

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang uraian ringkas gambaran umum perusahaan, penjelasan lebih lanjut dari pengolahan data beserta pembahasan yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan siklus DMAI dan diolah berdasarkan metode yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

### **4.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan yang menjadi tempat penelitian ini. Karena kerahasiaan profil perusahaan, oleh karena itu akan dijelaskan beberapa profil singkat perusahaan dan struktur organisasi yang berada pada PT. XYZ.

#### **4.1.1 Profil Perusahaan**

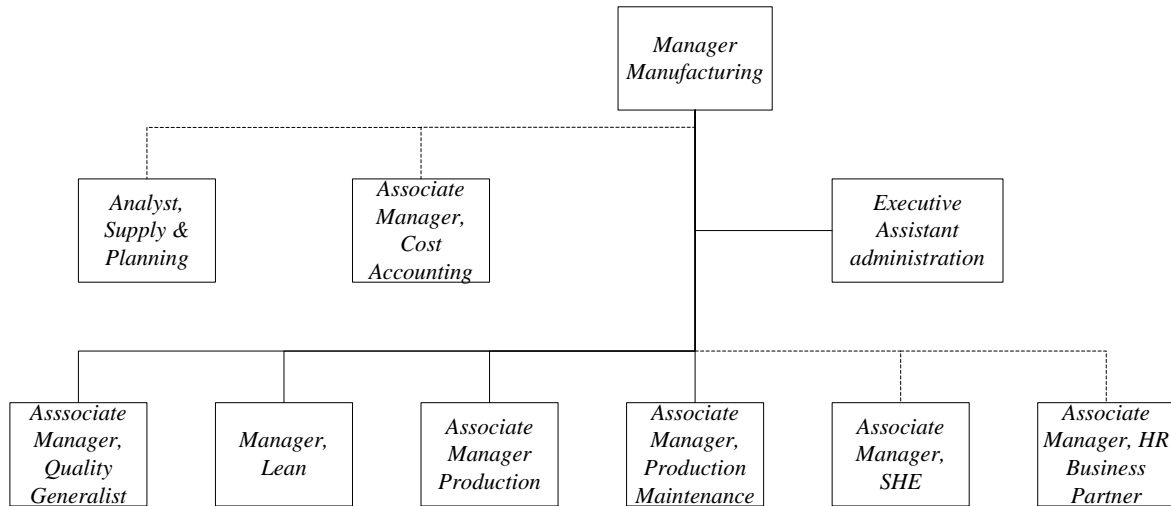
PT. XYZ adalah *family company* atau perusahaan swasta internasional yang bergerak di bidang manufaktur. PT. XYZ memiliki fasilitas produksi sendiri untuk menghasilkan hampir seluruh rangkaian produk yang dijual di Indonesia. PT. XYZ memiliki tiga lokasi di Indonesia salah satunya berada di Jawa Timur. Pada saat ini PT. XYZ memproduksi produk *customer goods* dan salah satu produknya yaitu *circle repellent*. Pemasaran PT. XYZ adalah ekspor dan domestik. Sebanyak 30% produk *circle repellent* diekspor ke luar negeri, sedangkan sisanya 70% produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

PT. XYZ memiliki 17 lini dalam memproduksi produk *circle repellent* agar dapat memenuhi permintaan konsumen. Proses produksi di PT. XYZ hampir 80% dilakukan secara otomatis, sedangkan sisanya dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan tenaga manusia.

#### **4.1.2 Struktur Organisasi**

Dalam kegiatan operasionalnya, PT. XYZ dikepalai oleh seorang *manager* yang membawahi beberapa bagian. Setiap bagian memiliki tugas dan tanggung jawab masing-masing. Oleh karena itu, ada suatu kejelasan arah dan koordinasi untuk mencapai tujuan perusahaan. Secara umum, *manager* akan bertanggung jawab penuh terhadap semua kegiatan di PT. XYZ dan akan bertanggung jawab penuh kepada *Director Manager*.

*Manager manufacturing* akan dibantu oleh 6 (enam) *Associate manager*, yaitu *Quality Generalist, Lean, Production, Production maintenance, Safety Health Environment*, dan *HR Business partner*. Berikut skema struktur organisasi yang ada di PT. XYZ yang digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT.XYZ

Sumber: PT. XYZ

## 4.2 Pengolahan Data

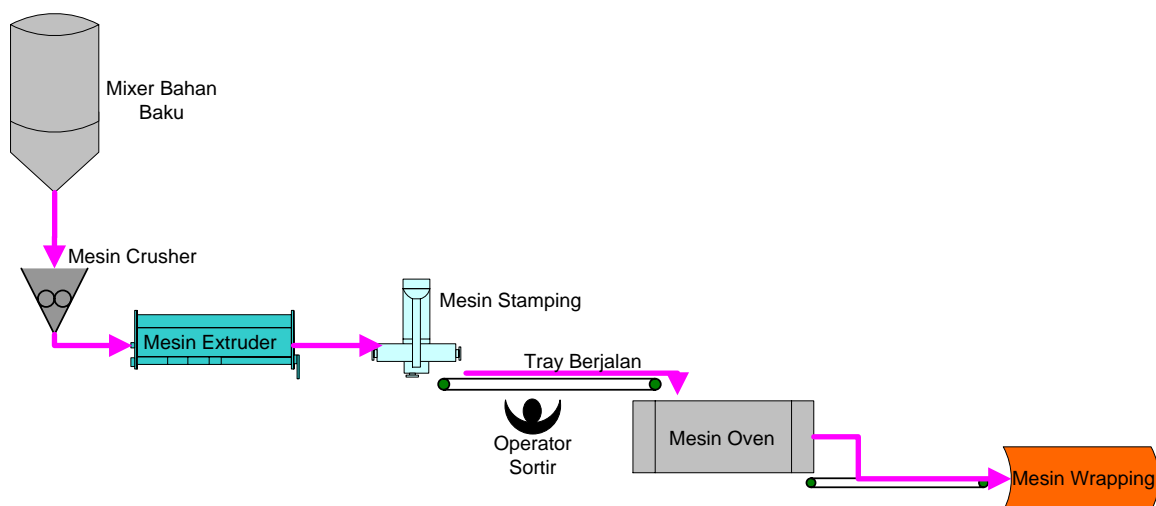
Pada sub bab ini akan dilakukan pengolahan data setelah diperoleh data-data yang yang dibutuhkan dengan menggunakan metode *six sigma* dan siklus DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*). Pada tahap ini akan diperoleh masalah utama yang kemudian memberikan rekomendasi perbaikan sebagai usulan kepada pihak perusahaan.

### 4.2.1 Tahap *Define*

Tahap *define* sebagai tahap awal metode *six sigma* dalam melakukan pengurangan produk cacat. Pada tahap ini, akan dilakukan pendefinisian proses produksi *circle repellent*.

#### 4.2.1.1 Proses Produksi

Berikut akan dijelaskan tahapan proses produksi *circle repellent*. Tahapan proses produksi akan di urai dari tahap awal hingga tahap akhir. Berikut Gambar 4.2 yang merupakan tahapan proses produksi *circle repellent*.



