagai berikut :
 - Dari hasil *blank piercing* didapat material *dies* yang sudah dibentuk pada stasiun kerja *steamping* pada mesin *press*. Material *dies* yang berbentuk

bulat dipasangkan pada mesin *press* 250 ton untuk dilakukan proses pembentukan awal menjadi mangkuk bulat.

- Alat ukur Vcaliper 0-300 mm kalibrasi 1 tahun.
 - Pastikan jarak ruang (*clearance*) 3,8%, penekanan terhadap bagian tengah dari bakalan (*blank*) dengan sebuah penekan (*punch*) ke dalam rongga cetakan mangkuk (*dies*) sampai terjadi aliran material masuk ke dalam cetakan. Proses *drawing* akan mengalami pengecilan diameter, hal ini disebabkan adanya tegangan tarik dalam arah radial dan arah tangensial yang akan menimbulkan *wrinkling* (keriput) pada produk.
 - Pemberian gaya tekan pada pemegang bakalan (*blank*) yang terlalu rendah/kecil akan menyebabkan terjadinya keriput, namun bila gaya tekan terlalu besar akan menyebabkan aliran material terhambat, sehingga mangkuk akan terjadi penipisan.
 - Tekanan pada mesin *press* tidak melebihi batas maksimum dari batas kemampuan mesin.
- 4) Proses *piercing* (penghalusan permukaan *dies*) ini memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan pengoperasian mesin *press*, sebagai berikut :
- Material *dies* yang sudah dilakukan proses *drawing* mendapatkan hasil bentuk mangkuk bulat. Clutch manometer 4-6 Kg/Cm². Pastikan posisi *dies* pada mesin *press* 160 ton untuk melakukan penghalusan diatur sesuai dengan prosedur.
 - Alat ukur Vcaliper 0-300mm kalibrasi 1 tahun dan Jig insp kalibrasi 6 bulan. *Pull Gauge* (alat untuk mengukur beban dan gaya gesek) dan *Surface Roughness Tester* (alat untuk mengukur kekerasan permukaan)
 - Pastikan pada saat penghalusan tidak terlalu dalam karena akan menimbulkan gores dan karat. Pada proses penghalusan media pendingin menggunakan air bersih dan pastikan gurinda masih layak terpakai.
 - Proses penghalusan dilakukan dengan standar yang telah ditetapkan, dan juga ketebalan lapisan pada *dies* diatur sesuai dengan ketentuan.
- 5) Proses *redrawing* (pembentukan akhir menjadi produk) ini memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan pengoperasian mesin *press*, sebagai berikut:

- Mesin *press* 160 ton, untuk *redrawing* (pembentukan akhir) di stasiun *steamping* dan stasiun *bending* (proses penekukan part). Pengoperasian mesin *press* diatur sesuai dengan prosedur, kemudian ambil material pasangkan pada bakalan (*blank*) dan penekan (*punch*).
 - Alat ukur Vcaliper 0-300mm kalibrasi 1 tahun dan H.gauge 0-400mm kalibrasi 1 tahun.
 - Periksa *setting* material pada *locator*, agar tekanan sesuai. *Balancing cylindr* 4-6kg/cm², oli dan minyak garis tengah minimum.
 - Pastikan jarak ruang (*clearance*) 3,8%, penekanan terhadap bagian tengah dari bakalan (*blank*) dengan sebuah penekan (*punch*) ke dalam rongga cetakan (*dies*) sampai terjadi aliran material masuk ke dalam cetakan.
 - Setelah dilakukan *redrawing* didapatkan hasil produk *cl outer* dan *outer cover*, selanjutnya dilakukan pengecekan oleh foreman atau QC untuk memastikan material tidak terjadi kecacatan.
- 6) Proses *Final Inspection* (pemeriksaan akhir produk) ini memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam menginspeksi produk yang layak, sebagai berikut:
- Pada proses ini *foreman* atau QC melakukan pengecekan akhir pada produk *cl outer* dan *outer cover* untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan dan pisahkan *part* untuk box kuning (*part repair*) sedangkan box merah (*part reject*).
 - Mendeteksi produk cacat dan produk yang berkualitas rendah terkirim ke pelanggan dengan mengukur ketepatan alat ukur diproduksi sesuai dengan setiap dimensi lebar, ketahanan, kekuatan dan ketebalan dengan satuan mm dan menilai kualitas produk.
- 7) Proses gudang bahan jadi memiliki tahapan yang harus dilakukan dalam pengecekan produk yang sudah lolos inspeksi, sebagai berikut:
- Setelah produk *cl outer* dan *outer cover* telah melewati berbagai proses dan produk tersebut telah siap untuk dikirim pada waktu yang telah ditentukan, maka *cl outer* dan *outer cover* tersebut disimpan di gudang barang jadi agar produk tetap dalam keadaan baik.
 - Sistem pengeluaran dengan FIFO.

4.1.6 Jumlah Produksi dan Jenis Kecacatan Produk

Dalam proses produksi pembuatan produk *cl outer* dan *outer cover* terdapat beberapa jenis kecacatan yang terjadi. Dalam proses pembuatan produk *cl outer* dan *outer cover* terjadi kecacatan diketahui terdapat 3 jenis kecacatan yang terjadi pada perusahaan. Oleh karena itu, mengenai jenis-jenis kecacatan yang terjadi untuk lebih jelasnya seperti dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Jenis Kecacatan dan Penyebab Kecacatan

Jenis Kecacatan	Penyebab	Gambar
Cacat Karat	Pada gudang penyimpanan udara lembab yang banyak mengandung uap air mengakibatkan karat pada produk.	
	Tidak adanya penanganan pencegahan untuk meminimalisir karat pada produk	
	Terjadi karena pada saat proses penghalusan permukaan produk yang tidak rata memudahkan terjadinya karat	
Cacat Gores	Setting mesin yang tidak dikontrol suhunya tanpa sesuai prosedur menimbulkan cacat gores yang disebabkan gesekan permukaan mesin dan produk	
	Operator tidak memperhatikan suhu pada permukaan ketika melakukan proses <i>piercing</i> pada saat produksi yang mengakibatkan terjadinya cacat gores	
	Tidak adanya media pendingin pada permukaan produk akibat gesekan yang terjadi pada saat proses penghalusan dilakukan	
Cacat bengkok	Pada setting mesin <i>press</i> , tekanan untuk pembentukan akhir produk kurangnya pengawasan	
	Kurangnya ketelitian dan konsentrasi operator yang disebabkan oleh stasiun kerja produksi yang terlalu bising	
	Maintenance yang tidak berkala pada mesin <i>press</i> yang menimbulkan cacat bengkok	

