

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan terbagi menjadi 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh yaitu berupa data tahapan proses produksi dan data penyebab kecacatan dari hasil wawancara antara peneliti dengan pihak perusahaan, sedangkan data sekunder yang diperoleh berupa data perusahaan yang telah terdokumentasi.

##### **4.1.1 Sejarah Perusahaan**

PT. Alcomex adalah perusahaan aluminium yang berbasis di Kampung Mariuk RT 004 RW 002, Ganda Mekar Cikarang Barat, Kab. Bekasi, Jawa Barat 17530 Indonesia. PT. Alcomex mulai beroperasi pada bulan Agustus 2007. Pabrik yang berlokasi di Cibitung ini memiliki luas tanah 93.315 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 12.000 ton per tahun.

Dengan peningkatan pesat dalam penggunaan aluminium di Indonesia dan di seluruh dunia, permintaan produk aluminium pun akan semakin meningkat. Oleh karena itu perusahaan perlu memaksimalkan kegiatan produksi untuk menghasilkan produk jadi yang berkualitas guna memenuhi seluruh permintaan konsumen.

##### **4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan**

Berikut Visi dan Misi dari PT. Alcomex.

➤ **Visi**

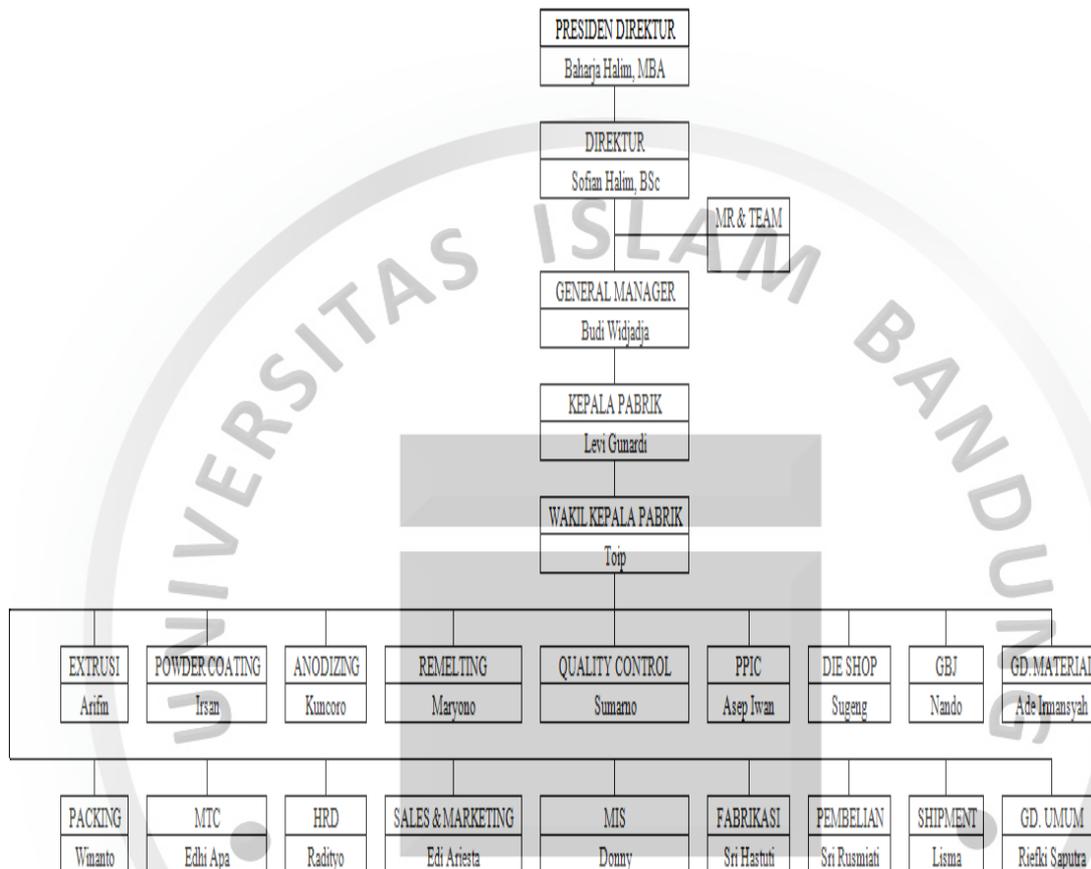
Menjadi produsen utama produk *extrusion* aluminium dan barang jadi aluminium di kawasan (Asia Pasifik).

➤ **Misi**

PT. Alcomex Indo berkomitmen untuk menyediakan ke pelanggan dengan kualitas produk dan layanan yang terbaik yang dapat memenuhi semua standar kinerja yang ditetapkan, baik kualitas maupun kehandalan. Seluruh karyawan bertanggung jawab untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menerapkan program perbaikan terus-menerus dan meningkatkan kualitas produk dan layanan.

### 4.1.3 Struktur Organisasi

Hubungan aktivitas dan fungsi serta kegiatan pekerjaan antara yang satu dengan yang lainnya dapat digambarkan dengan jelas dengan menggunakan struktur organisasi. Struktur organisasi yang ditetapkan oleh PT. Alcomex Indo dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi

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

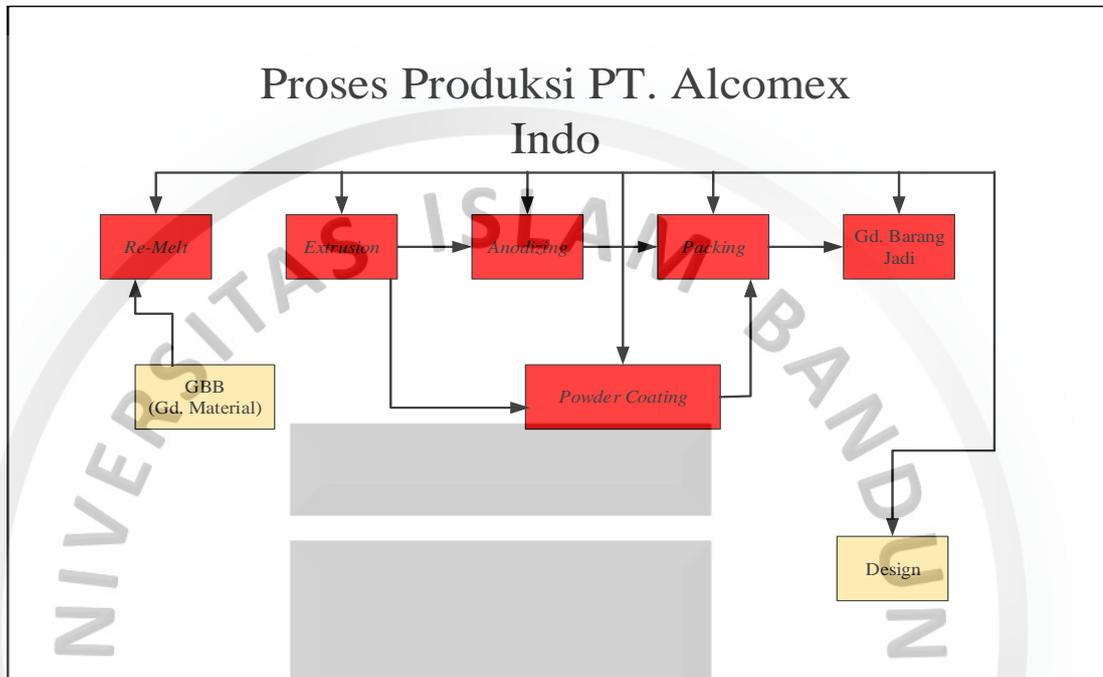
- ❖ Direktur Utama
  - a. Bertindak sebagai pimpinan utama.
  - b. Memiliki hak dan kuasa penuh terhadap proses bisnis yang ada pada PT. Alcomex.
  - c. Mengambil keputusan yang berhubungan dengan kegiatan bisnis pada PT. Alcomex.
  - d. Bertanggung jawab penuh apabila perusahaan mengalami kebangkrutan.
  - e. Menetapkan visi dan misi PT. Alcomex.
  - f. Menjaga stabilitas perusahaan.

