

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini akan diuraikan mengenai profil perusahaan dan penjelasan tentang data-data yang dikumpulkan. Selain itu terdapat penjelasan tentang pengolahan pada data menggunakan teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya serta pembahasan dari hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Berikut ini merupakan uraian mengenai gambaran umum dari PT. Berlina Tbk sebagai obyek dalam penelitian ini. Penjelasan mengenai perusahaan mengenai profil perusahaan, sejarah perusahaan, visi misi perusahaan, struktur organisasi dan sistem kerja perusahaan.

4.1.1 Profil Singkat Perusahaan

PT. Berlina Tbk terletak di desa Tawangrejo, Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan yang berdiri pada tahun 1967 dengan luas 55.200 m². Pada gambar 4.1 menampilkan PT. Berlina Tbk jika di lihat dari depan. Pada Gambar 4.2 menunjukkan lokasi PT. Berlina Tbk apabila dilihat dari satelit. PT. Berlina Tbk merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan plastik (*Plastic Molding*) menjadi produk tercetak (*Moulded Plastic*) dengan bahan baku utama bijih plastik. PT. Berlina Tbk fokus untuk melayani industri farmasi, makanan dan minuman, produk perawatan rumah, produk perawatan mulut dan gigi serta industri lainnya. Sistem produksi yang dianut adalah sistem *make to order*, karena PT. Berlina Tbk baru akan melakukan proses produksi hanya ketika terdapat pesanan dari *customer* saja. Pelanggan utama meliputi perusahaan multi nasional (seperti *Unilever, Beiersdorf, Reckitt Benckiser, Danone, Agip, Autochem, Kao*, dsb) dan perusahaan nasional (seperti *Behaestex, PIM, Campina*, dsb). PT. Berlina Tbk dapat membuat berbagai produk kemasan yang terbuat dari plastik dengan cara *injection moulding* dan juga *blow moulding*. Kualitas merupakan hal yang paling diutamakan pada PT Berlina Tbk. PT. Berlina Tbk sangat fokus terhadap kualitas produk yang dihasilkannya, karena kualitas yang produk yang baik merupakan hal yang paling penting untuk mendapat kepercayaan *customer* mereka.



Gambar 4.1 Tampak Depan PT. Berlina Tbk



Gambar 4.2 Letak PT. Berlina Tbk

4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Berlina didirikan pada tahun 1969, dengan akte notaris Julian Nimrod Siregar gelar Mangaradja Namora, SH nomor 35 tanggal 18 Agustus 1969. Akte pendirian ini disahkan oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia dalam surat keputusan No. Y. A. 5/423/18 tanggal 12 Desember 1973 serta diumumkan dalam lampiran Berita Negara tanggal 16 Mei 1977.

Saat didirikan pada tahun 1969 hingga 1973, PT. Berlina masih bergabung dengan Syster Company PT. Kasrie Textille dan mulai tahun 1975 PT. Berlina Tbk menempati lokasinya sendiri seluas 3 hektar yang bersebelahan dengan PT. Kasrie Tectille. Untuk menunjang kelancaran proses produksi maka pada tahun 1973 didirikan *Mould Shop*. *Mould shop* merupakan bagian perusahaan yang bertugas membuat cetakan (*mould*) untuk

botol plastik ataupun produk-produk yang lain. Sebelumnya cetakan masih dipesan dari luar negeri. *Mould Shop* yang berada di PT. Berlina merupakan *Mould Shop* yang pertama di Indonesia.

Dengan perkembangan pabrik dan kebutuhan untuk memenuhi pesanan maka pada tahun 1984 didirikan 2 plant yaitu PT. Berlina Plant satu di daerah Pandaan dengan alamat Jl. Raya Pandaan – Malang KM 43 Pandaan Pasuruan Jawa Timur dan PT. Berlian Plant dua bertempat di Tangerang dengan alamat JL Raya Mauk KM 5 Kampung Pengasinan Kelurahan Periuk Jaya Kecamatan Jatiuwung Tangerang Banten. Perusahaan saat ini memperkerjakan lebih dari 1390 karyawan. PT. Berlina bertujuan mendukung, berperan dan bekerjasama atas dasar kemitraan dengan pelanggan dalam mencapai tujuan-tujuannya. Dengan demikian keberhasilan dan pertumbuhan PT. Berlina juga terjamin. Sejalan dengan itu pada tanggal 12 September 1989, PT. Berlina mendapat persetujuan dari Menteri Keuangan Republik Indonesia melalui surat No. SI-048/SHM/Mk-10/1989 untuk menawarkan saham di Bursa Efek. Komposisi saham PT. Berlina adalah 70% dimiliki oleh warga Indonesia dan lembaga-lembaga/badan usaha/badan hukum.

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

PT. Berlina Tbk memiliki visi dan misi antara lain:

1. Visi

“Menjadi pilihan utama dalam memberikan solusi untuk produk kemasan plastik”.

2. Misi

Mencapai tingkat pertumbuhan usaha yang menguntungkan melalui aktifitas operasional yang prima disertai dengan relasi terhadap pelanggan yang kokoh dan didukung oleh karyawan yang kreatif dan proaktif”.

4.1.4 Struktur Organisasi

PT. Berlina Tbk sebagai perusahaan yang memiliki visi agar selalu eksis dalam dunia bisnis tentunya memiliki suatu manajemen yang baik dan bermutu. Manajemen yang baik bertujuan agar kegiatan operasional sehari-hari dapat berjalan dengan lancar. Perusahaan ini mempunyai struktur organisasi yang menempatkan orang-orang yang tepat sesuai dengan kemampuan yang dimiliki.

Pimpinan tertinggi PT. Berlina Tbk dipegang oleh seorang *Chief Operating Officer*. *Chief Operating Officer* membawahi 3 orang direktur yaitu *Finance and Accounting Director*, *Operating Director* dan *Sales and Marketing Director*. Masing-masing direktur ini

membawahi beberapa departemen yang memiliki tugas dan wewenang masing-masing. Adanya pembagian tugas dalam departemen-departemen ini semakin memperlancar manajemen di perusahaan. Garis koordinasi pada struktur organisasi PT. Berlina Tbk terdiri dari 2 alur kekuasaan dan alur tanggung jawab. Garis ini berkaitan langsung dengan tujuan perusahaan dan juga operasional perusahaan. Alur kekuasaan berjalan kebawah yang berarti bahwa kekuasaan tertinggi ada ditangan *Chief Operating Director*. Alur tanggung jawab berjalan dari bawah ke atas. Struktur organisasi perusahaan lebih jelasnya ditunjukkan pada **Lampiran 4**.

Beberapa *Job Description* dari beberapa departemen di PT. Berlina Tbk adalah sebagai berikut :

1. *Mould Shop*, departemen ini bertugas membuat cetakan yang akan digunakan pada mesin injeksi dan mesin blow. Departemen ini dibagi menjadi empat bagian yaitu :
 - a. *Mould Design*, bertugas untuk membuat gambar secara detail tentang cetakan.
 - b. *Mould Manufacturing*, Bertugas membuat cetakan sesuai dengan desain yang diberikan oleh *Design Product Development (DPD)*
 - c. *Production Planning Inventory Control – Mould Shop (PPIC – MS)*, Bertugas untuk merencanakan produk, mendistribusikan, menyiapkan mesin dan bahan baku khusus untuk kegiatan di *Mould Shop*.
 - d. *Quality Control – Mould Shop (QC-MS)*, Bertugas menyeleksi standart produk sesuai dengan pesanan khusus untuk *Mould Shop*.
2. *Production and Process Development*
 - a. *Material Development*, bertugas untuk memastikan seluruh kegiatan pengembangan, persiapan serta kontrol kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam produksi agar sesuai persyaratan pelanggan.
 - b. *Design Product Development*, bertugas untuk membuat dan merancang suatu produk sesuai dengan pesanan.
3. *Manufacturing*
 - a. *Production Planning Control*, bertugas untuk merencanakan produk, mendistribusikan, menyiapkan mesin dan bahan baku.

b. *Production Blow Molding*

1) *Divisi Blow Molding*

Divisi *Blow Molding* bertugas membuat produk-produk kemasan plastik dengan mesin-mesin blow yang menggunakan sistem tiup. Produk-produk yang dihasilkan biasanya berupa botol dan galon.

2) *Injection Moulding*

Divisi *Injection Moulding* bertugas membuat produk-produk dengan menggunakan mesin injeksi. Produk-produk yang dihasilkan berupa tutup botol, handle sikat gigi dan sebagainya.

3) *Decoration and Tooth Brush*

Divisi *Decoration* bertugas untuk memberi label pada produk yang sudah dihasilkan oleh divisi *Blow Molding* dan divisi *Injection Moulding* sesuai dengan pesanan yang diinginkan konsumen. Label yang diberikan bisa berupa tulisan maupun gambar yang dibuat dengan mesin printing. Divisi *Tooth Brush* bertugas untuk menyelesaikan produk sikat gigi dengan memasang bulu-bulu sikat pada handle yang telah dibuat oleh divisi *Injection Moulding*. Selain itu divisi ini juga bertugas dalam pelabelan dan pembungkusan sikat gigi.

4) *Teknik*

Departemen teknik terdiri dari dua bagian yaitu *Maintenance* dan *Utility*. *Maintenance* bertanggung jawab penuh terhadap segala kerusakan yang terjadi pada mesin plastik serta memberikan perawatan secara berkala terhadap mesin-mesin tersebut. Sedangkan *utility* bertanggung jawab terhadap segala fasilitas penunjang yang berada di dalam pabrik.

4. *Logistik*

Departemen logistik bertugas untuk mengkoordinir dan bertanggung jawab terhadap kegiatan pengadaan barang / material yang digunakan produksi barang inventaris perusahaan. Departemen ini terdiri dari :

a. *Procurement*

Membeli bahan baku, mesin, bila impor menggunakan jasa konsultan.

b. *Inventory Control*

Mengontrol dan memonitor inventori perusahaan (material/barang) yang ada agar sesuai dengan pesanan dan stok minimum yang telah ditentukan.

c. *Warehouse and Delivery*

Menyimpan barang atau produk atau material dan memonitor keluar masuknya barang sesuai dengan pesanan

5. *Quality Assurance*

Departemen *Quality Assurance* terdiri dari *Quality Control*, *Quality System* dan SHE. Adapun tugas masing-masing adalah sebagai berikut :

a. *Quality Control*

Menyeleksi standart produk sesuai dengan pesanan yang sempurna.

b. *Quality System*

Mengontrol dan memastikan pelaksanaan system di semua departemen agar berjalan sesuai dengan prosedur yang telah disyaratkan ISO

c. SHE

Mengembangkan, mengatur serta memelihara system keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan di perusahaan sesuai persyaratan yang ada.

6. *Human Resource and General Affair*

Secara umum departemen ini bertanggung jawab dalam penyediaan Sumber Daya Manusia (SDM), pengelolaan SDM yang ada, pengembangan SDM yang ada sebagai pusat informasi dan human dari perusahaan. Departemen ini dibagi menjadi:

a. *Industrial Relation*

b. *General Affair*

Bertugas diluar instansi pemerintah, instansi HRD

c. *Training Development*

Merencanakan, mengkoordinir kegiatan pelatihan seluruh kegiatan baik intern maupun ekstern serta melaksanakan proses rekrutment karyawan sesuai dengan permintaan dan prosedur yang ada.

d. *Personal Administration*

7. *Departemen Sales*

Departemen ini bertugas mencari pelanggan atau pembeli ide baru untuk dijual atau dengan kata lain barang belum ada sudah ditawarkan.

8. *Departement Financial and Accounting*

Departemen ini bertugas untuk menangani masalah keuangan dan administrasi di PT.

Berlina Tbk.

Kotak yang berwarna kuning pada **Lampiran 4** menunjukkan bagian Divisi Blow Molding. Bagian ini merupakan bagian yang bertanggung jawab atas sistem produksi dari tempat penelitian ini dilaksanakan.

4.1.5 Sistem Kerja

PT. Berlina Tbk mempunyai beberapa sistem kerja sesuai dengan posisi dan pekerjaannya masing-masing, terdiri dari sistem shift maupun non shift. Berikut perincian sistem kerjanya:

1. Non Shift (5 hari kerja dalam satu minggu)

Hari senin sampai jumat pukul 08.00 – 16.00 WIB, istirahat 1 jam.

2. Non shift (6 hari kerja dalam satu minggu)

Hari senin sampai jumat: pukul 08.00 – 16.00 WIB, istirahat 1 jam

Hari sabtu : pukul 08.00 – 13.00 WIB, istirahat 1 jam

3. Hari dan Kerja Das Regu (Shift)

Untuk pekerjaan-pekerjaan yang harus dilaksanakan dengan sistem kerja shift, jam kerja pada setiap hari termasuk hari minggu adalah sebagai berikut:

Jam kerja shift I : Pukul 06.00 – 14.00 WIB

Jam kerja shift II : Pukul 14.00 – 22.00 WIB

Jam kerja shift III: Pukul 22.00 – 06.00 WIB

Masing- masing shift bekerja selama 8 jam sehari termasuk waktu istirahat 1 jam dengan ketentuan bahwa pelaksanaannya diatur secara bergiliran. Hari dan jam kerja dinas regu ini sewaktu-waktu dapat diubah dengan tidak menyimpang dari ketentuan yang berlaku.

4.2 Bahan Baku

Dalam pembuatan botol ukuran 19 liter terdapat 3 macam bahan baku, diantaranya yaitu polikarbonat murni, polikarbonat *regrind* dan *masterbatch*. 3 macam bahan baku tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Polikarbonat Murni



Gambar 4.3 Polikarbonat Murni
Sumber: PT. Berlina Tbk

Polikarbonat murni adalah salah satu jenis material plastik yang digunakan untuk bahan baku botol mineral, salah satunya adalah botol ukuran 19 liter. Polikarbonat dipakai untuk proses produksi karena sifatnya yang ketahanannya kuat, warnanya yang bening dan bersih. PT. Berlina memakai polikarbonat juga karena permintaan dari customer karena PT. Berlina merupakan perusahaan *job order*. Polikarbonat terbuat dari bisphenol A yang dipolimerisasi hingga menjadi polikarbonat. Poli artinya banyak sedangkan karbonat artinya gugus monumernya. Monumer bergabung menjadi satu menjadi rantai panjang atau yang biasa disebut polimer. Polikarbonat merupakan salah satu dari polimer tersebut.

Polikarbonat didapatkan dari membeli dari perusahaan lain. Di dalam pemilihan supplier polikarbonat murni terdapat dua jenis pilihan. Pilihan yang pertama yaitu dengan mengajukan perusahaan *supplier* polikarbonat murni yang dipilih oleh PT. Berlina Tbk kepada kepada *customer*. Jika *customer* setuju maka PT. berlina Tbk akan membeli polikarbonat murni dari perusahaan tersebut. Jenis pemilihan *supplier* yang kedua adalah pemilihan *supplier* sudah ditentukan oleh *customer* sehingga PT. Berlina Tbk harus membeli polikarbonat ke perusahaan yang sudah ditentukan oleh *customer*.

Kelemahan polikarbonat murni yaitu terhadap isu global dimana beberapa tahun lalu terdapat isu bahwa botol minuman yang terbuat dari polikarbonat dimana polikarbonat terbuat dari bisphenol A, bisphenol A akan tercampur dengan makanan dan minuman yang mana jika dikonsumsi dengan manusia akan menimbulkan penyakit kanker. Tetapi terdapat penelitian lanjutan dimana polikarbonat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap timbulnya kanker, sehingga polikarbonat sudah dianggap sudah aman digunakan sebagai botol kemasan untuk air mineral. Kelemahan yang kedua yaitu material polikarbonat harus dipanaskan terlebih dahulu dengan waktu yang lama agar

menghilangkan uap air yang ada pada bahan baku. Proses pemanasan atau yang disebut proses dehumidifying ini memerlukan waktu yang lama yaitu selama 6 jam. Polikarbonat memiliki *glass transition point* sebesar 150°C dan memiliki *flash point* sebesar 550°C .

2. Polikarbonat *Regrind*



Gambar 4.4 Polikarbonat *Regrind*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Polikarbonat regrind merupakan bahan baku hasil *recycle* dari botol ukuran 19 liter yang telah dipakai, produk yang mengalami cacat dalam produksi dan juga afval atau yang biasa disebut dengan parison yang mengalami pendinginan diluar mould ketika proses produksi. Regrind terkadang terkontaminasi material lain seperti material metal sehingga pada proses produksi terdapat alat *metal separator*. Proses produksi regrind biasanya bahan bakunya diterima dari *customer* dalam bentuk botol ukuran 19 liter yang sudah dibelah menjadi dua. Kemudian pada PT. Berlina Tbk botol ukuran 19 liter yang sudah dibelah menjadi dua akan digiling menggunakan mesin crusher. Selain itu PT. berlina Tbk juga memiliki *sister company* dimana polikarbonat regrind didapatkan dari perusahaan *sister company* tersebut dimana polikarbonat sudah berbentuk kecil-kecil yang sudah siap untuk diproses. *Sister company* merupakan perusahaan yang bekerja sama dengan PT. Berlina Tbk dalam hal menyuplai bahan baku polikarbonat murni. Sedangkan polikarbonat regrind yang didapatkan dari produk yang cacat dalam proses produksi, bagian produk yang cacat tersebut akan dihilangkan dengan cara dibor, setelah itu produk akan digiling menggunakan mesin crusher sehingga menjadi kecil-kecil.