Berdasarkan jenis cacat tersebut telah diperoleh data masing-masing jenis kecacatan dari produk *cl outer* dan *outer cover* yang diproduksi pada bulan februari

2018-Januari 2019. Data kecacatan produk diperoleh dari produk yang sudah dikumpulkan oleh operator sesuai dengan jenis cacatnya. Adanya produk cacat yang melewati batas toleransi kecacatan menunjukkan bahwa terdapat penurunan kualitas produk yang dihasilkan. Berikut ini merupakan data jenis kecacatan serta jumlahnya seperti dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Kecacatan Tahun 2018

CL-OUTER						
BULAN	JUMLAH PRODUK	JENIS KECACATAN			TOTAL JUMLAH CACAT	PRESENTASE CACAT
		Karat	Bengkok	Gores		
FEBUARI	26450	140	714	998	1852	7.00%
MARET	27560	136	1118	1226	2480	9.00%
APRIL	28900	129	984	910	2023	7.00%
MEI	33900	121	1061	1191	2373	7.00%
JUNI	35600	156	1056	1280	2492	7.00%
JULI	38900	180	1467	1854	3501	9.00%
AGUSTUS	35700	186	1383	930	2499	7.00%
SEPTEMBER	32780	167	1252	876	2295	7.00%
OKTOBER	29120	177	1179	682	2038	7.00%
NOVEMBER	42350	189	2353	1270	3812	9.00%
DESAMBER	40900	158	1252	1453	2863	7.00%
JANUARI	35600	124	1768	1312	3204	9.00%
TOTAL	407760	1863	15587	13982	31432	7.67%
OUTER COVER						
BULAN	JUMLAH PRODUK	JENIS KECACATAN			TOTAL JUMLAH CACAT	PRESENTASE CACAT
		Karat	Bengkok	Gores		
FEBUARI	22500	150	770	655	1575	7.00%
MARET	23560	146	717	551	1414	6.00%
APRIL	25600	139	778	619	1536	6.00%
MEI	26700	131	766	972	1869	7.00%
JUNI	28400	166	955	867	1988	7.00%
JULI	36000	190	1110	1220	2520	7.00%
AGUSTUS	38790	186	1205	1324	2715	7.00%
SEPTEMBER	28900	177	878	679	1734	6.00%
OKTOBER	29500	170	1176	719	2065	7.00%
NOVEMBER	39970	169	1473	1156	2798	7.00%
DESAMBER	39000	162	1180	998	2340	6.00%
JANUARI	28400	144	654	906	1704	6.00%
TOTAL	367320	1930	11662	10666	24258	6.58%

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan diawali dengan menentukan prioritas kecacatan dengan menggunakan alat kualitas diagram pareto dari *Statistical Quality Control* (SQC) kemudian mengidentifikasi penyebab kecacatan dengan menggunakan *Fishbone* dan melakukan analisis dari kecacatan dengan menggunakan metode *Teorija Resenija Isobretatelskih Zadac* (TRIZ).

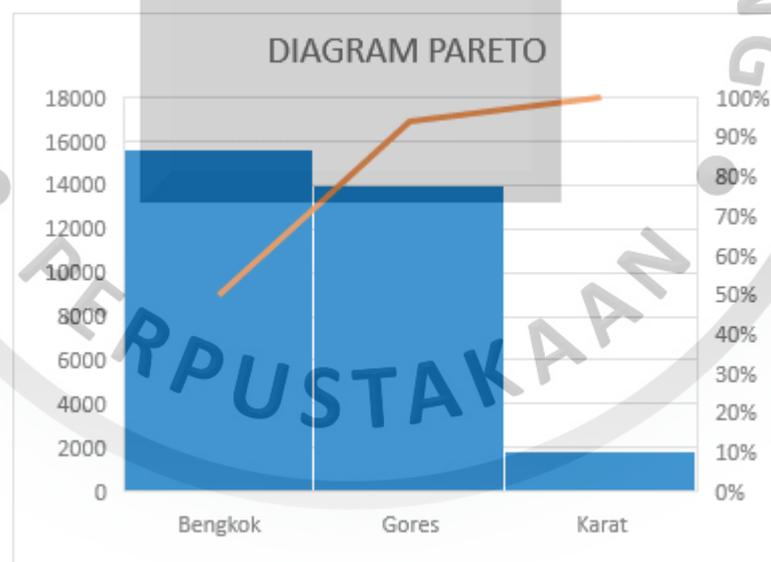
4.2.1 Penentuan Prioritas Kecacatan Dengan Diagram Pareto

Proses penentuan prioritas kecacatan dilakukan dengan menggunakan alat kualitas yaitu diagram pareto. Diagram pareto merupakan salah satu dari tujuh alat gugus mutu yang sering digunakan dalam hal pengendalian mutu. Pada dasarnya, diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian seperti dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Tabel 4.3 Persentase Kecacatan *Cl Outer*

CL-OUTER			
JENIS CACAT	TOTAL	PERSENTASE	PERSENTASE KUMULATIF
Karat	1863	6%	6%
Bengkok	15587	50%	56%
Gores	13982	44%	100%
TOTAL	31432		

Berdasarkan Tabel 4.3 jenis dan jumlah cacat produk *cl outer* menunjukkan jumlah cacat terbesar ada pada jenis cacat bengkok 50%, cacat gores 44% dan cacat karat 4%. Kemudian data jenis-jenis produk cacat akan ditampilkan dalam bentuk persentase kumulatif dan ditampilkan dalam bentuk diagram pareto untuk memperjelas yang akan dijadikan prioritas perbaikan.



Gambar 4. 6 Diagram Pareto *Cl Outer*

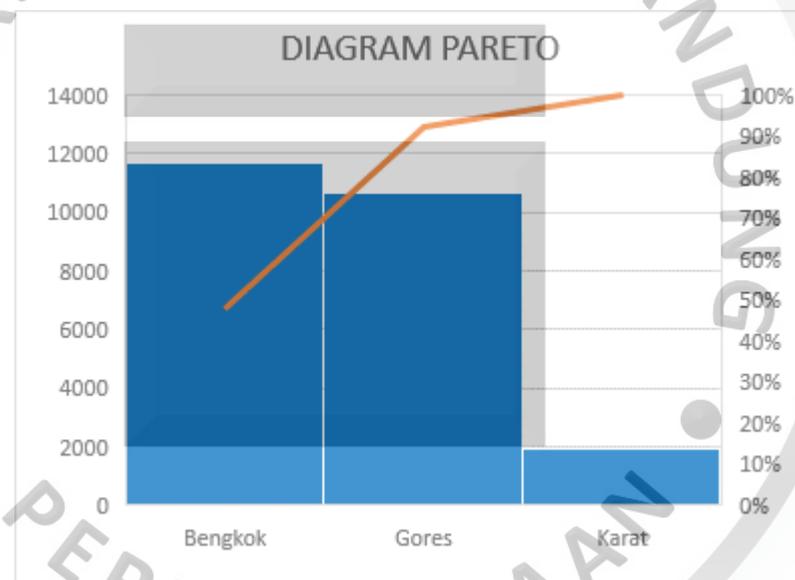
Berdasarkan Gambar 4.6 diagram pareto produk *cl outer* menunjukkan bahwa prioritas kecacatan tertinggi terdapat pada cacat bengkok sebanyak 15587 dan cacat gores sebanyak 13982 sedangkan kecacatan terendah cacat karat sebanyak 1863. Hal ini perlu adanya perbaikan yang harus dilakukan perusahaan dari berbagai beberapa

