

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan dan pengolahan data dengan menggunakan teori-teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya serta pembahasan dari hasil analisis, sehingga nantinya dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis permasalahan tersebut.

### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan yang meliputi sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, macam-macam jenis kaleng, bahan baku produksi, dan proses produksi.

#### 4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Arthawenasakti Gemilang adalah perusahaan yang bergerak di sektor industri manufaktur dengan jenis produk kemasan kaleng, yang berawal dari sebuah industri pengolahan makanan dalam kaleng, didirikan pada tahun 1975 dengan nama CV. Benteng Mas. Dalam pergerakan bisnis lebih lanjut, pada tahun 1991 jenis usaha dan nama perusahaan dari semula CV. Benteng Mas berubah menjadi perseroan terbatas dengan nama PT Arthawenasakti Gemilang. Tujuan utama perubahan ini untuk mendapatkan akses gerak yang lebih luas dalam menyikapi tuntutan perkembangan perusahaan dan strategi kedepan. Kemudian di tahun 1995, PT Arthawenasakti Gemilang berubah status usaha dari perusahaan swasta nasional menjadi Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Aktivitas PT Arthawenasakti Gemilang awalnya didominasi oleh aktivitas pembuatan kaleng cat dan thinner, akan tetapi krisis ekonomi yang berkepanjangan tersebut telah mengakibatkan penurunan daya beli masyarakat yang cukup tajam, sehingga sektor properti yang *booming* beberapa waktu silam mengalami kemerosotan pada saat itu. Untuk mengatasi hal ini, PT Arthawenasakti Gemilang merubah fokus produk ke kemasan pelumas dalam negeri, dan sekaligus menyewa dua lokasi usaha pada tahun 1999 di Jalan Sunandar Priyosudarmo Malang, untuk mengejar permintaan kaleng pelumas yang sangat tinggi dan memenuhi kebutuhan produk untuk seluruh wilayah Indonesia Timur.

Pada saat keadaan ekonomi telah berangsur-angsur pulih, ekspansi usaha terus dilakukan oleh PT Arthawenasakti Gemilang. Aktivitas PT Arthawenasakti Gemilang



telah mencapai pasar yang lebih luas lagi, yakni kemasan untuk *Chemical, Ink, Wood Finishing, PE Putty*, dan lain-lain dengan tetap berfokus kepada segmen *general can*. PT Arthawenasakti Gemilang berusaha keras untuk meraih *market share* yang lebih besar lagi di skala nasional, dengan jalan terus melakukan efisiensi di semua lini, meningkatkan produktifitas, mutu, dan pelayanan, serta mengembangkan sumber daya manusianya. Sementara lokasi usaha lama dirasakan tidak memadai lagi, didasari oleh pertimbangan akan proyeksi dan perencanaan ke depan, maka pada akhir tahun 2003, lokasi perusahaan yang semula di Jl. Sunandar Priyo Sudarmo Malang, dipindahkan ke Jl. Kertanegara 85, Desa Girimoyo, Karangploso Malang. Dengan luas area 3.5 hektar, penataan ruang yang lebih baik, prasarana yang lebih mendukung, maka diharapkan PT Arthawenasakti Gemilang akan lebih maju lagi dan menjadi yang terbaik.

Seiring dengan perkembangan waktu, PT Arthawenasakti Gemilang terus menerus melakukan ekspansi usaha dan langkah-langkah perbaikan pada *management*, sistem produksi, serta meningkatkan mutu dan pelayanan. Sejalan dengan tuntutan dan perkembangan pasar, PT Arthawenasakti Gemilang mengimplementasikan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 : 2000 dan berhasil mendapatkan sertifikat pada tahun 2004. Dengan perkembangan bisnis yang semakin baik, PT Arthawenasakti Gemilang tetap memfokuskan usahanya pada bidang produksi kemasan kaleng dengan pasar industri *non-food* terutama untuk penggunaan bahan pendukung bangunan seperti: cat, *thinner*, dempul, pernis, politur, dan sebagian kecil jenis produk lain seperti lem, *grease*, minyak, serta beberapa produk lain. Pelanggan utama dalam sektor ini meliputi pemain utama di bidangnya seperti PT Propan Raya, PT Bina Adi Daya, PT Nisannindo Mulia Abadi, PT Nippon Paint, PT Trico Paint dan PT Avia Avian.

Dengan bertambahnya pangsa pasar PT Arthawenasakti Gemilang juga mulai melayani industri tekstil dalam skala yang lebih kecil yaitu kemasan kaleng untuk produk kain sarung. Kantor pusat sekaligus lini produksi utama berlokasi di kota Malang dengan total jumlah karyawan mencapai sekitar 630 orang. Dengan perkembangan pangsa pasar yang meningkat cepat dari tahun ke tahun tersebut, serta demi memberikan pelayanan yang lebih baik kepada pelanggan yang sebagian besar berada di area Jakarta, *management* memutuskan untuk mendirikan cabang produksi baru yang lebih dekat dengan area pelanggan.

Pada tanggal 30 Oktober 2006 Arthawena mengembangkan mendirikan *plant* baru di Cikupa – Tangerang dengan tujuan untuk lebih mendekatkan pada *customer* yang berada di area luar Jawa Timur, khususnya area Jakarta dan sekitarnya sehingga

pelayanan yang diberikan benar-benar terbaik untuk para pelanggan. Tahun 2010 setelah melalui proses yang cukup panjang mulai dari penyesuaian dokumen sampai dengan proses *audit eksternal*, maka PT Arthawenasakti Gemilang diakui telah layak mendapat sertifikasi ISO 9001 : 2008.

#### 4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT Arthawenasakti Gemilang mempunyai visi untuk menjadi yang terbaik dalam industri kemasan logam di Indonesia dengan misi memberikan peningkatan secara berkesinambungan terhadap produk dan layanan yang dihasilkan untuk memberikan yang terbaik bagi pelanggan, dan memberikan nilai tambah bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Fokus strategi yang diterapkan PT Arthawenasakti Gemilang adalah sebagai berikut:

1. Sumber Daya Manusia

Sukses sebuah perusahaan dimulai dan diakhiri dari kualitas sumber daya manusia. PT Arthawenasakti Gemilang menerapkan budaya kerja berkinerja tinggi, dengan memberi peluang bagi karyawan untuk berkembang dan dibimbing dalam mencapai objektif kerja yang telah ditentukan.

2. Produk

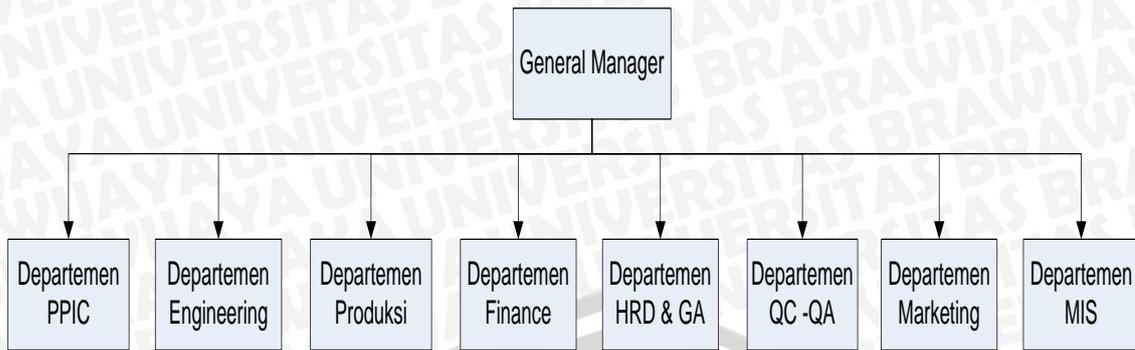
Produk adalah jalan darah bagi perusahaan. Seperti tertuang pada visi, menjadi yang terbaik berarti memberikan produk yang bermutu dan servis yang dapat diandalkan untuk memenuhi, bahkan melebihi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

3. Proses

PT Arthawenasakti Gemilang menerapkan proses terbaik di seluruh bagian perusahaan, terutama dalam rantai proses pembuatan produk dengan ukuran mutu yang jelas di setiap langkah proses. Dokumentasi dan analisa proses dilakukan secara berkesinambungan dan menyeluruh secara periodik untuk memastikan kita mengerjakan segala sesuatu dengan penuh ketepatan, kecepatan, dan efisiensi.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi

Berikut ini adalah struktur organisasi PT Arthawenasakti Gemilang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi  
Sumber: PT Arthawenasakti Gemilang

#### 4.1.4 Macam-macam Jenis Kaleng

PT Arthawenasakti Gemilang memproduksi beberapa jenis kaleng antara lain sebagai berikut:

1. 18 Liter *Rectangular Cans*

Kaleng cat ini biasa digunakan untuk bahan tinta, lem, tiner dan bahan *adhesive* lainnya. Tersedia tutup biasa dan tutup *popcap*.



Gambar 4.2 Kaleng Jenis 18 Liter *Rectangular Cans*

2. *F-type Cans*

Kaleng *F-type* ini biasa digunakan untuk cairan kimia, pelumas, tiner cat, politur dan bahan cair lainnya. Tersedia dalam ukuran rect 250", 500", 1 liter.



Gambar 4.3 Kaleng Jenis *F-type Cans*

3. *Ink Can* (Kaleng Tinta)

Kaleng tinta ini biasa digunakan untuk bahan tinta dan semi solid lainnya. Tersedia dalam ukuran 1 kg Ø125, 2 kg, 5 kg.



Gambar 4.4 Kaleng Jenis *Ink Can*

4. *Monotop Can*

Kaleng ini biasa digunakan untuk bahan pengencer, pelapis, dan bahan *adhesive* lainnya. Tersedia menggunakan *neck* 200 ml dan 400 ml.



Gambar 4.5 Kaleng Jenis *Monotop Can*

5. *Oil Can* (Kaleng Minyak)

Kaleng oli biasa digunakan untuk bahan pelumas, minyak hidrolis dan pelumas lainnya. Tersedia dalam ukuran Ø83 DF, Ø99,5, tophd Ø66sf.



Gambar 4.6 Kaleng Jenis *Oil Can*

6. *Open Head Pail*

Kaleng ini biasa digunakan untuk bahan kimia, pelumas, bahan pelapis dan bahan *adhesive* lainnya.

Gambar 4.7 Kaleng Jenis *Open Head Pail*

#### 7. *Paint Can* (Kaleng cat)

Kaleng cat ini biasa digunakan untuk bahan cat, pernis, politur, tiner dan bahan adhesive lainnya. Tersedia dalam ukuran 5 kg Ø175.5, 1 kg Ø110, 5 liter Ø189.5 thinner, 1 liter Ø99,5 thinner, 200" Ø70/73, 100" Ø57.

Gambar 4.8 Kaleng Jenis *Paint Can*

#### 4.1.5 Bahan Baku Produksi

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi pembuatan kaleng terdiri dari bahan baku utama dan bahan baku penunjang.

##### 1. Bahan Baku Utama

Bahan-bahan utama yang dipergunakan adalah *Electrolitic Tin Plate* (ETP) atau baja lapis timah elektrolisis.

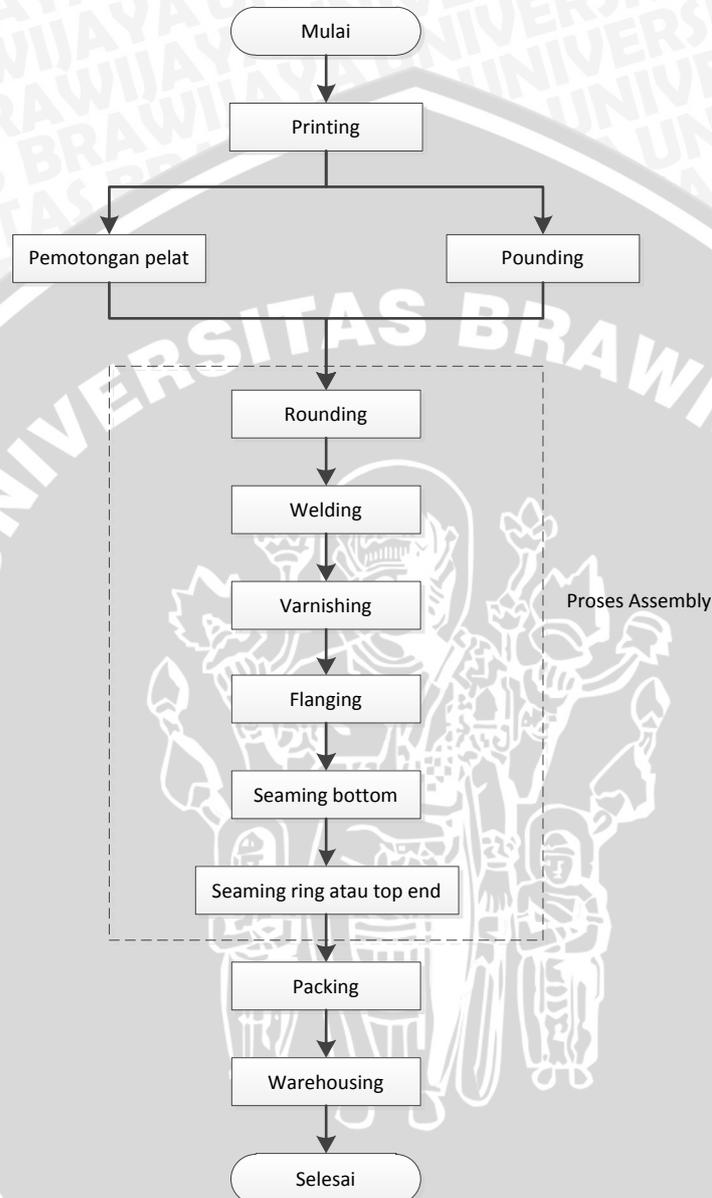
##### 2. Bahan Baku Penunjang

Bahan baku penunjang yang dibutuhkan adalah *handle*, plastik, tutup plastik, kawat tembaga, dan lain-lain.