- ❖ **Direktur**
  - a. Menjalankan amanat dan perintah dari direktur utama.
  - 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.
- ❖ **Kepala Pabrik**
  - 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.
- ❖ **Penjualan**
  - 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.
- ❖ **Pembelian**
  - 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.
- ❖ **Extrusion**

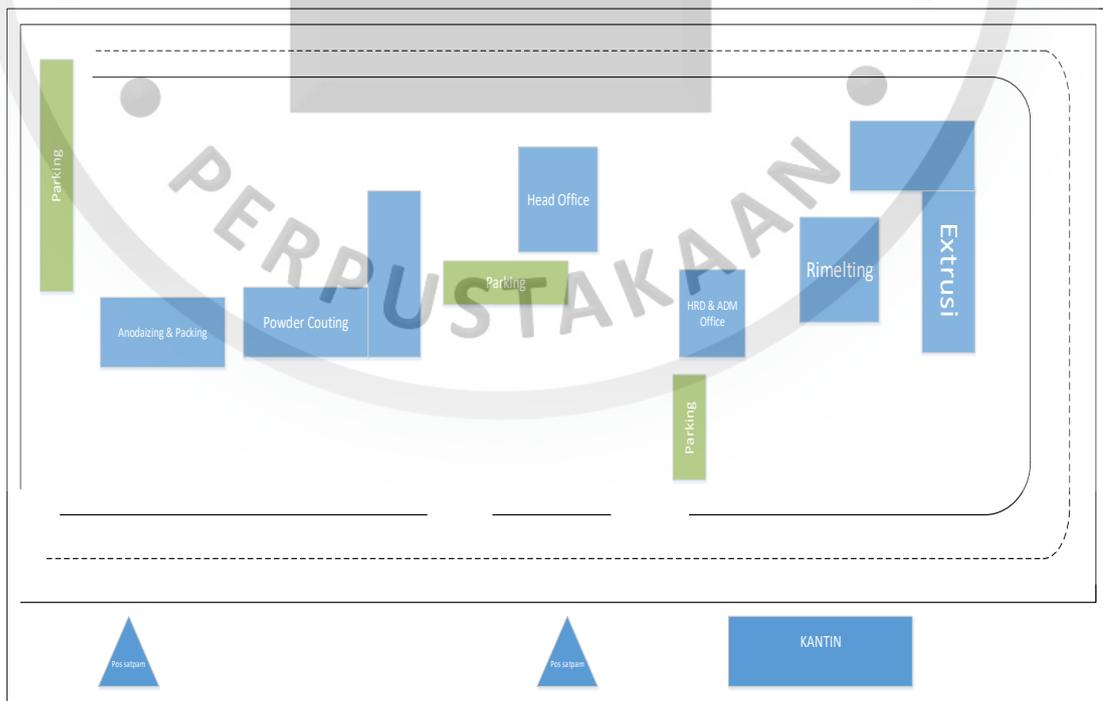
- a. Melakukan kontrol pada proses pembentukan barang sesuai kode barang.
- b. Menjaga kualitas barang pada proses produksi.
- ❖ *Anodizing*
  - a. Melakukan proses pewarnaan pada aluminium sesuai pesanan pelanggan.
  - b. Memonitoring proses pewarnaan untuk menjaga kualitas barang.
- ❖ *Quality Control*
  - a. Melakukan fungsi kontrol dan pengawasan kualitas *process*.
  - b. Menjaga bahan baku dan hasil produksi sesuai dengan spesifikasi.
  - c. Melakukan pengukuran mutu.
  - d. 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 di tangan 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, kerapihan, dan keterampilan.
- e. Menangani semua masalah karyawan dalam perusahaan.

#### 4.1.4 Alur Proses Produksi



Gambar 4.2 Alur proses produksi aluminium



Gambar 4.3 Lay out produksi

Berikut ini merupakan uraian mengenai proses produksi aluminium secara lebih detail di PT. Alcomex Indo:

1) Gudang Bahan Baku

Material *ingot* yang dibeli sebelumnya dipersiapkan berdasarkan kebutuhan produksi. Aktivitas yang terdapat di gudang bahan baku ini adalah memeriksa ketersediaan bahan dan mempersiapkan bahan baku untuk produksi.

2) *Remelt*

Proses produksi *remelt* ini memiliki jumlah karyawan 48 orang yang memiliki tugasnya masing-masing. Pada proses *remelt* bahan baku dilebur dalam suatu dapur peleburan. Bahan baku yang digunakan dalam proses ini yaitu disebut *ingot*, suhu dapur sekitar  $730^{\circ}\text{C}$ , sehingga aluminium yang dipanaskan berbentuk cair. Titik leleh aluminium adalah  $560^{\circ}\text{C}$  dan waktu yang dibutuhkan untuk proses peleburan yaitu 7-8 jam hingga berbentuk *billet*. Proses peleburan memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan pengoperasian, tahapan tersebut yaitu sebagai berikut:

- Mengoperasikan dapur peleburan
  - Bahan baku dimasukkan ke dalam dapur peleburan sesuai dengan spesifikasi. Proses ini memakan waktu  $\pm 2$  jam.
  - Temperatur logam cair saat proses *melting* dipastikan sesuai dengan prosedur. Bahan baku dipanaskan proses ini disebut *melting*. Waktu yang dibutuhkan  $\pm 1\frac{1}{2}$  jam
  - Bahan panduan ditambahkan sesuai dengan rasio bahan baku, kemudian pastikan komposisi kimia sesuai dengan spesifikasi.
  - Kemudian aluminium yang telah cair dialirkan melalui proses *degassing* atau *inline degassing*.
- Melakukan pencetakan *log billet*
  - Aluminium cair di cetak melalui *mold* sesuai dengan dimensi yang direncanakan proses ini disebut *casting*. Hasil *casting* berupa *billet* (berbentuk silinder pejal panjang seperti tiang). *Billet* adalah hasil dari peleburan *ingot* aluminium dengan menambahkan unsur-unsur lain seperti Si, Mg, Ti, dll. Ada 2 macam kuran *billet* yaitu diameter 5 *inch* dan 7 *inch*. Panjang *billet* bervariasi antara 12 *inch* hingga 26 *inch*.

- Proses pemotongan dengan mesin *cutting* sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Panjang *billet* bervariasi, hal ini disesuaikan dengan ukuran dan bentuk profil yang ingin dibuat.

### 3) *Extrusion*

Pada proses produksi mesin ekstrusi ini terdiri dari 56 orang karyawan yang dimana setiap karyawan tersebut memiliki tugasnya masing-masing.

- Pemeriksaan kondisi mesin sebelum operasi:
  - Temperatur oli di bawah 50°C
  - *Voltage* antara 342-420 volt
  - Tekanan angin antara 5-7 kg/cm<sup>2</sup>
  - Temperatur kontainer 410°C
- Menjalankan mesin ekstrusi
  - *Billet* dari *oven* dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam *billet loader* untuk dimasukkan ke dalam *container* dengan cara menggerakkan *stem (main ram)* sampai profil ekstrusi keluar melalui lubang *die* dan berhenti sampai sisa tebal *billet* yang ditentukan dalam prosedur. Selain itu, terdapat pula untuk mesin *press* yang menggunakan *short stroke (compact extrusion)*, posisi *billet* berada di depan kontainer.
  - *Container* dan *fixed dummy block* yang merupakan salah satu bagian kritis mesin yang dalam operasinya memerlukan derajat temperatur tertentu.
  - Tekanan ekstrusi maksimum tidak melebihi batas maksimum dari batas kemampuan mesin.
- Pada saat proses atau selama proses ada beberapa parameter *pressure* dalam mesin yang harus tetap terkontrol seperti:
  - *Main ram* (pompa utama) = Max 2100 Pa
  - *Sealing container* = Max 1400 Pa
  - Pompa pilot = Max 50 Pa
  - *Die slide* = Max 1400 Pa
  - *Loader billet* = Max 50 Pa
  - Pompa kontainer = Max 1400 Pa
- Perusahaan memiliki 2 mesin ekstrusi yang masing-masing memiliki kapasitas 1800 ton dan 880 ton.

- a) Ekstrusi 1800 ton:
    - Target optimal mesin 650 kg/jam *recovery* 80 %
    - Panjang *run out* 40 m
    - *Ram speed* 10 *inch*/menit
    - Tingkat kekerasan profil 13-14 *webster*
  - b) Ekstrusi 880 ton:
    - Target optimalisasi 330 kg/jam
    - Panjang *run out*: 34 m, *ram speed* 10 *inch*
    - Tingkat kekerasan profil 13-14 *webster*
- 4) *Anodizing*
- Melaksanakan proses *finishing* profil dengan anodisasi dengan jumlah operator 53 orang. Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan *anodizing*
    - Aluminium profil dicelupkan ke dalam bak larutan sesuai dengan prosedur yang berlaku.
    - Pastikan kuat arus (ampere) pada *rectifier* atau *transformer* diatur sesuai dengan prosedur.
    - Proses pewarnaan dilakukan dengan standar warna yang telah ditetapkan, dan juga ketebalan lapisan anodisasi diatur sesuai dengan prosedur.
- 5) *Powder Coating*
- Melakukan proses *powder coating* dengan jumlah operator 35 orang. Berikut ini tahapan melakukan *powder coating*.
    - *Conveyor* untuk *loading* profil diatur sesuai dengan prosedur kemudian profil yang di *loading* dipastikan kering.
    - Posisi *spray gun* dan parameter proses diatur sebelum profil masuk ke area *powder booth*. Kemudian *deposit powder* pada profil diatur untuk proses *curing* dipastikan sesuai dengan prosedur.
- 6) *Packing*
- Pada proses ini dilakukan pengepakan produk dalam plastik agar produk tidak mudah kotor.
  - Terdapat 30 operator pada stasiun *packing*.
- 7) Gudang Barang Jadi

- Setelah aluminium telah melewati berbagai proses dan aluminium tersebut telah siap untuk dikirim pada waktu yang telah ditentukan, maka aluminium tersebut disimpan di gudang barang jadi agar produk tetap dalam keadaan yang baik.
- Terdapat 15 operator pada stasiun gudang barang jadi.

#### 4.1.5 Jenis Kecacatan Produk

Pada proses ekstrusi akan menghasilkan aluminium profil yang dimana aluminium itu berbentuk lempengan dengan diameter dan panjang yang ukurannya sesuai dengan keinginan konsumen. Dalam proses produksi pembuatan aluminium profil ini terdapat beberapa jenis kecacatan yang terjadi. Dalam pembuatan aluminium profil terjadi diketahui terdapat 4 jenis kecacatan yang terjadi pada perusahaan. Oleh karena itu untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini mengenai jenis-jenis kecacatan yang terjadi.