faktor di antaranya, faktor manusia, faktor mesin, faktor lingkungan, dan faktor bahan baku dalam mengurangi kecacatan tersebut.

Tabel 4.4 Persentase Kecacatan *Outer Cover*

OUTER COVER			
JENIS CACAT	TOTAL	PERSENTASE	PERSENTASE KUMULATIF
Karat	1930	8%	8%
Bengkok	11662	48%	56%
Gores	10666	44%	100%
TOTAL	24258		

Berdasarkan Tabel 4.4 jenis dan jumlah cacat produk *cl outer* menunjukkan jumlah cacat terbesar ada pada jenis cacat bengkok 48%, cacat gores 44% dan cacat karat 4%. Kemudian data jenis-jenis produk cacat akan ditampilkan dalam bentuk persentase kumulatif dan ditampilkan dalam bentuk diagram pareto untuk memperjelas yang akan dijadikan prioritas perbaikan.



Gambar 4.7 Diagram Pareto *Outer Cover*

Berdasarkan Gambar 4.7 diagram pareto produk *cl outer* menunjukkan bahwa prioritas kecacatan tertinggi terdapat pada cacat bengkok sebanyak 11662 dan cacat gores sebanyak 10666 sedangkan kecacatan terendah cacat karat sebanyak 1930. Hal ini perlu adanya perbaikan yang harus dilakukan perusahaan dari beberapa faktor di antaranya, faktor manusia, faktor mesin, faktor lingkungan, dan faktor bahan baku dalam mengurangi kecacatan tersebut.

4.2.2 Identifikasi Penyebab Masalah

Berdasarkan hasil dari diagram pareto terlihat bahwa proses perbaikan yang harus dilakukan yaitu pada permasalahan kecacatan pada cacat gores 44% dan cacat bengkok 50%. Penyebab permasalahan yang memungkinkan terjadinya kecacatan pada produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan atau standar dari perusahaan dapat diuraikan dan untuk penyebab permasalahan, faktor-faktor *fishbone* hanya dilakukan sesuai penyebab yang terjadi yang ada diproses produksi *cl outer* dan *outer cover*. Berikut adalah identifikasi penyebab masalah menggunakan *fishbone*:

❖ Cacat Bengkok

➤ Faktor Manusia

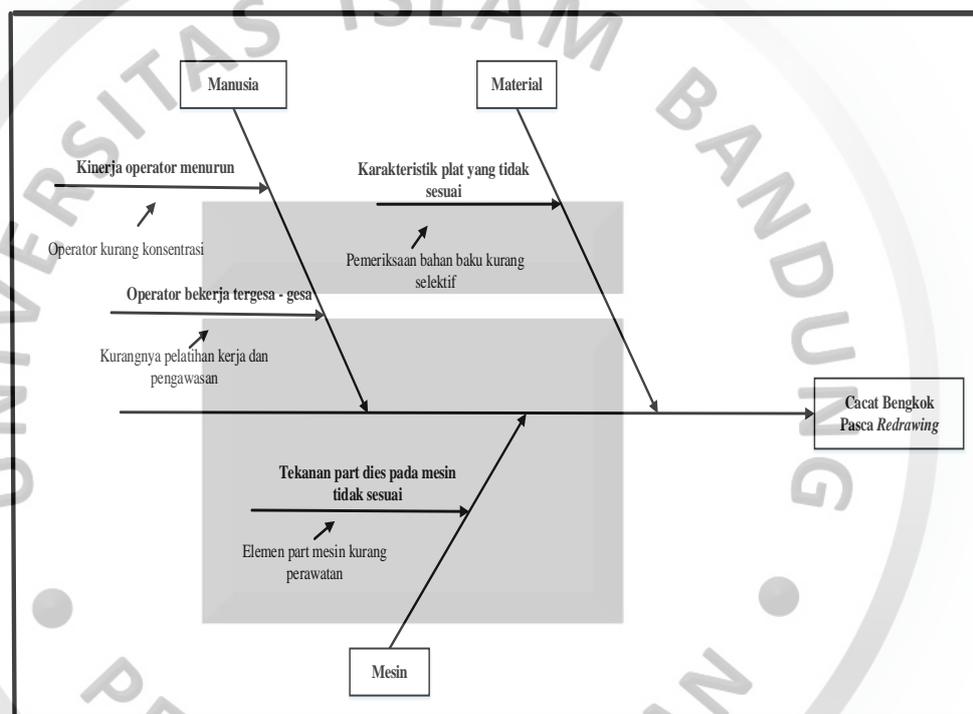
Pada faktor manusia terdapat dua hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk bengkok pasca *redrawing*, yaitu penyebab hal pertama karena kinerja operator menurun yang disebabkan kurangnya konsentrasi operator pada saat proses *redrawing*. Konsentrasi menurun dapat diakibatkan lingkungan kerja yang terlalu bising dan penyebab hal kedua karena operator bekerja secara tergesa-gesa disebabkan kurang pengawasan dikarenakan kurangnya pelatihan kerja secara berkala sehingga sering kali menimbulkan kesalahan pada saat melakukan proses *redrawing* yang mengakibatkan produk menjadi cacat bengkok

➤ Faktor Mesin

Pada faktor mesin terdapat dua hal yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan produk *cl outer* dan *outer cover* pasca *redrawing*, yaitu penyebab hal pertama karena keadaan mesin yang kurang optimal karena adanya elemen alat mesin *press* yang kurang perawatan disebabkan oleh *slide adjust* meter melewati batas atas dan batas bawah sehingga dapat menyebabkan tekanan pada saat proses *redrawing* tidak sesuai menjadi faktor terjadinya kecacatan produk dan penyebab hal kedua karena jangka waktu kalibrasi alat ukur terlalu lama, sehingga keakuratan alat ukur untuk mengecek tingkat kecacatan pada proses *redrawing* kurang optimal.