#### 4.1.6 Proses Produksi

Jenis-jenis kaleng yang diproduksi di PT Arthawenasakti Gemilang ada 2 macam, yakni kaleng dengan bentuk bulat (*round can*) dan kaleng dengan bentuk kotak persegi (*rectangular can*). Secara umum proses pembuatan kedua jenis kaleng tersebut sama,

yang membedakan antara *rectangular can* dan *round can* yaitu proses “*rectangularness*” yaitu pembentukan persegi *body* kaleng pada proses *expanding* yang dilakukan pada tahap sebelum proses *flanging*. Secara umum gambar alur proses produksi kaleng jenis *round can* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Alur Proses Produksi Kaleng Jenis *Round Can*  
Sumber: PT Arthawenasakti Gemilang

Berikut ini adalah penjelasan untuk masing-masing proses pembuatan kaleng jenis *round can*:

#### 1. *Printing*

*Printing* merupakan proses pelapisan cat atau gambar desain pada permukaan pelat dengan tujuan untuk visualisasi kaleng sesuai dengan permintaan konsumen

sekaligus menghindarkan pelat dari proses oksidasi yang dapat menyebabkan pelat menjadi berkarat.

## 2. Pemotongan pelat

Pada proses ini lembaran pelat yang melalui proses printing kemudian dipotong menjadi beberapa bagian sesuai dengan desain yang telah dicetak pada pelat atau sesuai dengan ukuran permintaan konsumen. Potongan pelat ini akan digunakan sebagai bagian *body* dari kaleng.

## 3. Pounding

*Pounding* merupakan proses pembentukan pelat menjadi bagian *cover*, *ring*, atau *bottom*. Pada proses ini pelat yang telah melalui proses *printing* dibentuk pada sebuah mesin *press* yang memiliki matras atau cetakan untuk membentuk pelat menjadi bentuk tertentu.

## 4. Rounding

Proses *rounding* adalah proses penggulungan *body* kaleng sebelum proses *welding*. Proses ini dilakukan dengan mesin *rounding* atau yang sering disebut dengan mesin *flexing* yang terletak di awal *line*. Alokasi pekerja untuk proses ini adalah 1 orang yang biasanya berpasangan atau bergantian dengan pekerja proses *welding*. Pekerja pada proses *flexing* bertugas mengambil bahan yang terletak di bagian utara atau selatan area *assembly*. Proses ini relatif mudah dibandingkan dengan proses yang lain yakni pekerja menyalakan mesin dan mengambil 3-4 *sheet body* kemudian memasukkan ke mesin *flexing* dan meletakkan gulungan di samping pekerja *welding*. Yang perlu diperhatikan saat proses *rounding* adalah hasil gulungan dari proses ini. Jika hasil gulungan antar kedua ujung *body* terlalu ke dalam maka hasil *welding* akan terjadi tekukan ke arah dalam pada ujung *welding* sehingga menyebabkan saat proses *flanging* sangat dimungkinkan terjadi *dented*. Jika hasil gulungan terlalu terbuka maka hasil *welding* akan membentuk sudut. Khusus untuk mesin *welding* otomatis, proses *rounding* berada didalam mesin *welding* yang melakukan pembentukan dengan komponen *roll forming machine*.

## 5. Welding

*Welding* adalah proses penyambungan *body* untuk pembentukan kaleng. Penyambungan kaleng menggunakan sistem ini disebut juga *welding side seam*. Hal yang perlu diperhatikan dari proses *welding* yaitu tidak diperbolehkan *jump welding* (lompatan *welding* pada *black spotnya*), *cold welding* (hasil *welding* yang

kurang matang yaitu tampak berwarna putih) dan *hot welding* (hasil *welding* terlalu matang yaitu *visual* hitam dan berambut kasar/*splashing*).

#### 6. *Varnishing*

*Varnishing* merupakan proses pemberian *varnish* pada bagian *blank line* pada *can body* yaitu bagian kaleng yang tidak terlapsi oleh cat *printing* yang mengalami proses pengelasan. Pemberian *varnish* bisa dilakukan pada bagian dalam dari area *welding* yang disebut *in side stripping* (ISS) maupun dari area luar *welding* yang disebut *out side stripping* (OSS). Tujuan dari proses ini adalah melindungi *blank line* agar terhindar dari proses oksidasi yang dapat mengakibatkan karat. Hal yang perlu diperhatikan pada proses ini adalah kerataan dari pemberian *varnish* yang harus menutupi seluruh area *welding*. Disamping itu tingkat kekentalan dari lapisan *varnish* yang diberikan harus tetap dijaga agar tahan terhadap penetrasi air sehingga menghindarkan reaksi oksidasi dengan metal.

#### 7. *Flanging*

*Flanging* merupakan proses untuk menghasilkan *Flange Width* (bagian dari *body* yang akan masuk dalam proses *seaming*). Proses *flanging* membutuhkan waktu operasi yang lebih kecil dibanding dengan proses *welding*, sehingga diperlukan *buffer stock*. Beberapa poin penting untuk titik kontrol hasil proses *flanging* yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Hasil dari *flanging* tidak pecah pada posisi *Flange Width*-nya.
- b. Dimensi dari *flanging* sesuai dengan spesifikasinya.

#### 8. *Seaming*

*Seaming* adalah proses untuk menyambung atau merangkai untuk menjadikan sebuah kaleng dari *body* dan komponen-komponen pendukung seperti *bottom*, *ring* dan *top end/top lid*. Proses *seaming* dibagi menjadi 2 yaitu *seaming bottom* dan *seaming ring/top end/top lid*. Hal yang perlu diperhatikan dalam proses ini adalah pencapaian variabel *double seam* sebagai parameter hasil *seaming* seperti *seam thick*, *seam length*, *counter sink*, dan *seam height*.

#### 9. *Packing*

*Packing* merupakan proses pengepakan kaleng untuk selanjutnya disimpan pada gudang.

#### 10. *Warehousing*

*Warehousing* merupakan proses penyimpanan di gudang untuk menunggu proses pengiriman.

#### 4.1.7 Mesin *Welding*

Mesin *welding* yang menjadi objek penelitian ini merupakan mesin *welding* otomatis. Gambar dari mesin *welding* adalah sebagai berikut:

1. Tampak samping kiri



Gambar 4.10 Mesin *Welding* Tampak Samping Kiri

2. Tampak depan



Gambar 4.11 Mesin *Welding* Tampak Depan

3. Tampak samping kanan



Gambar 4.12 Mesin *Welding* Tampak Samping Kanan

4. Papan pengaturan mesin



Gambar 4.13 Papan Pengaturan Mesin *Welding* 1



Gambar 4.14 Papan Pengaturan Mesin Welding 2

#### 5. Kawat tembaga



Gambar 4.15 Kawat Tembaga

#### 4.1.7.1 Bagian-bagian Mesin Welding

Mesin *welding* otomatis memiliki beberapa komponen utama sebagai berikut:

##### 1. Feeder

*Feeder* merupakan tempat untuk meletakkan *body blank* yang siap untuk diproduksi. *Feeder* terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

- Magazine/destacker*, yaitu tempat *body blank* pada *feeder*, yang pengisiannya dengan cara ditumpuk dengan posisi rata dari atas.

- b. *Suction cup unit*, yaitu sebagai penarik atau pengambil *body blank* dari *magazine* dengan *system vacuum* dan selanjutnya dibawa *finger* menuju proses berikutnya.
- c. *Feed finger*, yaitu sebagai pendorong atau pembawa *body blank* yang telah ditarik *suction cup unit* menuju proses berikutnya.

## 2. *Sheet transporter*

*Sheet transporter* merupakan alat-alat pengatur proses gerak *body blank* dari *magazine* ke *flexer* dan *roll forming*. *Sheet transporter* terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

- a. *Double sheet detector*, yaitu alat untuk mendeteksi terjadinya *double sheet body* yang dibawa *transport rollers* dan diteruskan melalui *double sheet gate*.
- b. *Double sheet gate*, yaitu pintu masuk *double sheet* yang akan bekerja secara otomatis setelah ada input dari *double sheet detector* sehingga *body blank* yang *double* tersebut dapat diteruskan ke *flexer* secara *single*.
- c. *Scoring/counterstation*, yaitu alat penghitung *body blank* yang diproduksi dan sekaligus sebagai pengatur spasi *body blank* yang akan di *flexing*.

## 3. *Roll forming machine*

*Roll forming machine* merupakan mesin *roll* pembentuk *roundness body blank*. *Roll forming machine* terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

- a. *Flexer*, yaitu sebagai pelentur *body blank* sehingga dengan mudah dibentuk menjadi *can body* dan sekaligus sebagai penghalus/mengurangi adanya gram dari proses *slitting/cutting*.
- b. *Roll forming*, yaitu sebagai pembentuk *can body* menjadi bentuk silinder/lingkaran sehingga siap menuju proses *welding*.

## 4. *Can body transporter*

*Can body transporter* merupakan alat pembawa *can body* yang telah dibentuk *roll forming* menuju proses selanjutnya. *Can body transporter* terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

- a. *Conveyor chain*, yaitu rantai pembawa *can body* menuju proses selanjutnya.
- b. *Guide channel*, yaitu *guide* penerus yang merupakan pegangan luar *can body* sehingga tidak bisa berubah dari kedudukannya.
- c. *Pawl insert*, yaitu alat yang bekerja sama dengan *conveyor chain* dan harus sinkron/seimbang sehingga frekuensi proses dapat stabil dan terkontrol.
- d. *Push in pawls*, yaitu alat pendorong *can body* menuju *welding rollers*.

- e. *Calibration tool*, yaitu sebuah alat yang menjaga/menyesuaikan ukuran diameter *can body* dengan *overlap* yang dibutuhkan pada proses *welding*.
- f. *Welding roller*, yaitu *roll* yang berfungsi melakukan proses *welding* yang terdiri atas *upper roll welding* dan *lower roll welding*.
- g. *Run out belt*, yaitu alat pembawa *can body* keluar dari proses *welding*.
- h. *Support belt*, yaitu alat penyangga *run out belt* atau sebagai tempat kedudukan *run out belt*.

5. *Lower arm*

*Lower arm* merupakan mekanik penyangga atau tempat kedudukan *lower welding roller*. *Lower arm* terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

- a. *Connection bar*, yaitu batang yang menghubungkan/tempat jalannya *can body* menuju *welding rollers*.
- b. *Guide bar*, yaitu batang panduan/yang mengendalikan *can body* sehingga terarah tepat pada *welding rollers*.
- c. *Z-bar*, yaitu batang penjaga *can body* agar tetap dalam proses semula sesuai *overlap* sambungan dan diameter lingkaran yang ditentukan.
- d. *Mouthpiece*, yaitu penjaga *can body* tetap pada posisi semula hingga keluar proses *welding*.

6. *Setup mesin*

*Setting* mesin *welding* sangat berpengaruh besar terhadap hasil *welding* disamping faktor jenis bahan baku yang digunakan dan kualitas dari kawat tembaga sebagai media penyambung. Beberapa *setting* dalam mesin *welding* adalah sebagai berikut:

a. *Copper wheel press*

*Copper wheel press* adalah tekanan yang diberikan oleh dua mata *roll* mesin *welding* saat mulai dilakukan proses pengelasan pada *can body*. Korelasi antara *chopper wheel* dengan *current* (arus) yang diberikan sangat besar. Dengan arus yang sama, jika *chopper wheel* dibesarkan maka akan berakibat hasil *welding* yang mentah (*cold weld*), dan sebaliknya.

b. *Current*

*Current* adalah arus yang diberikan saat *body* memasuki *roll* dan memulai proses pengelasan.

c. *Wire speed adjusts*

*Wire speed adjusts* adalah kecepatan putar dari tembaga sebagai media penyambung *body*. Jika *wire speed* dinaikkan maka hasil *welding* akan banyak

timbul lompatan *spot welding* yang tidak rapat dan pemborosan pada penggunaan kawat. Sedangkan jika *wire speed* terlalu kecil maka jarak antar kaleng semakin rapat dan kaleng akan lengket antara satu dengan lainnya.

d. *Water temperature*

*Water temperature* adalah temperatur air yang dibutuhkan sebagai pendingin dari proses *welding*. Jika temperatur air yang ter-*setting* kurang dari standar yang dibutuhkan maka proses *welding* tidak bisa berjalan dikarenakan *roll welding* terlalu panas.

#### 4.1.7.2 Prinsip Kerja Mesin *Welding*

Prinsip kerja dari mesin *welding* adalah sebagai berikut:

1. *Body blank* diletakkan pada *magazine* kemudian ditarik oleh *suction cup unit*.
2. *Body blank* didorong oleh *feed finger* menuju *sheet transporter*.
3. *Double sheet detector* mendeteksi terjadinya *double sheet body* yang dibawa *transport rollers* dan diteruskan melalui *double sheet gate*.
4. *Double sheet gate* menerima *input* dari *double sheet detector* kemudian meneruskan secara *single* jika terdapat *body blank* yang *double*.
5. *Body blank* masuk ke dalam *flexer* dan mengalami proses pelenturan agar mudah dibentuk.
6. *Body blank* dibentuk menjadi silinder/lingkaran yang disebut *can body*.
7. *Can body* dibawa oleh *conveyor chain* menuju *welding roller*.
8. *Welding roller* melakukan pengelasan pada *can body* sehingga sambungan kedua ujung pelat menyatu.