##### 1. Cacat keropos

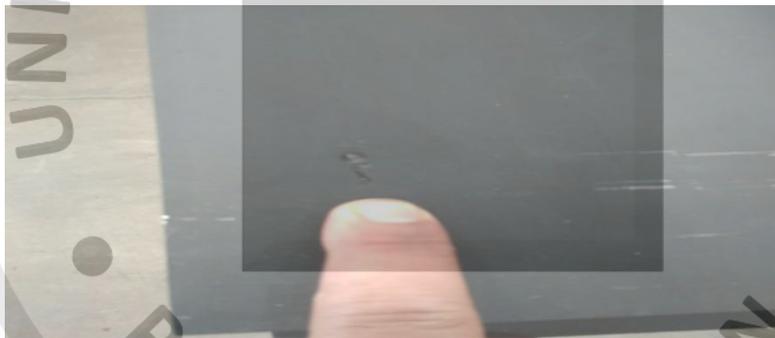
Setelah dilakukan pengecekan dari hasil proses ekstrusi ditemukan aluminium yang hancur atau rapuh. Dampak yang terjadi akibat cacat keropos ini yaitu aluminium profil tersebut dilakukan proses *rework* dan membuat perusahaan harus mengeluarkan biaya lebih untuk proses tersebut. Cacat keropos ini terjadi pada 2 stasiun kerja yaitu stasiun *remelt* dan stasiun ekstrusi. Berikut penjelasannya:

##### a. Stasiun *remelting*

Komposisi kimia *billet* hasil proses *remelting* tidak memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan, sehingga mengakibatkan *billet* tidak memiliki karakteristik yang diinginkan seperti dari segi kekuatan, keelastisan, keausan, dll. Hal tersebut dikarenakan operator yang bekerja tanpa memperhatikan SOP dengan baik dan operator yang tidak teliti dalam memperhitungkan komposisi bahan kimia dikarenakan konsentrasi yang menurun akibat kondisi lingkungan kerja yang sangat bising, sehingga mengganggu konsentrasi pekerja.

##### b. Stasiun ekstrusi

Aluminium profil hasil proses ekstrusi sering terdapat cacat keropos yang diakibatkan oleh temperatur mesin yang tidak sesuai dengan prosedur, sehingga pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer dan apabila suhu mesin tidak sesuai dengan prosedur akan mengakibatkan gesekan bertambah besar akibat terbentuknya oksida pada permukaan *billet* atau keadaan *die* ekstrusi yang kotor yang diakibatkan beberapa bahan yang diekstrusi dapat menempel ke permukaan *die* dan menghasilkan aluminium yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan. Apabila ditemukan cacat keropos tindakan yang dilakukan perusahaan yaitu memisahkan aluminium profil tersebut dan kemudian dilakukan proses *rework* dan kemudian bagian *quality control* memberitahukan kepada operator untuk mengecek mesin yang menyebabkan cacat keropos tersebut. Cacat kerpos ini menjadi prioritas kualitas dikarenakan jumlah kecacatan yang sangat tinggi sehingga dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan dengan menambah biaya produksi *rework*. Jenis cacat keropos dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Cacat keropos

2. Cacat retak

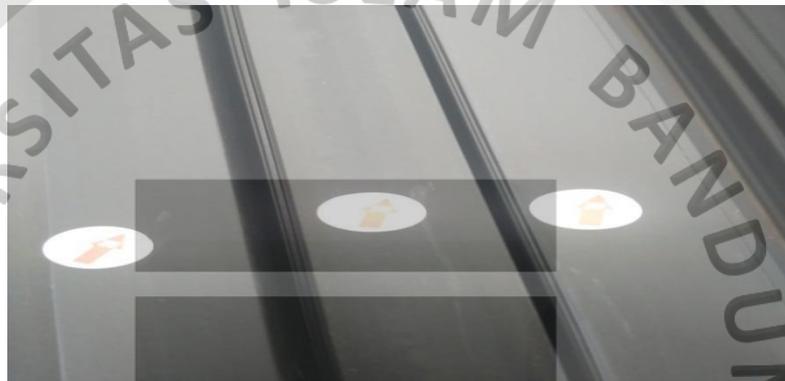
Cacat retak memiliki faktor yang sama dengan cacat keropos dimana kecacatan ini terjadi di stasiun ekstrusi. Dampak yang diakibatkan cacat ini yaitu perusahaan harus melakukan *rework* dan perlu penambahan biaya produksi kembali. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor di antaranya yaitu:

- a. Temperatur mesin yang tidak sesuai dengan prosedur, sehingga pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer.
- b. Operator kurang teliti dalam memperhitungkan rasio bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi yang mengakibatkan karakteristik material yang tidak sesuai ketentuan yang telah dilakukan. Operator

kurang teliti dalam melakukan pekerjaan disebabkan konsentrasi yang menurun akibat kondisi lingkungan yang sangat bising dan mengganggu.

- c. Operator bekerja tidak sesuai SOP yaitu dimana operator tidak mengawasi dan memperhatikan mesin ketika melakukan proses produksi yang mengakibatkan terjadinya masalah pada mesin.

Apabila ditemukan cacat retak tindakan yang dilakukan perusahaan yaitu memisahkan aluminium profil tersebut dan kemudian dilakukan proses *rework* dan kemudian bagian *quality control* memberitahukan kepada operator untuk mengecek mesin yang menyebabkan cacat retak tersebut. Jenis cacat retak dapat dilihat pada Gambar 4.5



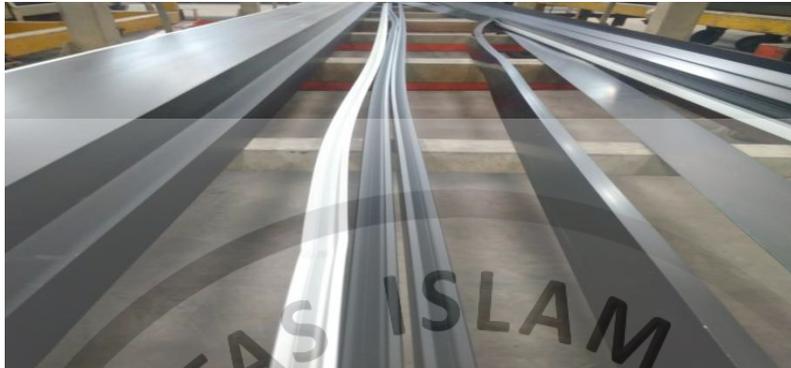
Gambar 4.5 Cacat retakan

3. Cacat bengkok

Produk dikatakan cacat bengkok dimana produk tersebut memiliki bentuk yang tidak simetris atau terdapat lengkungan pada produk tersebut, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Hambatan pada *run out table* diakibatkan operator yang tidak mengawasi proses produksi dan operator yang telat dalam memindahkan aluminium profil yang keluar dari mesin ekstrusi yang mengakibatkan terjadinya hambatan.
- b. Operator kurang teliti dalam memperhitungkan rasio bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi yang mengakibatkan karakteristik material yang tidak sesuai ketentuan yang telah dilakukan. Operator kurang teliti dalam melakukan pekerjaan disebabkan konsentrasi yang menurun akibat kondisi lingkungan yang sangat bising dan mengganggu.
- c. Keadaan *die* ekstrusi yang kotor yang diakibatkan beberapa bahan yang diekstrusi dapat menempel kepermukaan *die* yang mengakibatkan aluminium yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan.

Apabila ditemukan cacat bengkok tindakan yang dilakukan perusahaan yaitu memisahkan aluminium profil tersebut dan kemudian dilakukan proses *stretching* agar aluminium profil tersebut dapat lurus kembali apabila memungkinkan. Jenis cacat bengkok dapat dilihat pada Gambar 4.6



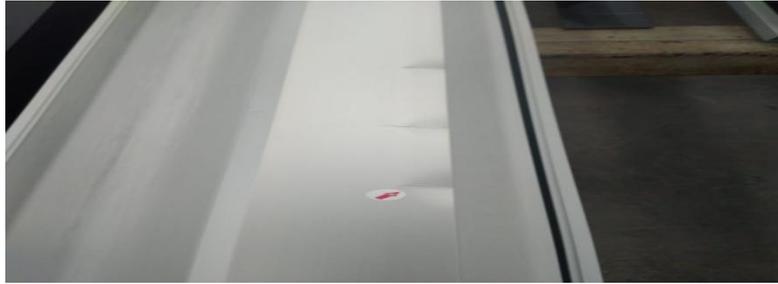
Gambar 4.6 Cacat bengkok

4. Cacat penyok

Produk dikatakan cacat penyok dimana produk tersebut memiliki bentuk permukaan yang tidak rata, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Operator bekerja tidak sesuai SOP dalam melakukan penyimpanan pada gudang bahan jadi dimana operator melakukan penumpukan material yang tidak sesuai dengan ukuran dan beratnya, aluminium yang berat ditumpuk ke atas aluminium yang lebih ringan, sehingga aluminium profil tersebut menjadi penyok.
- b. Operator kurang teliti dalam memperhitungkan rasio bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi yang mengakibatkan karakteristik material yang tidak sesuai ketentuan yang telah dilakukan. Operator kurang teliti dalam melakukan pekerjaan disebabkan konsentrasi yang menurun akibat kondisi lingkungan yang sangat bising dan mengganggu.
- c. Temperatur media pendingin yang tidak sesuai dengan prosedur, sehingga pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer.