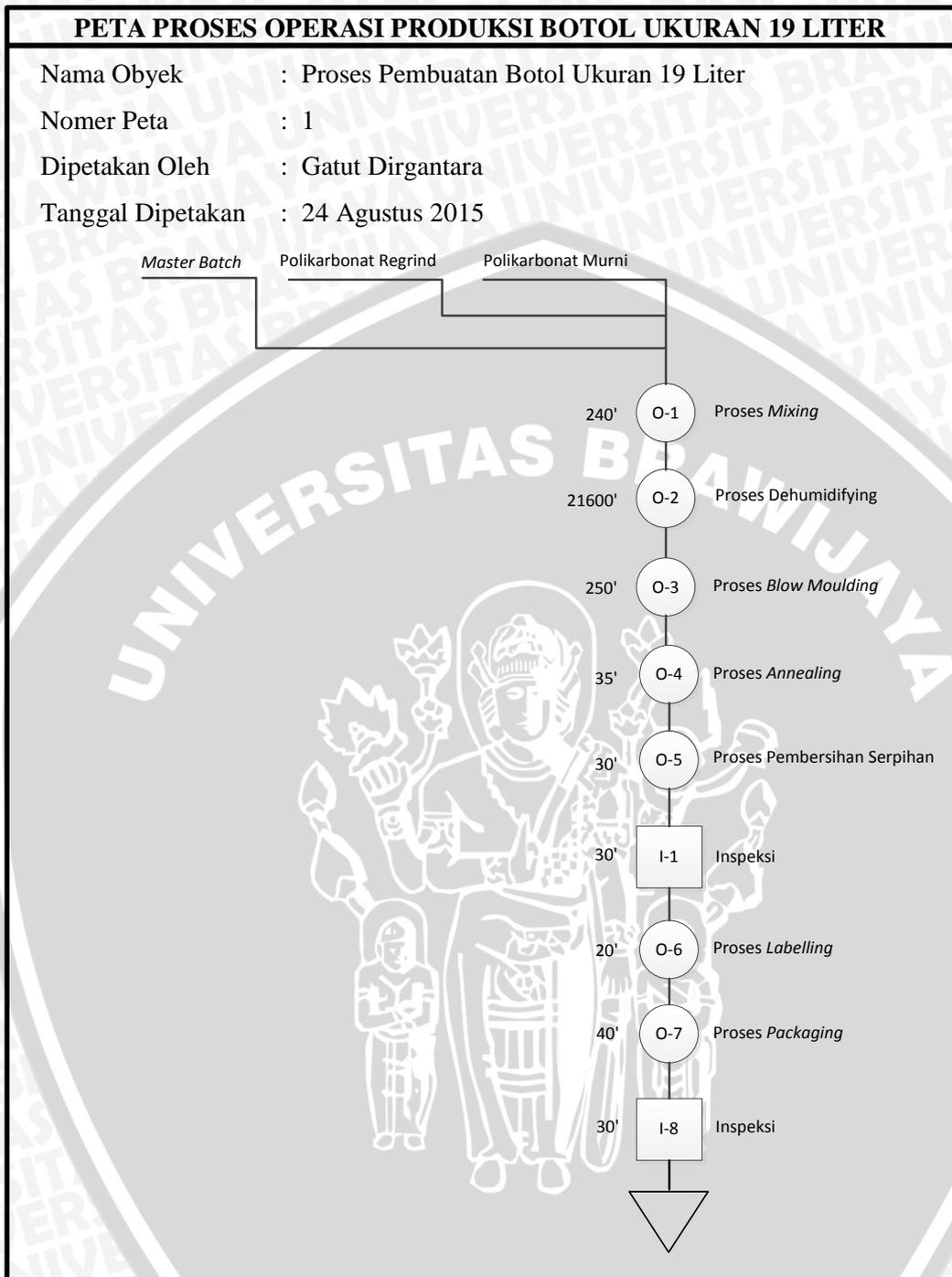
3. *Master batch*

Gambar 4.5 *Master Batch*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Master batch juga merupakan plastik, tetapi sudah ditambahi bahan pewarna yang khusus untuk plastik. *Master batch* digunakan karena aman untuk bahan makanan. *Master batch* aman digunakan sebagai botol kemasan yang digunakan untuk konsumtif. Kelebihan master batch yaitu materialnya bersih karena sebelum menggunakan master batch, PT. Berlina Tbk sebelumnya menggunakan bubuk dimana hasil produksi akan kotor. Hasil pencampuran dengan material masterbatch, hasil campurannya akan homogen atau lebih tercampur dengan rata jika dibanding menggunakan bahan pewarna yang berbentuk bubuk. Untuk harga master batch tergantung keinginan customer, jika customer menginginkan warna botol yang lebih biru, maka *master batch* akan lebih banyak digunakan, maka biaya yang digunakan untuk membeli *master batch* juga akan lebih banyak.

4.3 *Operation Process Chart* Pembuatan Botol Ukuran 19 Liter

Proses produksi botol ukuran 19 liter terdiri dari banyak proses dan banyak mesin. Aliran proses produksi botol ukuran 19 liter akan digambarkan dengan menggunakan peta proses operasi yang ditunjukkan pada gambar 4.6. Peta proses operasi produksi botol ukuran 19 liter menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku khususnya proses operasi dan pemeriksaannya. OPC memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut antara lain waktu yang dihabiskan, material yang digunakan dan tempat atau mesin yang dipakai untuk pembuatan botol ukuran 19 liter di PT. Berlina Tbk. Dari gambar 4.6 dapat diketahui waktu total untuk pembuatan produk botol ukuran 19 liter menghabiskan waktu selama 22275 detik dan juga erdapat 7 tahapan proses produksi dan 2 kali proses inspeksi hingga akhirnya produk dimasukkan ke dalam tempat penyimpanan produk jadi



Ringkasan	Jumlah	Waktu (detik)
Operasi	7	22215
Inspeksi	2	60
Total	9	22275

Gambar 4.6 Peta Proses Operasi Produksi Botol Ukuran 19 Liter

Berikut ini adalah detail aktivitas tiap proses produksi berdasarkan urutan dalam peta proses operasi produksi botol ukuran 19 liter:

1. Proses *mixing*



Gambar 4.7 Proses *Mixing*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Proses *mixing* merupakan tahap awal dari proses produksi botol ukuran 19 liter. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan botol ukuran 19 liter adalah polikarbonat murni, polikarbonat regrind dan *master batch*. Sebelum proses *mixing* material akan dilakukan perhitungan perbandingan jumlah antara polikarbonat murni, polikarbonat regrind dan *master batch* oleh bagian laboratorium agar menghasilkan warna botol 19 liter yang sesuai dengan keinginan dari *customer*. Setelah itu, polikarbonat murni, polikarbonat regrind dan masterbatch akan dicampur di dalam mesin mixer. Alat pengaduk berputar secara horizontal. Alat mengaduk berputar dengan bantuan motor listrik. Proses *mixing* ini akan dilakukan selama 4 menit. Daya tampung mesin mixer yaitu sebesar 1,1 ton.

2. Proses *Dehumidifying*



Gambar 4.8 Proses *Dehumidifying*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Hasil pencampuran material dari proses *mixing* akan dibawa ke proses *dehumidifying*. Pada tahap ini akan membuat material mencapai tingkat kelembaban sebesar 0,02%.

Pengeringan material ini berlangsung selama 6 jam. Tujuan proses pengeringan ini adalah untuk menguapkan kandungan air pada material.

Pada awal proses produksi, mesin *dehumidifier* diisi dengan material terlebih dahulu. Kemudian udara dimasukkan ke dalam tabung *dehumidifier*. Sebelum udara dimasukkan ke tabung *dehumidifier*, udara terlebih dahulu harus melewati area *silica gel*, dimana *silica gel* ini dipanaskan dengan suhu 120°C . Kegunaan *silica gel* agar udara yang masuk ke tabung *dehumidifier* sudah kering atau tidak lembab. Terdapat dua tempat *silica gel*, dimana kegunaannya agar bila tempat *silica gel* yang satu sudah jenuh maka udara akan dialirkan ke tempat *silica gel* yang satunya.

Pada mesin *dehumidifier*, material akan dipanaskan hingga 6 jam. Setelah 6 jam dipanaskan, material akan siap digunakan untuk tahapan proses produksi selanjutnya. Pada bagian atas *dehumidifier* terdapat *hopper receiver*. Pada bagian *hopper receiver* disambungkan ke bak tempat pengisian material. Pengisian material pada bak dilakukan oleh tenaga manusia. Kegunaan *hopper receiver* yang terletak pada bagian atas *dehumidifier* yaitu untuk menampung material dari bak penampungan material yang disedot oleh *vacum loader*. *Vacum loader* beroperasi secara otomatis. Apabila material pada *dehumidifier* sudah berkurang, maka sensor pada *hopper receiver* akan secara otomatis membuat *vacum loader* menyedot material yang dari bak penampungan. Terdapat dua *hopper receiver* pada proses produksi botol ukuran 19 liter, yaitu terletak di atas mesin *dehumidifier* dan terletak di atas *barel* mesin *blow moulding*. *Hopper receiver* pada *barel* mesin *blow moulding* ini juga berjalan secara otomatis. Apabila material pada *barel* sudah berkurang, maka sensor pada *hopper receiver* akan membuat *vacum loader* menyedot material yang sudah kering pada *dehumidifier* bagian bawah sehingga material yang kering tersebut masuk ke dalam *barel* mesin *blow moulding*.

3. Proses *Blow Moulding*



Gambar 4.9 *Barel* Mesin *Blow Moulding*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Pada proses *blow moulding*, material terlebih dahulu akan melewati tahap pelumeran. Proses pelumeran ini bertujuan untuk melelehkan polikarbonat murni, polikarbonat regrind

dan *master batch* yang telah tercampur pada proses *mixing* material. Material-material tersebut masuk ke dalam *barrel* dengan kondisi *barel* yang sudah dipanaskan dengan temperatur 250°C sehingga material menjadi lumer. Pada awal material masuk *barel*, material masih berbentuk biji, kemudian akan dipanaskan, sehingga material akan menjadi lumer, dan material yang telah lumer tersebut akan dimampatkan atau dikompresi, hal ini bertujuan untuk memadatkan dan menghilangkan tekstur ombak pada dinding produk. Sarana yang digunakan adalah *heater band* yang dilengkapi pengatur temperatur, yang disebut *thermo regulator*. Posisi *heater band* terletak pada semua daerah yang dilewati material di dalam *barel*. Setelah material sudah berbentuk seperti adonan dari hasil proses yang terjadi pada *barel*, material akan di tampung pada *accu head*. Pada *accu head* telah disetting berapa volume yang akan ditampung. Jika volume sudah memenuhi volume yang telah disetting, maka material akan diinjeksikan hingga material turun ke *die head*. Proses Pelumeran berlangsung selama 220 detik. Material yang telah lumer disebut dengan *parison*.



Gambar 4.10 Ruang Pemroses pada Mesin *Blow Moulding*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Parison diekstrusi di ruang pemroses pada mesin *blow moulding*. Ekstrusi *parison* dikeluarkan dari atas ke bawah pada bagian tengah *mould*. Setelah *parison* terbentuk seperti selang, *mould* akan menutup atau menangkap *parison* sehingga *parison* akan berada di bagian tengah rongga pencetak. Dari arah bawah, *parison* akan mendapatkan tiupan gas dari *blow pin* bertekanan tinggi sebesar 10 bar selama 15 detik. Karena *parison* bersifat lunak, maka tiupan gas ini akan mengembangkan *parison* hingga mengenai dinding cetakan. Hasil cetakan ini akan berbentuk sesuai dengan konsep bentuk botol termasuk detil yang disertakan dalam botol seperti merek, ulir, garis, relief atau logo. Waktu

mulai meniup dan lama meniupan diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan *timer*. Sarana yang lain yaitu *pin* atau *die* (*kern* atau *duse*), bagian ini untuk menentukan ketebalan parison atau berat produk. Panjang parison dapat diatur atau disinkronkan dengan *cycle time* mesin, dengan mengatur kecepatan motor penggerak *extruder*.

Pada saat proses meniupan, udara juga berfungsi sebagai pendingin parison yang telah terbentuk sesuai cetakan, namun dengan udara saja tidak cukup untuk mendinginkan produk. Untuk mendinginkan juga dibantu dengan suhu dari mould, dimana suhu pada mould dapat diatur dengan *mould temperatur control*. Produk tidak dapat langsung diberi suhu yang bertemperatur langsung dingin dikarenakan akan mengalami degradasi sehingga membuat produk menjadi getas sehingga mudah pecah.

Setelah proses meniupan selesai, maka mould akan secara otomatis terbuka sesuai selesainya *blowing time* yang telah disetting. Produk tidak ikut menempel pada mould dikarenakan pada bagian afval *bottom* produk telah dijepit. Proses pembentukan produk berlangsung selama 22 detik.



Gambar 4.11 Ruang Pemroses pada Proses *Deflashing*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Setelah proses pembentukan produk, produk akan diproses secara otomatis untuk menghilangkan afval pada bagian *bottom* dan *neck*. Afval adalah bagian dari parison yang terbentuk dari proses pendinginan di luar *mould*. Setelah proses penghilangan afval, produk akan dibalik oleh alat pemutar sehingga produk dapat berdiri pada conveyor untuk masuk ke mesin *annealing*. Proses deflashing berlangsung selama 8 detik.

4. Proses *Annealing*



Gambar 4.12 Proses *Annealing*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Botol ukuran 19 liter yang sudah terbentuk dari proses blow molding akan dialirkan ke mesin *annealing* melalui conveyor. Mesin *annealing* yaitu mesin yang berfungsi untuk memanaskan botol ukuran 19 liter sampai temperatur yang ditetapkan lalu ditahan beberapa waktu kemudian dilakukan pendinginan botol ukuran 19 liter secara perlahan dan bertahap sehingga mencapai suhu kamar dan sampai benar-benar keras. Tujuan dari pendinginan perlahan ini adalah untuk mencapai kestabilan molekul-molekul botol ukuran 19 liter dan menjaga agar botol ukuran 19 liter tidak getas atau mudah pecah.

Pada mesin *annealing* terdapat 5 zona. Pada masing-masing zona ini terdapat 1 *blower* yang fungsinya untuk memberikan udara pendingin produk apabila suhu di zona tersebut sudah melebihi *set point* suhu yang telah ditentukan. Pada setiap zona juga terdapat *heater*, yang fungsinya untuk mempertahankan suhu produk apabila kurang dari *set point* suhu yang telah ditentukan. Pada setiap zona, temperatur produk akan diturunkan sebesar 5°C , sehingga produk awal yang masuk mesin *annealing* bersuhu sebesar 90°C . Setelah keluar dari mesin *annealing*, suhu produk menjadi sebesar 65°C . Proses *annealing* berlangsung selama 35 detik.

5. Proses Pembersihan Serpihan Plastik



Gambar 4.13 Proses Pembersihan Serpihan Plastik
Sumber: PT. Berlina Tbk

Pada tahap ini dilakukan proses pembersihan serpihan plastik dalam botol ukuran 19 liter dengan cara menyemburkan angin (cara tiup) ke dalam badan botol ukuran 19 liter untuk membersihkan serpihan plastik yang berada pada dalam botol. Proses ini menggunakan satu mesin *blowing* yang dilakukan oleh satu orang operator.

Mesin blowing ini digunakan untuk pembersihan serpihan plastik atau kontaminan lain. Prinsip kerja mesin blowing yaitu udara dialirkan melalui pipa besi yang diposisikan berdiri, kemudian botol ukuran 19 liter dimasukkan ke dalam tempat peletakan galon. Galon dibersihkan dengan cara diputar-putar pada tempat peletakan botol ukuran 19 liter hingga bersih dari semua kontaminan. Proses pembersihan serpihan plastik berlangsung selama 30 detik untuk satu produk.

6. Inspeksi I



Gambar 4.14 Proses Inspeksi I
Sumber: PT. Berlina Tbk

Pada proses inspeksi yang pertama, dilakukan oleh karyawan dari divisi *blow moulding*. Karyawan ini disebut juga dengan istilah selector. Selector ini menginspeksi semua produk atau menginspeksi 100%. Jumlah produk yang cacat beserta jenis cacat yang terjadi akan dicatat. Proses inspeksi yang pertama berlangsung selama 30 detik untuk menginspeksi 1 produk.

7. Proses *Labelling*



Gambar 4.15 Proses *Labelling*

Sumber: PT. Berlina Tbk

Proses *labelling* dikerjakan secara manual dengan cara menempelkan secara langsung label *merk* pada badan botol ukuran 19 liter. Proses labeling untuk satu produk berlangsung selama 20 detik.