Gambar 4.2 Proses Produksi *Circle Repellent*

### 1. Proses formulasi dan *mixing*

Pada proses ini akan dilakukan proses formulasi terlebih dahulu. Proses yang dilakukan yaitu persiapan bahan-bahan yang dibutuhkan. Bahan-bahan yang digunakan tergolong menjadi 3 (tiga) bahan yaitu bahan baku, bahan penolong dan bahan tambahan. Bahan baku yang digunakan berupa tepung batok, tepung kayu, dll. Bahan penolong yang digunakan berupa air. Sedangkan, bahan tambahannya berupa pewarna, parfum, dll. Proses *mixing* merupakan proses pencampuran bahan-bahan yang dibutuhkan. Ketiga bahan yang dibutuhkan lalu dicampur untuk menghasilkan adonan *circle repellent*. Adonan yang terbentuk siap untuk dilakukan pencetakan,

### 2. Proses *Stamping*

Setelah dilakukan proses formulasi dan *mixing*, selanjutnya adonan dilewatkan ke mesin *crusher*. Mesin *crusher* berfungsi untuk menghancurkan adonan untuk dapat masuk ke *conveyor*. Adonan yang telah hancur masuk ke mesin *extruder* yang berfungsi untuk membentuk adonan menjadi lembaran. Adonan yang berbentuk lembaran dicetak dibagian mesin *stamping* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Terdapat operator/operator yang bertanggungjawab untuk menyortir dan menginspeksi produk yang dihasilkan dan memastikan tidak ada produk cacat yang masuk ke proses pengeringan/mesin oven. Produk yang tidak sesuai spesifikasi akan langsung diolah kembali dengan memasukkannya kembali ke mesin *extruder*. Produk yang sesuai spesifikasi akan dibawa ke proses pengeringan. Pada proses ini sering terindikasi terjadinya produk yang tidak sesuai spesifikasi, misalnya terjadi saat adonan berada di mesin *crusher*, mesin *extruder* maupun mesin *stamping*.

### 3. Proses Pengeringan

Hasil cetakan yang sesuai dengan spesifikasi kemudian dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven. Tujuan dari proses pengeringan yaitu mengurangi kadar air yang awalnya sekitar 48% menjadi 9,5% dengan temperatur oven yaitu 70-80°C.

Sistem oven yang digunakan yaitu menggunakan udara panas yang dihasilkan dari air panas yang dilewatkan ke radiator kemudian udara panas ditiupkan ke dalam oven. Untuk mengeringkan produk, oven yang digunakan memakai *tray* yang berjalan. *Tray* yang membawa produk dari *stamping* akan berjalan melalui oven kurang lebih 20 meter dengan 9 tingkat, sehingga produk yang melalui proses pengeringan dari awal masuk oven sampai keluar oven kurang lebih di proses selama 2 jam.

### 4. Proses *Finishing*

Produk yang telah melalui proses pengeringan akan menjadi produk jadi, sehingga akan dilakukan proses *finishing*. Sebelum Produk di kemas, produk tersebut di sortir terlebih dahulu. Produk yang baik akan di ambil dan di kelompokkan menjadi 5 keping produk *circle repellent*. Produk cacat dikirim menuju *bulk storage*. Produk yang sudah terdiri dari 5 keping produk kemudian dibungkus dengan plastik yang sudah diberikan merk produk. Produk *circle repellent* yang sudah dibungkus, lalu dikemas secara manual ke dalam kotak kemasan. Kotak kemasan tersebut dimuat ke dalam karton besar dan akhirnya dikirim ke bagian penyimpanan.


## 4.2.2 Tahap *Measure*

Tahap yang kedua setelah tahap *define* yaitu tahap *measure*. Tahap ini merupakan tahap pengukuran terhadap objek penelitian yang pada penelitian ini yaitu *circle repellent*. Pada tahap *measure* akan dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ), pengendalian statistik data atribut dan menggambarkan peta kontrol, dan menghitung DPMO, level sigma dan kapabilitas proses.

### 4.2.2.1 Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

*Critical to Quality* (CTQ) adalah karakteristik kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan dan keinginan konsumen. CTQ produk *circle repellent* sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan. Harapan dari identifikasi CTQ agar produk *circle repellent* dapat memenuhi kebutuhan konsumen. CTQ dari produk *circle repellent* berdasarkan hasil diskusi dengan Manager *Quality Control* diketahui seperti pada Tabel





Tabel 4.1  
*Critical to Quality (CTQ) Circle Repellent*

No.	CTQ	Jenis Cacat	Spesifikasi	Gambar Produk
1	Hasil cetakan rapat dan rapi	Renggang	Produk berhimpitan seolah tidak bercelah/tidak renggang tidak ada bagian yang keluar dari pengunci/memisah	
2	Tercetak utuh	Terpotong/teriris	Produk tercetak rapi secara visual Semua bagian produk tercetak	
3	Permukaan produk rata/lurus	Bengkong	Tidak ada bagian yang melengkung	
4	Produk padat dan halus	Retak	Tidak ada rongga/retak di semua bagian produk	

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa CTQ dari produk *circle repellent* terdapat 4 (empat) dan setiap CTQ memiliki spesifikasi masing-masing sebagai standar dalam melakukan analisis kualitas produk. CTQ tersebut merupakan kategori data atribut karena jenis cacat dapat dihitung menggunakan visual tanpa harus melakukan proses pengukuran dengan alat bantu. Selain itu, yang dihitung adalah banyaknya produk cacat dan proporsi masing-masing cacat. CTQ tersebut tidak termasuk kategori data variabel karena data variabel diperoleh dengan melakukan proses pengukuran dimensi, contohnya seperti berat, panjang, dll. Jika produk *circle repellent* tidak sesuai dengan CTQ dan spesifikasi maka dapat digolongkan sebagai produk cacat.

Jenis cacat yang terdapat pada produk *circle repellent* terdiri dari 8 jenis yaitu renggang, terpotong/teriris, bengkong, retak, tidak terdapat lubang penyangga, ada benda asing, produk bergaris dan bentuk tidak spiral. Berdasarkan data Tabel 1.1 bahwa dari jumlah total produksi *circle repellent* pada *line 9* bulan Januari 2017 terdapat beberapa jenis cacat yaitu cacat renggang, terpotong, bengkong dan retak. Sehingga 4 jenis cacat yang ada pada *line 9* bulan Januari akan dilakukan proses selanjutnya. 4 jenis cacat sisanya jarang terjadi pada proses produksi. Berikut Tabel 4.2 yang menyajikan produk cacat.

Tabel 4.2  
Jenis Produk Cacat *Circle Repellent*

No.	Jenis Cacat	Gambar Produk Cacat
1	Renggang	
2	Terpotong	
3	Bengkok	
4	Retak	

#### 4.2.2.2 Pengendalian Kualitas Proses Statistik

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan performa dengan pengendalian kualitas proses statistik untuk data atribut. Peta kontrol untuk membedakan adanya variasi atau penyimpangan karena sebab umum dan sebab khusus. Peta kontrol yang digunakan pada

penelitian ini yaitu peta kontrol p atau *P-chart* karena jenis data pada penelitian ini merupakan data atribut dan jumlah sampel pada setiap pengamatan bervariasi/berubah-ubah. Berikut ini akan disajikan perhitungan peta kontrol p untuk ke-4 cacat yang telah diidentifikasi.