➤ **Material**

Pada faktor material pemeriksaan material yang kurang *selektif* dan karakteristik material yang tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan dapat menyebabkan kualitas baku kurang baik. Material yang digunakan sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kecacatan bengkok pada produk *cl outer* dan *outer cover*, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan material secara berkala pada saat bahan baku dari *supplier* dikirim ke perusahaan di gudang bahan baku.



Gambar 4.8 Fishbone Cacat Bengkok

❖ **Cacat Gores**

➤ **Faktor Manusia**

Pada faktor manusia terdapat dua hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk gores pasca penghalusan permukaan, yaitu penyebab hal pertama karena proses *piercing* operator kondisi fisik kurang baik sehingga operator kurang optimal pada saat pengoperasian mesin *press* untuk proses produksi yang sedang beroperasi dan penyebab hal kedua karena operator kurang teliti mengakibatkan penghalusan permukaan terlalu dalam yang menimbulkan cacat gores dan konsentrasi para pekerja yang menurun diakibatkan oleh lingkungan yang bising. Hal

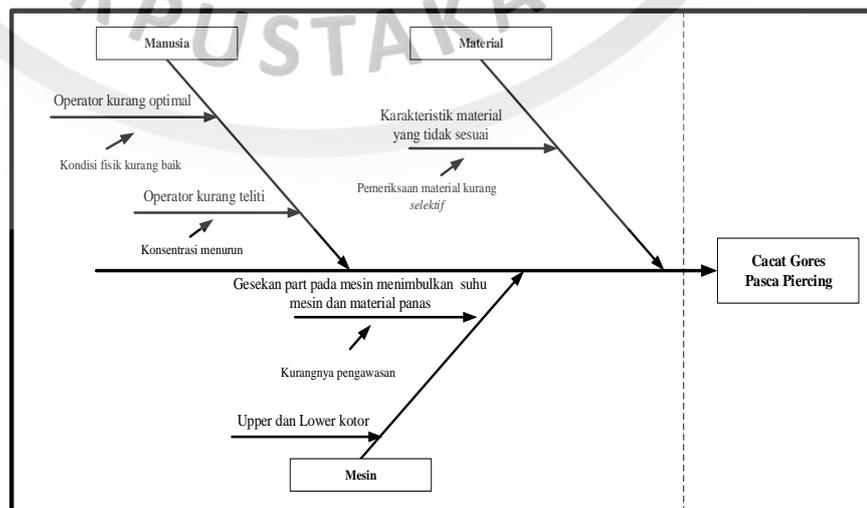
tersebut dikarenakan operator tidak memperhatikan prosedur kerja yang telah ditentukan perusahaan serta kurangnya pengawasan dan kontrol sehingga membuat operator bekerja secara terburu-buru pada saat proses *piercing*.

➤ Faktor Material

Pemeriksaan material yang kurang selektif dan karakteristik material yang tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan dapat menyebabkan kualitas baku yang kurang baik. Material yang digunakan sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kecacatan gores pada produk *cl outer* dan *outer cover*

➤ Faktor Mesin

Penyebab terjadinya tingkat kecacatan produk gores pasca *piercing*, yaitu proses penghalusan permukaan produk yang kurang optimal karena tidak sesuainya pengoperasian mesin *press* yang telah ditentukan perusahaan. Sebelum dilakukan proses *piercing*, salah *setting* mesin *press* saat memompa *grease handpump* untuk melumasi bagian-bagian mesin dan atur tekanan *pressure gauge* agar tidak terjadi gesekan terlalu dalam pada saat proses *piercing* dan pada saat pengoperasian mesin *press* seperti gurinda yang sudah tidak layak pakai serta tidak memastikan *upper* dan *lower* bersih dari *scrap* karena kurangnya pengawasan. Hal tersebut terjadi dikarenakan tidak adanya pengawasan secara berkala dalam melakukan *setting* mesin sehingga menyebabkan kecacatan.



Gambar 4.9 Fishbone Cacat Gores

4.2.3 TRIZ

Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadach (TRIZ) memiliki beberapa langkah dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang terjadi atau dihadapi yaitu mengkategorikan penyebab permasalahan ke dalam 39 parameter TRIZ, membuat matriks kontradiksi, dan melakukan usulan perbaikan berdasarkan 40 prinsip TRIZ.

4.2.3.1 Klasifikasi Identifikasi Permasalahan Berdasarkan 39 Parameter

Setelah didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan dari hasil diagram sebab akibat (*fishbone*) terpilih faktor manusia, faktor mesin, dan faktor material dari cacat gores dan cacat bengkok karena merupakan prioritas kecacatan tertinggi berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Maka dilakukan pengklasifikasian ke dalam 39 parameter teknik, dimana setiap masing-masing faktor ditentukan *improving parameter* yang merupakan parameter yang ingin diperbaiki dan penentuan *worsening feature* yang merupakan parameter dampak dari perbaikan. Berikut ini merupakan pembuatan parameter dari setiap permasalahan:

➤ **Cacat Gores**

Dari beberapa faktor yang terpilih dari diagram sebab akibat akan dilakukan perbaikan untuk mengatasi permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan, maka akan dilakukan peningkatan untuk beberapa aspek yang telah ditentukan. Berikut merupakan tabel dari aspek yang akan ditingkatkan dan dampak dari dilakukannya peningkatan pada cacat gores dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Tabel *Improve* Parameter

Faktor	Penyebab	<i>Improving Parameter</i>	Aspek yang ingin ditingkatkan
Manusia	Kurang optimal / Kondisi fisik kurang baik	(27) <i>Reliability</i>	Meningkatkan keahlian operator
	Operator kurang teliti	(39) <i>Productivity</i>	Produktivitas operator
Material	karakteristik kualitas material tidak sesuai standar	(29) <i>Accuracy of Manufacturing</i>	Pemeriksaan material secara berkala
Mesin	Gesekan <i>part</i> pada mesin menimbulkan suhu mesin dan material panas	(19) <i>Use of energy by moving object</i>	Penambahan pelumas untuk mengurangi panas
	Upper dan lower kotor	(34) <i>Ease of repair</i>	Pemeriksaan mesin secara berkala

Tabel 4.6 Tabel *Worsening* parameter

Faktor	Penyebab	<i>Worsening Parameter</i>	Dampak dari peningkatan
Manusia	Kurang optimal / Kondisi fisik kurang baik	(25) <i>Loss of Time</i>	Dibutuhkan waktu untuk penyesuaian
	Operator kurang teliti	(35) <i>Adaptability or versatility</i>	Adaptasi diri
Material	Karakteristik kualitas material tidak sesuai	(23) <i>Loss of substance</i>	Jumlah material terbuang
Mesin	Gesekan <i>part</i> pada mesin menimbulkan suhu mesin dan material panas	(15) <i>Duration of action by a moving object</i>	Bertambahnya waktu pada proses produksi
	<i>Upper</i> dan <i>lower</i> kotor	(22) <i>Loss of energy</i>	Dibutuhkan tenaga berlebih

Pada tabel di atas memiliki 5 penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat gores. Setelah diklasifikasikan ke dalam 39 parameter didapatkan 5 parameter yang diperbaiki (*improved feature*) dan 5 parameter yang berdampak (*worsened feature*). Berikut ini merupakan uraian dari penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat gores.