8. Proses *Packaging*



Gambar 4.16 Proses *Packaging*

Sumber: PT. Berlina Tbk

Setelah dilakukan proses *labelling*, setiap 4 botol ukuran 19 liter yang telah dilabeli akan dimasukkan kembali ke dalam kantong plastik, selain itu juga disertakan kartu ID produksi untuk botol ukuran 19 liter yang bersangkutan. Proses *packaging* berlangsung selama 40 detik.

9. Inspeksi II



Gambar 4.17 Proses Inspeksi II

Sumber: PT. Berlina Tbk

Proses inspeksi yang kedua dilakukan oleh karyawan dari bagian departemen *quality control*. Pada proses inspeksi yang kedua, produk tidak semua diinspeksi 100%, melainkan hanya sejumlah sampel saja. Proses inspeksi yang kedua berlangsung selama 30 detik untuk menginspeksi 1 produk.

4.4 Produk

1. Produk Setengah jadi:



Gambar 4.18 Produk Setengah Jadi
Sumber: PT. Berlina Tbk

Produk setengah jadi ini terbentuk setelah proses *blow moulding*. Produk setengah jadi tersebut masih belum terpasang stiker merk. Stiker merk tersebut akan ditempelkan pada saat proses *labelling*. Produk setengah jadi tersebut masih akan dilakukan proses inspeksi terlebih dahulu. Produk setengah jadi tersebut masih memiliki suhu yang cukup tinggi karena sebelumnya mengalami proses pembentukan yang memerlukan suhu tinggi.

2. Produk Jadi



Gambar 4.19 Produk Jadi
Sumber: PT. Berlina Tbk

Produk jadi terbentuk setelah proses *labelling*. Produk jadi tersebut akan dimasukkan ke dalam kantong plastik sebanyak masing-masing 4. Setelah itu produk akan disimpan pada gudang penyimpanan. Produk jadi tersebut telah siap untuk dikirim ke *customer*.

4.5 Pengumpulan Data

Pada hasil proses *blow moulding* selama bulan September 2014 hingga bulan Mei 2015 terdapat 8 macam jenis cacat yang ditemukan dan yang telah teridentifikasi jenis cacatnya saat proses inspeksi I, antara lain:

1. Kotor Hitam

Kotor hitam merupakan tampilan produk dimana terdapat bintik atau kotor hitam di dalam dinding botol ukuran 19 liter. Penyebab dari cacat kotor hitam dikarenakan adanya kerak yang turun bersama parison dan karena adanya kontaminan asing yang masuk ke dalam proses produksi dimana kontaminan asing tersebut akan lebih mudah terbakar.

2. *Air Trapped*



Gambar 4.20 Jenis Cacat *Air Trapped*
Sumber: PT. Berlina Tbk

Air trapped merupakan jenis cacat dimana di dalam dinding botol ukuran 19 liter terdapat gelembung-gelembung. Cacat jenis ini terjadi karena material kurang kering. Material kurang kering karena pada proses dehumidifying pada mesin dehumidifier kurang lama dan kurang panas. Penyebab tersebut menyebabkan gelembung yang terdapat pada seluruh bagian dalam dinding produk.

3. *Neck amandel*

Neck amandel merupakan jenis cacat yang terjadi di dalam *neck* botol ukuran 19 liter. Pada permukaan dalam *neck* terdapat kelebihan material. Cacat jenis ini terjadi karena pada mesin *blow moulding* saat parison keluar dari die head, parison bagian bawah tidak berlubang sehingga pada saat dimasuki plow pin, parison akan juga masuk ke dalam, sehingga parison yang masuk ke dalam tersebut tidak ikut mengembang sehingga terjadi cacat *neck amandel*.

4. Lengketan sisa material

Lengketan sisa material merupakan jenis cacat dimana terdapat lengketan afval pada permukaan botol ukuran 19 liter. Cacat jenis ini terjadi karena pada proses produksi pengeluaran parison yang terlalu panjang sehingga afval *bottom* tidak semua terkena proses pendinginan oleh mould, sehingga pada saat threatment afval yang masih belum padat jatuh terkena dinding produk, sehingga terjadi cacat lengketan sisa material.

5. Distribusi ketebalan tidak merata.

Distribusi ketebalan tidak merata merupakan jenis cacat dimana ketebalan dinding botol ukuran 19 liter tidak memiliki ketebalan yang sama pada sisi-sisi yang lainnya. Cacat jenis ini karena setting ketebalan tidak berimbang. Hal ini dikarenakan *pin* tidak diletakkan tepat berada ditengah-tengah *duze* dimana antara *pin* dan *duze* ada celah untuk mengeluarkan parison. Jika celah antara *pin* dan *duze* tidak sama, maka parison yang berbentuk cincin yang keluar untuk dilakukan proses peniupan tidak akan memiliki tingkat ketebalan yang sama sehingga apabila saat proses peniupan terdapat sisi yang lebih tipis dan lebih tebal. Penyebab yang kedua adalah letak *pin die* dan lubang *mould* posisinya tidak tepat berada di atas dan bawah sehingga jarak antara parison dan dinding mould tidak sama pada sisi kanan dan kiri. Penyebab yang ketiga adalah pengaturan tebal tipisnya parison tidak tepat sehingga terdapat bagian yang tebal dan terdapat juga bagian yang tipis. Hal ini dikarenakan parison dapat diatur sesuai kebutuhan yang artinya jika pada bagian produk yang luas maka parison yang dikeluarkan akan tebal dan jika untuk dinding produk yang sempit maka parison yang dikeluarkan akan tipis. Penyebab keempat yaitu dikarenakan parison yang telah dikeluarkan akan memanjang karena tertarik oleh grafitasi bumi sehingga parison yang panjang memiliki tingkat ketebalan yang berbeda dimana pada bagian atas dan bawah akan lebih tebal dan pada bagian tengah akan lebih tipis.

6. *Colleps*

Colleps merupakan jenis cacat dimana pada bagian permukaan dinding produk terdapat bercak seperti bintik-bintik air. *Colleps* terjadi karena celah antara *pin* dan *duze* tidak sama, menyebabkan parison yang keluar tidak memiliki ketebalan yang sama. Sisi parison yang memiliki ketebalan yang lebih tebal akan mendorong sisi parison yang memiliki ketebalan tipis hingga mengenai sisi *mould*. Sehingga apabila parison mengalami proses peniupan, sisi parison yang lebih tipis akan mengenai sisi *mould* terlebih sehingga akan lebih dahulu mengalami proses pendinginan yang diakibatkan oleh suhu *mould* yang rendah. Pada sisi parison yang terlebih dahulu mengenai *mould* akan mengalami pengembangan yang lebih kecil dari pada sisi parison yang tidak mengenai *mould* terlebih

dahulu. Pada sisi produk yang mengalami proses pendinginan terlebih dahulu akan timbul bercak seperti bintik-bintik air pada permukaan produk.

7. *Flash*

Flash merupakan jenis cacat dimana terdapat kelebihan material pada bagian *neck* produk. *Flash* terjadi akibat *cutting edge* yang kurang tajam. *Cutting edge* berfungsi untuk memotong parison yang keluar dari mould sehingga apabila *cutting edge* tidak tajam maka *cutting edge* tidak dapat memotong parison yang keluar dari mould dengan sempurna. Penyebab kedua yaitu akibat saat mould menangkap parison, mould tidak menutup secara sempurna karena ada sesuatu yang mengganjal sehingga terdapat parison yang keluar dari celah mould yang tidak menutup secara sempurna.

8. *Bottom* melipat

Bottom melipat merupakan jenis cacat dimana pada bagian dinding *bottom* terdapat lipatan. Cacat jenis ini terjadi karena pisau pijar untuk memotong parison kurang tajam sehingga membuat parison tidak terpotong secara sempurna melainkan membuat ujung parison menempel dengan pisau pijar sehingga ujung parison yang seharusnya berlubang berubah menjadi menutup. Pada saat ditiup maka parison akan mengembang dan bagian parison yang telah menutup jika ditiup akan membentuk lipatan pada *bottom*.

Pada bulan Mei 2015 dilakukan pengumpulan data tentang data jumlah produksi dan cacat produk yang didapat saat proses inspeksi I, proses inspeksi I dilakukan untuk melakukan pengendalian kualitas terhadap produk setengah jadi yang dihasilkan dari proses *blow moulding*. Tabel 4.1 menunjukkan data jumlah produksi dan cacat produk yang dihasilkan dari proses *blow moulding* selama bulan Mei 2015.

Tabel 4.1 Data Cacat Hasil Inspeksi I Bulan Mei 2015

Observasi ke	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat (Mei 2015)							Jumlah Cacat (Unit)
		Kotor Hitam (Unit)	Lengketan sisa material (Unit)	Bottom Melipat (Unit)	Neck Amandel (Unit)	Distribusi ketebalan tidak merata (Unit)	Air Trapped (Unit)	Lain-lain (Unit)	
1	2591	65	77	9	-	-	-	-	151
2	3535	125	70	-	-	-	-	-	195
3	2497	40	-	-	17	-	-	40	97
4	955	25	25	-	-	-	25	-	75
5	1755	67	4	4	-	-	-	60	135
6	432	12	35	75	50	-	-	-	172
7	1776	93	5	-	-	80	10	-	188
8	1130	20	10	-	-	-	-	-	30
9	2289	24	-	-	-	-	-	5	29
10	3193	70	92	47	64	-	-	-	273
11	3333	68	10	-	15	-	-	-	93
12	3573	73	22	30	8	-	-	-	133
13	3277	84	21	-	-	-	12	-	117
14	3500	88	15	-	-	-	17	-	120
15	3707	124	19	-	4	-	-	-	147
16	3512	89	23	-	15	25	-	-	152
17	3616	107	9	-	-	-	-	-	116
18	2863	76	62	-	5	-	-	-	143
Jumlah	47534	1250	499	165	178	105	64	105	2366

Sumber: PT. Berlina Tbk

4.6 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data tersebut digunakan untuk pengolahan data dengan tahap *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve*. Langkah-langkah pengolahan data tersebut antara lain adalah sebagai berikut ini:

4.6.1 Define

Define merupakan tahapan awal dari siklus DMAIC yang berkaitan dengan mendefinisikan dan mendeskripsikan masalah kualitas yang dihadapi dan menentukan tujuan yang ingin dicapai. Pada tahap ini peneliti pemilihan jenis cacat produk yang akan diteliti berdasarkan pertimbangan tertentu. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *define*.

4.6.1.1 Identifikasi CTQ (*Critical To Quality*)

CTQ merupakan suatu karakteristik yang dapat diduga yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas produk. CTQ juga dapat diartikan sebagai atribut utama dari kebutuhan konsumen serta sebagai elemen dari proses atau kegiatan yang berpengaruh

langsung terhadap pencapaian kualitas yang diinginkan. Maka dari itu perlu dilakukan *improve* terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Sebagaimana sebuah proyek DMAI pada fase *define* mempunyai tujuan yang ingin dicapai yang merupakan proyek perbaikan kualitas. Diharapkan produk botol ukuran 19 liter yang dihasilkan dapat memenuhi seluruh standar dan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen. CTQ dari atribut kualitas botol ukuran 19 liter adalah sebagai berikut:

1. Botol ukuran 19 liter tidak berbau.

Jika botol ukuran 19 liter memiliki bau, maka air mineral yang dimasukkan ke dalam botol ukuran 19 liter yang nantinya akan diminum oleh manusia, maka air tersebut memiliki rasa air yang lain.

2. Bentuk botol ukuran 19 liter sesuai dengan dimensi yang ditentukan.

Bentuk botol ukuran 19 liter pada bagian mulut, *neck*, *body* dan *bottom* sesuai dengan dimensi yang diinginkan oleh *customer*.

3. *Engraving* pada bagian *bottom* ukuran 19 liter terbaca.

Pada bagian *bottom* botol ukuran 19 liter terdapat relief merupakan tulisan-tulisan dan logo dimana untuk kesemuanya harus dapat terbaca atau terlihat dengan jelas.

4. *Sticker* terpasang dengan benar pada dinding botol ukuran 19 liter.

Sticker harus terpasang pada dinding permukaan botol ukuran 19 liter. *Sticker* milik *customer* harus tepat, tidak boleh tertukar dengan *sticker* milik *customer* lain. Pemasangan *sticker* harus presisi, tidak boleh miring ataupun pergeser.

5. *Parting line* bagian dalam tidak menebal.

Parting line tidak boleh menebal ke bagian permukaan dinding botol ukuran 19 liter bagian dalam. *Parting line* merupakan bekas dari sambungan dua sisi *mould* yang menyatu ketika proses penangkapan parison dimana parison tersebut akan ditiup sehingga parison berbentuk sesuai bentuk *mould*.

6. Tidak terdapat serpihan plastik di permukaan dinding ukuran 19 liter bagian dalam.

Di atas permukaan dinding botol ukuran 19 liter bagian dalam harus bersih dari serpihan plastik. Hal ini agar serpihan plastik tidak tercampur dengan air mineral yang nantinya akan diminum oleh manusia.

7. Di dalam dinding produk ukuran 19 liter tidak terdapat material lain.

Pada bagian dalam dinding produk ukuran 19 liter harus tidak terdapat bintik-bintik hitam dan gelembung.

8. Dinding botol ukuran 19 liter memiliki ketebalan yang sama di masing-masing sisinya.

Ketebalan dinding pada botol ukuran 19 liter harus sama. Hal ini dikarenakan agar pada saat dinding botol ukuran 19 liter ditekan tidak berubah bentuk.

9. Di permukaan dinding botol ukuran 19 liter bagian luar tidak terdapat bekas lelehan plastik.

Pada dinding botol ukuran 19 bagian luar harus rata sesuai bentuk yang diinginkan *customer* atau tidak boleh terdapat lelehan material plastik yang mengeras dan menempel pada bagian dinding botol.

10. Warna dinding botol ukuran 19 liter sesuai dengan keinginan *customer*.

Warna dinding botol ukuran 19 liter harus berwarna biru dan bening sesuai dengan keinginan *customer*.

11. Dimensi mulut produk sesuai dengan *cap*.

Dimensi mulut botol bagian luar harus sama dengan dimensi cup bagian dalam. Hal ini dikarenakan agar botol ukuran 19 liter yang telah terisi oleh air dan telah ditutup dengan cap, jika botol ukuran 19 liter dimiringkan maka air tidak akan bocor. Cap merupakan tutup dari botol ukuran 19 liter agar air tidak tumpah pada saat kegiatan material handling hingga sampai ke tangan pembeli air mineral yang dikemas di dalam botol ukuran 19 liter tersebut.

12. Botol ukuran 19 liter tidak pecah jika dijatuhkan dari ketinggian.

Pada saat botol ukuran 19 liter yang sudah terisi dengan air mineral sudah beredar di masyarakat, ada kalanya produk air mineral dengan kemasan 19 liter tersebut terjatuh dari ketinggian yang cukup tinggi. Jika air mineral dengan kemasan 19 liter terjatuh maka yang diharapkan oleh konsumen yaitu dinding botol ukuran 19 liter tidak pecah. Pada PT. Berlina Tbk dilakukan pengujian botol ukuran 19 liter yang sudah terisi air dijatuhkan dari ketinggian yang cukup tinggi.

13. Dinding botol ukuran 19 liter tidak berlubang.

Pada dinding botol ukuran 19 liter diharapkan tidak memiliki lubang yang liter.

14. Netto produk sesuai spesifikasi.

Netto botol ukuran 19 liter diharapkan memiliki netto seberat 750 gram \pm 10 gram.

4.6.1.2 Identifikasi Tujuan Penelitian

Berdasarkan data historis mengenai jumlah produk cacat pada bulan September 2014 hingga Mei 2015, permasalahan yang dialami perusahaan yaitu masih tingginya tingkat cacat pada proses produksi botol ukuran 19 liter. Dalam memproduksi botol ukuran 19 liter terdapat beberapa tahapan proses yang berkaitan. Dalam penelitian ini membahas

pada proses blow moulding. Kriteria yang diperhatikan dalam pemilihan adalah dampak terhadap proses selanjutnya dan juga kerana proses inspeksi I dilakukan pada saat produk masih dalam keadaan produk setengah jadi. Pada proses inspeksi I, botol ukuran 19 liter diinspeksi 100%, berbeda dengan proses inspeksi II yang hanya diperiksa beberapa sampel saja.