1. *P-chart* cacat renggang

Cacat renggang merupakan jenis cacat disebabkan karena adonan yang terlalu banyak air sehingga membuat beberapa bagian produk memisah atau menonjol dari yang lain. Berikut akan dilakukan perhitungan peta kontrol dari cacat renggang:

a. Menghitung proporsi cacat

$$P = \frac{\sum \text{produk cacat}}{n} \\ = \frac{3943}{178369} = 0,0221$$

b. Menghitung garis pusat (*center line*)

$$CL = p = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{132152}{5776100} = 0,0228$$

c. Menentukan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

$$BPA\ p = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0228 + 3\sqrt{\frac{0,0228(1-0,0228)}{178369}} = 0,02386$$

$$BPB\ p = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0228 - 3\sqrt{\frac{0,0228(1-0,0228)}{178369}} = 0,02174$$

d. Berikut pada Tabel 4.3 akan disajikan hasil perhitungan *P-chart*

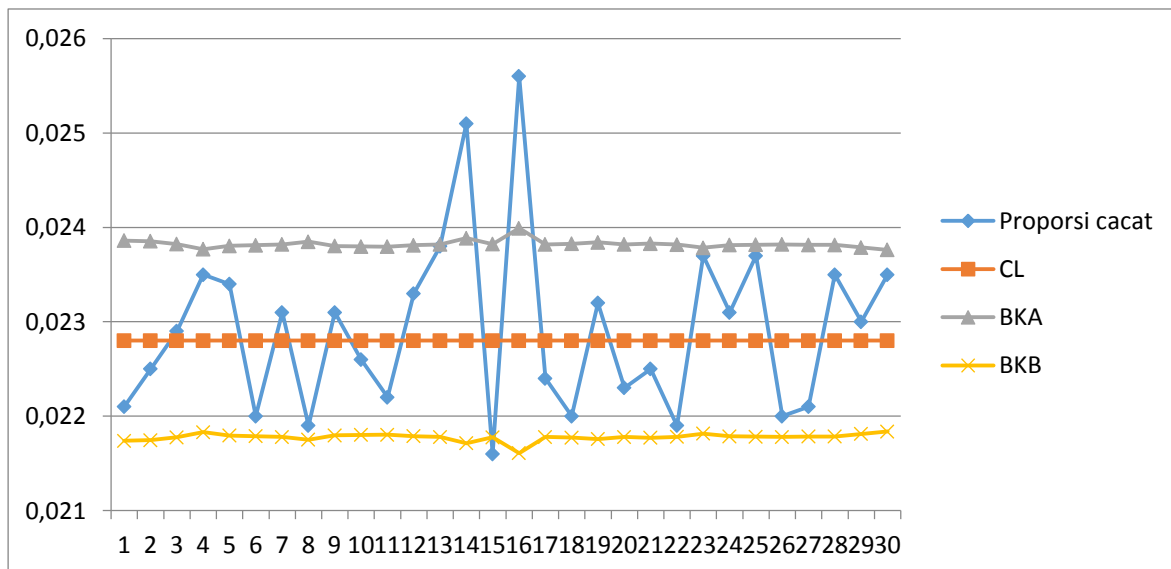
Tabel 4.3  
Hasil Perhitungan Peta Kontrol p Cacat Renggang

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
1	178369	3943	0.0221	0.0228	0.02386	0.02174
2	180884	4068	0.0225	0.0228	0.023853	0.021747
3	191940	4395	0.0229	0.0228	0.023822	0.021778
4	213760	5030	0.0235	0.0228	0.023769	0.021831
5	198903	4654	0.0234	0.0228	0.023804	0.021796
6	196461	4327	0.022	0.0228	0.02381	0.02179
7	192945	4457	0.0231	0.0228	0.023819	0.021781
8	182480	3991	0.0219	0.0228	0.023848	0.021752
9	199600	4611	0.0231	0.0228	0.023802	0.021798
10	201445	4553	0.0226	0.0228	0.023798	0.021802
11	202340	4492	0.0222	0.0228	0.023795	0.021805
12	195930	4570	0.0233	0.0228	0.023812	0.021788
13	192680	4586	0.0238	0.0228	0.02382	0.02178
14	170044	4268	0.0251	0.0228	0.023886	0.021714
15	191690	4141	0.0216	0.0228	0.023823	0.021777
16	141385	3620	0.0256	0.0228	0.023991	0.021609
17	192980	4323	0.0224	0.0228	0.023819	0.021781

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
18	190369	4181	0.022	0.0228	0.023826	0.021774
19	184790	4285	0.0232	0.0228	0.023842	0.021758
20	192850	4291	0.0223	0.0228	0.02382	0.02178
21	189472	4263	0.0225	0.0228	0.023829	0.021771
22	193480	4237	0.0219	0.0228	0.023818	0.021782
23	206900	4903	0.0237	0.0228	0.023784	0.021816
24	195440	4515	0.0231	0.0228	0.023813	0.021787
25	194490	4618	0.0237	0.0228	0.023815	0.021785
26	192780	4246	0.022	0.0228	0.02382	0.02178
27	194621	4301	0.0221	0.0228	0.023815	0.021785
28	194834	4579	0.0235	0.0228	0.023814	0.021786
29	205850	4728	0.023	0.0228	0.023787	0.021813
30	216388	5076	0.0235	0.0228	0.023763	0.021837
<b>Jumlah</b>	<b>5776100</b>	<b>132252</b>				

Pada Tabel 4.3 merupakan perhitungan peta kontrol p pada cacat renggang. Data yang diambil sebanyak 30 kali observasi/pengamatan, dimana setiap 1 kali observasi dilakukan 1 hari penuh. Sehingga pengambilan data dilakukan selama 30 hari pada bulan Januari.

e. Membuat peta kontrol p untuk cacat renggang yang digambarkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Peta Kontrol p Cacat Renggang

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa proporsi cacat renggang berfluktuatif karena banyaknya produk cacat dan total produksi yang bervariasi. Hampir kesemua data berada pada batas kontrol. Tetapi, masih terdapat data yang keluar batas kendali atas. Serta masih ada satu data yang diluar batas kendali bawah. Data yang keluar dari batas kendali yaitu pada pengamatan 14, 15, dan 16. Pada data ke-15 melebihi batas kendali bawah yang artinya data tersebut masih ditoleransi karena menghasilkan cacat yang rendah. Menghasilkan cacat yang rendah merupakan hal yang baik sehingga perlu dilakukan



identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui faktor yang menghasilkan data ke-15 menghasilkan cacat yang rendah. Pada pengamatan 14 dan 16 terdapat kendala pada mesin *extruder* sehingga tidak menghasilkan lembaran adonan yang baik. Pada pengamatan 14 dan 16 diperlukan perbaikan agar proporsi kesalahan tidak menyimpang terlalu tinggi.