Apabila ditemukan cacat penyok tindakan yang dilakukan perusahaan yaitu memisahkan aluminium profil tersebut dan kemudian dilakukan proses *rework/stretching* dan kemudian bagian *quality control* memberitahukan kepada operator untuk mengecek material yang lainnya. Jenis cacat penyok dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Cacat penyok

Berdasarkan jenis cacat tersebut telah diperoleh data masing-masing jenis kecacatan dari produk aluminium profil yang diproduksi pada bulan Januari-Agustus 2018. Data kecacatan produk diperoleh dari produk yang sudah dikumpulkan oleh operator sesuai dengan jenis cacatnya. Berikut ini merupakan data jenis kecacatan serta jumlahnya yang akan ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data kecacatan tahun 2018

| BULAN    | JUMLAH PRODUKSI (kg) | JENIS KEKACATAN ALUMINIUM |              |              |             | TOTAL (kg) |
|----------|----------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------|------------|
|          |                      | KEROPOS (kg)              | RETAKAN (kg) | BENGGOK (kg) | PENYOK (kg) |            |
| JANUARI  | 745.989              | 16.228                    | 15.548       | 12.117       | 9.481       | 53.374     |
| FEBRUARI | 854.190              | 17.380                    | 15.693       | 12.932       | 10.976      | 56.981     |
| MARET    | 941.443              | 20.585                    | 18.259       | 15.508       | 13.974      | 68.326     |
| APRIL    | 785.536              | 15.674                    | 10.806       | 6.547        | 6.778       | 39.805     |
| MEI      | 683.735              | 16.264                    | 13.615       | 7.651        | 5.869       | 43.399     |
| JUNI     | 489.438              | 10.634                    | 8.315        | 5.255        | 7.759       | 31.963     |
| JULI     | 555.785              | 11.378                    | 10.889       | 7.943        | 6.553       | 36.763     |
| AGUSTUS  | 544.297              | 13.505                    | 10.913       | 7.973        | 5.946       | 38.337     |
| TOTAL    | 5.600.413            | 121.648                   | 104.038      | 75.926       | 67.336      | 368.948    |

Sumber: Data PT. Alcomex Indo (2018)

## 4.2 Pengolahan Data

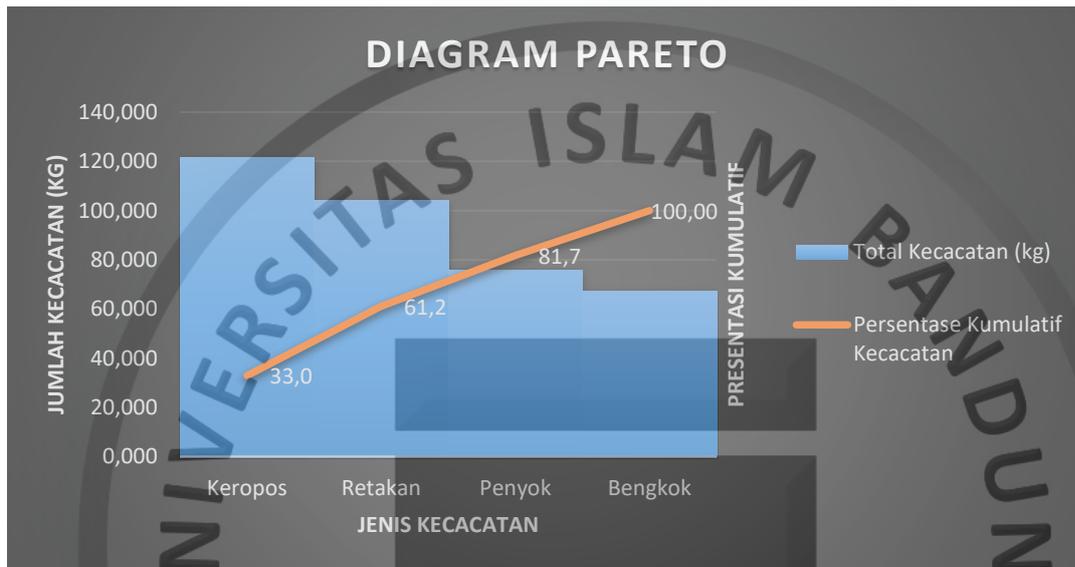
Pengolahan data yang dilakukan diawali dengan menentukan prioritas kecacatan dengan menggunakan alat kualitas dari *Statistical Quality Control* (SQC) kemudian mengidentifikasi penyebab kecacatan dengan menggunakan diagram *fishbone* dan melakukan analisis dari kecacatan dengan menggunakan metode *Teoriija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

### 4.2.1 Penentuan Prioritas Kecacatan dengan Menggunakan 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.

Tabel 4.2 Persentase kecacatan

| Jenis Kecacatan | Total Kecacatan (kg) | Persentase Kecacatan | Persentase Kumulatif Kecacatan |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Keropos         | 121.648              | 33 %                 | 33 %                           |
| Retakan         | 104.038              | 28,2 %               | 61,2 %                         |
| Penyok          | 75.926               | 20,6 %               | 81,7 %                         |
| Bengkok         | 67.336               | 18,3 %               | 100 %                          |
| Total           | 368.948              |                      |                                |



Gambar 4.8 Diagram pareto

#### 4.2.2 Identifikasi Penyebab Masalah

Berdasarkan hasil dari diagram pareto yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa proses perbaikan yang harus dilakukan yaitu pada permasalahan kecacatan pada keropos dan retak produk. Penyebab permasalahan yang memungkinkan terjadinya kecacatan pada produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan atau standar dari perusahaan dapat diuraikan sebagai berikut:

##### ❖ Cacat Keropos

###### ➤ Faktor Manusia

Pada faktor manusia terdapat 2 hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk keropos pascaekstrusi, yaitu kemampuan operator kurang (kurang kompeten), dan prosedur kerja yang tidak sesuai SOP menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk keropos pascaekstrusi. Kurangnya kemampuan operator dalam memposisikan *die* ke dalam mesin ekstrusi secara baik dan benar sesuai dengan ketentuan dapat menyebabkan terjadinya gagal ekstrusi, konsentrasi operator yang

menurun pada saat proses produksi berlangsung terjadi dikarenakan pekerjaan operator tersebut yang terlalu berat dan sikap operator yang tidak memperhatikan prosedur kerja yang ada yang mengakibatkan operator tidak teliti dalam melakukan pekerjaannya, dan sikap operator yang cenderung bekerja asal-asalan atau operator yang bekerja tanpa memperhatikan SOP dapat menyebabkan terjadinya tidak kesesuaian prosedur kerja, sehingga mengakibatkan terjadinya produk cacat.

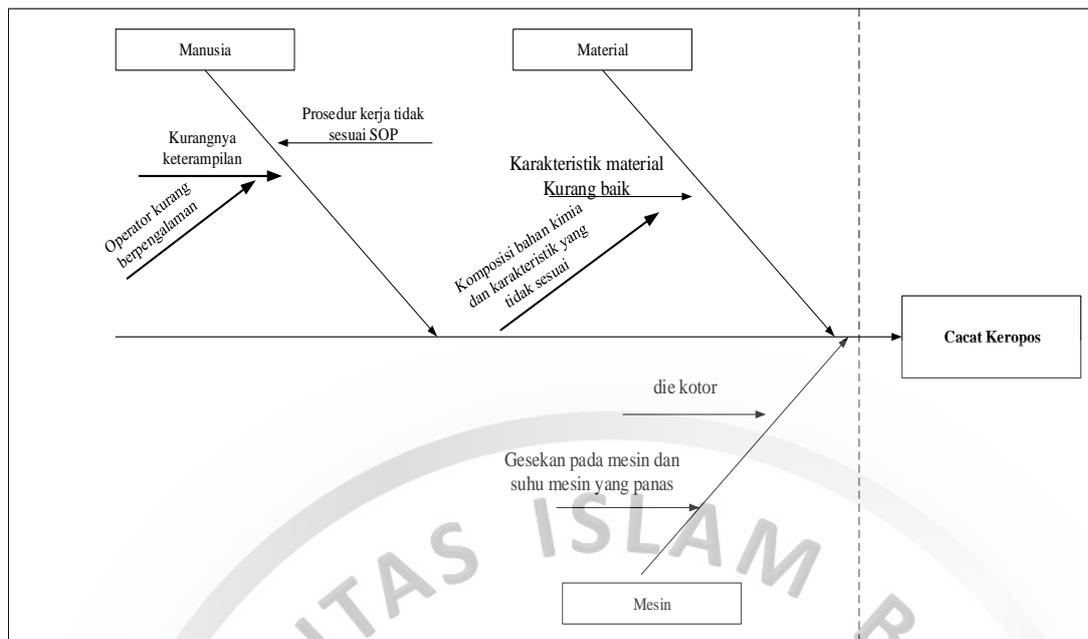
➤ Faktor Mesin

Pada faktor mesin terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk keropos pascaekstrusi, yaitu temperatur mesin yang tidak sesuai dengan prosedur sehingga pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer dan apabila suhu mesin tidak sesuai dengan prosedur akan mengakibatkan gesekan bertambah besar akibat terbentuknya oksida pada permukaan *billet* atau keadaan *die* ekstrusi yang kotor yang diakibatkan beberapa bahan yang diekstrusi dapat menempel ke permukaan *die* dan menghasilkan aluminium yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan.