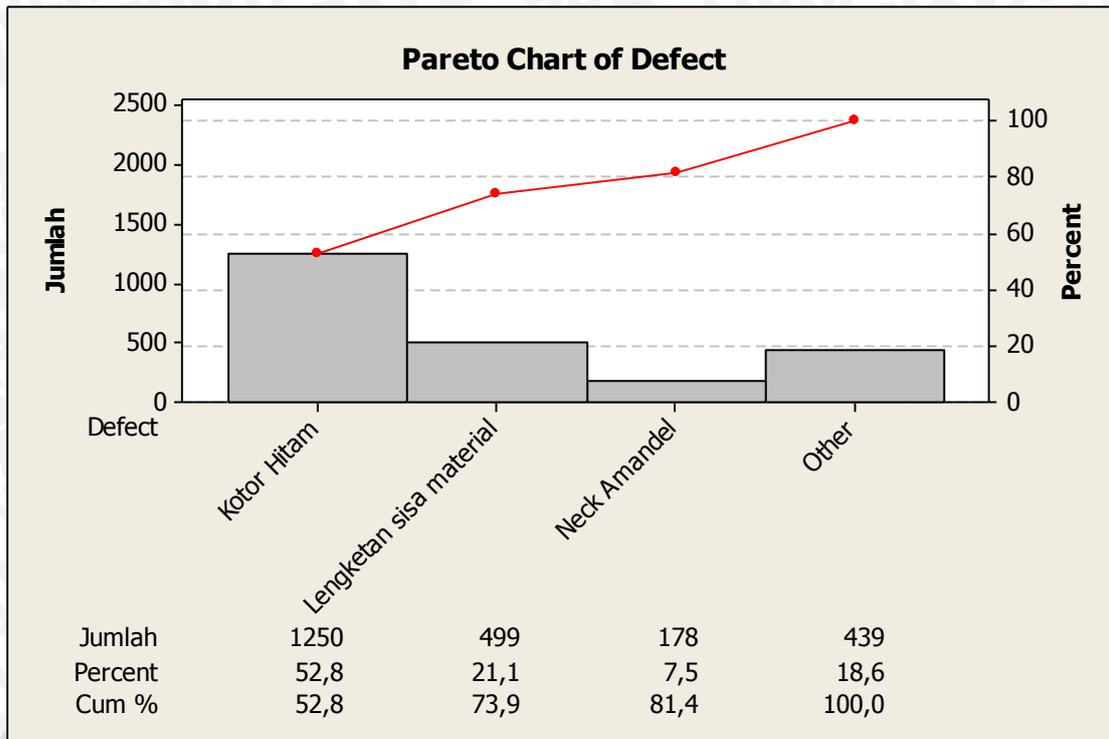
Pada proses *blow moulding* pada bulan Mei 2015, terdapat 6 jenis cacat yaitu cacat kotor hitam, cacat lengketan sisa material, cacat *bottom* melipat, cacat distribusi ketebalan tidak merata, cacat *air trapped*, dan cacat *neck amandel*. Pada bulan Mei 2015 juga terdapat cacat lain-lain. Adanya cacat lain-lain ini terjadi karena terdapat jenis cacat dimana cacat tersebut tidak terdapat pada pengkategorian jenis cacat pada *check sheet*. Untuk mengetahui kumulatif masing-masing cacat, maka dibuat diagram pareto berdasarkan jumlah cacat yang terjadi. Tabel 4.2 merupakan rekapan data jumlah masing-masing jenis cacat beserta persentase dan persentase kumulatif yang dihasilkan pada proses *blow moulding* pada bulan Mei 2015.

Tabel 4.2 Jenis dan Jumlah Cacat Hasil Proses *Blow Moulding* Bulan Mei 2015

Cacat	Jumlah	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Kotor Hitam	1250	52,83	52,83
Lengketan Sisa Material	499	21,09	73,92
<i>Neck Amandel</i>	178	7,52	88,42
<i>Bottom</i> Melipat	165	6,97	80,9
Distribusi Ketebalan Tidak Merata	105	4,44	92,86
<i>Air Trapped</i>	64	2,7	95,56
Lain-lain	105	4,44	100
Total	2366	100	

Sumber: PT. Berlina Tbk

Jika dibuat dalam bentuk diagram pareto maka akan tampak seperti pada Gambar 4.21



Gambar 4.21 Diagram Pareto Jenis dan Jumlah Cacat Proses *Blow Moulding*

Berdasarkan diagram pareto seperti pada Gambar 4.21, dapat diketahui bahwa cacat kotor hitam merupakan jenis cacat dengan persentase tertinggi sebesar 52,8%. Menurut kepala bagian divisi *blow moulding*, suhu yang tinggi hanya terjadi pada mesin *blow moulding* saja yaitu mencapai suhu 255⁰C bahkan bisa lebih. Cacat kotor hitam hanya terjadi pada mesin *blow moulding* karena cacat kotor hitam terjadi karena adanya meterial yang menjadi kerak akibat material terlalu lama terkena suhu yang tinggi. Cacat terbesar kedua yaitu jenis cacat lengketan sisa material yaitu sebesar 21,1%. Jenis cacat tersebut terjadi pada proses *blow moulding* dikarenakan lengketan sisa meterial tersebut terjadi setelah produk terbentuk dan terlepas dari mould, produk yang masih terdapat afvalnya, saat penghilangan afval, afval tersebut menempel pada dinding produk. Sedangkan cacat terbesar ketiga yaitu cacat *neck amandel* sebesar 7,5%. Cacat jenis ini juga terjadi di proses *blow moulding* karena jenis cacat tersebut terjadi pada saat proses peniupan parison hingga terbentuk sesuai bentuk rongga *mould*. Maka dari itu fokus objek penelitian ini adalah pada proses *blow moulding* dengan jumlah cacat tertinggi yaitu jenis cacat kotor hitam, lengketan sisa material dan jenis cacat *neck amandel*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa cacat kotor hitam, lengketan sisa material dan jenis cacat *neck amandel* yang terjadi pada proses *blow moulding* dalam produksi botol ukuran 19 liter di PT. Berlina Tbk. Dalam proses *blow moulding* ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui berapa jumlah cacat yang terjadi dan nantinya akan dilakukan

perhitungan proporsi cacat untuk membuat peta kontrol sehingga akan diketahui apakah jenis cacat yang terjadi pada proses *blow moulding* masih dalam batas spesifikasi atau berada di luar batas spesifikasi. Penggunaan metodologi DMAI (*define, measure, analyze, improve*) pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan memberikan rekomendasi perbaikan sebagai upaya mengurangi tingkat cacat kotor hitam.

4.6.2 Measure

Fase *measure* merupakan tahap pengukuran terhadap objek penelitian pada PT. Berlina Tbk yaitu cacat yang paling sering terjadi dan berpengaruh terhadap kualitas proses produksi botol ukuran 19 liter. Observasi dilakukan dengan memperoleh data sekunder perusahaan terhadap cacat botol ukuran 19 liter berdasarkan jenis cacat kritis yang dianggap sangat berpengaruh terhadap kualitas produksi botol ukuran 19 liter selama 18 hari pada bulan Mei 2015. Pada tahap ini dilakukan pembuatan peta kontrol p untuk jenis cacat yang berpengaruh, perhitungan nilai DPMO serta level sigma dan perhitungan kapabilitas proses. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *measure*.

4.6.2.1 Pengendalian Kualitas Statistik Data Atribut

Pengendalian kualitas statistik untuk data atribut pada penelitian ini menggunakan peta kontrol p dan pengukuran tingkat kinerja saat ini dengan menghitung nilai DPMO dan level sigma serta perhitungan kapabilitas proses untuk mengetahui pengukuran kinerja pada proses produksi pembuatan botol ukuran 19 liter di divisi *blow moulding* PT. Berlina Tbk.

4.6.2.1.1 Peta Kontrol P

Pembuatan peta kontrol p (*p-chart*) adalah untuk mengetahui apakah cacat jenis kotor hitam, lengketan sisa material dan cacat jenis *neck amandel* yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Sampel yang diambil untuk setiap kali inspeksi adalah 100% dengan jumlah produksi yang berbeda-beda sehingga sehingga paling tepat menggunakan peta kontrol p. Peta kontrol p yang digunakan adalah peta pengendali proporsi kesalahan model harian atau individu (*p-chart* individu), keunggulan model ini adalah ketepatan dalam memutuskan apakah sampel berada di dalam atau di luar batas pengendalinya.

4.6.2.1.1.1 P-Chart Cacat Kotor Hitam

1. Mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi dengan menggunakan rumus (2-5) halaman 25. Sebagai contoh untuk data periode 1.

$$p = \frac{x}{n} = \frac{65}{2591} = 0,0251$$

2. Menentukan garis pusat (*center line*) berdasarkan rumus (2-6) halaman 25.

$$GPP = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g pi}{g} = \frac{1250}{47534} = 0,0263$$

3. Menentukan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) dengan menggunakan rumus (2-7) dan rumus (2-8) halaman 25, contoh untuk periode 1.

$$BPA_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0263 + 3 \sqrt{\frac{0,0263(1-0,0263)}{2591}} = 0,0357$$

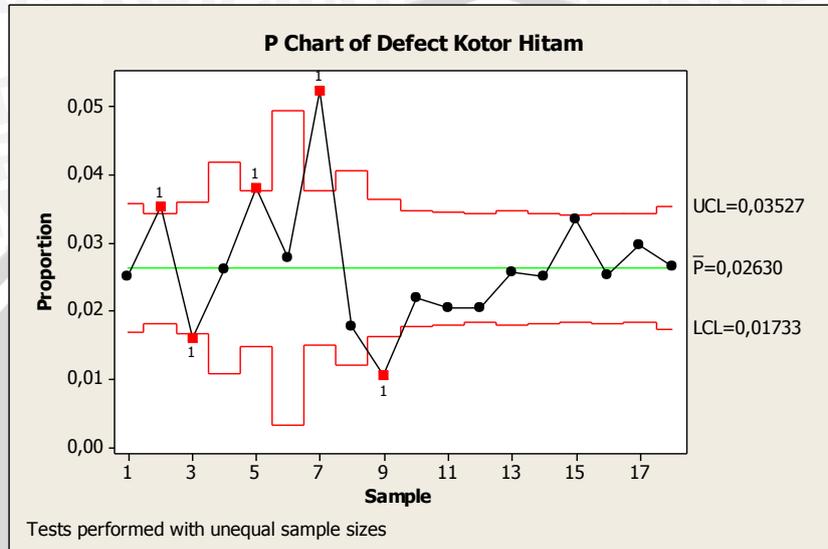
$$BPB_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0263 - 3 \sqrt{\frac{0,026(1-0,0263)}{2591}} = 0,0169$$

4. Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan untuk mengetahui proporsi kesalahan (p), BPA, dan BPB yang digunakan dalam pembuatan peta kontrol p (*p-chart*).

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan untuk Pembuatan P-Chart Cacat Kotor Hitam

Observasi ke-	Produksi	Cacat	Proporsi	BPA	BPB
Hari 1	2591	65	0,0251	0,0357	0,0169
Hari 2	3535	125	0,0354	0,0344	0,0182
Hari 3	2497	40	0,0160	0,0359	0,0167
Hari 4	955	25	0,0262	0,0418	0,0108
Hari 5	1755	67	0,0382	0,0378	0,0148
Hari 6	432	12	0,0278	0,0494	0,0032
Hari 7	1776	93	0,0524	0,0377	0,0149
Hari 8	1130	20	0,0177	0,0406	0,0120
Hari 9	2289	24	0,0105	0,0363	0,0163
Hari 10	3193	70	0,0219	0,0348	0,0178
Hari 11	3333	68	0,0204	0,0346	0,0180
Hari 12	3573	73	0,0204	0,0343	0,0183
Hari 13	3277	84	0,0256	0,0347	0,0179
Hari 14	3500	88	0,0251	0,0344	0,0182
Hari 15	3707	124	0,0335	0,0342	0,0184
Hari 16	3512	89	0,0253	0,0344	0,0182
Hari 17	3616	107	0,0296	0,0343	0,0183
Hari 18	2863	76	0,0265	0,0353	0,0173
Jumlah	47534	1250	0,0263		

5. Selanjutnya membuat peta kontrol p seperti pada Gambar 4.22 berikut. Untuk penggambaran pada peta kontrol, batas pengendali bawah (BPB) tidak memakai hasil perhitungan dan semua berada pada titik 0. Hal ini dikarenakan jika proporsi semakin mendekati titik 0 maka proses produksi menunjukkan semakin baik dan jumlah cacat tidak ada yang minus maka dijadikan 0.



Gambar 4.22 Peta Kontrol P Cacat Kotor Hitam

Berdasarkan Gambar 4.22 tampak bahwa pergerakan garis BPA yang tidak merupakan garis lurus menunjukkan bahwa pada setiap observasi data yang diambil berbeda-beda. Pada observasi yang dilakukan pada bulan Mei 2015 terdapat 18 hari produksi. Dari 18 hari produksi pada bulan Mei 2015 terdapat 15 hari observasi yang berada di dalam batas pengendalian, sedangkan 3 hari observasi lainnya berada diluar batas kendali, yaitu observasi hari ke-2, ke-5 dan hari ke-7. Karena adanya observasi yang berada di luar batas kendali peta kontrol maka proses *blow moulding* tersebut dikatakan tidak stabil, hal ini dikarenakan adanya variasi penyebab khusus yang menyebabkan jamlah cacat kotor hitam pada proses *blow moulding* tidak terkendali dan akar permasalahan akan dicari dengan menggunakan *Root Cause Analysis* pada tahapan berikutnya.

4.6.2.1.1.2 P-Chart Cacat Lengketan Sisa Material

1. Mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi dengan menggunakan rumus (2-5) halaman 25. Sebagai contoh untuk data periode 1.

$$p = \frac{x}{n} = \frac{77}{2591} = 0,0297$$

2. Menentukan garis pusat (*center line*) berdasarkan rumus 2-6 halaman 25.

$$GPP = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g pi}{g} = \frac{499}{47534} = 0,0105$$

3. Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) dengan menggunakan rumus (2-7) dan rumus (2-8) halaman 25, contoh untuk periode 1.

$$BPA_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0105 + 3 \sqrt{\frac{0,0105(1-0,0105)}{2591}} = 0,0165$$

$$BPB_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0263 - 3 \sqrt{\frac{0,0105(1-0,0105)}{2591}} = 0,0045$$

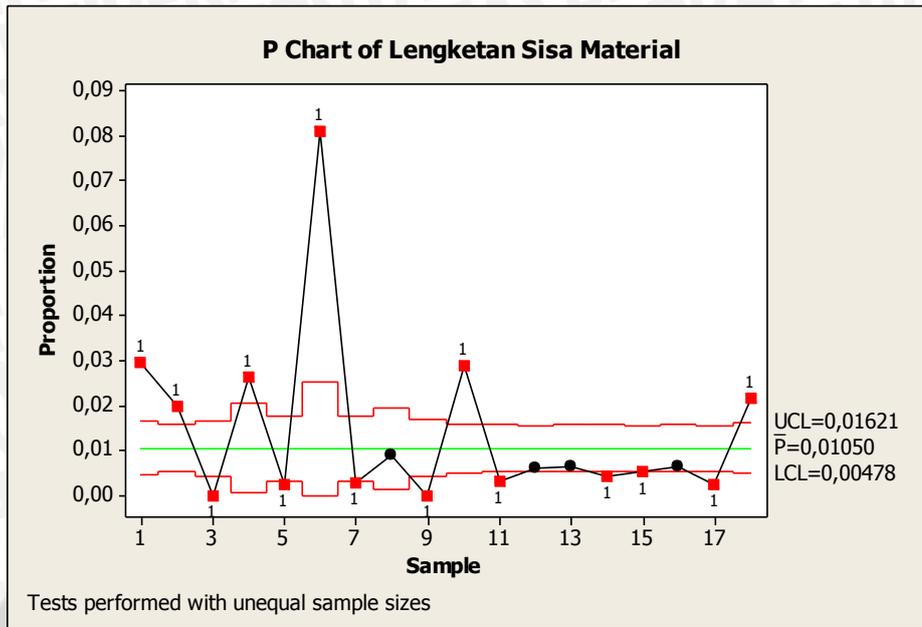
4. Tabel 4.4 menunjukkan hasil perhitungan untuk mengetahui proporsi kesalahan (p), BPA, dan BPB yang digunakan dalam pembuatan peta kontrol p (p -chart).

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan untuk Pembuatan P -Chart Cacat Lengketan Sisa Material

Observasi ke-	Produksi	Cacat	Proporsi	BPA	BPB
Hari 1	2591	77	0,0297	0,0165	0,0045
Hari 2	3535	70	0,0198	0,0156	0,0054
Hari 3	2497	0	0,0000	0,0166	0,0044
Hari 4	955	25	0,0262	0,0204	0,0006
Hari 5	1755	4	0,0023	0,0178	0,0032
Hari 6	432	35	0,0810	0,0252	-0,0042
Hari 7	1776	5	0,0028	0,0178	0,0032
Hari 8	1130	10	0,0088	0,0196	0,0014
Hari 9	2289	0	0,0000	0,0169	0,0041
Hari 10	3193	92	0,0288	0,0159	0,0051
Hari 11	3333	10	0,0030	0,0158	0,0052
Hari 12	3573	22	0,0062	0,0156	0,0054
Hari 13	3277	21	0,0064	0,0158	0,0052
Hari 14	3500	15	0,0043	0,0157	0,0053
Hari 15	3707	19	0,0051	0,0155	0,0055
Hari 16	3512	23	0,0065	0,0157	0,0053
Hari 17	3616	9	0,0025	0,0156	0,0054
Hari 18	2863	62	0,0217	0,0162	0,0048
Jumlah	47534	499	0,0105		

5. Selanjutnya membuat peta kontrol p seperti pada Gambar 4.23 berikut. Untuk penggambaran pada peta kontrol, batas pengendali bawah (BPB) tidak memakai hasil perhitungan dan semua berada pada titik 0. Hal ini dikarenakan jika proporsi semakin mendekati titik 0 maka proses produksi menunjukkan semakin baik dan jumlah cacat tidak ada yang minus maka dijadikan 0. Pada observasi hari ke-6 terdapat batas pengendalian bawah bernilai minus. Nilai minus tersebut diganti dengan nilai 0

karena tidak ada proporsi cacat yang bernilai minus.