1. Kurang optimal / Kondisi fisik kurang baik

Kurang optimal operator ketika melakukan proses produksi merupakan salah satu penyebab tingginya tingkat kecacatan produk gores pasca *piercing*, yaitu kemampuan operator kurang kompeten dan kondisi fisik kurang baik. Hal tersebut dikarenakan operator kurang konsentrasi yang disebabkan oleh lingkungan yang bising. Dengan demikian, diperlukan peningkatan kekuatan fisik operator sehingga memperoleh kondisi fisik yang lebih baik dan meningkatkan kemampuan operator. Perlu adanya peningkatan program kinerja pelatihan kerja yang diberikan kepada operator/karyawan secara berkala. Oleh karena itu, untuk melakukan perbaikan terhadap masalah ini parameter yang akan di perbaiki yaitu (27. *Reliability*). Adanya peningkatan kehandalan individu dalam melakukan pekerjaan dan dibutuhkan waktu untuk mencapai produktivitas yang diinginkan sesuai dengan *worsening* parameter (25. *Lost of time*).

2. Operator kurang teliti

Proses produksi yang dilakukan operator kurang teliti karena konsentrasi operator menurun hal tersebut dikarenakan prosedur kerja yang kurang diperhatikan, kurangnya pengawasan dan kontrol *supervisor*. Sehingga membuat operator bekerja terburu-buru pada saat proses *piercing* dalam hal ini

menimbulkan cacat gores pada *part dies*. Oleh karena itu, membuat operator kurang memperhatikan prosedur kerja yang menyebabkan setting mesin tidak tepat yang berpengaruh terhadap output yang akan diperoleh. Dengan demikian, diperlukan peningkatan terhadap *produktivitas* operator agar dapat bekerja dengan baik sesuai dengan *improving* parameter (39.*Productivity*). Adanya peningkatan produktivitas operator tersebut dibutuhkan adaptasi terhadap pekerjaan yang dilakukan operator agar terbiasa dan selalu memperhatikan prosedur kerja yang sesuai dengan *worsening* parameter (35. *Adaptability or versatility*).

3. Karakteristik kualitas material tidak sesuai Standar bahan baku yang tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan dan pemeriksaan material kurang *selektif* pada saat proses produksi sedang berjalan dapat mengurangi kualitas produk yang dihasilkan, karena material yang digunakan sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Untuk mengatasi hal tersebut, maka hal yang ingin ditingkatkan adalah pemeriksaan secara berkala bahan baku yang sesuai standar perusahaan dan sesuai dengan *improving* parameter. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan dan pemilihan material terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi sesuai dengan (parameter 29: *accuracy of manufacturing*). Namun untuk mencapai perbaikan tersebut akan banyak material yang terbuang sehingga berpengaruh terhadap jumlah produksi (parameter 23: *loss of substance*).
4. Gesakan *part* pada mesin menimbulkan suhu mesin dan material panas Temperatur mesin *press* serta *part* yang panas disebabkan oleh gesekan antara mangkuk *dies* dengan dinding pada mesin *press* pada saat melakukan penghalusan menyebabkan gesekan yang menimbulkan panas pada mangkuk *dies* saat proses produksi, sehingga ketahanan akan gesekan yang terjadi pada mangkuk *dies* yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan. Oleh karena itu, hal yang ingin dicapai yaitu mengurangi panas akibat gesekan dengan menambahkan pelumas sebagai media pendingin pada objek sehingga dapat melakukan fungsinya dan diperlukan proses kalibrasi alat ukur untuk mesin dapat beroperasi dengan optimal sesuai dengan (parameter 33 : *Use of energy by moving object*). Namun untuk mencapai perbaikan tersebut akan berdampak

dengan bertambahnya waktu pada proses produksi sesuai dengan (parameter 15: *Duration of action by a moving object*).

5. *Upper* dan *lower* kotor

Apabila mesin kotor atau adanya kotoran *scrap* yang tertinggal dan tersangkut pada mesin dari proses sebelumnya dapat mengakibatkan terhambatnya proses produksi saat bekerja. Untuk mengatasi hal tersebut, maka hal yang ingin ditingkatkan adalah pemeriksaan mesin secara berkala dengan cara membersihkan sisa kotoran dengan teliti sesuai dengan *improving* parameter (34. *Ease of repair*). Adanya peningkatan *maintenance* pada mesin sehingga *scrap* sisa proses keluar dengan sempurna, ketika melakukan peningkatan tersebut akan berdampak pada tenaga operator yang berlebih dalam membersihkan sisa komponen pada *plat dies* setelah melakukan pekerjaan produksi sesuai dengan *worsening* parameter (22. *Loss of energy*).

➤ **Cacat Bengkok**

Untuk mengatasi masalah ini maka akan dilakukan peningkatan untuk beberapa aspek yang telah ditentukan. Berikut merupakan tabel dari aspek yang akan ditingkatkan dan dampak dari dilakukannya peningkatan pada cacat bengkok dapat seperti dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Tabel *improve* parameter

Faktor	Penyebab	Aspek yang ingin ditingkatkan	<i>Improving Parameter</i>
Manusia	Kurangnya konsentrasi / Kinerja operator menurun	Keahlian operator	(27) <i>Reliability</i>
	Operator bekerja tergesa-gesa	Produktivitas operator	(39) <i>Productivity</i>
Material	Karakteristik kualitas material tidak sesuai	Pemeriksaan material secara berkala	(29) <i>Accuracy of Manufacturing</i>
Mesin	Tekanan pada mesin tidak sesuai dengan <i>plat dies</i> yang menimbulkan bengkok	Mesin dan objek dapat berfungsi dengan baik tanpa kendala	(33) <i>Ease of operation</i>