## 2. *P-chart* cacat terpotong

Cacat terpotong merupakan jenis cacat disebabkan karena adonan tidak tercetak secara sempurna/tidak tercetak secara utuh. Biasanya disebabkan karena kecepatan ban cetak dan mesin *stamping* tidak sesuai. Berikut akan dilakukan perhitungan peta kontrol dari cacat terpotong:

### a. Menghitung proporsi cacat

$$p = \frac{\sum \text{produk cacat}}{n} = \frac{1480}{178369} = 0,0083$$

### b. Menghitung garis pusat (*center line*)

$$CL = p = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{50599}{5776100} = 0,0087$$

### c. Menentukan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

$$BPA\ p = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0087 + 3\sqrt{\frac{0,0087(1-0,0087)}{178369}} = 0,00936$$

$$BPB\ p = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0087 - 3\sqrt{\frac{0,0087(1-0,0087)}{178369}} = 0,00805$$

### d. Berikut pada Tabel 4.4 akan disajikan hasil perhitungan *P-chart*

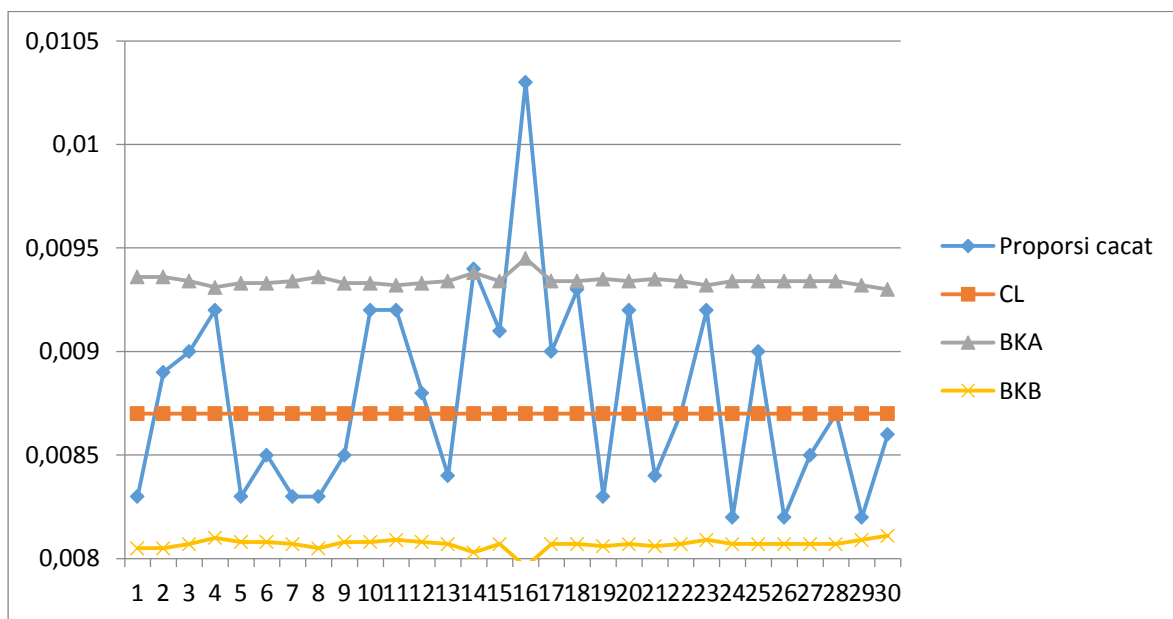
Tabel 4.4

Hasil Perhitungan Peta Kontrol p Cacat Terpotong

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
1	178369	1480	0.0083	0.0087	0.00936	0.00805
2	180884	1610	0.0089	0.0087	0.00936	0.00805
3	191940	1727	0.009	0.0087	0.00934	0.00807
4	213760	1967	0.0092	0.0087	0.00931	0.0081
5	198903	1651	0.0083	0.0087	0.00933	0.00808
6	196461	1670	0.0085	0.0087	0.00933	0.00808
7	192945	1601	0.0083	0.0087	0.00934	0.00807
8	182480	1515	0.0083	0.0087	0.00936	0.00805
9	199600	1697	0.0085	0.0087	0.00933	0.00808
10	201445	1853	0.0092	0.0087	0.00933	0.00808
11	202340	1862	0.0092	0.0087	0.00932	0.00809
12	195930	1724	0.0088	0.0087	0.00933	0.00808
13	192680	1619	0.0084	0.0087	0.00934	0.00807
14	170044	1598	0.0094	0.0087	0.00938	0.00803
15	191690	1744	0.0091	0.0087	0.00934	0.00807
16	141385	1456	0.0103	0.0087	0.00945	0.00796

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
17	192980	1737	0.009	0.0087	0.00934	0.00807
18	190369	1770	0.0093	0.0087	0.00934	0.00807
19	184790	1534	0.0083	0.0087	0.00935	0.00806
20	192850	1774	0.0092	0.0087	0.00934	0.00807
21	189472	1592	0.0084	0.0087	0.00935	0.00806
22	193480	1683	0.0087	0.0087	0.00934	0.00807
23	206900	1903	0.0092	0.0087	0.00932	0.00809
24	195440	1603	0.0082	0.0087	0.00934	0.00807
25	194490	1750	0.009	0.0087	0.00934	0.00807
26	192780	1581	0.0082	0.0087	0.00934	0.00807
27	194621	1654	0.0085	0.0087	0.00934	0.00807
28	194834	1695	0.0087	0.0087	0.00934	0.00807
29	205850	1688	0.0082	0.0087	0.00932	0.00809
30	216388	1861	0.0086	0.0087	0.0093	0.00811
<b>Jumlah</b>	<b>5776100</b>	<b>50599</b>				

e. Membuat peta kontrol p untuk cacat terpotong yang digambarkan pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Peta Kontrol p Cacat Terpotong

Dapat dilihat dari Gambar 4.4 bahwa masih terdapat data yang keluar dari batas kendali atas. Data yang keluar tersebut yaitu pada pengamatan 14 dan 16. Berdasarkan gambar diagram diatas menunjukkan bahwa garis dari proporsi cacat terpotong berbentuk fluktuatif. Penyebabnya yaitu banyaknya produk cacat dan total produksi yang selalu berubah-ubah/bervariasi. Pada data 14 dan 16 karena mesin *extruder* sedang mengalami kendala, sehingga tidak menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Dengan adanya data yang keluar batas kendali, maka proses produksi dapat dikatakan kurang optimal.