Gambar 4.23 Peta Kontrol P Cacat Lengketan Sisa Material

Berdasarkan Gambar 4.23 tampak bahwa pergerakan garis BPA yang tidak merupakan garis lurus menunjukkan bahwa pada setiap observasi data yang diambil berbeda-beda. Pada observasi yang dilakukan pada bulan Mei 2015 terdapat 18 hari produksi. Dari 18 hari produksi pada bulan Mei 2015 terdapat 12 hari observasi yang berada di dalam batas pengendalian, sedangkan 6 hari observasi lainnya berada diluar batas kendali, yaitu hari ke-1, ke-2, ke-4, ke-6, ke-10, dan hari ke-18. Karena adanya observasi yang berada di luar batas kendali peta kontrol maka proses *blow moulding* tersebut dikatakan tidak stabil, hal ini dikarenakan adanya variasi penyebab khusus yang menyebabkan jumlah cacat lengketan sisa material pada proses *blow moulding* tidak terkendali dan akar permasalahan akan dicari dengan menggunakan *Root Cause Analysis* pada tahapan berikutnya.

4.6.2.1.1.3 P-Chart Neck Amandel

1. Mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi dengan menggunakan rumus (2-5) halaman 25. Sebagai contoh untuk data periode 3.

$$p = \frac{x}{n} = \frac{17}{2497} = 0,0068$$

2. Menentukan garis pusat (*center line*) berdasarkan rumus (2-6) halaman 25.

$$GPp = \bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{178}{47534} = 0,0038$$

3. Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) dengan menggunakan rumus (2-7) dan rumus (2-8) halaman 25, contoh untuk periode 3.

$$BPA_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0038 + 3 \sqrt{\frac{0,0263(1-0,0263)}{3232}} = 0,0074$$

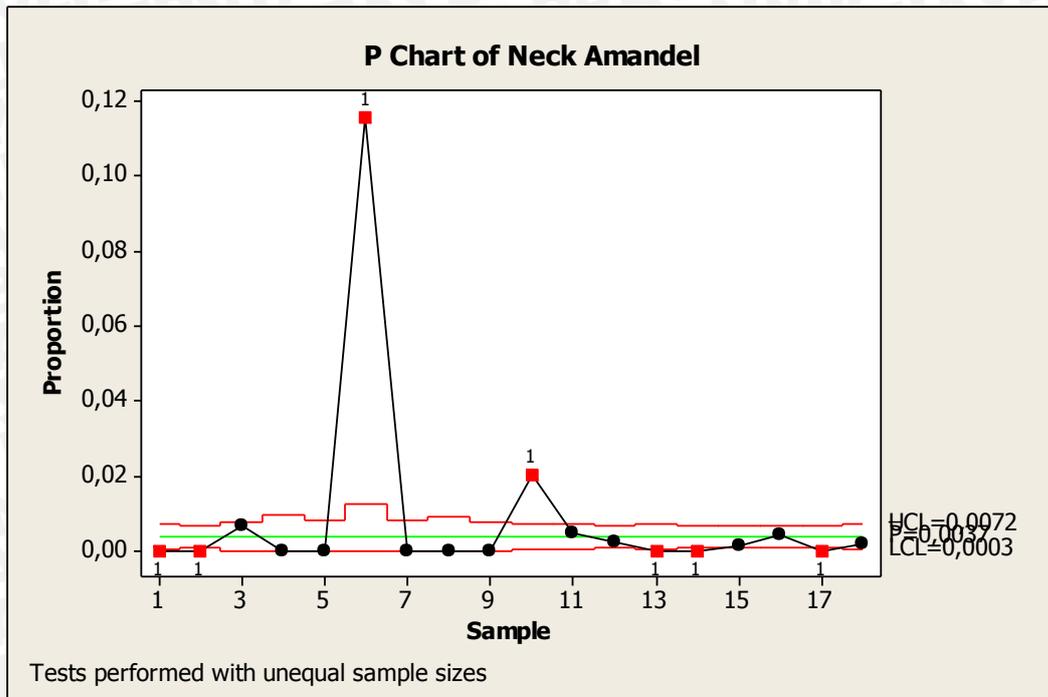
$$BPB_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} = 0,0038 - 3 \sqrt{\frac{0,026(1-0,0263)}{3232}} = 0,0001$$

4. Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan untuk mengetahui proporsi kesalahan (p), BPA, dan BPB yang digunakan dalam pembuatan peta kontrol p (*p-chart*).

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan untuk Pembuatan *P-Chart* Cacat Neck Amandel

Observasi ke-	Produksi	Cacat	Proporsi	BPA	BPB
Hari 1	2591	0	0,0000	0,0073	0,0001
Hari 2	3535	0	0,0000	0,0068	0,0007
Hari 3	2497	17	0,0068	0,0074	0,0001
Hari 4	955	0	0,0000	0,0097	-0,0022
Hari 5	1755	0	0,0000	0,0081	-0,0006
Hari 6	432	50	0,1157	0,0126	-0,0051
Hari 7	1776	0	0,0000	0,0081	-0,0006
Hari 8	1130	0	0,0000	0,0092	-0,0017
Hari 9	2289	0	0,0000	0,0076	-0,0001
Hari 10	3193	64	0,0200	0,0070	0,0005
Hari 11	3333	15	0,0045	0,0069	0,0006
Hari 12	3573	8	0,0022	0,0068	0,0007
Hari 13	3277	0	0,0000	0,0069	0,0005
Hari 14	3500	0	0,0000	0,0068	0,0006
Hari 15	3707	4	0,0011	0,0068	0,0007
Hari 16	3512	15	0,0043	0,0068	0,0007
Hari 17	3616	0	0,0000	0,0068	0,0007
Hari 18	2863	5	0,0017	0,0162	0,0048
Jumlah	47534	178	0,0037		

5. Selanjutnya membuat peta kontrol p seperti pada Gambar 4.24 berikut. Untuk penggambaran pada peta kontrol, batas pengendali bawah (BPB) tidak memakai hasil perhitungan dan semua berada pada titik 0. Hal ini dikarenakan jika proporsi semakin mendekati titik 0 maka proses produksi menunjukkan semakin baik dan jumlah cacat tidak ada yang minus maka dijadikan 0. Sehingga nilai minus diganti dengan nilai 0 karena tidak ada proporsi cacat yang bernilai minus.



Gambar 4.24 Peta Kontrol P Cacat *Neck Amandel*

Berdasarkan Gambar 4.24 tampak bahwa pergerakan garis BPA yang tidak merupakan garis lurus menunjukkan bahwa pada setiap observasi data yang diambil berbeda-beda. Pada observasi yang dilakukan pada bulan Mei 2015 terdapat 18 hari produksi. Dari 18 hari produksi pada bulan Mei 2015 terdapat 16 hari observasi yang berada di dalam batas pengendalian, sedangkan 2 hari observasi lainnya berada diluar batas kendali. Karena adanya observasi yang berada di luar batas kendali peta kontrol maka proses *blow moulding* tersebut dikatakan tidak stabil, hal ini dikarenakan adanya variasi penyebab khusus yang menyebabkan jumlah cacat *neck amandel* pada proses *blow moulding* tidak terkendali dan akar permasalahan akan dicari dengan menggunakan *Root Cause Analysis* pada tahapan berikutnya.

4.6.2.1.2 Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Perhitungan nilai DPMO dan level sigma ini nantinya akan digunakan untuk menghitung kapabilitas proses yang berlangsung pada proses *blow moulding*. Berdasarkan data yang telah tercatat pada bulan Mei 2015, pada mesin *blow moulding* terjadi cacat jenis cacat kotor hitam, cacat lengketan sisa material, cacat *bottom* melipat, cacat distribusi ketebalan tidak merata, cacat *air trapped*, dan cacat *neck amandel*. Berdasarkan data total produk cacat dan total produksi didapatkan perhitungan DPMO sebagai berikut ini berdasarkan rumus (2-1) halaman 20:

$$DPMO = \left(\frac{\text{banyaknya unit yang gagal}}{\text{banyaknya unit yang diperiksa}} \right) \times 1.000.000$$

$$DPMO = \left(\frac{2366}{47534} \right) \times 1.000.000 = 49774,9$$

Berdasarkan DPMO diatas selanjutnya menentukan level sigma, dengan cara perhitungan seperti berikut ini berdasarkan rumus (2-4) halaman 20:

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - 49774,9}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,15$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa proses *blow moulding* pada produksi pembuatan botol ukuran 19 liter saat ini masih rendah karena nilai DPMO masih tinggi, yaitu sebesar 49774,9 yang dapat diinterpretasikan bahwa dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 49774,9 kemungkinan bahwa proses *blow moulding* akan menghasilkan cacat. Nilai DPMO kemudian dikonversikan ke dalam level sigma dan diperoleh nilai 3,15 sigma. Nilai tersebut masih dapat dikategorikan baik untuk industri di Indonesia karena rata-rata industri di Indonesia masih berada pada tingkat 3 sigma, namun level sigma tersebut belum mampu bersaing di kelas dunia yang memiliki pengendalian kualitas pada level 6 sigma (Rafsanjani, 2015:62). Namun jika di dalam proyek six sigma nilai tersebut masih dikategorikan rendah karena tujuan dari proyek six sigma adalah mempunyai kapabilitas proses pada tingkat pengendalian 6 sigma sehingga menghasilkan kemungkinan kegagalan 3,4 per satu juta kesempatan.

4.6.2.1.3 Penentuan Kapabilitas Proses

Nilai kapabilitas proses (C_p) digunakan untuk mengetahui kemampuan dari proses saat ini dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan nilai kapabilitas proses *blow moulding* berdasarkan rumus (2-9) halaman 26:

$$C_p = \left(\frac{\text{Level Sigma}}{3} \right) = \left(\frac{3,15}{3} \right) = 1,05$$

Karena $1,00 \leq C_p \leq 1,99$, yaitu $C_p = 1,05$ maka kapabilitas proses berada pada tidak sampai cukup mampu untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol.

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa kapabilitas *blow moulding* pada mesin *blow moulding* secara keseluruhan saat ini masih rendah karena nilai C_p sebesar 1,05 dan nilai C_p tersebut kurang dari 2 maka kapabilitas proses diidentifikasi tidak mencapai target spesifikasi dan masih perlu dilakukan peningkatan proses guna mencapai kegagalan nol.

4.6.3 Analyze

Pada tahap analyze dilakukan analisa untuk stabilitas dan kapabilitas proses. Analyze juga bertujuan untuk menemukan akar penyebab masalah kualitas dari cacat produk hasil proses *blow moulding*. Dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). *Contradiction matrix* digunakan untuk membantu menganalisis kontradiksi yang ada pada setiap permasalahan terkait penyebab permasalahan cacat produk.

4.6.3.1 Analisa Stabilitas dan Kapabilitas Proses

Pada tahap sebelumnya telah dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level sigma dari proses *blow moulding* pada mesin *blow moulding*. Nilai DPMO masih tinggi yaitu sebesar 49774,9 yang dapat diartikan bahwa dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 49774,9 kemungkinan bahwa proses pelumeran dan *blow moulding* pada mesin *blow moulding* akan menghasilkan produk cacat. Level sigma juga masih rendah yaitu sebesar 3,52.

Dari perhitungan kapabilitas proses (C_p) pada proses *blow moulding* pada mesin *blow moulding* saat ini dikatakan masih rendah yaitu 1,05 karena nilai C_p berada pada *range* antara 1,00 sampai 1,99. Berdasarkan nilai C_p tersebut, kapabilitas proses diidentifikasi tidak mencapai target spesifikasi dan masih perlu dilakukan perbaikan sehingga diperlukan adanya tahap *improve* atau peningkatan perbaikan yang diharapkan dapat menurunkan nilai DPMO sehingga dapat meningkatkan level sigma dan kapabilitas proses *blow moulding* pada mesin *blow moulding*.

4.6.3.2 Root Cause Analysis

Sebelumnya telah dilakukan pengendalian kualitas proses statistik dengan p chart dan pengukuran baseline performa dengan menghitung DPMO dan nilai sigma, maka pada langkah selanjutnya yaitu menemukan dan menganalisis penyebab sumber dan akar penyebab dari masalah yang dapat mempengaruhi karakter kunci kualitas produk botol ukuran 19 liter. Untuk mengetahui penyebab dari masalah yang mempengaruhi

karakteristik kunci kualitas produk maka penulis pada kali ini menggunakan *Root Cause Analysis*. Identifikasi menggunakan *Root Cause Analysis* ini dilakukan pada setiap jenis cacat. Dalam penentuan sumber dan akar penyebab dari masalah yang dapat mempengaruhi karakter kunci kualitas produk dari botol ukuran 19 liter sendiri didapatkan dari hasil wawancara dengan operator pada tiap proses dan kepala divisi *blow moulding* serta melakukan observasi secara langsung di Berlina Tbk.

4.6.3.2.1 *Root Cause Analysis* Cacat Kotor Hitam

Analisa faktor penyebab dan akar permasalahan terjadinya cacat kotor hitam adalah dengan cara menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*) seperti pada gambar 4.25. Penyebab yang pertama yaitu karena terdapat material asing yang lebih cepat terbakar saat proses pelumeran material. Hal ini dikarenakan pada saat proses pelumeran material, suhu yang digunakan sangat tinggi sehingga membuat material asing lebih dahulu terbakar dari pada bahan baku pembuatan botol ukuran 19 liter. Akibat dari adanya material yang terbakar pada tampilan produk akan terdapat cacat kotor hitam pada dinding produk. Adanya material asing yang terbakar karena adanya material asing yang masuk ke dalam proses produksi. Material asing tersebut biasanya dapat masuk ke dalam proses produksi pada saat proses mixing material, hal ini dikarenakan hanya pada saat proses mixing saja tempat proses produksinya terbuka sehingga material asing dapat masuk ke dalam proses sehingga bahan baku terkontaminasi material asing. Adanya material asing yang masuk ke dalam area proses produksi ini dikarenakan kondisi area sekitar lingkungan mixing yang kurang bersih. Kondisi area sekitar lingkungan proses mixing kurang bersih karena material asing tersebut tidak sengaja terbawa oleh sepatu karyawan atau pun karena masuk terbawa oleh angin.

Adanya material asing yang masuk ke dalam proses produksi juga dikarenakan mesin mixer belum sepenuhnya bersih setelah proses pembersihan mesin sehingga kotoran-kotoran pada mesin mixer tersebut tercampur dengan bahan baku yang akan dilakukan proses mixing dan penyebab ini akan di analisa lebih lanjut dengan menggunakan TRIZ karena penyebab tersebut merupakan salah satu penyebab yang paling sering terjadi.

Kotor hitam juga diakibatkan karena adanya kerak yang ikut terbawa turun bersama parison dan penyebab ini akan di analisa lebih lanjut dengan menggunakan TRIZ karena penyebab tersebut merupakan salah satu penyebab yang paling sering terjadi. Adanya kerak yang terbawa turun dikarenakan pada dinding saluran aliran material terdapat kerak yang menepel. Adanya kerak pada dinding saluran material ini dikarenakan adanya

material yang telah lumer menempel terlalu lama pada dinding saluran aliran material. Walaupun material bahan baku tahan panas, tetapi apabila material terkena panas yang terlalu lama maka material akan menjadi kerak biasanya berubah warna menjadi hitam.