Tabel 4.8 Tabel *Worsening* parameter

Faktor	Penyebab	Dampak dari peningkatan	<i>Worsening Parameter</i>
Manusia	Kurangnya konsentrasi / Kinerja Operator menurun	Dibutuhkan waktu untuk penyesuaian	(25) <i>Loss of Time</i>
	Operator bekerja tergesa-gesa	Adaptasi diri	(35) <i>Adaptability or versatility</i>
Material	Material tidak sesuai standar	Jumlah material terbuang	(23) <i>Loss of substance</i>
Mesin	Tekanan pada mesin tidak sesuai dengan <i>plat dies</i> yang menimbulkan bengkok	Sistem yang menjadi lebih rumit	(36) <i>Device complexity</i>

Pada tabel di atas memiliki empat penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat bengkok. Setelah diklasifikasikan ke dalam 39 parameter didapatkan 4 parameter yang diperbaiki (*improved feature*) dan 4 parameter yang berdampak (*worsened feature*). Berikut ini merupakan uraian dari penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat bengkok.

1. Kurangnya konsentrasi / Kinerja operator menurun

Kinerja operator menurun ketika melakukan proses produksi merupakan salah satu penyebab tingginya tingkat kecacatan bengkok pada produk pasca *redrawing*, yaitu operator kurang konsentrasi dalam menjalankan proses produksi karena memperhatikan ketentuan perusahaan, sehingga menyebabkan proses pasca *redrawing* mengalami gangguan. Dimana operator tidak mengecek dasar-dasar pengetahuan alat ukur untuk keakuratan dan pengoperasian pada mesin *press*. Hal tersebut dikarenakan operator/karyawan kurang kompeten dalam mengoperasikan mesin *press* dan program pelatihan yang diberikan kepada operator/karyawan tidak dilakukan secara berkala. Sehingga membuat kemampuan karyawan tidak meningkat. Oleh karena itu untuk melakukan perbaikan terhadap masalah ini parameter yang akan diperbaiki yaitu (27. *Reliability*). Adanya peningkatan produktivitas operator tersebut dibutuhkan waktu untuk mencapai produktivitas yang diinginkan sesuai dengan *worsening* parameter (25. *Lost of time*).

2. Operator bekerja tergesa-gesa

Proses produksi yang dilakukan operator tanpa memperhatikan ketentuan standar perusahaan, hal tersebut dikarenakan operator bekerja tergesa gesa sehingga mengabaikan prosedur kerja serta kurangnya pengawasan dan kontrol. Membuat operator bekerja tidak sesuai dengan standar kerja yang sudah ditentukan pada saat proses *redrawing* ketika mesin *press* menekan *plat dies* untuk proses pembentukan akhir. Operator perlu memperhatikan pengaturan mesin *press* pada saat penekanan tersebut dan alat ukur yang digunakan harus tetap akurat pada saat proses *redrawing* dalam memperhatikan rasio bahan baku sesuai dengan SOP. Oleh karena itu, hal yang ingin ditingkatkan adalah produktivitas operator selama bekerja sesuai dengan *improving* parameter (39. *Productivity*). Adanya peningkatan produktivitas operator tersebut dibutuhkan adaptasi terhadap pekerjaan yang dilakukan

operator agar terbiasa sesuai dengan *worsening* parameter (35. *Adaptability or versatility*).

3. Karakteristik kualitas material tidak sesuai

Material utama dalam proses produksi *cl outer* dan *outer cover* ini yaitu *plat*, banyaknya kualitas *plat* yang tidak sesuai dengan standar perusahaan di sebabkan pemeriksaan material kurang selektif oleh operator yang tidak memisahkannya terlebih dahulu sehingga material yang sudah cacat dari awal tetap diproduksi. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan dan pemilahan material terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi sesuai dengan (parameter 29: *accuracy of manufacturing*). Namun untuk mencapai perbaikan tersebut akan banyak material yang terbuang sehingga berpengaruh terhadap jumlah produksi (parameter 23: *loss of substance*).

4. Tekanan pada material dan suhu mesin yang panas

Tekanan antara *plat dies* dengan dinding mesin *press* pada saat melakukan *redrawing* menyebabkan gangguan operasi mesin ketika mangkuk *dies* diproses untuk pembentukan akhir, sehingga ketebalan dari mangkuk *dies* yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan. Keadaan mesin yang kurang optimal karena adanya elemen part mesin kurang perawatan disebabkan oleh *slide adjust* meter tidak boleh melewati batas atas dan batas bawah sehingga dapat menyebabkan tekanan pada saat proses *redrawing* tidak sesuai, menjadi salah satu penyebab terjadinya cacat bengkok pada produk. Oleh karena itu hal yang ingin dicapai yaitu mesin dan objek dapat melakukan fungsinya dengan benar maka diperlukan suatu rancangan untuk mesin dapat beroperasi dengan optimal sesuai dengan (parameter 5 : *Area moving object*). Namun untuk mencapai perbaikan tersebut akan berdampak terhadap sistem yang menjadi lebih rumit sesuai dengan (parameter 36 : *device complexity*).

4.2.3.2 Matriks Kontradiksi

Setelah mengklasifikasikan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kecacatan ke dalam 39 parameter TRIZ kemudian langkah selanjutnya yaitu melakukan pembuatan matriks kontradiksi yang bertujuan untuk mencari solusi yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan dengan mempertimbangkan dampak (*worsened feature*) yang akan terjadi ketika suatu

parameter ditingkatkan (*improved feature*). Berikut ini merupakan matriks kontradiksi untuk permasalahan kecacatan gores.

➤ **Matriks Kontradiksi Cacat Gores**

Tabel 4.9 Matriks Kontradiksi Cacat Gores

No	Improved Feature	Woresening Feature				
		15	22	23	25	35
		Duration of action by a moving object	Loss of Energy	Loss of Substance	Loss of Time	Adaptability or Versatility
19	Use of energy by moving object	28, 35, 6, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	35, 38, 19, 18	15, 17, 13, 16
27	Reliability	2, 35, 3, 25	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 30, 4	13, 35, 8, 24
29	Accuracy of manufacturing	3, 27, 40	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	32, 26, 28, 18	All
34	Ease of Repair	11, 29, 28, 27	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	32, 1, 10, 25	7, 1, 4, 16
39	Productivity	35, 10, 2, 18	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	All	1, 35, 28, 37

Berdasarkan Tabel 4.9 matriks kontradiksi cacat gores diperoleh *inventive principle* dari hasil persilangan antara *improving parameter* dengan *worsening parameter*. Tabel matriks kontradiksi yang dibuat diperoleh ide-ide kreatif yang akan menjadi dasar solusi kreatif dan akan dikembangkan menjadi solusi-solusi, dalam tahap pengembangan solusi yaitu dilakukan penentuan solusi ideal dengan berdasarkan nomor yang telah didapatkan pada kolom matriks kontradiksi untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh perusahaan.