#### 4.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pada *line 20* dikarenakan memiliki jumlah waktu kerusakan mesin yang paling tinggi diantara *line* lainnya. Data tersebut meliputi data *planned production time*, waktu kerusakan mesin, *ideal run rate*, *ideal cycle time*, *total pieces*, dan *defect* yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Planned production time*

*Planned production time* merupakan waktu produksi yang direncanakan berdasarkan penjadwalan produksi. PT Arthawenasakti Gemilang beroperasi menggunakan sistem *make to order*, sehingga jam produksi menyesuaikan dengan

jumlah permintaan konsumen. Data *planned production time* pada bulan Januari – Desember 2013 untuk *line 20* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data *planned production time*

Bulan	Total Jam Mesin (Jam)	Total Jam Mesin (Menit)
Januari	88	5.280
Februari	51	3.060
Maret	54	3.240
April	35	2.100
Mei	73	4.380
Juni	76	4.560
Juli	34	2.040
Agustus	79	4.740
September	233	13.980
Oktober	106	6.360
November	45	2.700
Desember	19	1.140

## 2. Data waktu kerusakan mesin

Data waktu kerusakan mesin merupakan jumlah waktu saat mesin *welding* berhenti beroperasi karena rusak. Data waktu kerusakan mesin pada bulan Januari – Desember 2013 untuk *line 20* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data waktu kerusakan mesin

Bulan	Total Waktu Kerusakan Mesin (Menit)
Januari	474
Februari	615
Maret	314
April	140
Mei	505
Juni	240
Juli	80
Agustus	420
September	50
Oktober	560
November	255
Desember	135

## 3. *Ideal run rate* dan *Ideal cycle time*

*Ideal run rate* merupakan jumlah produk yang dihasilkan oleh sebuah mesin pada keadaan optimal. Pada mesin *welding* *ideal run rate* nya adalah 25 pelat per menit. Sedangkan *ideal cycle time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan 1 pelat dalam keadaan optimal. Sehingga nilai *Ideal cycle time* pada mesin *welding* yaitu  $1/25 = 0,04$  (menit/pelat).

#### 4. *Total pieces*

*Total pieces* merupakan jumlah pelat yang diproduksi oleh mesin *welding* per bulan. Data *total pieces* bulan Januari-Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

#### 5. *Defect*

*Defect* merupakan produk cacat atau rusak selama proses produksi berlangsung. Data jumlah *defect* dari mesin *welding* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data *total pieces* dan *total defect*

Bulan	Total Pieces (Pelat)	Total defect (Pelat)
Januari	111.570	212
Februari	50.100	71
Maret	65.775	106
April	40.020	61
Mei	84.120	95
Juni	97.875	128
Juli	42.375	73
Agustus	98.730	139
September	338.895	439
Oktober	143.025	214
November	56.655	87
Desember	16.995	47

### 4.3 Perhitungan dan Analisis *Overall Equipment Effectiveness*

Pada sub bab ini akan dijelaskan perhitungan dan analisis *Overall Equipment effectiveness*. Sebelum itu akan dilakukan perhitungan dari faktor-faktor *Overall Equipment effectiveness* yaitu *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Rate of Quality*.

#### 4.3.1 Perhitungan Nilai *Availability Rate*

*Availability Rate* menunjukkan nilai ketersediaan mesin selama proses produksi. Nilai ini dipengaruhi oleh *planned production time* dan *operating time*. *Operating time* merupakan waktu dimana mesin bekerja tanpa terjadi kerusakan. Waktu ini didapatkan dari hasil pengurangan *planned production time* (Tabel 4.1) dengan total waktu kerusakan mesin (Tabel 4.2). Data waktu *operating time* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Waktu *Operating Time*

Bulan	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	Total Waktu Kerusakan (Menit)	<i>Operating Time</i> (Menit)
Januari	5.280	474	4.806
Februari	3.060	615	2.445
Maret	3.240	314	2.926
April	2.100	140	1.960
Mei	4.380	505	3.875
Juni	4.560	240	4.320
Juli	2.040	80	1.960
Agustus	4.740	420	4.320
September	13.980	50	13.930
Oktober	6.360	560	5.800
November	2.700	255	2.445
Desember	1.140	135	1.005

Berdasarkan data pada Tabel 4.4. nilai *Availability Rate* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut dengan contoh perhitungan pada bulan Januari 2013.

$$Availability = \frac{operating\ time}{planned\ production\ time} \times 100\%$$

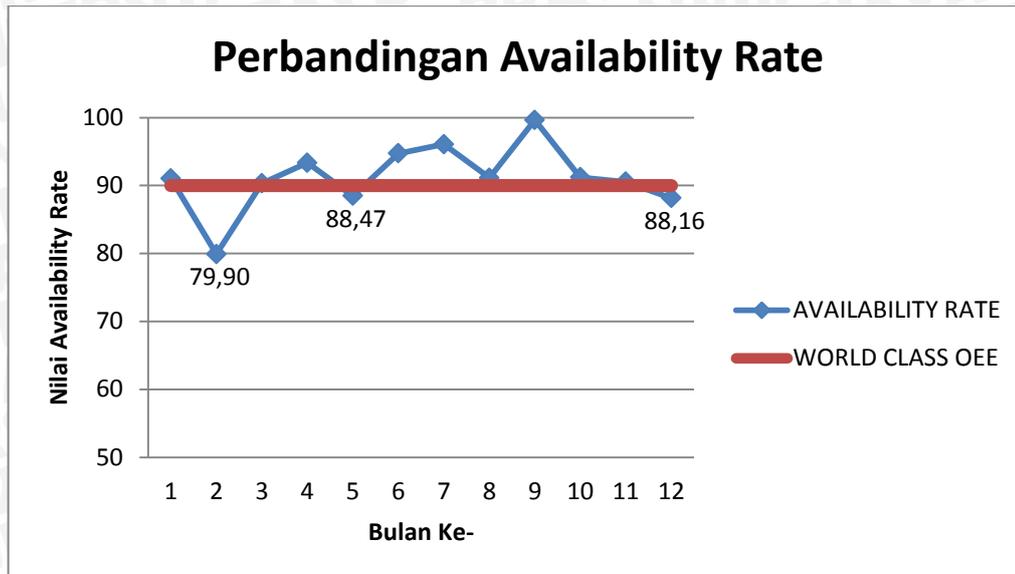
$$= \frac{4.806}{5.280} \times 100\%$$

$$= 91,02 \%$$

Tabel 4.5 Perhitungan *Availability Rate*

Bulan	<i>Operating Time</i> (Menit)	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	<i>Availability Rate</i> (%)
Januari	4.806	5.280	91,02
Februari	2.445	3.060	79,90
Maret	2.926	3.240	90,31
April	1.960	2.100	93,33
Mei	3.875	4.380	88,47
Juni	4.320	4.560	94,74
Juli	1.960	2.040	96,08
Agustus	4.320	4.740	91,14
September	13.930	13.980	99,64
Oktober	5.800	6.360	91,19
November	2.445	2.700	90,56
Desember	1.005	1.140	88,16
Rata-rata			91,21

Hasil dari perhitungan *Availability Rate* tersebut kemudian dibandingkan dengan standar nilai *World Class OEE* yaitu sebesar 90,0%. Berikut ini tampilan grafik dari perbandingan nilai *Availability Rate* dengan standar nilai *World Class OEE* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Nilai *Availability Rate*

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat diketahui bahwa nilai *Availability Rate* sepanjang tahun 2013 bersifat fluktuatif. Pada bulan Februari, Mei, dan Desember nilai *Availability Rate* masih berada dibawah standar nilai *World Class OEE* yaitu sebesar 79,90%, 88,47% dan 88,16%. Nilai terendah berada pada bulan Februari yaitu sebesar 79,90%, sedangkan nilai *Availability Rate* tertinggi ada pada bulan September yang mencapai 99,64%. Rendahnya nilai *Availability Rate* pada bulan Februari, Mei, dan Desember disebabkan karena tingginya jumlah waktu kerusakan mesin yang menyebabkan jumlah waktu produktif semakin berkurang.

#### 4.3.2 Perhitungan Nilai *Performance Rate*

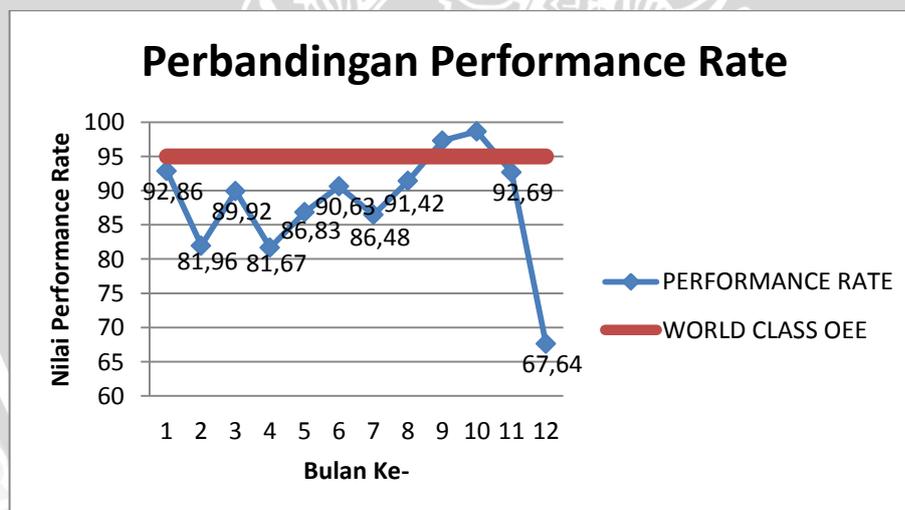
*Performance Rate* merupakan nilai efektivitas performansi dari suatu mesin produksi. Nilai ini dipengaruhi oleh *ideal run rate*, *operating time* (Tabel 4.4) dan *total pieces* (Tabel 4.3). Nilai *Performance Rate* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut dengan contoh perhitungan pada bulan Januari 2013.

$$\begin{aligned}
 \text{Performance} &= \frac{\frac{\text{total pieces}}{\text{operating time}}}{\text{ideal run rate}} \times 100\% \\
 &= \frac{111.570}{\frac{4.806}{25}} \times 100\% \\
 &= 92,86\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Perhitungan *Performance Rate*

Bulan	Total Pieces (pelat)	Operating Time (menit)	Ideal Run Rate (pelat/menit)	Performance Rate (%)
Januari	111.570	4.806	25	92,86
Februari	50.100	2.445	25	81,96
Maret	65.775	2.926	25	89,92
April	40.020	1.960	25	81,67
Mei	84.120	3.875	25	86,83
Juni	97.875	4.320	25	90,63
Juli	42.375	1.960	25	86,48
Agustus	98.730	4.320	25	91,42
September	338.895	13.930	25	97,31
Oktober	143.025	5.800	25	98,64
November	56.655	2.445	25	92,69
Desember	16.995	1.005	25	67,64
Rata-rata				88,17

Hasil dari perhitungan *Performance Rate* tersebut kemudian dibandingkan dengan standar nilai *World Class OEE* yaitu sebesar 95,00%. Berikut ini tampilan grafik dari perbandingan nilai *Performance Rate* dengan standar nilai *World Class OEE* dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai *Performance Rate*

Berdasarkan Gambar 4.17 dapat diketahui bahwa nilai *Performance Rate* pada tahun 2013, hampir keseluruhan nilainya berada dibawah standar. Hanya pada bulan September dan Oktober sudah memenuhi standar nilai *World Class OEE* dengan nilai 97,31% dan 98,64%. Nilai *Performance Rate* terendah terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 67,64%. Rendahnya nilai *performance rate* sepanjang tahun 2013 disebabkan oleh mesin *welding* yang tidak dapat bekerja optimal sehingga tidak dapat menghasilkan jumlah produk yang sesuai dengan *ideal run rate*-nya.

### 4.3.3 Perhitungan Nilai *Rate of Quality*

*Rate of Quality* merupakan nilai efektivitas suatu mesin berdasarkan kualitas produksi yang dihasilkan. Nilai ini dipengaruhi oleh *good pieces* dan *total pieces*. *Good pieces* merupakan jumlah produk baik yang dihasilkan. Jumlah *good pieces* didapatkan dari pengurangan *total pieces* dengan jumlah produk *defect* (Tabel 4.3). Data *good pieces* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data *Good Pieces*

Bulan	Total Pieces (Pelat)	Defect (Pelat)	Good (Pelat)
Januari	111.570	212	111.358
Februari	50.100	71	50.029
Maret	65.775	106	65.669
April	40.020	61	39.959
Mei	84.120	95	84.025
Juni	97.875	128	97.747
Juli	42.375	73	42.302
Agustus	98.730	139	98.591
September	338.895	439	338.456
Oktober	143.025	214	142.811
November	56.655	87	56.568
Desember	16.995	47	16.948

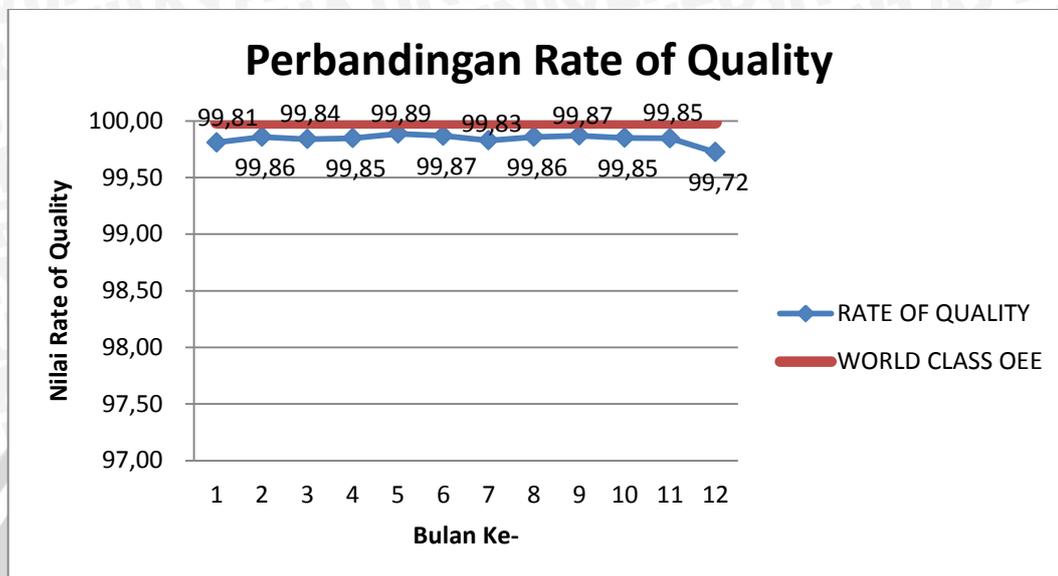
Berdasarkan data tersebut, nilai *Rate of Quality* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut dengan contoh perhitungan pada bulan Januari 2013.