### 3. *P-chart* cacat bengkong

Cacat bengkong merupakan jenis cacat yang permukaan produknya melengkung. Biasanya disebabkan karena *mold* selip sehingga jatuhnya produk berada di dinding/pembatas *tray*. Ketika produk tersebut masuk keproses pengeringan akan menjadi produk cacat. Berikut akan dilakukan perhitungan peta kontrol dari cacat bengkong:

#### a. Menghitung proporsi cacat

$$p = \frac{\sum \text{produk cacat}}{n} \\ = \frac{1338}{178369} = 0,0075$$

#### b. Menghitung garis pusat (*center line*)

$$CL = p = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{46292}{5776100} = 0,008$$

#### c. Menentukan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

$$BPA\ p = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,008 + 3\sqrt{\frac{0,008(1-0,008)}{178369}} = 0,008633$$

$$BPB\ p = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,008 - 3\sqrt{\frac{0,008(1-0,008)}{178369}} = 0,007367$$

#### d. Berikut pada Tabel 4.5 akan disajikan hasil perhitungan *P-chart*

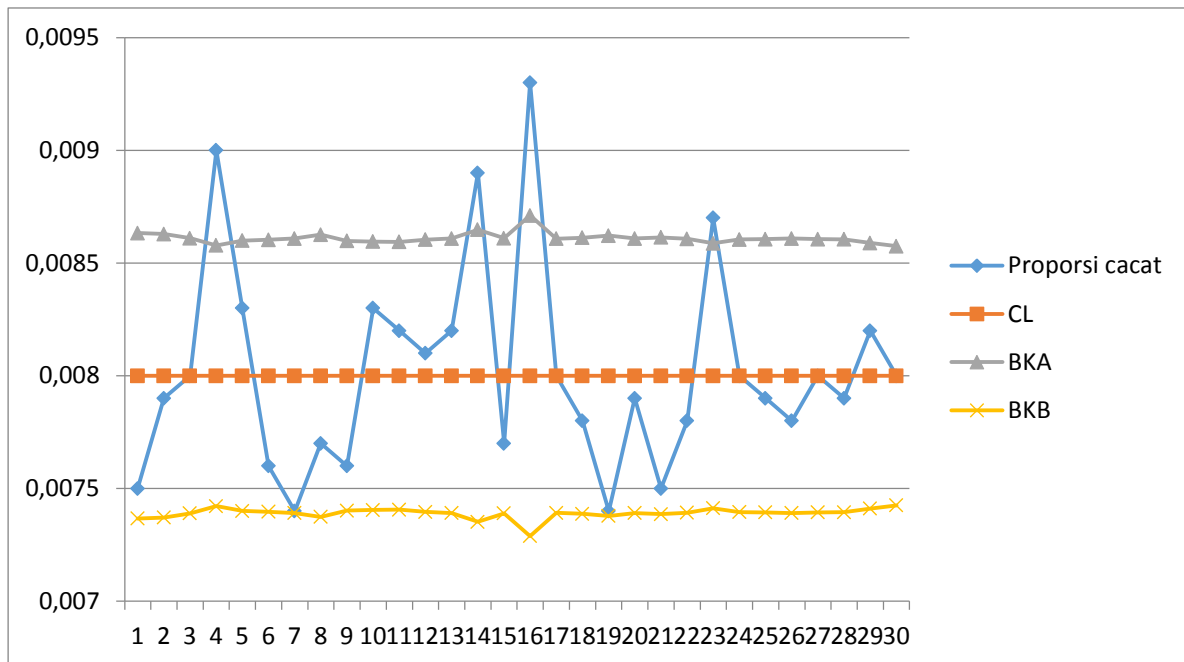
Tabel 4.5

Hasil Perhitungan Peta Kontrol p Cacat Bengkong

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
1	178369	1338	0.0075	0.008	0.008633	0.007367
2	180884	1429	0.0079	0.008	0.008628	0.007372
3	191940	1536	0.008	0.008	0.00861	0.00739
4	213760	1924	0.009	0.008	0.008578	0.007422
5	198903	1651	0.0083	0.008	0.008599	0.007401
6	196461	1493	0.0076	0.008	0.008603	0.007397
7	192945	1428	0.0074	0.008	0.008608	0.007392
8	182480	1405	0.0077	0.008	0.008626	0.007374
9	199600	1517	0.0076	0.008	0.008598	0.007402
10	201445	1672	0.0083	0.008	0.008595	0.007405
11	202340	1659	0.0082	0.008	0.008594	0.007406
12	195930	1587	0.0081	0.008	0.008604	0.007396
13	192680	1580	0.0082	0.008	0.008609	0.007391
14	170044	1513	0.0089	0.008	0.008648	0.007352
15	191690	1476	0.0077	0.008	0.00861	0.00739
16	141385	1315	0.0093	0.008	0.008711	0.007289
17	192980	1544	0.008	0.008	0.008608	0.007392
18	190369	1485	0.0078	0.008	0.008613	0.007387
19	184790	1367	0.0074	0.008	0.008622	0.007378
20	192850	1524	0.0079	0.008	0.008609	0.007391
21	189472	1421	0.0075	0.008	0.008614	0.007386
22	193480	1509	0.0078	0.008	0.008608	0.007392

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
23	206900	1800	0.0087	0.008	0.008588	0.007412
24	195440	1564	0.008	0.008	0.008605	0.007395
25	194490	1536	0.0079	0.008	0.008606	0.007394
26	192780	1504	0.0078	0.008	0.008609	0.007391
27	194621	1557	0.008	0.008	0.008606	0.007394
28	194834	1539	0.0079	0.008	0.008605	0.007395
29	205850	1688	0.0082	0.008	0.008589	0.007411
30	216388	1731	0.008	0.008	0.008575	0.007425
<b>Jumlah</b>	<b>5776100</b>	<b>46292</b>				

e. Membuat peta kontrol p untuk cacat bengkok yang digambarkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Peta Kontrol p Cacat Bengkok

Sesuai dengan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa hampir kesemua data berada pada batas kontrol. Masih terdapat data yang keluar batas kendali atas. Data yang keluar dari batas kendali lebih banyak dari cacat sebelumnya yaitu pada pengamatan 4, 14, 16 dan 23. Banyaknya data yang keluar dari batas kendali atas karena kecepatan *tray* pada *line 9* sering berubah-ubah, sehingga banyak hasil cetakan yang jatuhnya tidak tepat pada *tray*. Garis pada proporsi cacat bengkok sama dengan caat sebelumnya yaitu berfluktuatif. Sehingga perlu perbaikan dari pada manusia, mesin, dll, agar semua data bisa berada pada batas kendali.

#### 4. P-chart cacat retak

Cacat retak merupakan jenis cacat yang tekstur permukaan produk ada garis-garis celah yang bisa membuat produk *circle repellent* rapuh. Biasanya disebabkan karena

produk terkontaminasi dengan benda asing sehingga membuat produk terdapat garis-garis.