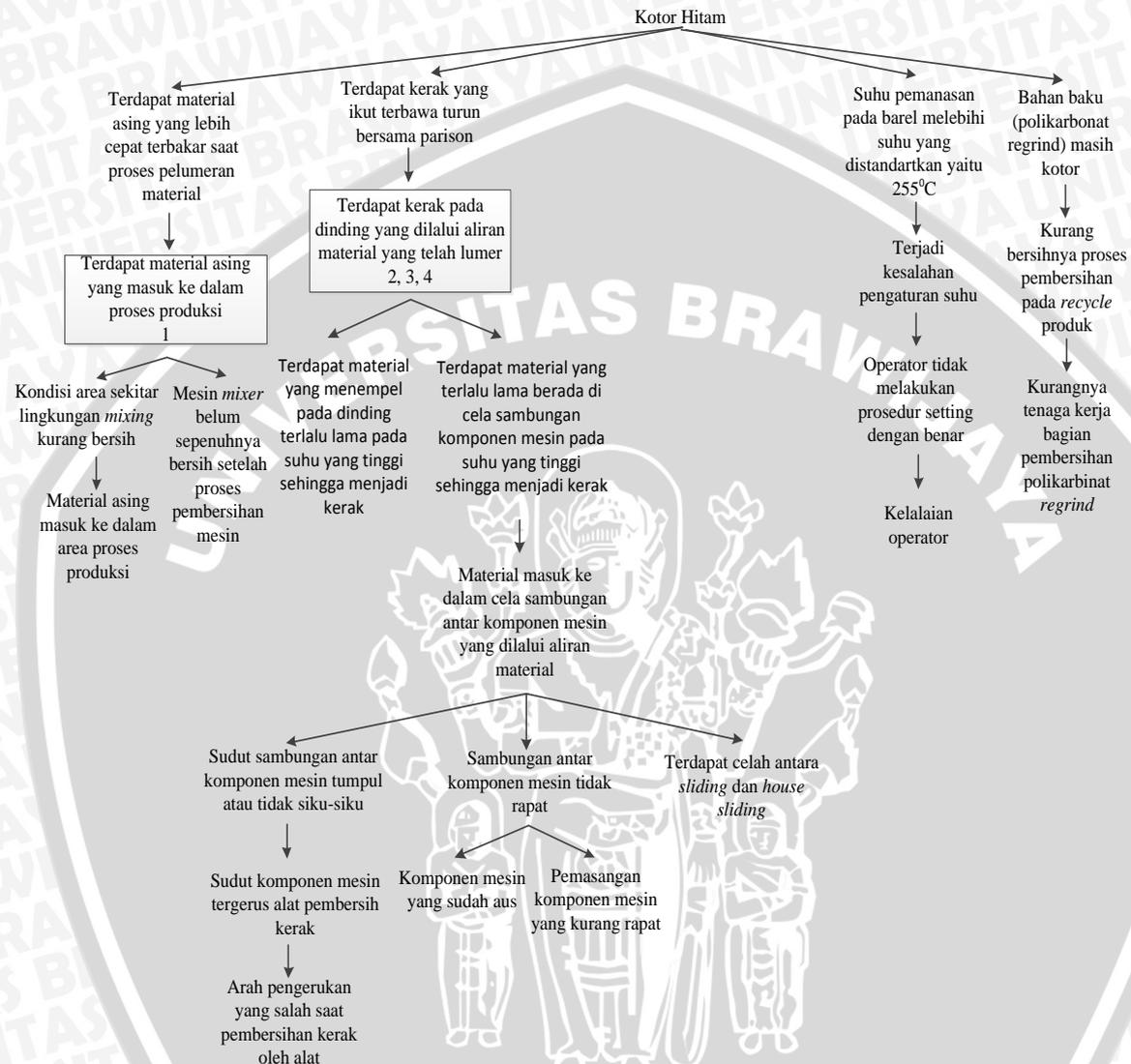
Kerak tidak hanya timbul pada dinding saluran aliran material yang telah lumer saja, namun kerak juga dapat terjadi pada cela sambungan komponen mesin. Adanya kerak pada cela sambungan komponen mesin ini dikarenakan adanya material yang terlalu lama berada di cela sambungan komponen mesin. Adanya kerak pada cela sambungan komponen mesin ini dikarenakan material yang telah lumer tersebut masuk ke dalam cela sambungan antar komponen mesin yang dilalui aliran material. Material dapat masuk ke dalam celah-celah sambungan komponen mesin dikarenakan sudut sambungan antar komponen mesin tumpul atau tidak siku-siku. Hal yang membuat sudut sambungan antar komponen mesin tumpul atau tidak siku-siku ini dikarenakan tergerus alat pembersih kerak saat proses pembersihan kerak. Sudut komponen mesin tergerus alat pembersih kerak saat proses pembersihan kerak dikarenakan arah pengerukan yang salah saat pembersihan kerak oleh alat pengeruk.

Material dapat masuk ke dalam cela sambungan antar komponen mesin yang dilalui aliran material selain karena sudut sambungan antar komponen mesin yang tumpul atau tidak siku-siku juga dapat dikarenakan sambungan antar komponen mesin yang tidak rapat. Sambungan komponen mesin yang tidak rapat ini dikarenakan karena komponen mesin yang sudah aus dan juga kerana pemasangan komponen mesin yang kurang rapat. Material juga masuk kedalam cela antar komponen dikarenakan memang terdapat cela sepanjang 1,5 mm untuk proses naik turunnya sliding. Pada mesin blow moulding, material akan diproses dari yang awal masih berbentuk bahan baku hingga berubah menjadi bentuk produk yang sesuai dengan spesifikasi keinginan pelanggan.

Di dalam pemrosesannya bahan baku harus melewati beberapa tahapan pemrosesan dimana setiap tahap pemrosesan membutuhkan elemen mesin yang bermacam-macam. Jika produk terdapat cacat kotor hitam, maka sulit untuk mendeteksi bagian mana yang timbul kerak. Kesulitan mendeteksi bagian mana yang terdapat kerak juga disulitkan karena ruang pemrosesan yang tertutup.

Cacat kotor hitam juga dapat terjadi karena suhu pemanasan pada barel melebihi suhu yang distandarkan yaitu 255°C . Hal ini terjadi karena kesalahan pengaturan suhu pada saat sebelum proses produksi berlangsung. Terjadinya kesalahan pengaturan suhu dikarenakan ierator tidak melakukan prosedur setting dengan benar, hal ini dikarenakan kelalaian operator. Cacat kotor hitam juga dapat terjadi karena adanya bahan baku (polikarbonat

regrind) yang masih kotor, hal ini disebabkan karena kurang bersihnya proses pembersihan pada recycle produk untuk dijadikan bahan baku lagi. Pekerja bagian pembersihan polikarbonat *regrind* tidak melakukan pembersihan dengan maksimal dikarenakan banyaknya bahan yang harus dipilah-pilah.

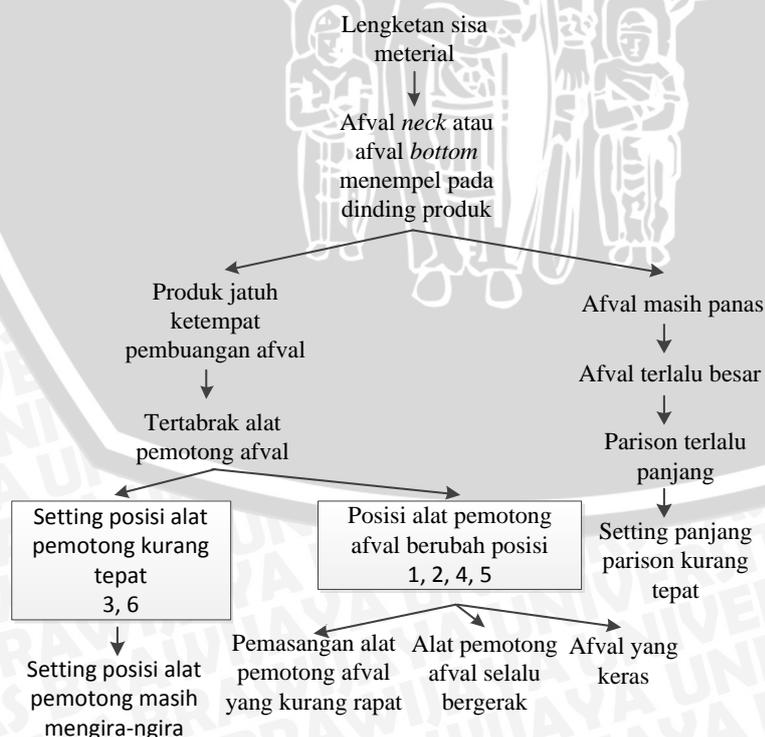


Gambar 4.25 Root Cause Analysis Cacat Kotor Hitam

4.6.3.2.2 Root Cause Analysis Cacat Lengketan Sisa Material

Analisa faktor penyebab dan akar permasalahan terjadinya cacat lengketan sisa material adalah dengan cara menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*) seperti pada gambar 4.26. Penyebab cacat lengketan sisa material yaitu disebabkan karena afval *bottom* atau afval *neck* menempel pada dinding produk. Hal tersebut dikarenakan produk jatuh ke tempat pembuangan afval dimana afval masih panas. Afval masih panas dikarenakan afval terlalu besar. Afval terlalu besar dikarenakan parison terlalu panjang. Afval terlalu panjang dikarenakan setting panjang parison kurang tepat.

Produk jatuh ketempat pembuangan afval dikarenakan produk tertabrak alat pemotong afval dimana seharusnya alat pemotong afval mengenai bagian afval *bottom* dan afval neck saja. Alat pemotong afval menabrak produk dikarenakan setting posisi alat pemotong kurang tepat dan penyebab ini akan di analisa lebih lanjut dengan menggunakan TRIZ karena penyebab tersebut merupakan penyebab yang paling sering terjadi. Setting posisi alat pemotong afval kurang tepat dikarenakan masih mengira-ngira dan kurang teliti dalam melakukan penyetingan posisi. Produk tertabrak alat pemotong afval juga dikarenakan posisi alat pemotong afval yang berubah dari posisi asal dan penyebab ini juga akan di analisa lebih lanjut dengan menggunakan TRIZ karena penyebab tersebut merupakan penyebab yang paling sering terjadi. Posisi alat pemotong afval berubah posisi dikarenakan pemasangan alat pemotong afval yang kurang rapat, selain itu disebabkan karena alat pemotong afval yang selalu bergerak dengan mendapatkan tekanan yang tinggi sehingga lama kelamaan akan tidak rapat sehingga berubah posisi. Alat pemotong afval didorong hingga menabrak afval yang sudah mengeras. Agar afval dapat terlepas jika diberi dorongan maka afval harus sudah berbentuk padat. Agar afval menjadi padat, perlu dilakukan penurunan temperatur afval. Penurunan temperatur afval memerlukan memerlukan waktu pemrosesan yang cukup lama. Apabila temperatur ingin direndahkan hingga mencapai suhu yang optimal maka memerlukan waktu yang cukup lama sehingga mengakibatkan kecepatan proses menjadi lambat.

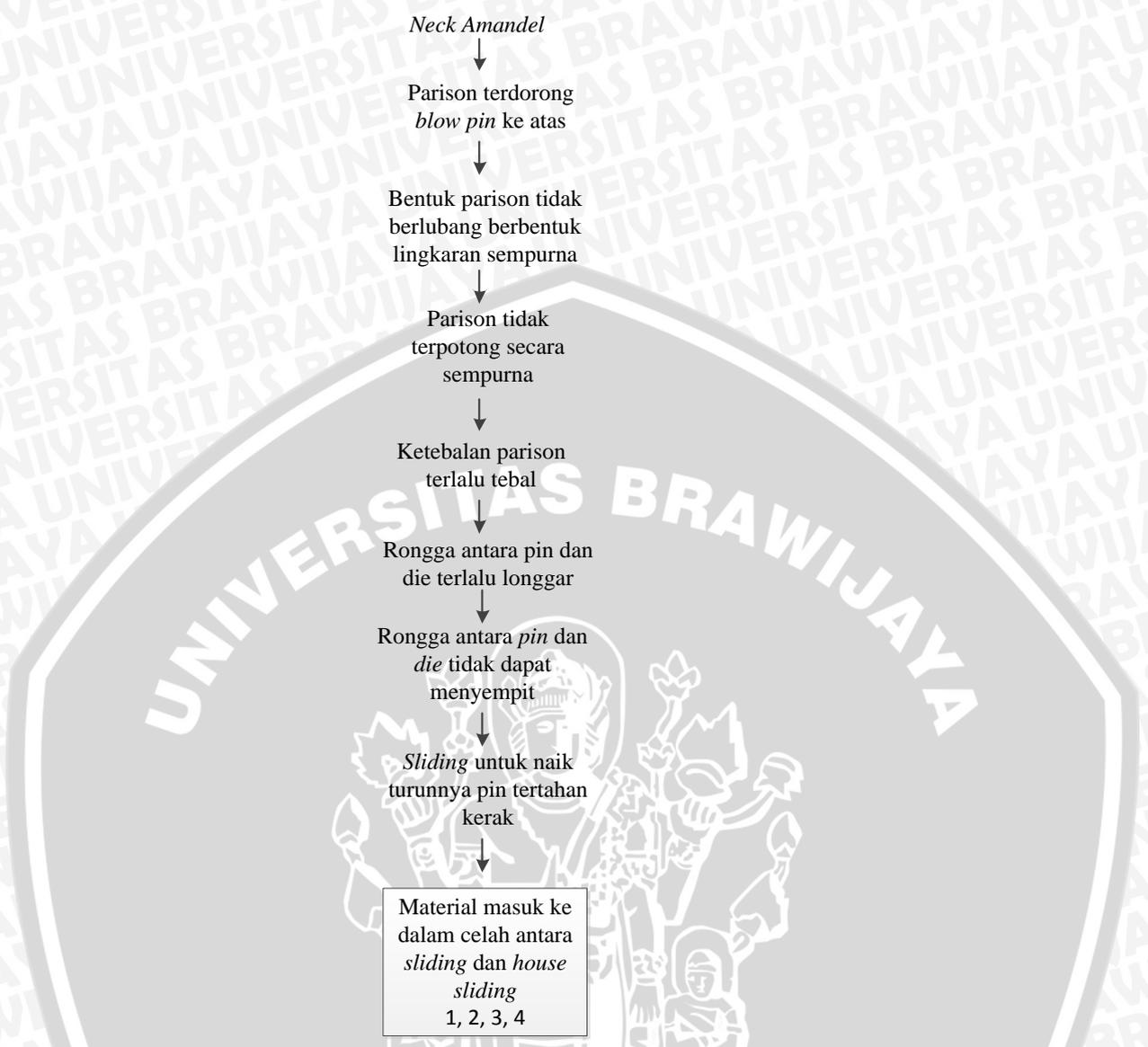


Gambar 4.26 Root Cause Analysis Cacat Lengketan Sisa Material

4.6.3.2.3 Root Cause Analysis Cacat Neck Amandel

Analisa faktor penyebab dan akar permasalahan terjadinya cacat *neck amandel* adalah dengan cara menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*) seperti pada gambar 4.27. Penyebab cacat *neck amandel* dikarenakan parison bagian bawah terdorong oleh blow pin ke atas. Parison terdorong blow pin ke atas dikarenakan bagian bawah parison tidak berlubang berbentuk lingkaran sempurna. Bentuk parison tidak berlubang berbentuk lingkaran sempurna dikarenakan parison tidak terpotong secara sempurna. Parison tidak terpotong secara sempurna dikarenakan parison sulit terpotong akibat terlalu tebalnya parison. Parison terlalu tebal dikarenakan rongga antara pin dan die terlalu longgar. Ketebalan rongga dapat diatur pada monitor user interfacenya. Mekanisme menebal-tipiskan rongga yaitu dengan cara menaik-turunkan sliding. Rongga antara pin dan die tidak bisa menyempit dikarenakan sliding untuk naik turunnya pin tertahan oleh kerak. Timbulnya kerak pada house sliding terjadi karena material masuk ke dalam celah antara sliding dan house sliding akibat naik turunnya sliding dan penyebab ini akan di analisa lebih lanjut dengan menggunakan TRIZ karena penyebab tersebut merupakan penyebab yang paling sering terjadi.





Gambar 4.27 Root Cause Analysis Cacat Neck Amandel

4.6.3.3 Kontradiksi-kontradiksi Permasalahan

Di dalam proses produksi botol ukuran 19 liter, terdapat kontradiksi-kontradiksi permasalahan yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk yang tidak cacat. Kontradiksi-kontradiksi yang menjadi hambatan pada proses untuk tidak menghasilkan cacat kotor hitam, lengketan sisa material dan cacat *neck amandel* akan dijelaskan pada subbab selanjutnya.