➤ **Matriks Kontradiksi Cacat Bengkok**

Tabel 4.10 Matriks Kontradiksi Cacat Bengkok

No	Improved Feature	Woresening Feature			
		23	25	35	36
		Loss of Substance	Loss of Time	Adaptability or Versatility	Device complexity
27	Reliability	10, 35, 29, 39	10, 30, 4	13, 35, 8, 24	13, 35, 1
29	Accuracy of manufacturing	35, 31, 10, 24	32, 26, 28, 18	All	26, 2, 18
33	Ease of operation	28, 32, 2, 24	4, 28, 10, 34	15, 34, 1, 16	32, 26, 12, 17
39	Productivity	28, 10, 35, 23	All	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24

Berdasarkan Tabel 4.10 matriks kontradiksi cacat bengkok diperoleh *inventive principle* dari hasil persilangan antara *improving parameter* dengan *worsening parameter*. Tabel matriks kontradiksi yang dibuat diperoleh ide-ide kreatif yang akan menjadi dasar solusi kreatif dan akan dikembangkan menjadi solusi-solusi untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh perusahaan.

4.2.3.3 Pengembangan Solusi

Dalam tahap pengembangan solusi yaitu dilakukan penentuan solusi ideal dengan berdasarkan nomor yang telah didapatkan pada kolom matriks kontradiksi yang merupakan hasil dari persilangan antara parameter yang diperbaiki (*improved feature*) dan parameter yang memburuk (*worsened feature*) dengan mempertimbangkan kondisi perusahaan saat ini. Nomor-nomor yang telah didapatkan merupakan solusi-solusi yang tersedia pada empat puluh prinsip kreatif TRIZ.

- **Tabel Pemilihan Solusi Kecacatan Gores**

Tabel 4.11 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Gores

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Kurang optimal / Kondisi fisik kurang baik	(27) Reliability >< (25) Loss of Time	10 : Prioraction (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)	10 : Tindakan awal sebelum hal tersebut di butuhkan (Prioraction) subprinsip a : Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian).
			b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu delivery	
		30 : Flexible membranes or thin film (Membran fleksibel atau film tipis atau kerangka yang flexible)	a. Gunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis bukannya struktur tiga dimensi.	
			b. Mengisolasi objek dari lingkungan eksternal menggunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis.	
		4 : Asymetry (Merubah bentuk simetri menjadi asimetri)	a. Mengubah bentuk suatu objek atau sistem dari simetris ke asimetris	
			b. Jika suatu objek asimetris tingkatkan derajat asimetrisnya	

Lanjutan Tabel 4.11 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Gores

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Operator kurang teliti	(39) <i>Productivity >< (35) Adaptability or Versality</i>	1 : Segmentation (Membagi menjadi ruas-ruas)	a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen	35 : Transformasi parameter atau perubahan parameter (Transformation of properties) subprinsip b : Mengubah konsentrasi atau konsistensi
			b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekut	
			c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi	
		35 : Transformation of properties (Perubahan parameter)	a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).	
			b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.	
			c. Mengubah tingkat fleksibilitas.	
			d. Mengubah suhu atau temperature	
			e. Mengubah karakteristik atau teknik	
		28 : Replacement of a mechanical system (Mengganti ke sistem sensorik)	a. Mengganti metode mekanik dengan metode sensorik (optik, akustik, rasa atau bau)	
			b. Gunakan medan listrik, magnet, dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan obyek.	
			c. Pergantian settingan untuk mesin	
			d. Gunakan bidang bersamaan dengan partikel feromagnetik	
		37 : Thermal expansion (Ekspansi termal)	a. Gunakan ekspansi termal (atau kontraksi) dari material.	
			b. Jika ekspansi termal yang digunakan, pilih beberapa bahan dengan koefisien yang berbeda dari ekspansi termal.	

Lanjutan Tabel 4.11 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Gores

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Karakteristik Kualitas material tidak sesuai standar	(29) Accuracy of Manufacturing >> (23) Loss of substance	35 : Transformation of properties (Perubahan parameter)	a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).	10 : Tindakan awal sebelum hal tersebut di butuhkan (Prioraction) subprinsip a : Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian).
			b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.	
			c. Mengubah tingkat fleksibilitas.	
			d. Mengubah suhu atau temperature	
			e. Mengubah karakteristik atau teknik	
		31 : Porous materials (Obyek atau sistem yang dititipkan)	a. Membuat obyek berpori atau menambahkan elemen berpori (sisipan, pelapis, dll)	
			b. Jika obyek sudah berpori, gunakan pori-pori untuk memperkenalkan bahan atau fungsi yang bermanfaat	
		10 Prioraction (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)	
			b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu delivery	
		24 : Mediator (Perantara)	a. Menggunakan sebuah benda perantara atau proses perantara.	
b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain yang dapat dengan mudah dipindahkan				

Lanjutan Tabel 4.11 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Gores

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Gesekan <i>part</i> pada mesin menimbulkan suhu mesin dan material panas	(19) <i>Use of energy by moving object</i> >< (15) <i>Duration of action by a moving object</i>	28 : Replacement of a mechanical system (Mengganti ke sistem sensorik)	a. Mengganti metode mekanik dengan metode sensorik (optik, akustik, rasa atau bau)	35 : <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter) subprinsip d : Mengubah suhu atau temperature
			b. Gunakan medan listrik, magnet, dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan obyek.	
			c. Pergantian settingan untuk mesin	
		35: <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)	a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).	
			b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.	
			c. Mengubah tingkat fleksibilitas.	
			d. Mengubah suhu atau temperature	
		6 : <i>Universality</i> (Memaksimalkan semua fungsi)	e. Mengubah karakteristik atau teknik	
			a. Membuat bagian dari suatu objek atau sistem melakukan beberapa fungsi (multi fungsi) atau untuk menghilangkan kebutuhan bagian lain.	
		18 : Mechanical vibration (Meningkatkan frekuensi)	a. Menyebabkan suatu benda atau sistem untuk berosilasi atau bergetar.	
			b. Meningkatkan frekuensi getaran.	
			c. Gunakan frekuensi resonansi objek.	
			d. Gunakan piezoelektrik bukan vibrator mekanik.	
			e. Gunakan gabungan osilasi medan ultrasonik dan elektromagnetik.	