➤ Faktor Material

Pada faktor material hal yang terjadi kualitas material yang tidak baik atau tidak sesuai ketentuan, sehingga sering mengalami kegagalan dalam proses produksi seperti ketahanan material yang tidak baik atau keelastisan material yang tidak sesuai, hal ini yang menyebabkan terjadi kecacatan. Sedangkan untuk karakteristik bahan baku yang kurang baik dikarenakan kesalahan dalam melakukan penambahan bahan kimia saat proses produksi.

Dari faktor tersebut kemudian digambarkan ke dalam salah satu alat kualitas dari 7 *tools* yaitu diagram sebab-akibat (*Fishbone*). Diagram sebab-akibat ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Fishbone cacat keropos

#### ❖ Cacat Retakan

##### ➤ Faktor Manusia

Pada faktor manusia terdapat 2 hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk retak yaitu kemampuan operator kurang (kurang kompeten) dan prosedur kerja yang tidak sesuai SOP. Kurangnya kemampuan operator dalam menghitung rasio bahan baku sesuai dengan komposisi kimia yang dibutuhkan dapat mengakibatkan komposisi material yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan, sehingga dapat terjadinya kecacatan pada proses produksi di stasiun selanjutnya. Konsentrasi operator yang menurun pada saat proses produksi berlangsung terjadi dikarenakan pekerjaan operator tersebut yang terlalu berat dan sikap operator yang tidak memperhatikan prosedur kerja yang ada yang mengakibatkan operator tidak teliti dalam melakukan pekerjaannya, dan sikap operator yang cenderung bekerja asal-asalan atau operator yang bekerja tanpa memperhatikan SOP dapat menyebabkan terjadinya tidak kesesuaian prosedur kerja, sehingga mengakibatkan terjadinya produk cacat.

##### ➤ Faktor Mesin

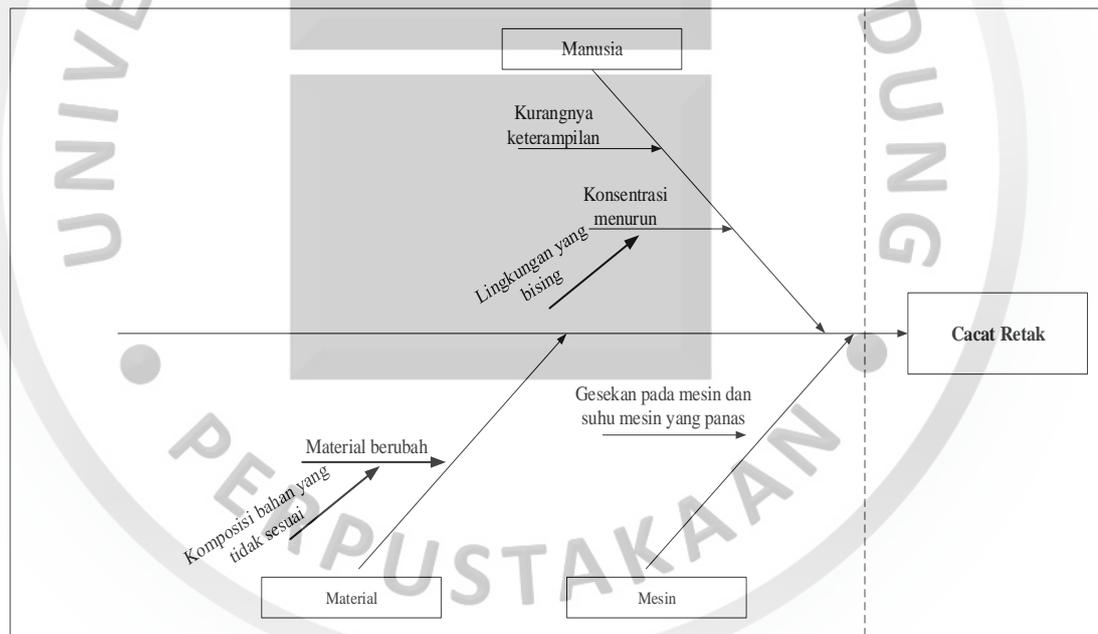
Pada faktor mesin terdapat 1 hal yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan produk retak yaitu terjadinya gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer. Temperatur mesin yang tidak sesuai ketentuan dan

gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer pada saat melakukan ekstrusi menyebabkan gangguan operasi mesin ketika *billet* diproses, sehingga kekuatan dari aluminium profil yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan.

➤ Faktor Material

Material utama dalam proses produksi aluminium ini yaitu *ingot*, banyaknya kualitas *ingot* yang tidak sesuai dengan standar perusahaan disebabkan operator yang tidak teliti dalam memisahkannya material yang sudah cacat dari awal tetap diproduksi. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan yang lebih teliti sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi.

Dari faktor tersebut kemudian digambarkan ke dalam salah satu alat kualitas dari 7 *tools* yaitu diagram sebab-akibat (*Fishbone*). Diagram sebab-akibat ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Fishbone* cacat retak

❖ Cacat Penyok

➤ Faktor Manusia

Pada faktor manusia terdapat 2 hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan penyok, yaitu konsentrasi operator yang menurun mengakibatkan operator tidak teliti dalam melakukan pekerjaannya, sehingga saat aluminium selesai diproduksi dan akan dipindahkan ke stasiun kerja yang lain atau saat disimpan pada gudang bahan jadi operator

melakukan penumpukan material yang tidak sesuai dengan ukuran dan beratnya, aluminium yang berat ditumpuk ke atas aluminium yang lebih ringan, sehingga aluminium tersebut menjadi penyok. Kesalahan penumpukan bisa juga terjadi dikarenakan operator yang bekerja dengan tidak memperhatikan prosedur yang ada.

➤ Faktor Material

Material utama dalam proses produksi aluminium ini yaitu *ingot*, banyaknya kualitas *ingot* yang tidak sesuai dengan standar perusahaan disebabkan operator yang tidak memisahkannya terlebih dahulu, sehingga material yang sudah cacat dari awal tetap diproduksi. Permukaan aluminium profil yang tidak rata atau cembung juga dapat mengakibatkan terjadinya penyok pada saat penumpukan.

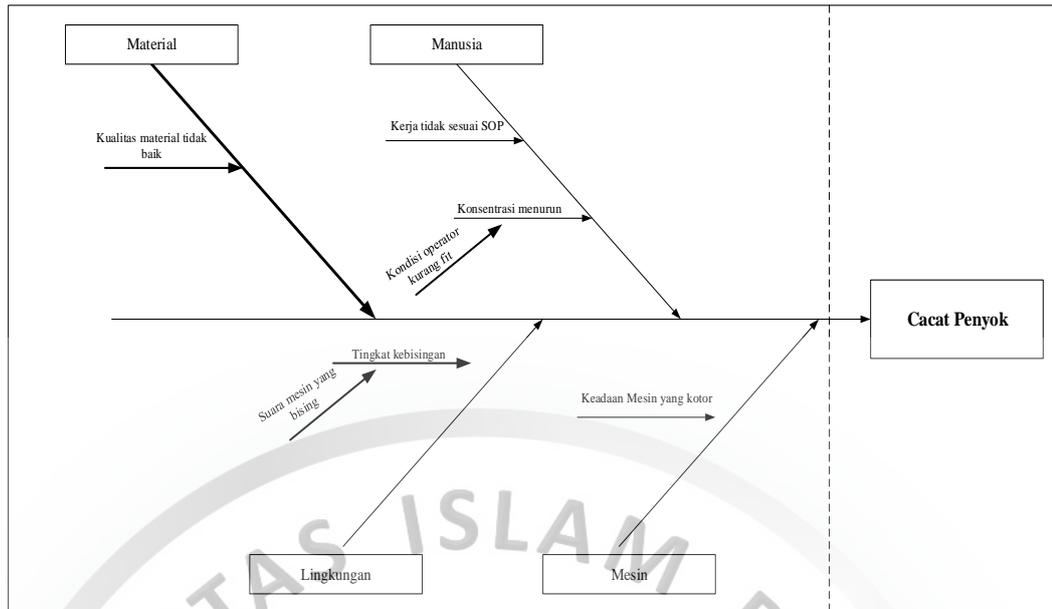
➤ Faktor Mesin

Pada faktor mesin terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk penyok pascaekstrusi, keadaan *die* ekstrusi yang kotor yang diakibatkan beberapa bahan yang diekstrusi dapat menempel ke permukaan *die* dan menghasilkan aluminium yang dihasilkan menjadi cembung atau tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan dan terjadinya hambatan pada *run out table* yang diakibatkan aliran material ekstrusi yang tidak rata.

➤ Faktor Lingkungan

Pada faktor lingkungan terdapat hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan yaitu tingkat kebisingan dikarenakan suara suara yang keluar dari mesin yang lagi bekerja membuat bising di telinga operator, sehingga operator menjadi kurang fokus dan kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya. Kebisingan dapat mempengaruhi kinerja operator, apabila lingkungan tempat operator kerja sangat bising akan mempengaruhi konsentrasi operator dalam bekerja seperti lolosnya produk yang cacat, atau kesalahan prosedur kerja. Kebisingan juga dapat mempengaruhi kondisi fisik para pekerja.