4.6.3.3.1 Kontradiksi-Kontradiksi Cacat Kotor Hitam

Pada Tabel 4.6 menunjukkan kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat kotor hitam yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat kotor hitam



Tabel 4.6 Parameter Konflik Permasalahan Cacat Kotor Hotam

No	Kontradiksi
1.	Kesesuaian dinding botol >< Kerentanan menghasilkan kerak (29) <i>Manufacturing precision</i> >< (30) <i>External harm affect the object</i>
2.	Kerentanan menghasilkan kerak >< Pendeteksian lokasi kerak (30) <i>External harm effects the objects</i> >< (37) <i>Difficulty of detecting and measuring</i>
3.	Penyebab kerak >< Temperatur (31) <i>Object generated harmful factor</i> >< (17) <i>Temperature</i>
4.	Kompleksitas elemen mesin >< Pendeteksian lokasi kerak (36) <i>Device complexity</i> >< (37) <i>Difficulty of detecting and measuring</i>

1. Kesesuaian dinding botol >< Kerentanan menghasilkan kerak
(29) *Manufacturing precision* >< (30) *External harm affect the object*
Didalam menghasilkan produk yang warnanya sesuai spesifikasi, bahan baku harus melewati proses pencampuran material. Proses ini rawan masuknya material asing ke dalam proses *mixing* karena pemrosesannya berlangsung di tempat terbuka. Apabila terdapat material asing masuk ke bahan baku akan menyebabkan cacat kotor hotam karena material asing tersebut akan lebih cepat terbakar pada suhu pemrosesan yang tinggi pada mesin *blow moulding*.
2. Kerentanan menghasilkan kerak >< Pendeteksian lokasi kerak
(30) *External harm effects the objects* >< (37) *Difficulty of detecting and measuring*
Temperatur yang tinggi rentan mengakibatkan bahan baku berubah menjadi kerak yang terletak pada permukaan saluran aliran material. Didalam mendeteksi atau mengetahui pada bagian mana yang timbul kerak, memerlukan banyak waktu dan tenaga.
3. Penyebab kerak >< Temperatur
(31) *Object generated harmful factor* >< (17) *Temperature*
Kerak ditimbulkan karena bahan baku terlalu lama terkena temperatur pemrosesan yang tinggi. Tetapi apabila bahan baku tidak diberi temperatur yang tinggi maka bahan baku tidak bisa menjadi lumer.
4. Kompleksitas elemen mesin >< Pendeteksian lokasi kerak
(36) *Device complexity* >< (37) *Difficulty of detecting and measuring*
Pada mesin *blow moulding*, material akan diproses dari yang awal masih berbentuk bahan baku hingga berubah menjadi bentuk produk yang sesuai dengan spesifikasi keinginan pelanggan. Di dalam pemrosesannya bahan baku harus melewati beberapa tahapan pemrosesan dimana setiap tahap pemrosesan membutuhkan elemen mesin yang bermacam-macam. Jika produk terdapat cacat kotor hitam, maka sulit untuk

mendeteksi bagian mana yang timbul kerak. Kesulitan mendeteksi bagian mana yang terdapat kerak juga disulitkan karena ruang pemrosesan yang tertutup.

4.6.3.3.2 Kontradiksi-Kontradiksi Cacat Lengketan Sisa Material

Pada Tabel 4.7 menunjukkan kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat lengketan sisa material yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat lengketan sisa material.

Tabel 4.7 Parameter Konflik Permasalahan Cacat Lengketan Sisa Material

No	Kontradiksi
1.	Interaksi di dalam sistem \gg Ketahanan sambungan (10) <i>Force</i> \gg (14) <i>Strength</i>
2.	Temperatur \gg Kecepatan proses (17) <i>Temperature</i> \gg (9) <i>Speed</i>
3.	Akurasi pengukuran \gg Kompleksitas elemen mesin (28) <i>Measurement accuracy</i> \gg (36) <i>Device Complexity</i>
4.	Kesesuaian operasi \gg Kekuatan sambungan (29) <i>Manufacturing precision</i> \gg (14) <i>Strength</i>
5.	Kerentanan perubahan posisi \gg Kesesuaian operasi (30) <i>External harm affects the object</i> \gg (29) <i>Manufacturing precision</i>
6.	Kesederhanaan operasi \gg Kesesuaian operasi (33) <i>Ease of Operation</i> \gg (29) <i>Manufacturing precision</i>

1. Interaksi di dalam sistem \gg Ketahanan sambungan
(10) *Force* \gg (14) *Strength*

Didalam menghilangkan afval yang terdapat pada bagian *bottom* dan *neck* produk, memerlukan interaksi dengan tekanan yang tinggi antara afval dan alat pemotong afval. Hal ini dikarenakan kondisi afval sudah berubah menjadi padat sehingga afval dan produk menyambung dengan kuat. Sedangkan pemotongan afval berlangsung secara terus menerus. Hal ini menyebabkan posisi alat pemotong afval rawan berubah posisi akibat tidak kuatnya sambungan antara alat pemotong afval dan alasnya.

2. Temperatur \gg Kecepatan proses
(17) *Temperature* \gg (9) *Speed*

Di dalam pemotongan afval, afval harus sudah berbentuk padat agar afval dapat terlepas jika diberi dorongan. Agar afval menjadi padat, perlu dilakukan penurunan temperatur afval. Penurunan temperatur afval memerlukan memerlukan waktu pemrosesan yang cukup lama. Apabila temperatur ingin direndahkan hingga mencapai suhu yang optimal maka memerlukan waktu yang cukup lama sehingga mengakibatkan kecepatan proses menjadi lambat.

3. Akurasi pengukuran >< Pengukuran yang Lama

(28) *Measurement accuracy* >< (25) *Lose of Time*

Alat pemotong afval harus diatur posisinya agar apabila alat pemotong afval dijalankan, alat pemotong afval mendorong bagian afval dan tidak malah mendorong bagian dinding produk. Agar tidak terjadi kesalahan target pendorongan, maka posisi alat pemotong afval dan posisi produknya harus benar benar diatur. Pengaturan ini cukup lama dikarenakan banyaknya elemen mesin yang harus diatur posisinya.

4. Kesesuaian operasi >< Ketahanan Sambungan

(29) *Manufacturing precision* >< (14) *Strength*

Didalam melakukan proses pemotongan afval, afval akan didorong dengan diberikan tekanan yang tinggi dan posisi dari produk dan alat pemotong afval harus tetap tidak boleh bergeser. Dengan pemakaian tekanan yang tinggi maka posisi elemen mesin yang terkait akan rentan menimbulkan pergeseran karena tidak kuatnya sambungan menahan tekanan maupun dorongan.

5. Kerentanan perubahan posisi >< Kesesuaian operasi

(30) *External harm affects the object* >< (29) *Manufacturing precision*

Kerentanan perubahan posisi alat pemotong afval akan mengakibatkan kesalahan target pendorongan, apabila alat pemotong afval mendorong dinding produk, maka produk akan terjatuh ke tempat pembuangan afval. Kerentanan perubahan posisi ini disebabkan karena terdapat gaya yang tinggi dalam operasi prosesnya.

6. Kesederhanaan operasi >< Kesesuaian operasi

(33) *Ease of Operation* >< (29) *Manufacturing precision*

Di dalam proses pemotongan afval yang sulit adalah pada bagian persiapan. Apabila kesederhanaan persiapan operasi pemrosesan pemotongan afval ingin lebih disederhanakan maka produk yang dihasilkan tidak akan sesuai spesifikasi karena didalam persiapannya tidak mempertimbangkan pengukuran-pengukuran yang teliti dari posisi alat pemotong afval maupun posisi produk.

4.6.3.3 Kontradiksi-kontradiksi Cacat Neck Amandel

Pada Tabel 4.8 menunjukkan kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat neck amandel yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat neck amandel.

Tabel 4.8 Parameter Konflik Permasalahan Cacat Neck Amandel

No	Kontradiksi
1.	Ketebalan parison >< Terisi kerak (12) <i>Shape</i> >< (5) <i>Area moving object</i>
2.	Akurasi pengukuran >< Kompleksitas elemen mesin (28) <i>Measurement accuracy</i> >< (36) <i>Device complecity</i>
3.	Kesesuaian operasi >< Kerentanan menghasilkan kerak (29) <i>Manufacturing precision</i> >< (30) <i>External harm affect the object</i>
4.	Kemudahan fabrikasi >< Kerentanan menghasilkan kerak (32) <i>Ease of manufacture</i> >< (30) <i>External harm affect the object</i>

1. Ketebalan parison >< Terisi kerak

(12) *Shape* >< (5) *Area moving object*

Di dalam mekanisme cara menembal tipiskan parison, sliding digerakkan naik turun di dalam house sliding. Adanya gerakan naik turun ini menyebabkan celah antara sliding dan house sliding memasukkan material yang mana lama-kelamaan akan menghasilkan kerak dan kerak tersebut mengganjal untuk naik turunnya sliding.

2. Akurasi pengukuran >< Temperatur Pemrosesan

(28) *Measurement accuracy* >< (17) *Temperature*

Di dalam meningkatkan keakuratan ketebalan parison yang dihasilkan, mengharuskan naik turunnya *sliding* tidak terhambat oleh material apapun, namun temperatur pemrosesan yang tinggi mengakibatkan parison yang masuk ke dalam celah antara *sliding* dan *house sliding* berubah menjadi kerak yang keras dan kerak tersebut akan mengganjal naik turunnya sliding.

3. Kesesuaian operasi >< Kerentanan menghasilkan kerak

(29) *Manufacturing precision* >< (30) *External harm affect the object*

Kepresisian besar rongga yang dilewati parison sangat penting agar ketebalan parison sesuai dengan yang diharapkan. Tetapi naik turunnya *sliding* alat penebal dan penipisnya parison akan mengakibatkan timbulnya kerak yang mana kerak tersebut disebabkan karena masuknya material ke dalam celah antara *sliding* dan *house sliding*. Adanya kerak tersebut dapat mengganjal naik turunnya *sliding* dan juga apabila kerak yang berada pada celah tersebut sudah penuh maka kerak tersebut akan turun terbawa parison sehingga akan menyebabkan cacat kotor hitam.

4. Kemudahan fabrikasi >< Kerentanan menghasilkan kerak

(32) *Ease of manufacture* >< (30) *External harm affect the object*

Di dalam menebal tipiskan parison, mekanismenya sangat mudah, yaitu dengan cara menaik-turunkan sliding. Namun naik-turunnya sliding mengakibatkan masuknya

material bahan baku ke dalam celah antara sliding dan house sliding dimana material yang masuk ke dalam celah tersebut setelah 2 jam akan berubah menjadi kerak.

4.6.4 Improve

Improve merupakan langkah terakhir pada proses perbaikan kualitas. Pada tahap akan diberikan rekomendasi perbaikan terhadap masalah-masalah yang diteliti. Yaitu memberikan usulan perbaikan terhadap proses produksi dengan tujuan mengeliminasi jumlah cacat produk untuk meningkatkan nilai *sigma level* berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan *contradiction matrix* dan 40 *inventive principle*.

4.6.4.1 Contradiction Matrix untuk Cacat Kotor Hitam

Merujuk pada kontradiksi berdasarkan 39 features yang ada pada Tabel 4.6, akan dimasukkan pada *contradiction matrix* pada Tabel 4.9. Pada Tabel 4.9, bagian yang berwarna hitam tidak ada artinya karena kesamaan parameter engineering, pada bagian yang bertanda *strip* (-) artinya tidak memiliki hubungan kontradiksi, dan pada bagian yang berwarna kuning merupakan prinsip yang disarankan.

Tabel 4.9 *Contradiction Matrix* Cacat Kotor Hitam

	<i>Worsening Parameter</i>	<i>Temperature</i>	<i>External harm affect the object</i>	<i>Difficulty of detecting and measuring</i>
	<i>Improving Parameter</i>	17	30	37
29	<i>Manufacturing precision</i>	19, 26	26, 28, 10, 36	-
30	<i>External harm effects the object</i>	22, 33, 35, 2		22, 19, 29, 40
31	<i>Object generated harmful factor</i>	22, 35, 2, 24	-	2, 21, 27, 1
36	<i>Device Complexity</i>	2, 17, 13	22, 19, 29, 40	15, 10, 37, 28

Setelah memetakan kontradiksi pada *contradiction matrix*, maka didapatkan ide usulan perbaikan sebagai berikut:

1. Prinsip 10. *Preliminary Action*.

Lakukan sebelum diperlukan, perubahan diperlukan suatu obyek atau sistem yaitu melakukan pembersihan pada bagian bak pemrosesan pada mesin *mixer* dengan menggunakan *vacuum cleaner* untuk membersihkan debu sisa proses *mixing* sebelumnya. Maksud dari prinsip *preliminary action* yaitu melakukan persiapan sebelum pemrosesan dimulai. Perusahaan saat ini masih melakukan metode pembersihan debu dengan cara penyemburan udara atau pemberian tekanan udara keluar, hal ini masih dirasa kurang efektif karena debu dalam mesin *mixer* belum tentu hilang karena debu tersebut dapat

terbang menempel kembali pada bak mesin mixer, namun dengan rekomendasi perbaikan dengan pemakaian *vacuum cleaner* dinilai dapat mengatasi permasalahan yang diakibatkan oleh debu karena *vacuum cleaner* memiliki fungsi untuk menyedot debu.

2. Prinsip 19. *Periodic Action*.

Tidak melakukan tindakan terus menerus, tetapi menggunakan tindakan yang periodik yaitu melakukan pembersihan kerak satu hari sekali. Perusahaan sebelumnya tidak memiliki jadwal yang pasti untuk kegiatan pembersihan kerak. Hal ini dapat mengakibatkan cacat kotor hitam terjadi setiap saat, terbukti dengan cacat kotor hitam terjadi setiap hari dan merupakan jenis cacat terbesar. Rekomendasi perbaikan yang diberikan yaitu dengan melakukan pembersihan kerak yang masuk ke dalam celah antara *sliding* dan *house sliding* dan juga celah antara pin dan die, yang dilakukan sehari sekali ketika jam istirahat siang dimana proses produksinya tidak berjalan karena pekerja yang bertugas pada proses produksi botol ukuran 19 liter sedang berada pada waktu jam istirahat. Keuntungan dari dilakukan kegiatan pembersihan kerak pada waktu istirahat yaitu kegiatan pembersihan kerak tidak mengurangi waktu produktif untuk melakukan proses produksi. Pembersihan kerak dilakukan oleh bagian *maintenance*. Waktu istirahat pekerja *maintenance* dapat dimajukan satu jam sebelum jam istirahat normal dimulai yaitu jam 11.00. Dengan adanya pembersihan kerak tiap hari satu kali maka diharapkan dapat menghilangkan terjadinya cacat kotor hitam yang diakibatkan oleh penumpukan kerak yang menempel pada celah antara *sliding* dan *house sliding* dan juga celah antara *pin* dan *die*.

4.6.4.2 *Contradiction Matrix* untuk Cacat Lengketan Sisa Material

Merujuk pada kontradiksi berdasarkan 39 features yang ada pada Tabel 4.7, akan dimasukkan pada *contradiction matrix* pada Tabel 4.10. Pada Tabel 4.10, bagian yang berwarna hitam tidak ada artinya karena kesamaan parameter engineering, pada bagian yang bertanda *strip* (-) artinya tidak memiliki hubungan kontradiksi, dan pada bagian yang berwarna kuning merupakan prinsip yang disarankan.

Tabel 4.10 *Contradiction Matrix* Cacat Lengketan Sisa Material

	<i>Worsening Parameter</i>	<i>Speed</i>	<i>Strength</i>	<i>Loss of Time</i>	<i>manufacturing precision</i>
	<i>Improving Parameter</i>	9	14	25	29
10	<i>Force</i>	13, 28, 15, 12	35, 10, 14, 27	10, 37, 36	28, 29, 37, 36
17	<i>Temperature</i>	35, 10, 3, 21	10, 30, 22, 40	35, 28, 21, 18	24
28	<i>Measurement accuracy</i>	28, 13, 32, 24	28, 6, 32	24, 34, 28, 32	-
29	<i>Manufacturing precision</i>	10, 28, 32	3, 27	32, 26, 28, 18	
30	<i>External harm affects the object</i>	21, 22, 35, 28	18, 35, 37, 1	38, 18, 34	26, 28, 10, 18
33	<i>Ease of operation</i>	18, 13, 34	32, 40, 3, 28	4, 28, 10, 34	1, 32, 35, 23

Setelah memetakan kontradiksi pada *contradiction matrix*, maka didapatkan ide usulan perbaikan sebagai berikut:

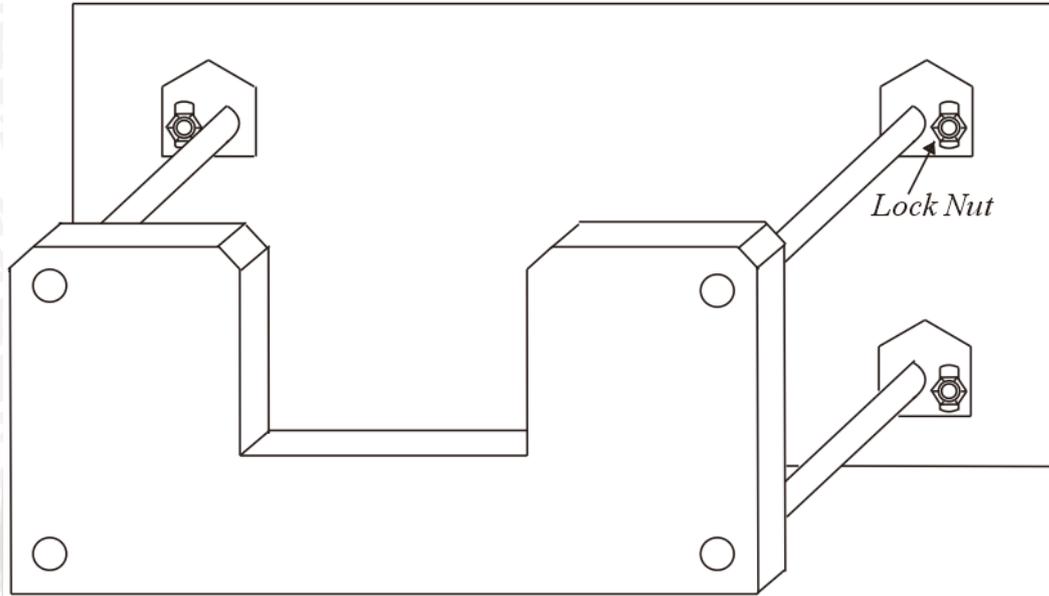
1. Prinsip 24. *Intermediary*.

Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain yang dapat dengan mudah dipindah kembali, yaitu perusahaan melakukan pelatihan pemasangan komponen-komponen pemotong afval kepada *setter*. *Setter* merupakan pekerja yang memiliki tugas melakukan pengaturan komponen-komponen pada mesin *blow moulding*. Pelatihan ini dilakukan untuk meminimalkan waktu dan kesalahan pemasangan posisi komponen akibat kompleksnya komponen yang harus diatur. Pelatihan ini disesuaikan dengan spesifikasi ukuran produk yang diproduksi, karena setiap jenis produk yang diproduksi memiliki ukuran yang berbeda-beda. Pelatihan ini juga direkap dalam *Standardize Operating Procedure* (SOP) agar *setter* mengingat urutan kerja yang harus dilakukan saat melakukan pengaturan posisi komponen-komponen yang berkaitan dengan pemotongan afval.

2. Prinsip 3. *Local Quality*.

Membuat setiap bagian dari fungsi objek dalam kondisi yang paling tepat untuk operasi, yaitu penambahan *lock nut* pada mur. *Lock nut* atau disebut juga dengan pengait untuk mur adalah salah satu jenis mur dimana didalamnya terdapat bahan seperti karet yang fungsinya untuk memudahkan pekerjaan yang berhubungan dengan pemasangan mur. Disamping itu berguna untuk menahan mur agar tidak mudah terlepas karena gerakan. Tujuan dengan adanya pemberian *lock nut* pada mur yaitu untuk mengurangi masalah mur yang mudah kendur agar alat pemotong afval tidak mudah berubah posisi, sehingga membuat alat pemotong afval dalam kondisi yang paling tepat untuk operasi jika

ditambahkan *lock nut* pada mur. Pemberian *lock nut* ini juga harus disesuaikan dengan ukuran diameter mur tersebut. Gambar 4.28 merupakan letak pemberian *lock nut* pada alat pemotong afval. Setelah dilakukan pemberian *lock nut* maka diharapkan posisi alat pemotong afval tidak berubah agar alat pemotong afval dapat beroperasi dengan kepresisian yang baik sehingga tidak akan menghasilkan produk yang cacat.



Gambar 4.28 Letak Pemberian *Lock Nut* pada Alat Pemotong Afval

4.6.4.3 Contradiction Matrix untuk Cacat Neck Amandel

Merujuk pada kontradiksi berdasarkan 39 features yang ada pada Tabel 4.8, akan dimasukkan pada *contradiction matrix* pada Tabel 4.11. Pada Tabel 4.12, bagian yang bertanda *strip* (-) artinya tidak memiliki hubungan kontradiksi dan pada bagian yang berwarna kuning merupakan prinsip yang disarankan.

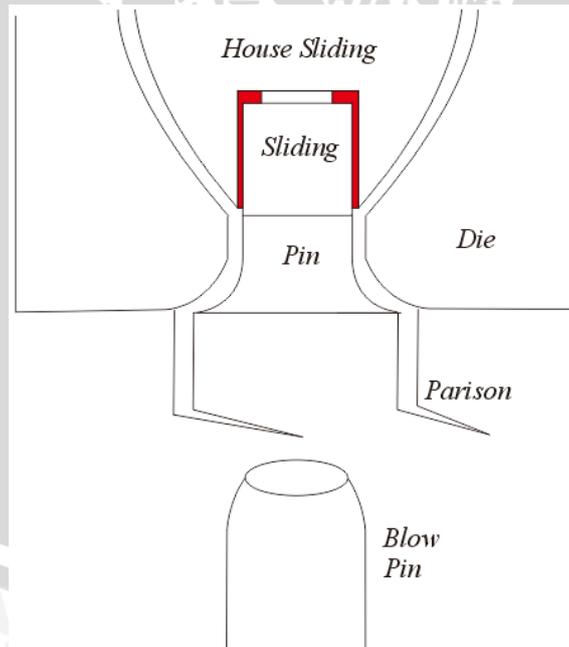
Tabel 4.11 *Contradiction Matrix* Cacat Neck Amandel

	<i>Worsening Parameter</i>	<i>Area Moving Object</i>	<i>Temperature</i>	<i>External harm affect the object</i>
	<i>Improving Parameter</i>	5	17	30
12	<i>Shape</i>	5, 34, 4 10	22, 14, 19, 32	22, 1, 2, 35
28	<i>Measurement accuracy</i>	26, 28, 32, 3	6, 19, 28, 24	28, 24, 22, 26
29	<i>Manufacturing precision</i>	28, 33, 29, 32	19, 26	26, 28, 10, 36
32	<i>Ease of manufacture</i>	13, 1, 26, 12	27, 26, 18	2, 24

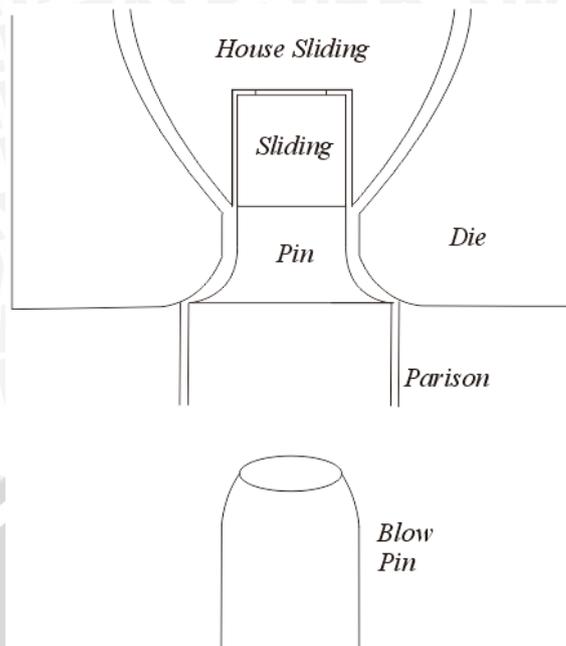
Setelah memetakan kontradiksi pada *contradiction matrix*, maka didapatkan ide usulan perbaikan sebagai berikut:

1. Prinsip 19. *Periodic Action*.

Tidak melakukan tindakan terus menerus, tetapi menggunakan tindakan yang periodik yaitu melakukan pembersihan kerak satu kali sehari. Perusahaan sebelumnya tidak memiliki jadwal yang pasti untuk kegiatan pembersihan kerak. Hal ini dapat mengakibatkan cacat *neck amandel* dimana proses produksinya harus dihentikan total untuk mengatasi penyebabnya. Rekomendasi perbaikan yang diberikan sama dengan rekomendasi perbaikan pada cacat kotor hitam yaitu melakukan pembersihan kerak satu hari sekali. Rekomendasi perbaikannya sama karena disebabkan oleh hal yang sama yaitu terjadinya penumpukan kerak. Namun pada cacat jenis *neck amandel* ini pembersihannya lebih terfokus pada pembersihan kerak yang masuk ke dalam celah antara *sliding* dan *houses sliding*. Pada gambar 4.29a menunjukkan bahwa *sliding* tidak dapat bergerak ke atas akibat tertahan kerak sehingga membuat parison tidak dapat menipis. Parison yang tebal jika dipotong tidak akan berbentuk lingkaran sempurna. Warna merah pada gambar 4.29a menunjukkan kerak menempel. Kerak dapat dihilangkan dengan melakukan pembersihan. Pada Gambar 4.29b menunjukkan bahwa parison dapat ditipiskan karena *sliding* tidak terganjal kerak. Parison yang tipis membuat parison dapat terpotong dengan sempurna sehingga bentuk produk menjadi baik.



Gambar 4.29a Celah Antara *Sliding* dan *Sliding House* Terisi Kerak



Gambar 4.29b Celah Antara *Sliding* dan *Sliding House* Tidak Terisi Kerak.

4.7 Analisis dan Pembahasan

Pada analisis dan pembahasan akan dijabarkan mengenai hasil dari penelitian yang telah melalui tahap *define, measure, analyze* dan *improve*.

4.7.1 Analisis dan Pembahasan Tahap *Define*

Dalam penelitian ini membahas mengenai permasalahan cacat pada proses *blow moulding* dalam produksi botol ukuran 19 liter di PT. Berlina Tbk. Jenis cacat yang menjadi fokus penelitian adalah cacat kotor hitam, cacat lengketan sisa material dan cacat *neck amandel*, karena merupakan cacat yang paling banya terjadi berdasarkan data pada bulan Mei 2015 yang ditunjukkan dalam diagram pareto pada gambar 4.21. Penelitian ini menggunakan pendekatan metodologi DMAIC-TRIZ dengan tujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi tingkat cacat produk.

Jenis cacat pada botol ukuran 19 liter ada 8 macam, yaitu kotor hitam, *air trapped*, *neck amandel*, lengketan sisa material, distribusi ketebalan tidak merata, *colleps*, *flash* dan *bottom* melipat. CTQ dari produk produk ukuran 19 liter ada 14, yaitu botol ukuran 19 liter tidak berbau, bentuk botol ukuran 19 liter sesuai dengan dimensi yang ditentukan, *engraving* pada bagian *bottom* ukuran 19 liter terbaca, *sticker* terpasang dengan benar pada dinding botol ukuran 19 liter, *parting line* bagian dalam tidak menebal, tidak terdapat serpihan plastik di permukaan dinding ukuran 19 liter bagian dalam, di dalam dinding produk ukuran 19 liter tidak terdapat material lain, dinding botol ukuran 19 liter memiliki

ketebalan yang sama di masing-masing sisinya, di permukaan dinding botol ukuran 19 liter bagian luar tidak terdapat bekas lelehan plastik, warna dinding botol ukuran 19 liter sesuai dengan keinginan *customer*, dimensi mulut produk sesuai dengan *cap*, botol ukuran 19 liter tidak pecah jika dijatuhkan dari ketinggian, dinding botol ukuran 19 liter tidak berlubang, dan netto produk sesuai spesifikasi.

4.7.2 Analisis dan Pembahasan Tahap *Measure*

Berdasarkan diagram pareto seperti pada Gambar 4.21, dapat diketahui bahwa cacat kotor hitam merupakan jenis cacat dengan persentase tertinggi sebesar 52,8%. Menurut kepala bagian divisi *blow moulding*, suhu yang tinggi hanya terjadi pada mesin *blow moulding* saja yaitu mencapai suhu 255⁰C bahkan bisa lebih. Cacat kotor hitam hanya terjadi pada mesin *blow moulding* karena cacat kotor hitam terjadi karena adanya material yang menjadi kerak akibat material terlalu lama terkena suhu yang tinggi. Cacat terbesar kedua yaitu jenis cacat lengketan sisa material yaitu sebesar 21,1%. Jenis cacat tersebut terjadi pada proses *blow moulding* dikarenakan lengketan sisa material tersebut terjadi setelah produk terbentuk dan terlepas dari mould, produk yang masih terdapat afvalnya, saat penghilangan afval, afval tersebut menempel pada dinding produk. Sedangkan cacat terbesar ketiga yaitu cacat *neck amandel* sebesar 7,5%. Cacat jenis ini juga terjadi di proses *blow moulding* karena jenis cacat tersebut terjadi pada saat proses peniupan parison hingga terbentuk sesuai bentuk rongga *mould*. Maka dari itu fokus objek penelitian ini adalah pada proses *blow moulding* dengan jumlah cacat tertinggi yaitu jenis cacat kotor hitam, lengketan sisa material dan jenis cacat *neck amandel*.

Berdasarkan Gambar 4.22, Gambar 4.23, dan Gambar 4.24 tampak bahwa pergerakan garis BPA yang tidak merupakan garis lurus menunjukkan bahwa pada setiap observasi data yang diambil berbeda-beda. Pada observasi yang dilakukan pada bulan Mei 2015 terdapat 18 hari produksi. Dari 18 hari produksi pada bulan Mei 2015 terdapat beberapa hari observasi yang berada di dalam batas pengendalian, sedangkan beberapa hari observasi lainnya berada diluar batas kendali. Karena adanya observasi yang berada di luar batas kendali peta kontrol maka proses *blow moulding* tersebut dikatakan tidak stabil, hal ini dikarenakan adanya variasi penyebab khusus yang menyebabkan jamlah cacat kotor hitam pada proses *blow moulding* tidak terkendali dan akar permasalahan akan dicari dengan menggunakan *Root Cause Analysis*.

Proses *blow moulding* pada produksi pembuatan botol ukuran 19 liter saat ini masih rendah karena nilai DPMO masih tinggi, yaitu sebesar 49774,9 yang dapat diinterpretasikan bahwa dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 49774,9

kemungkinan bahwa proses *blow moulding* akan menghasilkan cacat. Nilai DPMO kemudian dikonversikan ke dalam level sigma dan diperoleh nilai 3,15 sigma. Nilai tersebut masih dapat dikategorikan baik untuk industri di Indonesia karena rata-rata industri di Indonesia masih berada pada tingkat 3 sigma, namun level sigma tersebut belum mampu bersaing di kelas dunia yang memiliki pengendalian kualitas pada level 6 sigma. Dari perhitungan kapabilitas proses (C_p) pada proses *blow moulding* pada mesin *blow moulding* saat ini dikatakan masih rendah yaitu 1,05 karena nilai C_p berada pada *range* antara 1,00 sampai 1,99. Berdasarkan nilai C_p tersebut, kapabilitas proses diidentifikasi tidak mencapai target spesifikasi dan masih perlu dilakukan perbaikan sehingga diperlukan adanya tahap *improve* atau peningkatan perbaikan yang diharapkan dapat menurunkan nilai DPMO sehingga dapat meningkatkan level sigma dan kapabilitas proses *blow moulding* pada mesin *blow moulding*.

4.7.3 Analisis dan Pembahasan Tahap *Analyze*

Dari hasil pembuatan *Root Cause Analysis*, penyebab cacat kotor hitam yang paling sering terjadi yaitu dikarenakan oleh terdapat material asing yang masuk ke dalam proses produksi dan terdapat kerak pada dinding yang dilalui aliran material yang telah lumer. Penyebab cacat lengketan sisa material yang paling sering terjadi yaitu setting posisi alat pemotong kurang tepat dan posisi alat pemotong afval yang berubah posisi. Penyebab cacat *neck amandel* yaitu material masuk ke dalam celah antara *sliding* dan *house sliding*. Penyebab- penyebab yang paling sering terjadi tersebut telah dianalisa lebih lanjut menggunakan TRIZ.

kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat kotor hitam yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat kotor hitam yaitu *Manufacturing precision* \ll *External harm affect the object*, *External harm effects the objects* \ll *Difficulty of detecting and measuring*, *Object generated harmful factor* \ll *Temperature*, *Device complexity* \ll *Difficulty of detecting and measuring*. kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat lengketan sisa material yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat lengketan sisa material yaitu *Force* \ll *Strength*, *Temperature* \ll *Speed*, *Measurement accuracy* \ll *Lose of Time*, *Manufacturing precision* \ll *Strength*, *External harm affects the object* \ll *Manufacturing precision*, *Ease of Operation* \ll *Manufacturing precision*. kontradiksi-kontradiksi permasalahan pada *Root Cause Analysis* cacat *neck amandel* yang menjadi hambatan pada proses untuk menghasilkan produk tidak mengalami cacat *neck amandel* yaitu *Shape* \ll *Area moving object*, *Measurement*

accuracy >> *Temperature, Manufacturing precision* >> *External harm affect the object, Ease of manufacture* >> *Difficulty of detecting and measuring.*

4.7.4 Analisis dan Pembahasan Tahap *Improve*

Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan terdapatnya kotor hitam pada dinding produk adalah dengan prinsip 10 (*Preliminary Action*) yaitu melakukan pembersihan pada bagian bak pemrosesan pada mesin *mixer* dengan menggunakan *vacuum cleaner* untuk membersihkan debu sisa proses *mixing* sebelumnya dan prinsip 19 (*Periodic Action*) yaitu melakukan pembersihan kerak satu hari sekali. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan terdapatnya lengketan sisa material pada dinding produk adalah dengan prinsip 24 (*intermediary*) yaitu melakukan pelatihan pemasangan komponen-komponen pemotong afval kepada *setter* dan prinsip 3 (*local quality*) yaitu penambahan *lock nut* pada mur. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan terdapatnya *cacat neck amandel* adalah dengan prinsip 19 (*Periodic Action*) yaitu melakukan pembersihan kerak satu hari sekali.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