Lanjutan Tabel 4.11 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Gores

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Upper dan lower Kotor	(34) <i>Ease of repair</i> >> (22) <i>Loss of energy</i>	1 : <i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)	a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen	19 : Aksi perbaikan secara berkala (<i>Periodic action</i>) subprinsip a : Menggunakan tindakan periodik atau berkala.
			b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat	
			c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi	
		15 : <i>Dynamicity</i> (Membuat objek menjadi dinamis/optimal)	a. Memungkinkan (atau desain) karakteristik objek, lingkungan eksternal, proses atau sistem untuk mengubah menjadi optimal atau menemukan kondisi operasi yang optimal	
			b. Membagi suatu benda menjadi bagian yang mampu bergerak relatif satu sama lain	
			c. Jika suatu benda (atau proses) yang kaku atau tidak fleksibel, membuatnya dapat bergerak atau adaptif.	
		19 : <i>Periodic Action</i> (Aksi perbaikan secara berkala)	a. Menggunakan tindakan periodik atau berkala	
			b. jika tindakan sudah periodik, mengubah besarnya periodik atau frekuensi	
			c. Gunakan jeda antara impuls untuk melakukan tindakan yang berbeda	
		32 : <i>Changing the color</i> (Mengganti warna)	a. Mengubah warna objek atau lingkungan luar.	
			b. Mengubah transparansi objek atau lingkungan luar	

- **Tabel Pemilihan Solusi Cacat Bengkok**

Tabel 4.12 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Bengkok

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Kurang konsentrasi / Kinerja Operator Menurun	(27) Reliability >< (25) Loss of Time	10 : <i>Prioraction</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)	10 : Tindakan awal sebelum hal tersebut di butuhkan (Prioraction) subprinsip a : Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian).
			b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu delivery	
		30 : <i>Flexible membranes or thin film</i> (Membran fleksibel atau film tipis atau kerangka yang flexible)	a. Gunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis bukannya struktur tiga dimensi.	
			b. Mengisolasi objek dari lingkungan eksternal menggunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis.	
		4 : <i>Asymetry</i> (Merubah bentuk simetri menjadi asimetri)	a. Mengubah bentuk suatu objek atau sistem dari simetris ke asimetris	
			b. Jika suatu objek asimetris tingkatkan derajat asimetrisnya	

Lanjutan Tabel 4.12 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Bengkok

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Operator Bekerja tergesa-gesa	(39) <i>Productivity</i> >< (35) <i>Adaptability or Versality</i>	1 : Segmentation (Membagi menjadi ruas-ruas)	a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen	35 : Transformasi parameter atau perubahan parameter (<i>Transformation of properties</i>) subprinsip b : Mengubah konsentrasi atau konsistensi.
			b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat	
			c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi	
		35 : <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)	a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).	
			b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.	
			c. Mengubah tingkat fleksibilitas.	
			d. Mengubah suhu atau temperatur	
			e. Mengubah karakteristik atau teknik	
		28 : <i>Replacement of a mechanical system</i> (Mengganti ke sistem sensorik)	a. Mengganti metode mekanik dengan metode sensorik (optik, akustik, rasa atau bau)	
			b. Gunakan medan listrik, magnet, dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan obyek.	
			c. Pergantian settingan untuk mesin	
			d. Gunakan bidang bersamaan dengan partikel feromagnetik	
		37 : <i>Thermal expansion</i> (Ekspansi termal)	a. Gunakan ekspansi termal (atau kontraksi) dari material.	
			b. Jika ekspansi termal yang digunakan, pilih beberapa bahan dengan koefisien yang berbeda dari ekspansi termal.	

Lanjutan Tabel 4.12 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Bengkok

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Karakteristik kualitas material tidak sesuai	(29) <i>Accuracy of Manufacturing</i> >< (23) <i>Loss of substance</i>	35 : <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)	a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).	10 : Tindakan awal sebelum hal tersebut di butuhkan (<i>Prioraction</i>) subprinsip a : Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian).
			b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.	
			c. Mengubah tingkat fleksibilitas.	
			d. Mengubah suhu atau temperatur	
			e. Mengubah karakteristik atau teknik	
		31 : <i>Porous materials</i> (Obyek atau sistem yang dititipkan)	a. Membuat obyek berpori atau menambahkan elemen berpori (sisipan, pelapis, dll)	
			b. Jika obyek sudah berpori, gunakan pori-pori untuk memperkenalkan bahan atau fungsi yang bermanfaat	
		10 <i>Prioraction</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)	
			b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu delivery	
		24 : <i>Mediator</i> (Perantara)	a. Menggunakan sebuah benda perantara atau proses perantara.	
			b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain yang dapat dengan mudah dipindahkan	

Lanjutan Tabel 4.12 Tabel Pemilihan Solusi Ideal Kecacatan Bengkok

Penyebab	Parameter Konflik	Hasil Solusi Matriks TRIZ	Sub prinsip Inventive Principles	Solusi Ideal
Tekanan pada mesin tidak sesuai dengan plat <i>dies</i> yang menimbulkan bengkok	(33) <i>Ease of operation</i> >< (36) <i>Device complexity</i>	32 : <i>Changing the color</i> (Perubahan warna)	a. Mengubah warna objek atau lingkungan luar.	12 : Menyiapkan kondisi paling dekat (<i>Equipotentiality</i>) subprinsip a : diperlukan suatu perubahan kondisi operasi saat proses produksi bekerja untuk menghilangkan aktivitas tidak diperlukan
			b. Mengubah transparansi objek atau lingkungan luar.	
			c. Untuk mengamati objek atau proses yang susah dilihat gunakan zat aditif.	
		26 : <i>Copying</i> (Menyalin sebuah objek/sistem)	a. Tidak menggunakan sebuah objek tidak tersedia, mahal atau rapuh, tetapi gunakan yang sederhana, atau salinan murah.	
			b. Jika salinan optik yang terlihat sudah digunakan, mengubah panjang gelombang ke inframerah atau ultraviolet.	
			c. Ganti objek/system/ proses dengan salinan optik atau gambar.	
		17 : <i>Moving to a new dimension</i> (Berpindah ke dimensi yang baru)	a. Memindahkan objek atau sistem dalam ruang dua atau tiga dimensi.	
			b. Gunakan pengaturan bertingkat atas benda-benda bukan pengaturan bertingkat satu.	
			c. Memiringkan/reorientasi objek, meletakkannya pada sisinya.	
		12 : <i>Equipotentiality</i> (Menyiapkan kondisi paling dekat)	a. Posisi perubahan yang terbatas (perubahan kondisi operasi untuk menghilangkan aktivitas tidak perlu).	