Dari faktor tersebut kemudian digambarkan ke dalam salah satu alat kualitas dari 7 *tools* yaitu diagram sebab-akibat (*fishbone*). Diagram sebab-akibat ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Fishbone* cacat penyok

#### ❖ **Cacat Bengkok**

##### ➤ Faktor Manusia

Pada faktor manusia terdapat 2 hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk retak yaitu kemampuan operator kurang (kurang kompeten) dan konsentrasi operator menurun. Kurangnya kemampuan operator dalam menghitung rasio bahan baku sesuai dengan komposisi kimia yang dibutuhkan dapat mengakibatkan komposisi material yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan, sehingga dapat terjadinya kecacatan pada proses produksi di stasiun selanjutnya. Konsentrasi operator yang menurun pada saat proses produksi berlangsung terjadi dikarenakan pekerjaan operator tersebut yang terlalu berat dan sikap operator yang tidak memperhatikan prosedur kerja yang ada yang mengakibatkan operator tidak teliti dalam melakukan pekerjaannya dapat menyebabkan terjadinya tidak kesesuaian prosedur kerja, sehingga mengakibatkan terjadinya hambatan pada *run out table*.

##### ➤ Fator Mesin

Pada faktor mesin terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan produk bengkok pascaekstrusi, yaitu temperatur mesin yang tidak sesuai dengan prosedur, sehingga pada saat *ram* ditekan akan terjadi gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer dan apabila suhu mesin tidak sesuai dengan prosedur akan mengakibatkan gesekan

bertambah besar akibat terbentuknya oksida pada permukaan *billet* atau keadaan *die* ekstrusi yang kotor yang diakibatkan beberapa bahan yang diekstrusi dapat menempel ke permukaan *die* dan menghasilkan aluminium yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan perusahaan.

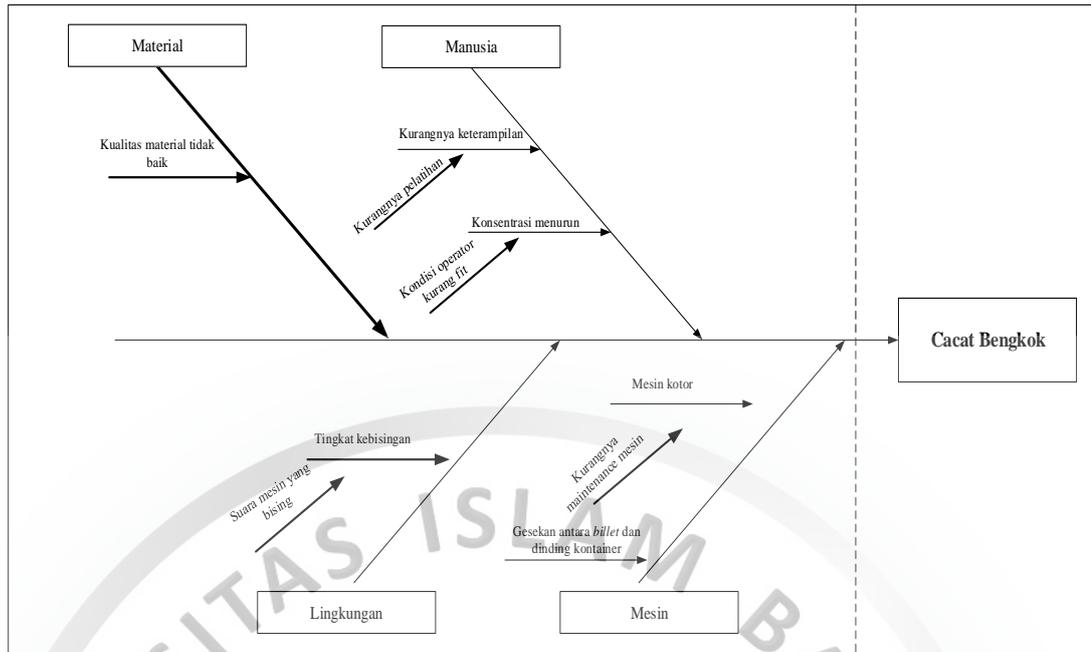
➤ Faktor Lingkungan

Pada faktor lingkungan terdapat hal yang menjadi penyebab tingginya tingkat kecacatan yaitu tingkat kebisingan dikarenakan suara suara yang keluar dari mesin yang lagi bekerja membuat bising di telinga operator, sehingga operator menjadi kurang fokus dan kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya. Kebisingan dapat mempengaruhi kinerja operator, apabila lingkungan tempat operator kerja sangat bising akan mempengaruhi konsentrasi operator dalam bekerja seperti lolosnya produk yang cacat, atau kesalahan prosedur kerja. Kebisingan juga dapat mempengaruhi kondisi fisik para pekerja.

➤ Faktor Material

Material utama dalam proses produksi aluminium ini yaitu *ingot*, banyaknya kualitas *ingot* yang tidak sesuai dengan standar perusahaan disebabkan operator yang tidak memisahkannya terlebih dahulu, sehingga material yang sudah cacat dari awal tetap diproduksi. Permukaan aluminium profil yang tidak rata atau cembung juga dapat mengakibatkan terjadinya bengkok pada saat meletakkan material di *lorry*.

Dari faktor tersebut kemudian digambarkan ke dalam salah satu alat kualitas dari 7 *tools* yaitu diagram sebab-akibat (*Fishbone*). Diagram sebab-akibat ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Fishbone* cacat bengkok

### 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 Mengklasifikasikan Masalah-Masalah Berdasarkan 39 Parameter Teknik

Setelah didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan dari hasil diagram sebab akibat (*fishbone*) tersebut 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 Keropos**

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 keropos dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4

Tabel 4.3 *Improving parameter*

| Faktor   | Penyebab                                        | Aspek yang ingin ditingkatkan                              | Improving Parameter                   |
|----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Manusia  | Kurangnya keterampilan/Kurangnya pengetahuan    | Meningkatkan keahlian operator                             | (27) <i>Reliability</i>               |
|          | Operator tidak menjalankan prosedur             | Produktivitas operator                                     | (39) <i>Productivity</i>              |
| Material | Kualitas material tidak sesuai standar          | Pemeriksaan komposisi material                             | (29) <i>Accuracy of Manufacturing</i> |
| Mesin    | Gesekan pada mesin dengan suhu mesin yang panas | Mesin dan objek dapat berfungsi dengan baik tanpa gangguan | (5) <i>Area moving object</i>         |
|          | Die kotor                                       | Pemeriksaan mesin secara berkala                           | (34) <i>Ease of repair</i>            |

Tabel 4.4 *Worsening parameter*

| Faktor   | Penyebab                                        | Dampak dari peningkatan            | Worsening Parameter                     |
|----------|-------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Manusia  | Kurangnya keterampilan/Kurangnya pengetahuan    | Dibutuhkan waktu untuk penyesuaian | (25) <i>Loss of Time</i>                |
|          | Prosedur kerja kurang baik (tidak sesuai SOP)   | Adaptasi diri                      | (35) <i>Adaptability or versatility</i> |
| Material | Kualitas material tidak sesuai standar          | Jumlah material terbuang           | (23) <i>Loss of substance</i>           |
| Mesin    | Gesekan pada mesin dengan suhu mesin yang panas | Sistem yang menjadi lebih rumit    | (36) <i>Device complexity</i>           |
|          | Die kotor                                       | Dibutuhkan tenaga berlebih         | (22) <i>Loss of energy</i>              |

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 memiliki 5 penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat keropos. 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 keropos.

1. Kurangnya keterampilan/Kurangnya pengetahuan

Kurangnya keterampilan operator ketika melakukan proses produksi merupakan salah satu penyebab tingginya tingkat kecacatan produk keropos pascaekstrusi, yaitu kemampuan operator kurang (kurang kompeten). Hal tersebut dikarenakan operator/karyawan kurang berpengalaman atau masih menjadi karyawan baru dan kurangnya program pelatihan yang diberikan kepada operator/karyawan, sehingga membuat kemampuan karyawan tidak meningkat. Oleh karena itu untuk melakukan perbaikan terhadap masalah ini parameter yang akan diperbaiki yaitu *improving parameter* (27. *Reliability*). Adanya peningkatan produktivitas operator tersebut dibutuhkan waktu untuk mencapai produktivitas yang diinginkan sesuai dengan *worsening parameter* (25. *Lost of time*).

2. Operator tidak menjalankan prosedur

Pekerjaan yang dilakukan operator tanpa memperhatikan SOP hal tersebut dikarenakan prosedur kerja yang kurang baik, kurangnya pengawasan dan kontrol, sehingga membuat operator bekerja asal-asalan pada saat proses *remelt* dalam menghitung rasio bahan baku sesuai dengan komposisi kimia yang dibutuhkan tidak sesuai dengan standar yang disebabkan oleh operator tidak memperhatikan SOP yang ada meskipun operator telah mengetahui cara kerjanya, tetapi melihat SOP saat melakukan pekerjaan perlu digunakan guna untuk menghindari kesalahan yang akan terjadi. 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. Kualitas material tidak sesuai standar

Komposisi bahan baku yang tidak sesuai dengan standar perusahaan pada saat proses produksi dapat mempengaruhi 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 komposisi bahan baku yang sesuai standar perusahaan sesuai dengan *improving parameter*. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan dan pemilahan material terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi sesuai dengan *improving parameter* (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. Gesekan pada mesin dengan suhu mesin yang panas

Temperatur mesin yang terlalu panas dan gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer pada saat melakukan ekstrusi menyebabkan gangguan operasi mesin ketika *billet* diproses, sehingga kekuatan dari aluminium profil yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan. 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 *improving parameter* (parameter

5: *Area moving object*). Namun untuk mencapai perbaikan tersebut akan berdampak terhadap sistem yang menjadi lebih rumit sesuai dengan *worsening parameter* (parameter 36: *device complexity*).