$$\begin{aligned}
 \text{Quality} &= \frac{\text{good pieces}}{\text{total pieces}} \times 100\% \\
 &= \frac{111.358}{111.570} \times 100\% \\
 &= 99,81\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Perhitungan *Rate of Quality*

Bulan	Good (Pelat)	Total Pieces (Pelat)	Rate of Quality (%)
Januari	111.358	111.570	99,81
Februari	50.029	50.100	99,86
Maret	65.669	65.775	99,84
April	39.959	40.020	99,85
Mei	84.025	84.120	99,89
Juni	97.747	97.875	99,87
Juli	42.302	42.375	99,83
Agustus	98.591	98.730	99,86
September	338.456	338.895	99,87
Oktober	142.811	143.025	99,85
November	56.568	56.655	99,85
Desember	16.948	16.995	99,72
Rata-rata			99,84

Hasil dari perhitungan *Rate of Quality* tersebut kemudian dibandingkan dengan standar nilai *World Class OEE* yaitu sebesar 99,99%. Berikut ini tampilan grafik dari perbandingan nilai *Rate of Quality* dengan standar nilai *World Class OEE* dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Nilai *Rate of Quality*

Berdasarkan Gambar 4.18 dapat diketahui bahwa nilai *Rate of Quality* sepanjang tahun 2013 masih berada dibawah standar nilai *World Class OEE*. Namun rata-rata *Rate of Quality* bernilai 99,84%, mendekati standar nilai *World Class OEE* yang sebesar 99,99%. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa tingkat kualitas dari mesin *welding* sudah cukup baik karena karena jumlah cacat pada proses *welding* setiap bulan tidak pernah lebih dari 1%.

#### 4.3.4 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* merupakan nilai efektifitas dari mesin *welding* yang dipengaruhi oleh faktor *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Nilai tersebut didapatkan dari hasil perkalian nilai *Availability Rate* (Tabel 4.5), *Performance Rate* (Tabel 4.6), dan *Rate of Quality* (Tabel 4.8). Nilai masing-masing faktor telah didapatkan pada perhitungan sub bab sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* dengan persamaan berikut dan contoh perhitungan pada bulan Januari.

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

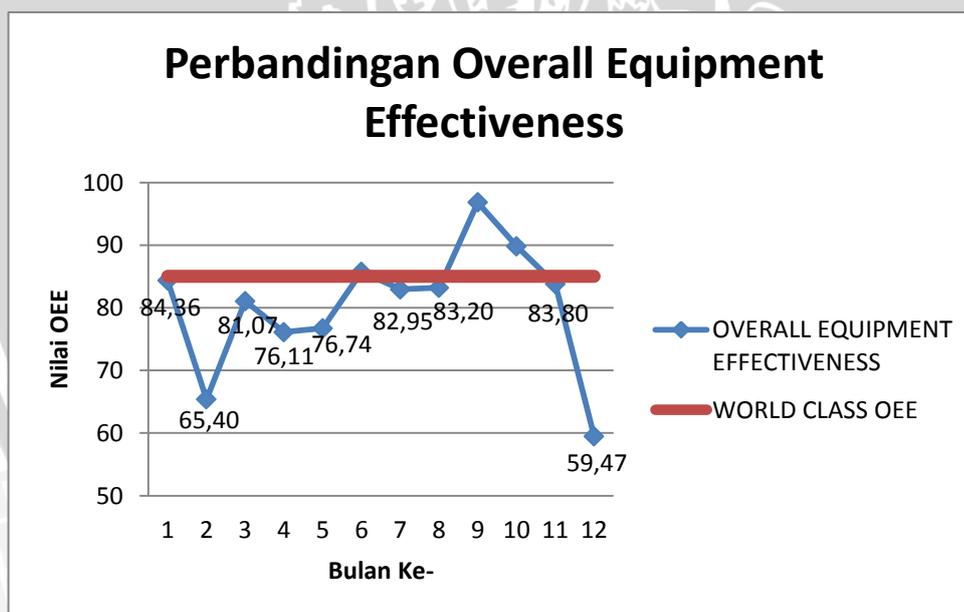
$$= (0,9102 \times 0,9286 \times 0,9981) \times 100\%$$

$$= 84,36\%$$

Tabel 4.9 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Bulan	Availability Rate	Performance Rate	Rate of Quality	OEE (%)
Januari	0,9102	0,9286	0,9981	84,36
Februari	0,7990	0,8196	0,9986	65,40
Maret	0,9031	0,8992	0,9984	81,07
April	0,9333	0,8167	0,9985	76,11
Mei	0,8847	0,8683	0,9989	76,74
Juni	0,9474	0,9063	0,9987	85,74
Juli	0,9608	0,8648	0,9983	82,95
Agustus	0,9114	0,9142	0,9986	83,20
September	0,9964	0,9731	0,9987	96,84
Oktober	0,9119	0,9864	0,9985	89,82
November	0,9056	0,9269	0,9985	83,80
Desember	0,8816	0,6764	0,9972	59,47
Rata-rata				80,46

Hasil dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* tersebut kemudian dibandingkan dengan standar nilai *World Class OEE* yaitu sebesar 85,00%. Berikut ini tampilan grafik dari perbandingan nilai *Overall Equipment Effectiveness* dengan standar nilai *World Class OEE* dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

Berdasarkan Gambar 4.19 dapat diketahui bahwa nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada tahun 2013 hampir secara keseluruhan belum memenuhi standar nilai *World Class OEE* yang sebesar 85,00%. Hanya pada bulan September dan Oktober yang nilainya sudah memenuhi standar. Nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* selama tahun 2013 bernilai 80,46%. Dari nilai tersebut diketahui bahwa efektivitas dari

mesin *welding* secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin.

#### 4.4 Identifikasi *Six Big Losses*

Setelah mendapatkan hasil perhitungan OEE pada sub bab sebelumnya, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *six big losses* yang berpengaruh terhadap nilai OEE. Perhitungan nilai dari masing-masing kelompok *losses* dijelaskan sebagai berikut:

##### 1. *Downtime losses*

###### a. *Breakdown losses*

*Breakdown losses* menunjukkan persentase waktu kerusakan mesin. Perhitungan nilai *breakdown losses* dipengaruhi oleh waktu kerusakan mesin dan *planned production time*. Contoh perhitungan nilai *breakdown losses* dan *time losses* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Breakdowns losses} &= \frac{\text{waktu kerusakan}}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{474}{5.280} \times 100\% \\ &= 8,98\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{\text{BS}}) &= \% \text{ breakdown losses} \times \text{planned production time} \\ &= 8,98\% \times 5.280 \\ &= 474,14 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Perhitungan *Breakdown Losses*

Bulan	Waktu Kerusakan (Menit)	Planned Production Time (Menit)	Breakdown Losses (%)	TL <sub>BS</sub> (Menit)
Januari	474	5.280	8,98	474,14
Februari	615	3.060	20,10	615,06
Maret	314	3.240	9,69	313,96
April	140	2.100	6,67	140,07
Mei	505	4.380	11,53	505,01
Juni	240	4.560	5,26	239,86
Juli	80	2.040	3,92	79,97
Agustus	420	4.740	8,86	419,96
September	50	13.980	0,36	50,33
Oktober	560	6.360	8,81	560,32
November	255	2.700	9,44	254,88
Desember	135	1.140	11,84	134,98
Total				3.788,53

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.10 diketahui bahwa *breakdown losses* terbesar terjadi pada bulan Februari sebesar 20,10% dan dengan *time*

*losses* sebesar 615,06 menit. Sedangkan *breakdown losses* terendah sebesar 0,36% terjadi pada bulan September dengan *time losses* sebesar 50,33 menit. Selama tahun 2013, jumlah *time losses* yang diakibatkan oleh *breakdown losses* sebesar 3.788,53 menit. Tingginya jumlah *losses* yang terjadi pada bulan Februari disebabkan pada bulan tersebut banyak terjadi kerusakan pada mesin *welding*.

b. *Setup and adjustments*

*Setup and adjustment* menunjukkan persentase waktu *setup* dari mesin *welding*. Perhitungan nilai *setup and adjustments* dipengaruhi oleh waktu *setup* dan *planned production time*. Contoh perhitungan nilai *setup and adjustments* dan *time losses* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment losses} &= \frac{\text{waktu setup}}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{5.280} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{SA}) &= \% \text{ setup and adjustment losses} \times \text{planned production time} \\ &= 0\% \times 5280 = 0 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Perhitungan *Setup and adjustment losses*

Bulan	Waktu Setup (Menit)	Planned Production Time (Menit)	Setup and adjustment losses (%)	TL <sub>SA</sub> (%)
Januari	0	5.280	0	0
Februari	0	3.060	0	0
Maret	0	3.240	0	0
April	0	2.100	0	0
Mei	0	4.380	0	0
Juni	0	4.560	0	0
Juli	0	2.040	0	0
Agustus	0	4.740	0	0
September	0	13.980	0	0
Oktober	0	6.360	0	0
November	0	2.700	0	0
Desember	0	1.140	0	0
		Total		0

Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa *setup and adjustments losses* pada setiap bulan selama tahun 2013 memiliki nilai yang sama yaitu 0% dan dengan jumlah *time losses* sebesar 0 menit. Nilai 0 tersebut dikarenakan mesin *welding* tidak membutuhkan waktu

*setup* karena merupakan mesin khusus yang memproduksi satu jenis diameter kaleng sehingga tidak diperlukan *changeover*.

## 2. *Speed loss*

### a. *Small stops*

*Small stops* menunjukkan nilai persentase aktivitas nonproduktif seperti faktor eksternal yang mempengaruhi jalannya proses produksi. Perhitungan nilai *small stops* dipengaruhi oleh *nonproductive time* dan *planned production time*. Contoh perhitungan *small stops* dan *time losses* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Small stops} &= \frac{\text{nonproductive time}}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{5.280} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{SS}) &= \% \text{ small stops} \times \text{planned production time} \\ &= 0\% \times 5.280 \\ &= 0 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Perhitungan *Small Stops*

Bulan	<i>Nonproductive Time</i> (Menit)	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	<i>Small Stops</i> (%)	TL <sub>SS</sub> (%)
Januari	0	5.280	0	0
Februari	0	3.060	0	0
Maret	0	3.240	0	0
April	0	2.100	0	0
Mei	0	4.380	0	0
Juni	0	4.560	0	0
Juli	0	2.040	0	0
Agustus	0	4.740	0	0
September	0	13.980	0	0
Oktober	0	6.360	0	0
November	0	2.700	0	0
Desember	0	1.140	0	0
Total				0

Pada Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa tidak ada *time losses* yang disebabkan oleh *small stops* selama bulan Januari – Desember 2013. PT Arthawenasakti Gemilang tidak mengelompokkan pemberhentian kecil sebagai *losses* tersendiri. Selain itu tidak terdapat faktor eksternal yang mempengaruhi beroperasinya mesin produksi seperti faktor pemadaman listrik. Bagian

produksi menggunakan generator listrik sehingga ketika pemadaman listrik terjadi, hal tersebut tidak akan mengganggu berlangsungnya proses produksi.

b. *Reduced speed*

*Reduced speed* menunjukkan persentase penurunan kecepatan mesin yang diindasikan oleh kesesuaian jumlah waktu operasi dengan jumlah waktu optimal yang dibutuhkan untuk melakukan proses produksi dan dibandingkan dengan waktu yang telah direncanakan. Perhitungan nilai *reduced speed* dipengaruhi oleh *operating time*, *ideal cycle time*, *total pieces*, dan *planned production time*. Contoh perhitungan *reduced speed* dan *time losses* untuk bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Reduced speed} &= \frac{\text{operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total pieces})}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{4.806 - (0,04 \times 111.570)}{5.280} \times 100\% \\ &= 6,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{\text{RS}}) &= \% \text{ reduced speed} \times \text{planned production time} \\ &= 6,50\% \times 5.280 \\ &= 343,20 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Perhitungan *Reduced Speed Losses*

Bulan	<i>Operating Time</i> (Menit)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Menit/Pelat)	<i>Total Pieces</i> (Pelat)	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	<i>Reduced Speed</i> (%)	TL <sub>RS</sub> (%)
Januari	4.806	0,04	111.570	5.280	6,50	343,20
Februari	2.445	0,04	50.100	3.060	14,41	440,95
Maret	2.926	0,04	65.775	3.240	9,10	294,84
April	1.960	0,04	40.020	2.100	17,10	359,10
Mei	3.875	0,04	84.120	4.380	11,65	510,27
Juni	4.320	0,04	97.875	4.560	8,88	404,93
Juli	1.960	0,04	42.375	2.040	12,99	265,00
Agustus	4.320	0,04	98.730	4.740	7,82	370,67
September	13.930	0,04	338.895	13.980	2,68	374,66
Oktober	5.800	0,04	143.025	6.360	1,24	78,86
November	2.445	0,04	56.655	2.700	6,62	178,74
Desember	1.005	0,04	16.995	1.140	28,53	325,24
Total						3.946,46

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.13 diketahui bahwa *reduced speed losses* terbesar terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 28,53% dengan *time losses* sebesar 325,24 menit. Sedangkan *reduced speed losses* terendah bernilai

1,24% terjadi pada bulan Oktober dengan *time losses* sebesar 78,86 menit. Jumlah *time losses* sepanjang tahun 2013 yang diakibatkan oleh *reduced speed* sebesar 3.946,46 menit.