Berikut akan dilakukan perhitungan peta kontrol dari cacat retak:

- a. Menghitung proporsi cacat

$$P = \frac{\sum \text{produk cacat}}{n} = \frac{482}{178369} = 0,0027$$

- b. Menghitung garis pusat (*center line*)

$$CL = p = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{17017}{5776100} = 0,0029$$

- c. Menentukan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

$$BPA\ p = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0029 + 3\sqrt{\frac{0,0029(1-0,0029)}{178369}} = 0,003282$$

$$BPB\ p = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,0029 - 3\sqrt{\frac{0,0029(1-0,0029)}{178369}} = 0,002518$$

- d. Berikut pada Tabel 4.6 akan disajikan hasil perhitungan *P-chart*

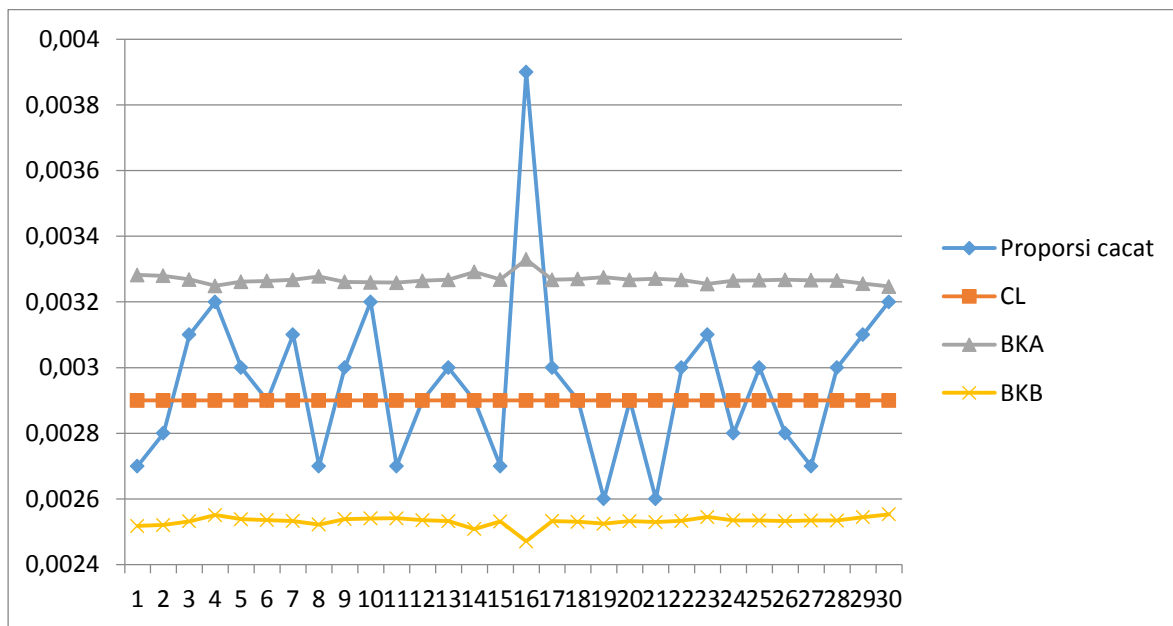
Tabel 4.6

Hasil Perhitungan Peta Kontrol p Cacat Retak

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
1	178369	482	0.0027	0.0029	0.003282	0.002518
2	180884	506	0.0028	0.0029	0.003279	0.002521
3	191940	595	0.0031	0.0029	0.003268	0.002532
4	213760	684	0.0032	0.0029	0.003249	0.002551
5	198903	597	0.003	0.0029	0.003262	0.002538
6	196461	570	0.0029	0.0029	0.003264	0.002536
7	192945	598	0.0031	0.0029	0.003267	0.002533
8	182480	493	0.0027	0.0029	0.003278	0.002522
9	199600	599	0.003	0.0029	0.003261	0.002539
10	201445	645	0.0032	0.0029	0.003259	0.002541
11	202340	546	0.0027	0.0029	0.003259	0.002541
12	195930	568	0.0029	0.0029	0.003264	0.002536
13	192680	578	0.003	0.0029	0.003268	0.002532
14	170044	493	0.0029	0.0029	0.003291	0.002509
15	191690	518	0.0027	0.0029	0.003268	0.002532
16	141385	551	0.0039	0.0029	0.003329	0.002471
17	192980	579	0.003	0.0029	0.003267	0.002533
18	190369	552	0.0029	0.0029	0.00327	0.00253
19	184790	480	0.0026	0.0029	0.003275	0.002525
20	192850	559	0.0029	0.0029	0.003267	0.002533
21	189472	493	0.0026	0.0029	0.003271	0.002529
22	193480	580	0.003	0.0029	0.003267	0.002533
23	206900	641	0.0031	0.0029	0.003255	0.002545
24	195440	547	0.0028	0.0029	0.003265	0.002535
25	194490	583	0.003	0.0029	0.003266	0.002534
26	192780	540	0.0028	0.0029	0.003267	0.002533
27	194621	525	0.0027	0.0029	0.003266	0.002534

Observasi (hari)	Total Produksi (pcs)	Banyak cacat (pcs)	Proporsi cacat	CL	BKA	BKB
28	194834	585	0.003	0.0029	0.003265	0.002535
29	205850	638	0.0031	0.0029	0.003256	0.002544
30	216388	692	0.0032	0.0029	0.003247	0.002553
<b>Jumlah</b>	<b>5776100</b>	<b>17017</b>				

e. Membuat peta kontrol p untuk cacat retak yang digambarkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Peta Kontrol p Cacat Retak

Berdasarkan gambar 4.6 menunjukkan hanya terdapat satu data yang masih keluar batas kendali atas. Data yang dimaksud yaitu pada pengamatan ke-16. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses dari *circle repellent* masih kurang optimal. Berdasarkan diagram cacat retak diatas masih berbentuk data fluktuatif karena jumlah produk cacat dan total produksi yang bervariasi. Pengamatan 16 keluar dari batas kendali atas sama seperti penjelasan jenis cacat sebelumnya. Maka dari itu, perlu dilakukan langkah perbaikan agar semua data berada pada batas kendali atas maupun kendali bawah.

#### 4.2.2.3 Pengukuran Baseline Kinerja

*Six sigma* fokus terhadap peningkatan kualitas untuk mencapai *zero defect* (kegagalan nol). Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *baseline performance*. Pengukuran *baseline performance* selain untuk membandingkan proses sebelum dan setelah melakukan *six sigma*. Tujuan lain sebagai bahan evaluasi perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas proses dan produk. *Baseline performance* diketahui dengan menghitung DPMO

dan *level sigma*. Nilai DPMO dan *level sigma* untuk menghitung kapabilitas proses. Berikut perhitungan DPMO untuk cacat renggang

1. Perhitungan DPMO

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1000000$$

$$\text{DPMO} = \left( \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi} \times \text{CTQ}} \right) \times 1000000$$

$$\text{DPMO} = \left( \frac{132252}{5776100 \times 4} \right) \times 1000000 = 91585.68$$

2. Perhitungan level sigma dengan menggunakan *Microsoft Excel*

$$\text{Level sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1.5$$

$$\begin{aligned} \text{Level sigma} &= \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - 91585.68}{1.000.000} \right) + 1.5 \\ &= 2.83 \end{aligned}$$

Berikut ini pada Tabel 4.7 akan disajikan perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma dari setiap jenis cacat:

Tabel 4.7

Hasil Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma setiap Jenis Cacat

Jenis Cacat	Jumlah Produk Cacat	DPMO	Level sigma
Renggang	132252	91585.68	2.83
Terpotong	50599	35040.26	3.31
Bengkok	46292	32057.617	3.35
Retak	17017	11784.42	3.764

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa DPMO paling tinggi yaitu di jenis cacat renggang sebesar 91585.68 yang artinya yaitu dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 91585.68 kemungkinan bahwa proses produksi akan menghasilkan cacat renggang. Nilai sigma untuk cacat renggang masih kecil sebesar 2.83. Maka, perlu adanya perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi produk cacat sehingga dapat menuju *zero defect*.