5. *Die* kotor

Apabila mesin kotor atau adanya kotoran yang tertinggal atau tersangkut pada mesin dari proses sebelumnya dapat mengakibatkan terhambatnya pekerjaan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka hal yang ingin ditingkatkan adalah perbaikan dalam penggunaan alat *die* dengan cara membersihkan dengan teliti sesuai dengan *improving parameter* (34. *Ease of repair*). Adanya peningkatan ketika perusahaan melakukan peningkatan tersebut akan berdampak pada tenaga operator yang berlebih dalam membersihkan komponen *die* setelah melakukan pekerjaan produksi sesuai dengan *worsening parameter* (22. *Loss of energy*).

➤ **Cacat Retak**

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 retak dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6

Tabel 4.5 *Improving parameter*

| Faktor   | Penyebab                                        | Aspek yang ingin ditingkatkan                              | <i>Improving Parameter</i>            |
|----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Manusia  | Kurangnya keterampilan/Kurangnya pengetahuan    | Keahlian operator                                          | (27) <i>Reliability</i>               |
|          | Operator tidak menjalankan prosedur             | Produktivitas operator                                     | (39) <i>Productivity</i>              |
| Material | Material tidak baik                             | Pemeriksaan material                                       | (29) <i>Accuracy of Manufacturing</i> |
| Mesin    | Gesekan pada mesin dengan suhu mesin yang panas | Mesin dan objek dapat berfungsi dengan baik tanpa gangguan | (5) <i>Area moving object</i>         |

Tabel 4.6 *Worsening parameter*

| Faktor   | Penyebab                                        | Dampak dari peningkatan            | <i>Improving Parameter</i>              |
|----------|-------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Manusia  | Kurangnya keterampilan/Kurangnya pengetahuan    | Dibutuhkan waktu untuk penyesuaian | (25) <i>Loss of Time</i>                |
|          | Prosedur kerja kurang baik (tidak sesuai SOP)   | Adaptasi diri                      | (35) <i>Adaptability or versatility</i> |
| Material | Material tidak baik                             | Jumlah material terbuang           | (23) <i>Loss of substance</i>           |
| Mesin    | Gesekan pada mesin dengan suhu mesin yang panas | Sistem yang menjadi lebih rumit    | (36) <i>Device complexity</i>           |

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 memiliki 4 penyebab-penyebab yang menimbulkan terjadinya cacat retakan. 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 retak.

1. Kurangnya keterampilan/kurangnya pengetahuan

Kurangnya keterampilan operator ketika melakukan proses produksi merupakan salah satu penyebab tingginya tingkat kecacatan produk retak pascaekstrusi, yaitu kemampuan operator kurang (kurang kompeten) dan pasca *remelting* dimana operator tidak mengetahui dasar-dasar pengetahuan aluminium. Hal tersebut dikarenakan operator/karyawan kurang berpengalaman atau masih menjadi karyawan baru dan kurangnya program pelatihan yang diberikan kepada operator/karyawan, 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 tidak menjalankan prosedur

Pekerjaan yang dilakukan operator tanpa memperhatikan SOP, hal tersebut dikarenakan prosedur kerja yang kurang baik, kurangnya pengawasan dan kontrol, sehingga membuat operator bekerja asal-asalan pada saat proses ekstrusi ketika *ram* mendorong *billet* operator perlu memperhatikan tekanan *ram* tersebut dan suhu mesin yang harus tetap stabil dan pada saat proses *remelt* dalam menghitung rasio bahan baku sesuai dengan komposisi kimia yang dibutuhkan tidak sesuai dengan standar yang disebabkan oleh operator tidak memperhatikan SOP yang ada meskipun operator telah mengetahui cara kerjanya, tetapi melihat SOP saat melakukan pekerjaan perlu digunakan guna untuk menghindari kesalahan yang akan terjadi. 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. Kualitas material tidak baik

Material utama dalam proses produksi aluminium ini yaitu *ingot*, banyaknya kualitas *ingot* yang tidak sesuai dengan standar perusahaan disebabkan 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. Gesekan pada mesin dan suhu mesin yang panas  
 Temperatur media pendingin tidak sesuai ketentuan dan gesekan antara *billet* dengan dinding kontainer pada saat melakukan ekstrusi menyebabkan gangguan operasi mesin ketika *billet* diproses, sehingga kekuatan dari aluminium profil yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan. 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 keropos.

#### ➤ Matriks Kontradiksi Cacat Keropos

Tabel 4.7 Matriks kontradiksi cacat keropos

| No | Improved Feature | Woresening Feature |    |    |    |    |
|----|------------------|--------------------|----|----|----|----|
|    |                  | 22                 | 23 | 25 | 35 | 36 |
|    |                  |                    |    |    |    |    |

|    |                                  | <i>Loss of Energy</i> | <i>Loss of Substance</i> | <i>Loss of Time</i> | <i>Adaptability or Versatility</i> | <i>Device complexity</i> |
|----|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 5  | <i>Area moving object</i>        | 15, 17, 30, 26        | 10, 35, 2, 39            | 26, 4               | 15, 30                             | 15, 1, 13                |
| 27 | <i>Reliability</i>               | 35                    | 10, 35, 29, 39           | 10, 30, 4           | 13, 35, 8, 24                      | 13, 35, 1                |
| 29 | <i>Accuracy of manufacturing</i> | 13, 32, 2             | 35, 31, 10, 24           | 32, 26, 28, 18      | 13, 35, 8, 24                      | 3, 13, 27, 10            |
| 34 | <i>Ease of Repair</i>            | 1, 15, 19, 32         | 32, 1, 10, 25            | All                 | 7, 1, 4, 16                        | 35, 1, 13, 11            |
| 39 | <i>Productivity</i>              | 28, 10, 29, 35        | 35, 28, 2, 24            | All                 | 1, 35, 28, 37                      | 12, 17, 28, 24           |

Berdasarkan Tabel 4.7 matriks kontradiksi cacat keropos 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.

➤ **Matriks Kontradiksi Cacat Retakan**

Tabel 4.8 Matriks kontradiksi cacat retakan

| No | <i>Improved Feature</i>          | <i>Woresening Feature</i> |                     |                                    |                          |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|
|    |                                  | 23                        | 25                  | 35                                 | 36                       |
|    |                                  | <i>Loss of Substance</i>  | <i>Loss of Time</i> | <i>Adaptability or Versatility</i> | <i>Device complexity</i> |
| 5  | <i>Area moving object</i>        | 10, 35, 2, 39             | 26, 4               | 15, 30                             | 15, 1, 13                |
| 27 | <i>Reliability</i>               | 10, 35, 29, 39            | 10, 30, 4           | 13, 35, 8, 24                      | 13, 35, 1                |
| 29 | <i>Accuracy of manufacturing</i> | 35, 31, 10, 24            | 32, 26, 28, 18      | 13, 35, 8, 24                      | 3, 13, 27, 10            |
| 39 | <i>Productivity</i>              | 35, 28, 2, 24             | All                 | 1, 35, 28, 37                      | 12, 17, 28, 24           |

Berdasarkan Tabel 4.8 matriks kontradiksi cacat retakan 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 mempertimbangan kondisi perusahaan saat ini. Nomor-nomor yang telah didapatkan merupakan solusi-solusi yang tersedia pada empat puluh prinsip kreatif TRIZ.



- **Tabel Pemilihan Solusi Kecacatan Keropos**

Tabel 4.9 Pemilihan solusi ideal kecacatan keropos

| Penyebab                                      | Parameter Konflik                                                 | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                                                                   | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                                                                       | Solusi Ideal                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurangnya Keterampilan/ku rangnya pengethauan | (27) <i>Reliability</i> >< (25) <i>Loss of Time</i>               | 10: <i>Prioraction</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)                                      | a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)<br>b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu <i>delivery</i> | 10: Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan ( <i>prioraction</i> ) subprinsip a: karena perlu adanya tindakan berupa pelatihan kepada operator secara berkala oleh pihak perusahaan.                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                                   | 30: <i>Flexible membranes or thin film</i> (Membran fleksibel atau film tipis atau kerangka yang fleksibel) | a. Gunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis bukannya struktur tiga dimensi.<br>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<br>b. Jika suatu objek asimetris tingkatkan derajat asimetrisnya                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |
| Operator tidak menjalankan prosedur           | (39) <i>Productivity</i> >< (35) <i>Adaptability or Versality</i> | 1: <i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)                                                          | a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen<br>b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat<br>c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi                                     | 35: Transformasi parameter atau perubahan parameter ( <i>transformation of properties</i> ) subprinsip b: karena diperlukan konsentrasi yang baik dari operator. Diperlukan tindakan untuk meningkatkan konsentrasi operator dengan adanya pengawasan dari supervisor |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                                   |                                                                                                             | 35: <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                       | a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).<br>b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.<br>c. Mengubah tingkat fleksibilitas.<br>d. Mengubah suhu atau temperatur<br>e. Mengubah karakteristik atau teknik |
|                                               |                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |

Lanjutan Tabel 4.9 Pemilihan solusi ideal kecacatan keropos

| Penyebab                                                                  | Parameter Konflik                                                                                                                                                                                                            | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                                       | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                                                                                                                                | Solusi Ideal                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              | 28: <i>Replacement of a mechanical system</i><br>(Mengganti ke sistem sensorik) | a. Mengganti metode mekanik dengan metode sensorik (optik, akustik, rasa atau bau)<br>b. Gunakan medan listrik, magnet, dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan obyek.<br>c. Pergantian settingan untuk mesin<br>d. Gunakan bidang bersamaan dengan partikel feromagnetik |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              | 37: <i>Thermal expansion</i><br>(Ekspansi termal)                               | a. Gunakan ekspansi termal (atau kontraksi) dari material.<br>b. Jika ekspansi termal yang digunakan, pilih beberapa bahan dengan koefisien yang berbeda dari ekspansi termal.                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kualitas material tidak sesuai standar                                    | (29) <i>Accuracy of Manufacturing</i><br>>< (23) <i>Loss of substance</i>                                                                                                                                                    | 35: <i>Transformation of properties</i><br>(Perubahan parameter)                | a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat)                                                                                                                                                                                                                       | 10: Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan<br>( <i>prioraction</i> ) subprinsip a: Karena perlu adanya peringatan untuk melakukan pemeriksaan dan pemilahan material terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi. |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | c. Mengubah tingkat fleksibilitas                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | d. Mengubah suhu atau temperatur                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | e. Mengubah karakteristik atau teknik                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              | 31: <i>Porous materials</i><br>(Obyek atau sistem yang dititipkan)              | a. Membuat obyek berpori atau menambahkan elemen berpori (sisipan, pelapis, dll)<br>b. Jika obyek sudah berpori, gunakan pori-pori untuk memperkenalkan bahan atau fungsi yang bermanfaat                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 10: <i>Prioraction</i><br>(Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan) | a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)<br>b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu <i>delivery</i> |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 24: <i>Mediator</i> (Perantara)                                           | a. Menggunakan sebuah benda perantara atau proses perantara.<br>b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain yang dapat dengan mudah dipindahkan                                                                   |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |

Lanjutan Tabel 4.9 Pemilihan solusi ideal kecacatan keropos

| Penyebab                                     | Parameter Konflik                                              | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                        | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                 | Solusi Ideal                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gesekan pada mesin dan suhu mesin yang panas | (5) <i>Area moving object</i> >< (36) <i>Device complexity</i> | 15: <i>Dynamicity</i><br>(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 | 15: Membuat objek menjadi dinamis/optimal ( <i>dynamicity</i> ) subprinsip a : diperlukan suatu rancangan berupa objek tambahan agar mesin menjadi lebih 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.                                                              |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                | 1: <i>Segmentation</i><br>(Membagi menjadi ruas-ruas)            | a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen                                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                |                                                                  | b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                |                                                                  | c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi                                                                                                                    |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                | 13: <i>The other way around</i> ()                               | a. Membalikkan tindakan yang digunakan untuk mencegah masalah                                                                                                          |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                |                                                                  | b. Membuat bagian yang tetap dapat bergerak (atau lingkungan eksternal), dan bagian yang tetap bergerak                                                                |                                                                                                                                                                   |
|                                              |                                                                |                                                                  | c. Putar objek (atau proses) kebalikannya                                                                                                                              |                                                                                                                                                                   |

Lanjutan Tabel 4.9 Pemilihan solusi ideal kecacatan keropos

| Penyebab  | Parameter Konflik                                           | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                        | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                 | Solusi Ideal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Kotor | (34) <i>Ease of repair</i> ><<br>(22) <i>Loss of energy</i> | 1: <i>Segmentation</i><br>(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: karena perlu adanya tindakan berupa perbaikan atau pemeriksaan alat <i>die</i> secara periodik atau berkala. Alat <i>die</i> perlu dibersihkan dari residu setelah proses produksi. Namun operator sering tidak teliti, oleh karena itu dibuatkan <i>attention point</i> untuk memperingati operator dalam melakukan pekerjaannya. |
|           |                                                             |                                                                  | b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|           |                                                             |                                                                  | c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|           |                                                             | 15: <i>Dynamicity</i><br>(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><br>(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><br>(Mengganti warna)               | a. Mengubah warna objek atau lingkungan luar.                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|           |                                                             |                                                                  | b. Mengubah transparansi objek atau lingkungan luar                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|           |                                                             |                                                                  | c. Untuk mengamati objek atau proses yang susah dilihat gunakan zat aditif                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

• **Tabel Pemilihan Solusi Cacat Retakan**

Tabel 4.10 Pemilihan solusi ideal kecacatan retakan

| Penyebab                                      | Parameter Konflik                                      | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                                                                   | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                                                                       | Solusi Ideal                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurangnya Keterampilan/ku rangnya pengethauan | (27) <i>Reliability</i><br>>< (25) <i>Loss of Time</i> | 10: <i>Prioraction</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)                                      | a. Lakukan sebelum diperlukan penambahan suatu objek atau sistem (baik sepenuhnya atau sebagian)<br>b. Susun objek sebelum beroperasi sehingga dapat bekerja dengan lingkungan nyaman tanpa kehilangan waktu <i>delivery</i> | 10: Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan ( <i>prioraction</i> ) subprinsip a: karena perlu adanya tindakan berupa pelatihan kepada operator secara berkala oleh pihak perusahaan. |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                        | 30: <i>Flexible membranes or thin film</i> (Membran fleksibel atau film tipis atau kerangka yang fleksibel) | a. Gunakan kerangka yang fleksibel dan lapisan yang tipis bukannya struktur tiga dimensi.<br>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<br>b. Jika suatu objek asimetris tingkatkan derajat asimetrisnya                                                                                       |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                        |                                                                                                             | 1: <i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            | a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen<br>b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat<br>c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi |                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            | 35: <i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)                                                                                                                            | a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).<br>b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.<br>c. Mengubah tingkat fleksibilitas.<br>d. Mengubah suhu atau temperatur<br>e. Mengubah karakteristik atau teknik |
|                                               |                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          | Operator tidak menjalankan prosedur                                                                                                                                                                                              |
|                                               |                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |

Lanjutan Tabel 4.10 Pemilihan solusi ideal kecacatan retakan

| Penyebab                                                                                                                 | Parameter Konflik                                                                                | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                                       | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Solusi Ideal                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                          |                                                                                                  | 28: <i>Replacement of a mechanical system</i><br>(Mengganti ke sistem sensorik) | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mengganti metode mekanik dengan metode sensorik (optik, akustik, rasa atau bau)</li> <li>b. Gunakan medan listrik, magnet, dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan obyek.</li> <li>c. Pergantian settingan untuk mesin</li> <li>d. Gunakan bidang bersamaan dengan partikel feromagnetik</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                          |                                                                                                  | 37: <i>Thermal expansion</i><br>(Ekspansi termal)                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gunakan ekspansi termal (atau kontraksi) dari material.</li> <li>b. Jika ekspansi termal yang digunakan, pilih beberapa bahan dengan koefisien yang berbeda dari ekspansi termal.</li> </ul>                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kualitas material tidak baik                                                                                             | (29) <i>Accuracy of Manufacturing</i><br>>< (23) <i>Loss of substance</i>                        | 35: <i>Transformation of properties</i><br>(Perubahan parameter)                | a. Mengubah keadaan fisik obyek (menjadi gas, cair, atau padat).                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10: Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan ( <i>prioraction</i> ) subprinsip a: Karena perlu adanya peringatan untuk melakukan pemeriksaan dan pemilahan material terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke mesin untuk diproduksi. |
|                                                                                                                          |                                                                                                  |                                                                                 | b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                          |                                                                                                  |                                                                                 | c. Mengubah tingkat fleksibilitas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                          |                                                                                                  |                                                                                 | d. Mengubah suhu atau temperatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                          |                                                                                                  |                                                                                 | e. Mengubah karakteristik atau teknik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                          |                                                                                                  | 31: <i>Porous materials</i><br>(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><br>(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 <i>delivery</i> |                                                                                                  |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |
| 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 4.10 Pemilihan solusi ideal kecacatan retakan

| Penyebab                                     | Parameter Konflik                                              | Hasil Solusi Matriks TRIZ                                                        | Subprinsip <i>Inventive Principles</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Solusi Ideal                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gesekan pada mesin dan suhu mesin yang panas | (5) <i>Area moving object</i> >< (36) <i>Device complexity</i> | 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<br>b. Membagi suatu benda menjadi bagian yang mampu bergerak relatif satu sama lain<br>c. Jika suatu benda (atau proses) yang kaku atau tidak fleksibel, membuatnya dapat bergerak atau adaptif. | 15: Membuat objek menjadi dinamis/optimal ( <i>Dynamicity</i> ) subprinsip a: diperlukan suatu rancangan berupa objek tambahan agar mesin menjadi lebih optimal. |
|                                              |                                                                | 1: <i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)                               | a. Membagi sebuah objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang independen<br>b. Membuat obyek mudah untuk dibongkar atau bersekat<br>c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                  |
|                                              |                                                                | 13: <i>The other way around</i> (Tindakan sebaliknya untuk penyelesaian masalah) | a. Membalikkan tindakan yang digunakan untuk mencegah masalah<br>b. Membuat bagian yang tetap dapat bergerak (atau lingkungan eksternal), dan bagian yang tetap bergerak<br>c. Putar objek (atau proses) kebalikannya                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                  |