### 3. *Quality loss*

#### a. *Startup rejects*

*Startup rejects* menunjukkan persentase jumlah cacat saat proses *setup* mesin. Perhitungan *startup rejects losses* dipengaruhi oleh *ideal cycle time*, jumlah cacat saat *setting*, dan *planned production time*. Contoh perhitungan *startup rejects* dan *time losses* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Startup rejects} &= \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{0,04 \times 0}{5.280} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{\text{SR}}) &= \% \text{ startup rejects} \times \text{planned production time} \\ &= 0\% \times 5.280 \\ &= 0 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Perhitungan *Startup rejects*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Menit/Pelat)	Cacat <i>setting</i> (Pelat)	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	<i>Small Stops</i> (%)	TL <sub>SR</sub> (%)
Januari	0,04	0	5.280	0	0
Februari	0,04	0	3.060	0	0
Maret	0,04	0	3.240	0	0
April	0,04	0	2.100	0	0
Mei	0,04	0	4.380	0	0
Juni	0,04	0	4.560	0	0
Juli	0,04	0	2.040	0	0
Agustus	0,04	0	4.740	0	0
September	0,04	0	13.980	0	0
Oktober	0,04	0	6.360	0	0
November	0,04	0	2.700	0	0
Desember	0,04	0	1.140	0	0
Total					0

Berdasarkan Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa *startup rejects* pada mesin *welding* selama tahun 2013 adalah sebesar 0% dengan jumlah *time losses* sebesar 0 menit. Tidak adanya cacat saat *setting* dikarenakan pada mesin *welding* tidak dilakukan percobaan saat memulai proses produksi.

b. *Production rejects*

*Production rejects* menunjukkan persentase jumlah cacat selama proses pengelasan berlangsung. Perhitungan *production rejects losses* dipengaruhi oleh *ideal cycle time*, *defect*, dan *planned production time*. Contoh perhitungan *production rejects losses* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Production rejects} &= \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect}}{\text{planned production time}} \times 100\% \\ &= \frac{0,04 \times 212}{5.280} \times 100\% \\ &= 0,16\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Losses (TL}_{\text{PR}}) &= \% \text{ production rejects} \times \text{planned production time} \\ &= 0,16\% \times 5.280 \\ &= 8.45 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Perhitungan *Production Rejects Losses*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (Menit/Pelat)	<i>Defect</i> (Pelat)	<i>Planned Production Time</i> (Menit)	<i>Production rejects</i> (%)	TL <sub>PR</sub> (%)
Januari	0,04	212	5.280	0,16	8,45
Februari	0,04	71	3.060	0,09	2,75
Maret	0,04	106	3.240	0,13	4,21
April	0,04	61	2.100	0,12	2,52
Mei	0,04	95	4.380	0,09	3,94
Juni	0,04	128	4.560	0,11	5,02
Juli	0,04	73	2.040	0,14	2,86
Agustus	0,04	139	4.740	0,12	5,69
September	0,04	439	13.980	0,13	18,17
Oktober	0,04	214	6.360	0,13	8,27
November	0,04	87	2.700	0,13	3,51
Desember	0,04	47	1.140	0,16	1,82
Total					67,21

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.15 diketahui bahwa *production rejects* pada mesin *welding* memiliki nilai yang kecil yaitu dengan persentase dibawah 1% dan dengan jumlah *time losses* sepanjang tahun 2013 sebesar 67,21 menit. Hal ini dikarenakan sebagian besar pelat yang rusak yg dikarenakan mesin *welding* dapat dilakukan proses *rework* saat itu juga sehingga dapat meminimasi jumlah *defect* yang diakibatkan oleh mesin *welding*.

Berdasarkan hasil perhitungan *Six Big Losses* yang telah dilakukan, berikut ini perhitungan persentase *time losses* dari masing-masing *losses* dengan *planned production time* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Persentase *Time Losses*

Kelompok <i>Losses</i>	<i>Losses</i>	<i>Time Losses</i> (Menit)	Persentase (%)
<i>Downtime losses</i>	TL <sub>BL</sub> ( <i>Breakdown losses</i> )	3.788,53	48,56
	TL <sub>SA</sub> ( <i>Setup and adjustments</i> )	0	0
<i>Speed loss time</i>	TL <sub>SS</sub> ( <i>Small stops</i> )	0	0
	TL <sub>RS</sub> ( <i>Reduced speed</i> )	3.946,46	50,58
<i>Quality loss time</i>	TL <sub>SR</sub> ( <i>Startup rejects</i> )	0	0
	TL <sub>PR</sub> ( <i>Production rejects</i> )	67,21	0,86
Total		7.802,20	100

Pada Tabel 4.16 diketahui bahwa *time losses* yang terbesar adalah disebabkan karena *reduced speed* dengan persentase sebesar 50,58%, dan terbesar kedua disebabkan karena *breakdown losses* dengan persentase sebesar 48,56%. Selanjutnya grafik hubungan *time losses* ditunjukkan pada Gambar 4.20.

<i>Planned Production Time</i> 53.580 menit	
<i>Operating Time</i> 49.791,47 menit	<i>Downtime losses</i> 3.788,53 menit
<i>Net Operating Time</i> 45.845,01	<i>Speed loss time</i> 3.946,46 menit
<i>Valuable Operating Time</i> 45.777,8 menit	<i>Quality loss time</i> 67,21 menit

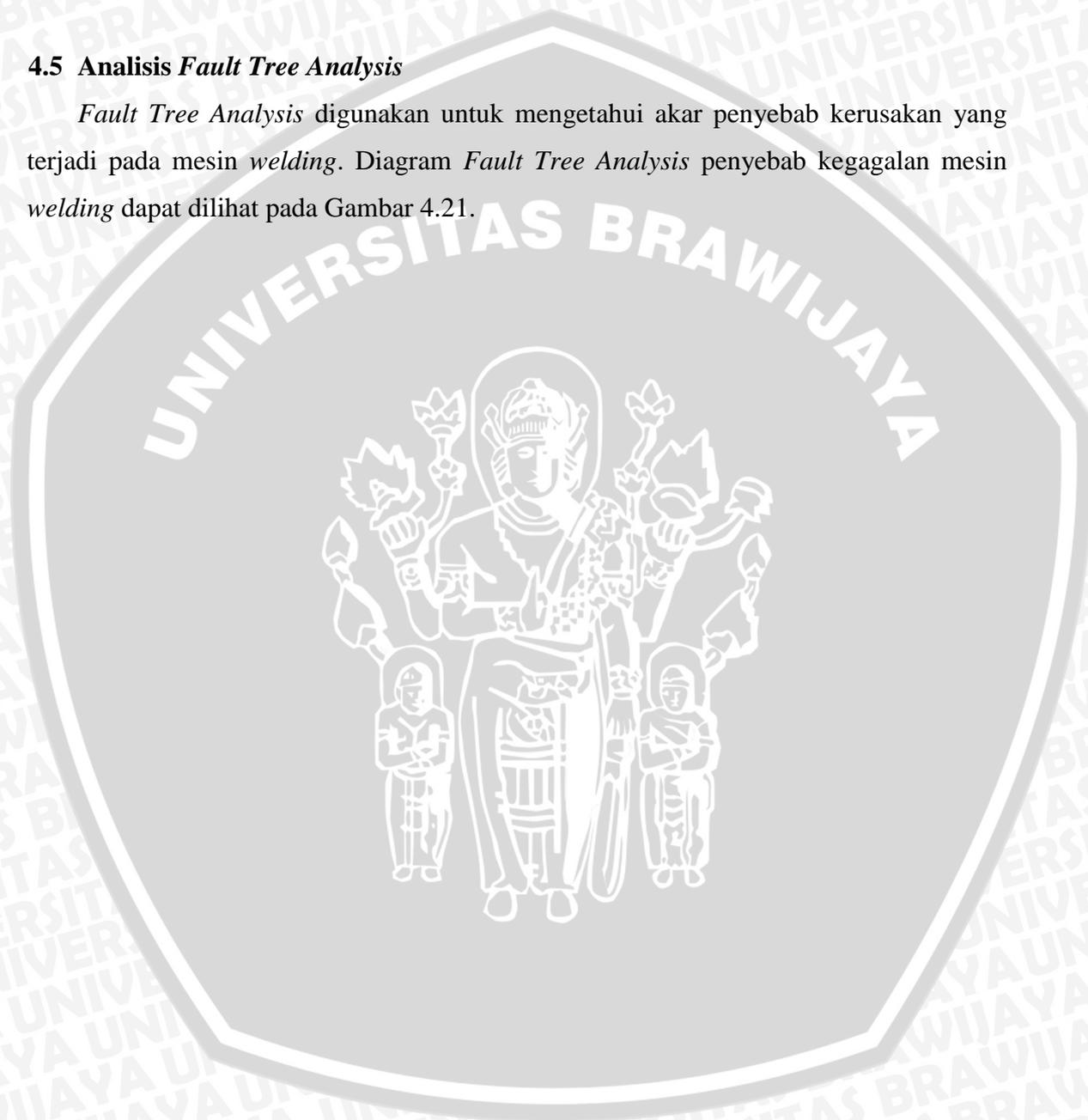
Gambar 4.20 *Time Losses* Pada Mesin *Welding*

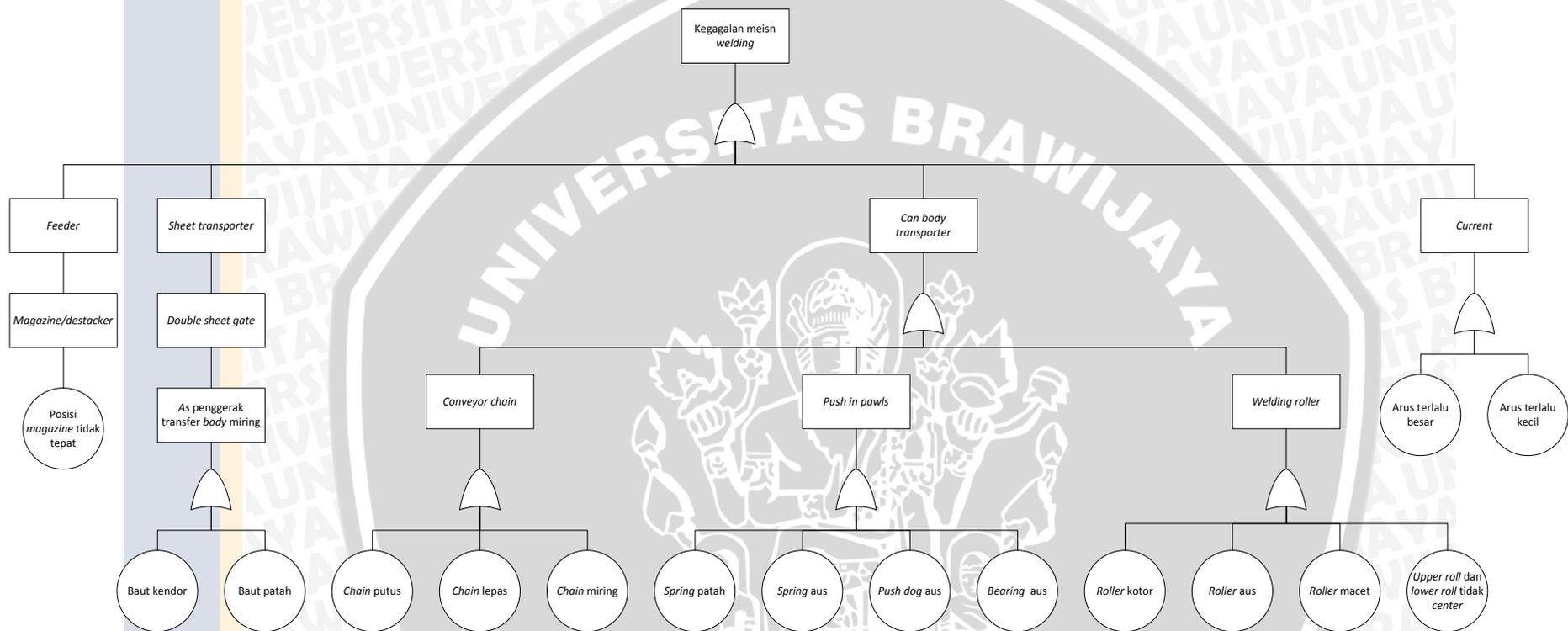
Pada Gambar 4.20 dapat diketahui bahwa waktu produksi yang direncanakan atau *planned production time* adalah 53.580 menit. Namun dikarenakan adanya *downtime losses* selama 3.788,53 menit, waktu yang efektif untuk mesin *welding* beroperasi adalah 49.791,47 menit. Hal itu dikarenakan adanya kerusakan mesin yang terjadi selama proses produksi (*breakdown losses*) selama 3.788,53 menit. Selain itu, adanya *speed loss time* yang terjadi selama 3.946,46 menit juga menurunkan *net operating time* dari mesin *welding* menjadi 45.845,01 menit. Kemudian *quality loss time* yang terjadi selama 67,21 menit juga menyebabkan *valuable operating time* menjadi 45.777,8 menit. Hasil dari perhitungan *six big losses* diketahui bahwa *losses time* yang terbesar yang terjadi dikarenakan adanya *reduced speed* dan *breakdown losses* kemudian diikuti oleh *production rejects* yang masing-masing memiliki persentase sebesar 50,58%, 48,56%, dan 0,86% terhadap *planned production time*.