#### 4.2.2.4 Kapabilitas Proses Data Atribut

Setelah dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level sigma, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung kapabilitas proses pengeringan *circle repellent*. Tujuan perhitungan kapabilitas proses yaitu untuk mengetahui kemampuan dari proses dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan. Berikut akan dilakukan perhitungan kapabilitas proses dari setiap jenis cacat.

$$C_p = \frac{\text{Level Sigma}}{3}$$

$$C_p = \frac{2.83}{3}$$

$$C_p = 0.94$$

Berikut akan disajikan hasil rekap perhitungan kapabilitas proses dari setiap jenis cacat pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8  
Hasil Rekap Perhitungan Nilai Kapabilitas Proses ( $C_p$ )

Jenis Cacat	Jumlah Produk Cacat	DPMO	Level sigma	Kapabilitas Proses
Renggang	132252	91585.68	2.83	0.94
Terpotong	50599	35040.26	3.31	1.1
Bengkong	46292	32057.617	3.35	1.12
Retak	17017	11784.42	3.764	1.25

Sesuai dengan Tabel 4.8 perhitungan kapabilitas proses produk *circle repellent* dapat diketahui masih tergolong rendah. Nilai untuk cacat renggang paling kecil sebesar 0.94. Sedangkan, nilai yang memiliki kapabilitas proses paling besar yaitu cacat retak sebesar 1.25. Nilai kapabilitas dari cacat renggang sebesar 0.94, sehingga termasuk pada nilai  $C_p \leq 1,00$  yang artinya bahwa kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu mencapai target kualitas tingkat kegagalan nol. Sedangkan, Nilai kapabilitas proses dari cacat terpotong, bengkong dan retak sebesar 1.1, 1.12, dan 1.25, sehingga berada pada nilai di antara  $1,00 \leq C_p \leq 1,99$  yang berarti proses tidak sampai cukup mampu. Menurut Gasperz (2002) nilai kapabilitas proses ( $C_p$ ) yang baik dan mampu memenuhi spesifikasi yaitu nilai  $C_p \geq 2$ . Sedangkan nilai kapabilitas proses dari keempat jenis cacat dari produk *circle repellent* masih kurang dari 2, sehingga perlu peningkatan proses guna mencapai kegagalan nol (*zero defect*).

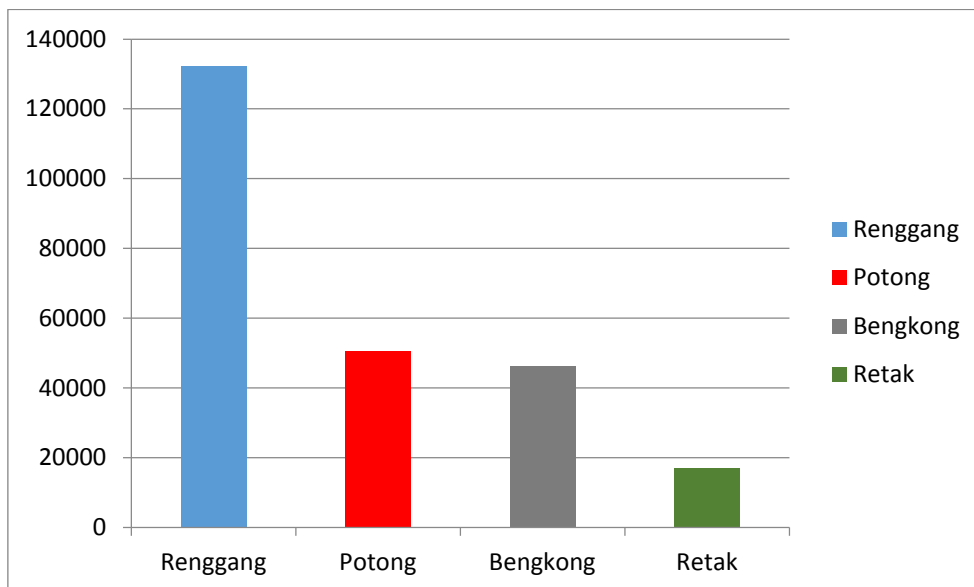
### 4.2.3 Tahap Analyze

Setelah dari tahap *define* dan *measure*, tahap selanjutnya dari *six sigma* yaitu tahap *analyze* yang bertujuan untuk menemukan penyebab permasalahan dengan menggunakan diagram sebab akibat atau lebih dikenal yaitu *fishbone diagram*. Setelah digambarkan dalam bentuk diagram sebab akibat, kemudian dilanjutkan dengan metode FMEA untuk memprioritaskan penyebab permasalahan. Sebelum dilakukan pembuatan diagram sebab akibat dan FMEA, pada penelitian ini akan diidentifikasi cacat pada produk *circle repellent* dengan menggunakan diagram batang untuk menentukan prioritas cacat yang akan diteliti lebih lanjut.



#### 4.2.3.1 Identifikasi Cacat Menggunakan Diagram Batang

Setelah mengetahui jenis cacat produk *circle repellent*, maka selanjutnya akan dibuat diagram batang untuk menentukan prioritas cacat yang akan menjadi objek penelitian atau objek yang akan difokuskan untuk dilakukan tindakan lebih lanjut. Jenis cacat yang memiliki jumlah paling banyak akan menjadi objek penelitian. Berikut Gambar 4.7 yang akan menentukan jenis cacat dengan menggunakan diagram batang.