*Reduced speed* dan *breakdown losses* merupakan *time losses* terbesar yang mempengaruhi efektivitas mesin *welding*. Kedua *losses* ini terjadi disebabkan karena adanya kerusakan/kegagalan mesin sehingga menurunkan waktu produktif dari mesin. Oleh karena itu pada sub bab selanjutnya akan dibahas mengenai *Fault Tree Analysis* yang bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan mesin *welding*.

#### 4.5 Analisis *Fault Tree Analysis*

*Fault Tree Analysis* digunakan untuk mengetahui akar penyebab kerusakan yang terjadi pada mesin *welding*. Diagram *Fault Tree Analysis* penyebab kegagalan mesin *welding* dapat dilihat pada Gambar 4.21.





Gambar 4.21 Fault Tree Analysis Kegagalan Mesin Welding

Keterangan diagram *Fault Tree Analysis* kegagalan mesin *welding* pada Gambar 4.21 adalah sebagai berikut:

### 1. *Feeder*

*Feeder* merupakan tempat pertama dimulainya proses dalam mesin *welding*, yaitu merupakan tempat untuk meletakkan *body blank* setelah melalui proses *printing* dan pemotongan. Penyebab kegagalan mesin *welding* dapat disebabkan oleh *magazine/destucker*, yaitu merupakan besi penyangga tempat untuk meletakkan *body blank*. Besi penyangga ini bertujuan untuk menjaga posisi dari *body blank* agar tetap dalam posisi mendatar. Jika posisi *magazine* tidak tepat maka akan menyebabkan *body blank* tidak dalam posisi datar sempurna. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya hasil *welding* zig zag yang dapat dilihat pada Gambar 4.22. Pada gambar tersebut tampak hasil sambungan *welding* tidak lurus. Jika kaleng seperti ini dibiarkan maka akan mempengaruhi proses *flanging*, yaitu proses pembentukan/pelekukan *body* yang akan masuk dalam proses *seaming* sebagai bagian dari penyambungan *bottom*, *cover*, atau *ring*. Hasil *welding* zig zag akan menyebabkan bagian *body* yang ditekuk memiliki panjang yang tidak sama. Jika hal ini dibiarkan hingga proses *seaming*, maka akan dapat menghasilkan kaleng yang bocor dikarenakan perbedaan lekukan *body* dalam proses *seaming*.



Gambar 4.22 Kaleng dengan hasil *welding* zig zag

### 2. *Sheet transporter*

*Sheet transporter* merupakan alat pengatur proses gerak *body blank* dari *magazine* ke *flexer* dan *roll forming*. Kegagalan komponen *sheet transporter* disebabkan oleh *double sheet gate* yaitu suatu pintu masuk *double sheet* yang akan bekerja secara otomatis setelah ada input dari *double sheet detector*. Sehingga jika terjadi *double body blank* maka akan diteruskan ke mesin *flexing* secara *single*, kecuali jika *body* tersebut terdapat lekukan atau gram tajam, maka *body blank* tersebut akan

tersangkut di *transport rollers*. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *double body blank* yang ditarik oleh *suction cup unit*. Kegagalan pada *double sheet gate* disebabkan karena permasalahan pada baut yang kendur atau patah yang menyebabkan as penggerak *transfer body* menjadi miring. Hal ini dapat menyebabkan *body blank* yang masuk ke proses *flexing* menjadi tidak dalam keadaan datar sempurna sehingga hasil pembentukan tidak maksimal.

### 3. *Can body transporter*

*Can body transporter* merupakan alat pembawa *can body* yang telah dibentuk *roll forming* menuju proses selanjutnya. Kegagalan komponen ini disebabkan oleh *conveyor chain*, *push in pawls*, dan *welding roller*. *Conveyor chain* adalah rantai pembawa *can body* menuju proses berikutnya yang berperan sebagai *conveyor*. Permasalahan yang sering terjadi pada *conveyor chain* adalah pada *chain* yang miring, lepas, atau putus. Jika *chain* tidak dapat berfungsi dengan baik maka *can body* tidak akan dapat ditransportasikan menuju proses *welding*.

Penyebab lain kegagalan pada *can body transporter* adalah *push in pawls*, yaitu alat pendorong *can body* menuju *welding rollers* dengan sistem antar jemput, yaitu *push in pawls* bergerak ke belakang untuk mengambil *can body* kemudian mendorongnya ke depan. Permasalahan yang sering terjadi pada *push in pawls* yaitu disebabkan oleh *spring*, *push dog*, dan *bearing push dog*. *Spring* merupakan bagian dalam *push in pawls* yang membuat *push dog* bergerak fleksibel dapat melakukan gerakan menarik dan mendorong *can body*. Jika *spring* mengalami aus atau patah, hal ini dapat menyebabkan *push dog* tidak dapat bergerak secara maksimal. Kemudian jika *push dog* mengalami permasalahan seperti aus, maka *can body* tidak akan dapat terdorong menuju mesin *welding*. Selanjutnya permasalahan lain pada *push in pawls* adalah *bearing* yang aus. *Bearing* merupakan komponen penggerak poros yang dapat membuat *push in pawls* bergerak maju dan mundur. Jika *bearing* mengalami aus, maka *push in pawls* tidak dapat bergerak secara sempurna sehingga *can body* tidak dapat terdorong menuju proses *welding*.

Penyebab kegagalan lainnya adalah *welding rollers*, yaitu *roll* yang berfungsi melakukan proses *welding* yang terdiri dari *upper roll welding* dan *lower roll welding* yang merupakan tempat dari kawat tembaga. Permasalahan yang sering terjadi pada *welding rollers* adalah terjadinya aus, *roller* kotor, macet, dan tidak *center-nya upper roll* dan *lower roll*. *Welding roller* sering mengalami aus dikarenakan terus terjadi gesekan antara *upper roll* dan *lower roll* saat terjadi

perputaran *roller* untuk melakukan proses *welding*. Selain itu aus pada *roller* juga terjadi pada jalur kawat. Terjadinya aus disebabkan karena terus terjadinya gesekan antara kawat dan *roller*. Permasalahan selanjutnya adalah *roller* kotor. Kebersihan mata *roll* perlu dijaga dari hasil proses pembakaran *welding*, hal ini bertujuan agar hasil *welding* bersih terhindar dari sisa pembakaran yang menempel pada mata *roll* yang berakibat timbulnya celah pada sambungan *welding*.

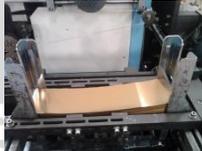
*Roller* macet merupakan permasalahan ketiga dari *welding roller*. Hal ini terjadi biasanya dikarenakan kurangnya pelumas sehingga *roller* tidak dapat berputar sebagaimana mestinya. Jika hal ini terjadi maka proses *welding* akan terhenti dan terjadi penumpukan *can body* pada *conveyor chain*. Permasalahan selanjutnya yaitu *upper roll* dan *lower roll* yang tidak *center*. Dalam melakukan proses *welding*, *upper roll* dan *lower roll* akan menjepit *can body* untuk melakukan proses *welding* dengan kawat tembaga. Dalam melakukan ini dibutuhkan keselarasan posisi antara *upper roll* dan *lower roll* agar proses *welding* dapat dilakukan dengan baik. Jika *upper roll* dan *lower roll* tidak *center*, maka dapat menyebabkan hasil *welding* miring atau *overlap* yaitu hasil kaleng dengan bagian sambungan *welding* miring atau bergeser dari ketentuan sambungan yang seharusnya dan dapat juga menyebabkan hasil zig zag *welding*.

#### 4. *Current*

*Current* adalah arus yang diberikan saat *body* masuk ke *roll* dan memulai proses *welding*. Masalah yang sering terjadi pada *current* adalah tingkat arus yang tidak konstan yang disebabkan oleh tegangan listrik yang fluktuatif. Jika arus *current* terlalu besar, maka akan berakibat *hot welding* atau hasil pengelasan yang terlalu matang yang ditandai dengan warna kehitaman pada bagian sambungan kaleng. Sedangkan jika arus *current* terlalu kecil, maka akan berakibat *cold welding* atau hasil pengelasan yang kurang matang yang ditandai dengan timbulnya *crack* atau hasil sambungan kaleng yang berwarna putih. Kedua permasalahan ini dapat menyebabkan terjadinya kaleng bocor dikarenakan hasil sambungan kaleng yang tidak sempurna.

Menurut Andrews (1998), *Cut set* adalah daftar terjadinya kegagalan pada *event* yang menyebabkan terjadinya kegagalan *top event* pada *Fault Tree Analysis*. Rincian *cut set* dari *Fault Tree Analysis* kegagalan mesin *welding* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Rincian *Cut Set*

<i>Top Event</i>	<i>Event ke-1</i>	<i>Event ke-2</i>	<i>Event ke-3</i>	<i>Basic event</i>	
Kegagalan mesin welding	(G1) <i>Feeder</i>	(G5) <i>Magazine/destacker</i> 	-	(E1) Posisi <i>magazine</i> tidak tepat	
	(G2) <i>Sheet transporter</i>	(G6) <i>Double sheet gate</i>	(G10) As penggerak <i>transfer body</i> miring	(E2) Baut kendur (E3) Baut patah	
	(G3) <i>Can body transporter</i>	(G7) <i>Conveyor chain</i> 	-	(E4) <i>Chain</i> putus	
			-	(E5) <i>Chain</i> lepas	
			-	(E6) <i>Chain</i> miring	
			(G8) <i>Push in pawls</i> 	-	(E7) <i>Spring</i> patah
			-	(E8) <i>Spring</i> aus	
			-	(E9) <i>Push dog</i> aus	
	(G9) <i>Welding rollers</i> 	-	(E10) <i>Bearing push dog</i> aus		
		-	(E11) <i>Roller</i> kotor		
-		(E12) <i>Roller</i> aus			
-		(E13) <i>Roller</i> macet			
(G4) <i>Current</i> 	-	-	(E14) <i>Roller</i> atas bawah tidak <i>center</i>		
	-	-	(E15) Arus terlalu besar (E16) Arus terlalu kecil		

Pada Tabel 4.17 diketahui bahwa kegagalan mesin *welding* disebabkan oleh 4 komponen utama yang masing-masing disebabkan oleh *basic event* yang berbeda. Diketahui terdapat 16 *basic event* yang menyebabkan kegagalan mesin *welding*. Selanjutnya dilakukan perhitungan probabilitas kegagalan dari masing-masing *basic event* untuk mengetahui komponen yang memiliki probabilitas kegagalan paling tinggi. Probabilitas tersebut dihitung berdasarkan frekuensi terjadinya *basic event* dibandingkan dengan frekuensi pemakaian mesin dalam satuan *shift*. Contoh perhitungan probabilitas sub *event* posisi *magazine* tidak tepat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Probabilitas} &= \frac{\text{frekuensi kegagalan}}{\text{frekuensi pemakaian}} \\ &= \frac{4}{112} \\ &= 0,0357 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan probabilitas dari masing-masing sub *event* dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Probabilitas kegagalan

Simbol	<i>Basic event</i>	Frekuensi kegagalan	Frekuensi pemakaian	Probabilitas kegagalan
E1	Posisi <i>magazine</i> tidak pas	4	111,625	0,0358
E2	Baut kendur	1	111,625	0,0090
E3	Baut patah	1	111,625	0,0090
E4	<i>Chain</i> putus	7	111,625	0,0627
E5	<i>Chain</i> lepas	1	111,625	0,0090
E6	<i>Chain</i> miring	6	111,625	0,0538
E7	<i>Spring</i> patah	1	111,625	0,0090
E8	<i>Spring</i> aus	11	111,625	0,0985
E9	Push dog aus	5	111,625	0,0448
E10	Bearing push dog aus	3	111,625	0,0269
E11	Roller kotor	1	111,625	0,0090
E12	Roller aus	7	111,625	0,0627
E13	Roller macet	6	111,625	0,0538
E14	Roller atas bawah tidak center	10	111,625	0,0896
E15	Arus terlalu besar	3	111,625	0,0269
E16	Arus terlalu kecil	4	111,625	0,0358

Dari Tabel 4.18 didapatkan probabilitas kegagalan masing-masing sub *event*. Langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas kegagalan komponen utama berdasarkan *event* dan sub *event* yang menyebabkan kegagalan komponen tersebut yang didasarkan pada diagram *Fault Tree Analysis* pada Gambar 4.15. Perhitungan probabilitas dari masing-masing komponen utama adalah sebagai berikut:

1. Probabilitas kegagalan komponen *feeder*

$$P(G1) = P(G5) = P(E1) = 0,0358$$

2. Probabilitas kegagalan komponen *sheet transporter*

$$\begin{aligned}
 P(G_2) &= P(G_6) = P(G_{10}) = P(E_2 \cup E_3) \\
 &= P(E_2) + P(E_3) - P(E_2 \cap E_3) \\
 &= 0,0090 + 0,0090 - (0,0090 \times 0,0090) \\
 &= 0,018 - 0,00008 = 0,01792
 \end{aligned}$$

3. Probabilitas kegagalan komponen *can body transporter*

$$\begin{aligned}
 P(G_7) &= P(E_4 \cup E_5 \cup E_6) \\
 &= P(E_4) + P(E_5) + P(E_6) - P(E_4 \cap E_5) - P(E_4 \cap E_6) - P(E_5 \cap E_6) + \\
 &\quad P(E_4 \cap E_5 \cap E_6) \\
 &= 0,0627 + 0,0090 + 0,0538 - (0,0627 \times 0,0090) - (0,0627 \times 0,0538) - \\
 &\quad (0,0090 \times 0,0538) + (0,0627 \times 0,0090 \times 0,0538) \\
 &= 0,1255 - 0,0006 - 0,0034 - 0,0005 + 0,00003 = 0,12103
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(G_8) &= P(E_7 \cup E_8 \cup E_9 \cup E_{10}) \\
 &= P(E_7) + P(E_8) + P(E_9) + P(E_{10}) - P(E_7 \cap E_8) - P(E_7 \cap E_9) - P(E_7 \cap E_{10}) - \\
 &\quad P(E_8 \cap E_9) - P(E_8 \cap E_{10}) - P(E_9 \cap E_{10}) + P(E_7 \cap E_8 \cap E_9) + P(E_7 \cap E_8 \cap E_{10}) \\
 &\quad + P(E_7 \cap E_9 \cap E_{10}) + P(E_8 \cap E_9 \cap E_{10}) - P(E_7 \cap E_8 \cap E_9 \cap E_{10}) \\
 &= 0,0090 + 0,0985 + 0,0448 + 0,0269 - (0,0090 \times 0,0985) - (0,0090 \times \\
 &\quad 0,0448) - (0,0090 \times 0,0269) - (0,0985 \times 0,0448) - (0,0985 \times 0,0269) - \\
 &\quad (0,0448 \times 0,0269) + (0,0090 \times 0,0985 \times 0,0448) + (0,0090 \times 0,0985 \times \\
 &\quad 0,0269) + (0,0090 \times 0,0448 \times 0,0269) + (0,0985 \times 0,0448 \times 0,0269) - \\
 &\quad (0,0090 \times 0,0985 \times 0,0448 \times 0,0269) \\
 &= 0,1792 - 0,0009 - 0,0004 - 0,0002 - 0,0044 - 0,0026 - 0,0012 + 0,00004 \\
 &\quad + 0,00002 + 0,00001 + 0,0001 - 0,000001 = 0,169629
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(G_9) &= P(E_7 \cup E_8 \cup E_9 \cup E_{10}) \\
 &= P(E_{11}) + P(E_{12}) + P(E_{13}) + P(E_{14}) - P(E_{11} \cap E_{12}) - P(E_{11} \cap E_{13}) - \\
 &\quad P(E_{11} \cap E_{14}) - P(E_{12} \cap E_{13}) - P(E_{12} \cap E_{14}) - P(E_{13} \cap E_{14}) + \\
 &\quad P(E_{11} \cap E_{12} \cap E_{13}) + P(E_{11} \cap E_{12} \cap E_{14}) + P(E_{11} \cap E_{13} \cap E_{14}) + \\
 &\quad P(E_{12} \cap E_{13} \cap E_{14}) - P(E_{11} \cap E_{12} \cap E_{13} \cap E_{14}) \\
 &= 0,0090 + 0,0627 + 0,0538 + 0,0896 - (0,0090 \times 0,0627) - (0,0090 \times \\
 &\quad 0,0538) - (0,0090 \times 0,0896) - (0,0627 \times 0,0538) - (0,0627 \times 0,0896) - \\
 &\quad (0,0538 \times 0,0896) + (0,0090 \times 0,0627 \times 0,0538) + (0,0090 \times 0,0627 \times \\
 &\quad 0,0896) + (0,0090 \times 0,0538 \times 0,0896) + (0,0627 \times 0,0538 \times 0,0896) - \\
 &\quad (0,0090 \times 0,0627 \times 0,0538 \times 0,0896)
 \end{aligned}$$

$$= 0,2151 - 0,0006 - 0,0005 - 0,0008 - 0,0034 - 0,0056 - 0,0048 + 0,00003 \\ + 0,00005 + 0,00004 + 0,0003 - 0,000003 = 0,199817$$

$$P(G3) = P(G7 \cup G8 \cup G9) \\ = P(G7) + P(G8) + P(G9) - P(G7 \cap G8) - P(G7 \cap G9) - P(G8 \cap G9) + \\ P(G7 \cap G8 \cap G9) \\ = 0,12103 + 0,169629 + 0,199817 - (0,12103 \times 0,169629) - (0,12103 \times \\ 0,199817) - (0,169629 \times 0,199817) + (0,12103 \times 0,169629 \times 0,199817) \\ = 0,490476 - 0,02053 - 0,02418 - 0,033895 + 0,00410 = 0,415971$$

#### 4. Probabilitas kegagalan yang disebabkan oleh *current*

$$P(G4) = P(E15 \cup E16) \\ = P(E15) + P(E16) - P(E15 \cap E16) \\ = 0,0269 + 0,0358 - (0,0269 \times 0,0358) \\ = 0,0627 - 0,00096 = 0,06174$$

Berdasarkan perhitungan probabilitas komponen utama di atas, hasil rekapannya dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Urutan probabilitas kegagalan komponen utama

Komponen	Probabilitas
(G3) <i>Can body transporter</i>	0,4160
(G4) <i>Current</i>	0,0617
(G1) <i>Feeder</i>	0,0358
(G2) <i>Sheet transporter</i>	0,0179

Tabel 4.19 menunjukkan urutan probabilitas kegagalan dari masing-masing komponen mulai dari yang terbesar sampai terkecil. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa *can body transporter* merupakan komponen dengan probabilitas yang paling besar yaitu sebesar 0,4160. *Can body transporter* selain memiliki probabilitas kegagalan yang paling tinggi juga merupakan komponen yang memiliki jumlah waktu kerusakan paling besar diantara komponen lainnya (Lampiran 2). Oleh karena itu, komponen yang akan menjadi fokus pemberian rekomendasi perbaikan dalam penelitian ini adalah *can body transporter*.

#### 4.6 Delapan Pilar *Total Productive Maintenance*

Delapan pilar merupakan konsep *Total Productive Maintenance* yang berisikan tentang tinjauan dari delapan sudut pandang dalam upaya meningkatkan nilai produktivitas dari suatu sistem produksi. Rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efektivitas dan produktivitas mesin *welding* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Rekomendasi perbaikan berdasarkan delapan pilar TPM

5S	<i>Autonomous Maintenance</i>	<i>Kobetsu Kaizen</i>	<i>Planned Maintenance</i>	<i>Quality Maintenance</i>	<i>Training</i>	<i>Office TPM</i>	<i>Safety, Health, and Environment</i>
<i>Seiso:</i> membersihkan komponen <i>roller</i> setiap pergantian <i>shift</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Operator melakukan pembersihan komponen.</li> <li>b. Operator melakukan pengecekan <i>setting</i> mesin sebelum menyalakan mesin.</li> </ul>	Membuat <i>Standart Operational Procedure</i> proses pengecekan mesin.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Melakukan pengecekan <i>setting</i> komponen mesin secara keseluruhan sebelum memulai proses produksi.</li> <li>b. Melakukan pembersihan mata <i>roll</i> setiap pergantian <i>shift</i>.</li> <li>c. Melakukan pengecekan kondisi komponen mesin setiap 1 bulan sekali, dan pelumasan secara berkala pada <i>chain</i>, <i>spring</i>, <i>bearing</i>, dan <i>roller</i>.</li> </ul>	Melakukan pengecekan <i>roller</i> sebelum memulai proses produksi.	Memberikan pelatihan singkat kepada operator tentang bagaimana cara melakukan pembersihan dan pengecekan mesin.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Membuat lembar pengecekan harian.</li> <li>b. Membuat lembar pengecekan bulanan.</li> </ul>	-

Penjelasan rekomendasi perbaikan dari Tabel 4.20 adalah sebagai berikut:

1. 5 S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

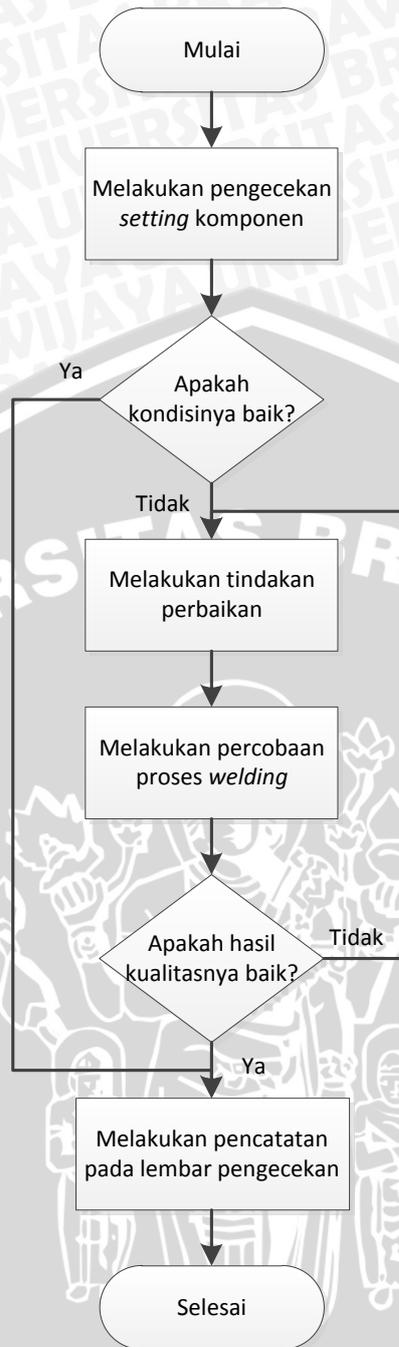
Rekomendasi yang bisa diusulkan dari pilar 5S adalah *seiso*. *Seiso* berarti memastikan semua area dan barang dalam keadaan bersih dan rapi. Dalam hal ini pembersihan perlu dilakukan pada *roller* yang bertujuan untuk membersihkan mata *roll* dari sisa pembakaran pada proses pengelasan. Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak teknisi, mata *roll* mulai terjadi penumpukan sisa pembakaran pada *shift* kedua. Oleh karena itu pembersihan harus dilakukan setiap kali pergantian *shift*.

2. *Autonomous maintenance*

Mesin *welding* yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah mesin *welding* otomatis. Operator hanya berperan sebagai pengatur *setting* mesin pada awal mesin dinyalakan dan melakukan proses peletakan *body blank* yang akan diproses pada *magazine*. Kegiatan *autonomous maintenance* atau perawatan mandiri yang dapat dilakukan oleh operator yaitu melakukan pembersihan dan pengecekan mesin sebelum menyalakan mesin. Pembersihan dilakukan pada bagian-bagian mesin yang kotor seperti mata *roll*. Pembersihan mata *roll* dapat dilakukan dengan sekop khusus untuk menghilangkan sisa pembakaran yang menempel pada mata *roll*. Sedangkan untuk pengecekan mesin, dapat dilakukan dengan mengecek secara keseluruhan kondisi mesin, seperti kekencangan baut, *setting chain*, dan posisi *upper roll* dan *lower roll*. Pengecekan mesin perlu dilakukan untuk memastikan kondisi mesin dalam keadaan optimal sebelum memulai proses produksi sehingga diharapkan dapat menurunkan jumlah waktu kerusakan mesin yang terjadi. Oleh karena itu, peralatan mekanik yang sederhana harus selalu disediakan disekitar area mesin *welding* agar jika terjadi suatu permasalahan yang ringan, operator dapat segera menanganinya.

3. *Kobetsu kaizen*

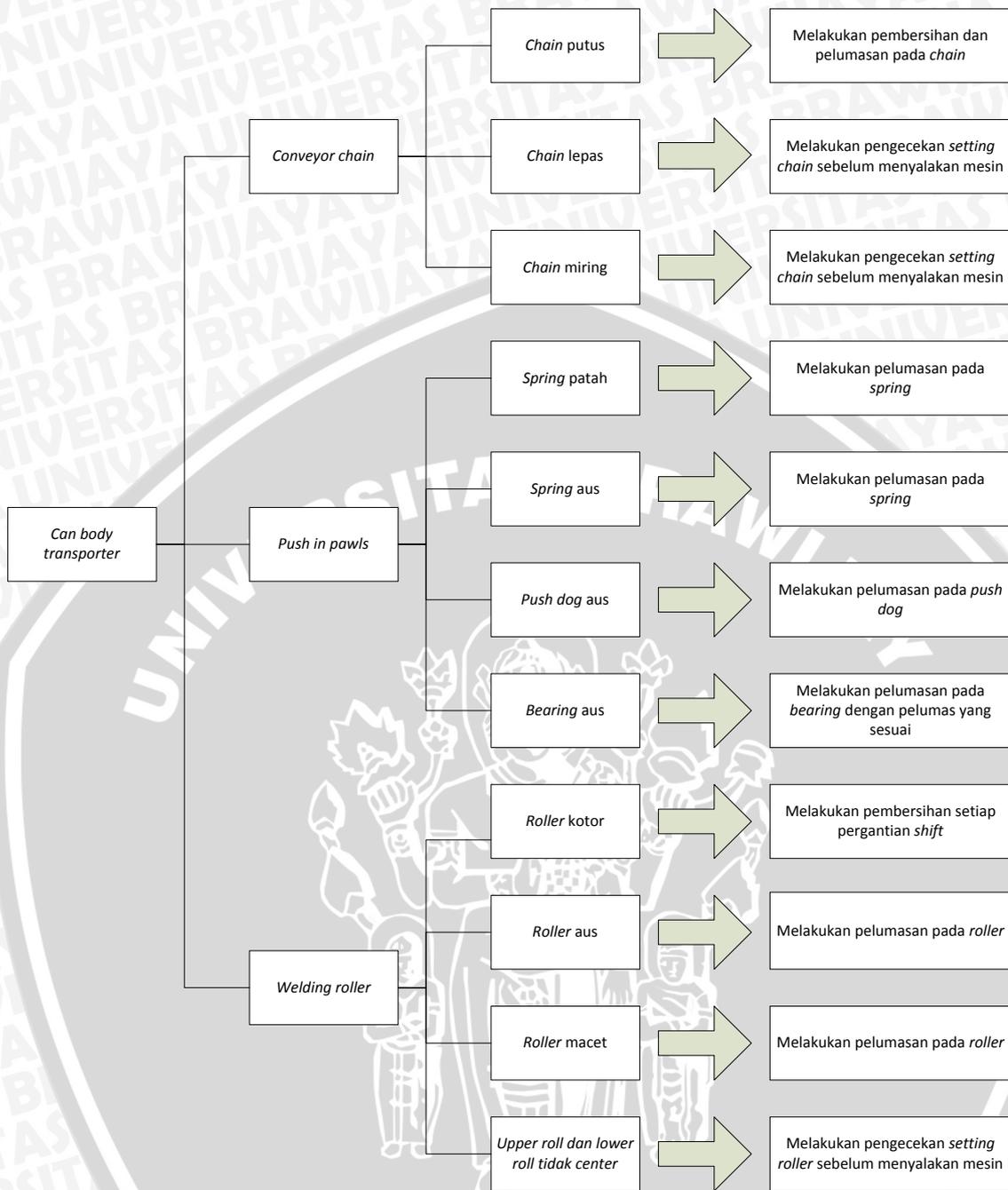
Rekomendasi yang dapat diusulkan adalah membuat *Standart Operational Procedure* (SOP) dalam melakukan pengecekan komponen. Diagram rekomendasi SOP dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Rekomendasi SOP Pengecekan Komponen

#### 4. *Planned maintenance*

*Planned maintenance* dapat dilakukan melakukan *preventive maintenance* yaitu tindakan perawatan pencegahan sebelum terjadinya kerusakan. Diagram rekomendasi *preventive maintenance* komponen *can body transporter* dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Diagram Preventive Maintenance

Penjelasan Gambar 4.24 mengenai rekomendasi preventive maintenance berdasarkan permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

- Conveyor chain adalah rantai pembawa can body menuju proses selanjutnya. Permasalahan yang sering terjadi pada conveyor chain adalah chain atau rantai. Chain ini berfungsi sebagai media pembawa can body dari roll forming ke proses berikutnya. Masalah yang sering terjadi yaitu chain putus, lepas, dan miring. Rekomendasi yang bisa diberikan yaitu melakukan pembersihan dan pelumasan chain setiap satu bulan sekali. Pembersihan dilakukan untuk

menghilangkan debu-debu yang menempel pada *chain*. Kemudian setelah dibersihkan, *chain* diberikan pelumas yang sesuai agar tidak kering dan berkarat. Pemberian pelumas juga bisa dilakukan setiap saat jika *chain* tampak kering. Perawatan ini perlu dilakukan untuk memperpanjang umur *chain*. Selain itu pengecekan *setting chain* juga harus dilakukan sebelum menyalakan mesin untuk memastikan bahwa kondisi dan *setting chain* sudah dalam keadaan optimal sehingga dapat meminimalisir kegagalan yang terjadi yang diakibatkan oleh *chain*.

- b. *Push in pawls* adalah alat pendorong *can body* menuju *welding roller*. Permasalahan yang sering terjadi pada komponen ini adalah *spring*, *push dog*, dan *bearing*. *Spring* merupakan komponen yang paling sering mengalami kerusakan yaitu berupa aus. Jika aus *spring* dibiarkan dan terus digunakan, maka *spring* dapat patah. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak teknisi, umur dari komponen *spring* maksimal adalah 1,5 bulan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengecekan kondisi *spring* minimal 1 bulan sekali. Jika kondisi *spring* sudah tidak baik atau mengalami aus, maka sebaiknya *spring* segera diganti untuk menghindari terjadinya *spring* patah pada saat proses produksi berlangsung yang dapat menyebabkan berhentinya proses produksi.

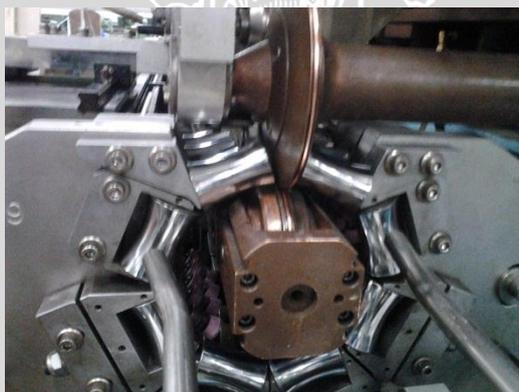
Penyebab permasalahan pada *push in pawls* yang lain adalah *push dog*. Komponen ini sering mengalami aus karena terjadinya gesekan saat proses menarik dan mendorong *can body*. Perawatan yang dapat dilakukan adalah melakukan pelumasan pada *push dog* yang bertujuan untuk mengurangi gaya gesek yang terjadi sehingga dapat memperpanjang umur *push dog*. Penyebab selanjutnya adalah *bearing* yang aus. Perawatan yang dapat dilakukan adalah melakukan pelumasan pada *bearing* dengan pelumas yang sesuai. Pemilihan jenis pelumas perlu diperhatikan dikarenakan jenis pelumas yang tidak tepat dapat mengganggu kinerja *bearing*. Pelumasan pada *bearing* perlu dilakukan 1 bulan sekali untuk memperpanjang umur *bearing*.

*Welding rollers* adalah *roll* yang berfungsi melakukan proses *welding* yang terdiri dari *upper roll welding* dan *lower roll welding*. Salah satu penyebab kegagalan komponen ini disebabkan karena *roller* yang kotor. Tindakan yang perlu dilakukan adalah melakukan pembersihan pada *roller* dari sisa-sisa pembakaran pada proses pengelasan setiap pergantian *shift*. Pembersihan ini dapat dilakukan oleh operator. Penyebab lainnya yaitu *roller* yang aus dan

macet. Perawatan yang bisa dilakukan untuk menghindari dan meminimalisir kegagalan ini yaitu dengan memberikan pelumas pada *roller*. Pemberian pelumas ini bertujuan untuk mengurangi gesekan antara *upper roll* dan *lower roll* serta gesekan *roller* dengan kawat. Kegagalan yang selanjutnya disebabkan oleh *roller* atas bawah yang tidak *center*. Untuk menghindari kegagalan ini, perlu dilakukan pengecekan *setting roller* sebelum menyalakan mesin. Hal ini perlu dilakukan untuk memastikan kondisi dan pengaturan *roller* semuanya dalam keadaan yang tepat dan siap untuk memulai proses produksi.

#### 5. *Quality maintenance*

Kualitas hasil pengelasan dari mesin *welding* sudah sangat baik, hal itu dibuktikan dengan nilai *Rate of Quality* dari setiap bulan yang mencapai lebih dari 99%. Nilai itu menunjukkan bahwa jumlah *defect* yang dihasilkan oleh mesin *welding* sangat kecil. Pada *can body transporter*, komponen yang berpengaruh terhadap hasil *welding* adalah *welding roller* yang dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 *Welding roller*

*Upper roll* dan *lower roll* yang tidak *center* dapat menyebabkan hasil *welding* yang *overlap* atau *zig zag*. Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan, bagian *roller* tidak bisa ditambahi alat penahan atau pengaman posisi karena komponen pelengkapannya yang sudah cukup kompleks. Oleh karena itu tindakan yang bisa dilakukan adalah melakukan *preventive maintenance* berupa pengecekan *setting roller* setiap kali sebelum menyalakan mesin seperti rekomendasi dalam pilar *planned maintenance*.

#### 6. *Training*

Berdasarkan rekomendasi perbaikan pada pilar *autonomus maintenance*, diusulkan operator dapat melakukan pembersihan dan pengecekan *setting* komponen mesin setiap sebelum memulai proses produksi. Oleh karena itu diperlukan pelatihan

singkat kepada operator mengenai cara membersihkan komponen *roller* serta tindakan pengecekan yang perlu dilakukan pada komponen mesin *welding*. Pelatihan itu dapat diberikan oleh pihak teknisi dengan cara mempraktekkan dan menunjukkan langsung bagaimana cara membersihkan *roller* dan melakukan pengecekan dengan benar dan aman.

#### 7. *Office TPM*

*Office TPM* merupakan administrasi dari pelaksanaan konsep TPM. Rekomendasi yang bisa diberikan yaitu melakukan pencacatan atau membuat dokumentasi secara lengkap mengenai kondisi riwayat mesin, serta perbaikan dan penggantian komponen mesin yang telah dilakukan. Dokumen ini akan digunakan untuk mempermudah melakukan *monitoring* mesin serta dapat digunakan sebagai acuan kegiatan *preventive maintenance*. Dokumen yang diusulkan antara lain sebagai berikut:

##### a. Lembar pengecekan harian

Lembar pengecekan harian merupakan lembar yang digunakan saat melakukan pengecekan mesin sebelum mesin dimulainya proses produksi. Lembar ini bertujuan untuk memastikan seluruh kondisi mesin dalam keadaan optimal sebelum proses produksi dimulai. Rekomendasi lembar pengecekan harian dapat dilihat pada Gambar 4.26.

##### b. Lembar pengecekan bulanan

Lembar pengecekan bulanan merupakan lembar yang digunakan saat melakukan pengecekan kondisi komponen rutin setiap bulan. Lembar ini bertujuan mengetahui kondisi komponen mesin setiap bulannya. Jika terdapat komponen mesin yang sudah tidak layak pakai, maka akan dilakukan penggantian dengan komponen baru. Rekomendasi lembar pengecekan bulanan dapat dilihat pada Gambar 4.27.

#### 8. *Safety, health, and environment*

Komponen *can body transporter* merupakan komponen yang letaknya berada didalam mesin dan jauh dari jangkauan operator. Oleh karena itu tidak diperlukan rekomendasi perbaikan dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja yang berhubungan dengan komponen ini.

	<b>PT Arthawenasakti Gemilang</b>		No. Form :
	<b>Engineering Department</b>		Tanggal :
<b>LEMBAR PENGECEKAN HARIAN MESIN WELDING</b>			
Komponen	Kondisi		Tindakan Perbaikan
	Baik	Perlu Perbaikan	
<b>Feeder</b>			
a. Magazine/destucker			
b. Suction cup unit			
c. Feed finger			
<b>Sheet transporter</b>			
a. Double sheet detector			
b. Double sheet gate			
c. Scoring/counterstation			
<b>Roll forming machine</b>			
a. Flexer			
b. Roll forming			
<b>Can body transporter</b>			
a. Conveyor chain			
b. Guide channel			
c. Pawl insert			
d. Push in pawls			
e. Calibration tool			
d. Welding rollers			
e. Run out belt			
f. Support belt			
<b>Lower arm</b>			
a. Connection bar			
b. Guide bar			
c. Z-bar			
d. Mouthpiece			

Gambar 4.26 Rekomendasi Lembar Pengecekan Harian

 <b>PT Arthawenasakti Gemilang</b> <b>Engineering Department</b>		No. Form : Bulan :	
<b>LEMBAR PENGECEKAN BULANAN MESIN WELDING</b>			
Komponen	Kondisi		Keterangan
	Baik	Tidak Baik	
<b>Feeder</b>			
a. Magazine/destucker			
b. Suction cup unit			
c. Feed finger			
<b>Sheet transporter</b>			
a. Double sheet detector			
b. Double sheet gate			
c. Scoring/counterstation			
<b>Roll forming machine</b>			
a. Flexer			
b. Roll forming			
<b>Can body transporter</b>			
a. Conveyor chain			
b. Guide channel			
c. Pawl insert			
d. Push in pawls			
e. Calibration tool			
d. Welding rollers			
e. Run out belt			
f. Support belt			
<b>Lower arm</b>			
a. Connection bar			
b. Guide bar			
c. Z-bar			
d. Mouthpiece			

Gambar 4.27 Rekomendasi Pengecekan Bulanan

#### 4.7 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran efektivitas mesin *welding* dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* menunjukkan bahwa mesin *welding* memiliki nilai rata-rata sebesar 80,46%. Nilai tersebut didapatkan dengan menghitung faktor-faktor dari *Overall Equipment Effectiveness* yaitu *Availability Rate* dengan rata-rata 91,21%, *Performance Rate* dengan rata-rata 88,17%, dan *Rate of Quality* dengan rata-rata 99,84%. Hasil *Overall Equipment Effectiveness* dari mesin *welding* masih berada

dibawah standar *worldclass* OEE sebesar 85%. Ini menunjukkan bahwa efektivitas dari mesin *welding* masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan.

Berdasarkan identifikasi *losses*, diketahui bahwa *reduced speed* memiliki persentase *losses* terbesar yaitu 50,58% dengan *time losses* sebesar 3.946,46 menit. Kemudian diikuti oleh *breakdown losses* yang memiliki presentase sebesar 48,56% dengan *time losses* sebesar 3.788,53 menit, dan *production rejects losses* memiliki persentase sebesar 0,86% dengan *time losses* 67,21 menit. *Reduced speed* dan *breakdown losses* merupakan *time losses* terbesar yang mempengaruhi efektivitas mesin *welding*. Kedua *losses* ini terjadi disebabkan karena adanya kerusakan/kegagalan mesin sehingga menurunkan waktu produktif dari mesin. Oleh karena itu pada tahap selanjutnya akan dibahas mengenai *Fault Tree Analysis* yang bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan mesin *welding*.

Diagram *Fault Tree Analysis* menunjukkan bahwa kegagalan mesin *welding* disebabkan oleh empat komponen utama, yaitu *feeder*, *sheet transporter*, *can body transporter*, dan *current*. Dari empat komponen tersebut diketahui terdapat 16 *basic event* yang merupakan akar penyebab terjadinya kerusakan pada mesin *welding*. Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas terjadinya kegagalan. Komponen yang memiliki probabilitas kegagalan tertinggi adalah *can body transporter*. Kegagalan pada komponen ini disebabkan oleh adanya kegagalan pada *conveyor chain*, *push in pawls*, dan *welding roller*.

Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk *can body transporter* yaitu melakukan pengecekan *setting* komponen secara keseluruhan sebelum memulai proses produksi, melakukan pembersihan *roller* setiap pergantian *shift*, melakukan pengecekan komponen setiap satu bulan sekali, memberikan pelumas secara berkala pada *chain*, *spring*, *bearing*, dan *roller*, memberikan pelatihan singkat kepada operator, membuat *Standart Operasional Procedure* proses pengecekan mesin serta membuat lembar pengecekan harian dan bulanan untuk mencatat dan memantau kondisi mesin.