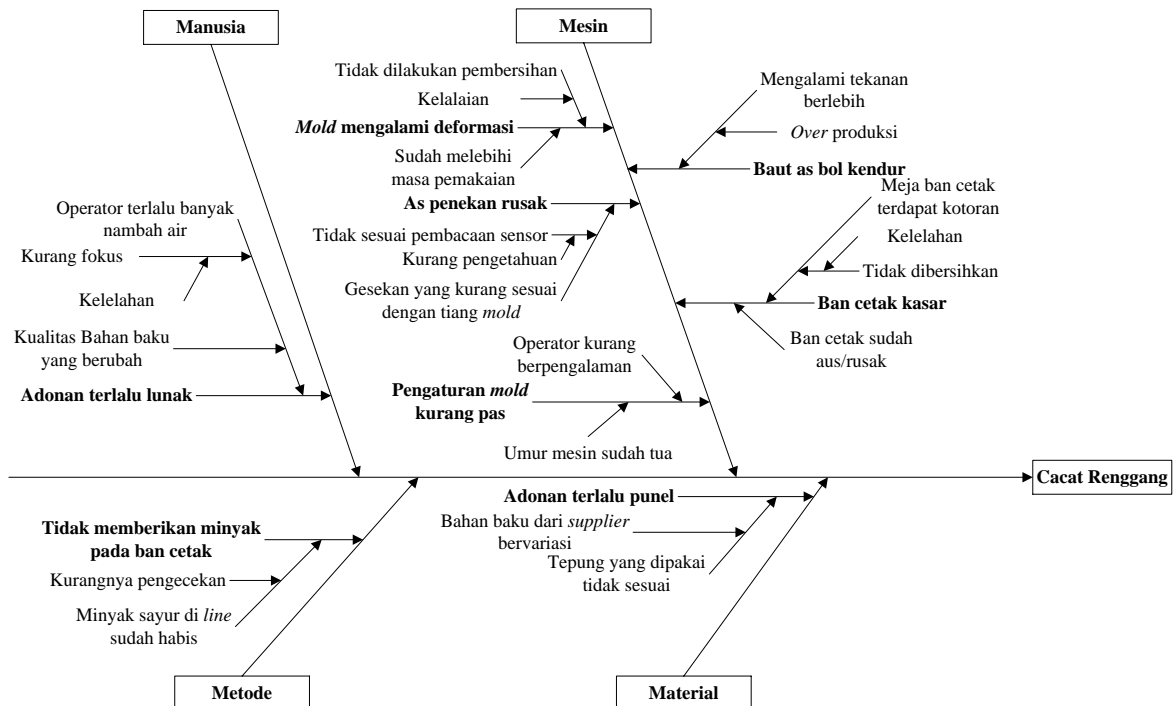


Gambar 4.7 Diagram Batang Masing-masing Jenis Cacat

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa jenis cacat yang memiliki jumlah paling tinggi/besar yaitu cacat renggang. Cacat renggang memiliki jumlah 132252 pcs produk cacat. Maka dari itu, cacat renggang akan menjadi fokus perbaikan pada penelitian ini agar jumlah cacat yang dihasilkan dapat berkurang.

#### 4.2.3.2 Diagram Sebab Akibat

Untuk penelitian ini menggunakan diagram sebab akibat atau biasa disebut *fishbone diagram*. Diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi dari beberapa faktor kemungkinan yang dapat mempengaruhi cacat renggang. Penyebab-penyebab permasalahan dari cacat renggang didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak QC, operator dan *supervisor* produksi. Dapat dilihat Gambar 4.8 akar penyebab permasalahan dari cacat renggang.



Gambar 4.8 Diagram Sebab Akibat Cacat Renggang

Berdasarkan Gambar 4.8 bahwa faktor-faktor penyebab dari cacat renggang berasal dari faktor manusia, mesin, metode dan material. Dapat dilihat juga bahwa penyebab cacat renggang paling banyak berada pada faktor mesin karena proses produksi *circle repellent* hampir seluruh tahap produksi dilakukan oleh mesin. Pada penjelasan berikut ini, akan diuraikan dari setiap faktor yang menyebabkan cacat renggang.

### 1. Faktor Mesin

Berikut akan dijelaskan faktor mesin yang menyebabkan cacat renggang:

- a. *Mold* akan mengalami deformasi ketika umur pakai *mold* sudah saatnya dilakukan pergantian. Umur pemakaian *mold* 6-7 bulan pemakaian. Sedangkan *mold* yang ada diganti setelah 7 bulan pemakaian bahkan sampai *mold* mengalami kerusakan. Selain itu, pembersihan pada *mold* sangat penting, karena sisa-sisa kotoran dapat mempengaruhi ukuran *mold* dan hasil cetakan. Tidak dilakukan pembersihan karena tidak ada aturan untuk pembersihan *mold* secara berkala dan banyaknya pekerjaan operator sehingga membuat operator lalai untuk membersihkan *mold*.
- b. Penyebab dari as penekan rusak karena gesekan antara as penekan dengan tiang *mold*. Biasanya yang ditemukan yaitu tidak sesuai pembacaan sensor, sehingga turunya as penekan tidak bersamaan dengan berhentinya tiang *mold*. Penting pengaturan pada mesin *control* agar turunya as penekan sesuai dengan berhentinya tiang *mold*. Jika as penekan rusak, hasil cetakan menjadi tidak rapi

dan pengunci *circle repellent* membuka sehingga menyebabkan produk tidak rapat atau tidak kekunci dengan baik.

- c. Operator yang kurang berpengalaman atau operator baru dapat menyebabkan setelan *mold* tidak pas. Operator yang belum berpengalaman karena operator masih tergolong baru dan jarang untuk mengoperasikan atau mengatur setelan *mold*. Tinggi semua *mold* harus sejajar atau sama tinggi. Ketika posisi *mold* kurang pas maka membuat hasil cetakan tidak memiliki pengunci pada produk *circle repellent*, sehingga produk menjadi renggang. Umur mesin yang sudah tua, yaitu berkisar kurang lebih 40 tahun. Pada saat ini beberapa mesin sudah sering mengalami kerusakan, sehingga banyak menghasilkan produk cacat. Umur mesin yang sudah tua dapat mempengaruhi pengaturan *mold*. Karena semakin tua mesin pengaturannya harus semakin teliti dan hati-hati.
- d. Baut as bol digunakan untuk mengencangkan *mold* agar tidak miring. Baut as bol dapat kendur karena terlalu sering mengalami tekanan yang berlebih dari *mold* saat melakukan proses *stamping*. *Mold* yang digunakan perlu di istirahatkan, minimal 1 hari 1 kali agar baut as bol tidak selalu mengalami tekanan. Pada saat permintaan naik mesin jarang untuk di istirahatkan. Keseringan terjadinya tekanan pada baut as bol dapat mengakibatkan baut kendur dan membuat posisi *mold* miring, sehingga ujung *circle repellent* membuka atau lepas dari pengunci.
- e. Untuk membuat produk *circle repellent* perlu ban cetak saat proses *stamping*, sehingga bisa berpengaruh pada hasil cetakan. Ban cetak kasar dapat disebabkan karena meja ban cetak tidak dibersihkan atau terdapat kotoran. Tidak melakukan pembersihan pada ban cetak karena banyaknya beban kerja operator membuat operator lelah dan tidak memiliki waktu untuk membersihkan ban cetak. Ketika meja ban cetak kotor bisa mengganggu proses *stamping*, sebab kotoran tersebut membuat hasil cetakan tidak rapat atau menjadi renggang. Penyebab lainnya yaitu karena ban cetak sudah mengalami aus/rusak. Pergantian pada ban cetak biasanya kurang lebih 2 bulan. Banyaknya permintaan biasanya membuat perusahaan untuk menunda pergantian ban cetak.

## 2. Faktor Manusia

Faktor manusia penyebab produk renggang berasal dari adonan yang terlalu lunak. Sebab operator salah dalam menambahkan air dengan bahan baku. Karena setiap kualitas bahan baku memiliki kualitas yang berbeda-beda. Sehingga takaran yang harus

dicampurkan juga berbeda-beda. Banyaknya tugas yang dilakukan oleh operator membuat tingkat kelelahan operator semakin tinggi sehingga membuat tingkat fokus juga berkurang.

### 3. Faktor Metode

Fungsi pemberian cairan berupa minyak sayur yaitu agar adonan tidak menempel pada ban cetak. Minyak sayur diberikan ketika lembaran adonan terlihat seolah-olah menempel pada ban cetak. Minyak sayur sering habis dan biasanya minyak sayur habis di *line*. Tidak tersedianya minyak sayur di *line* karena kurangnya pengecekan oleh operator. Pemberian minyak sayur merupakan metode efektif agar adonan bisa tercetak sempurna. Kehabisan minyak sayur pada *line* suatu hal yang harus dihindari karena bisa membuat produk cacat.

### 4. Faktor Material

Pada faktor material yang terdapat penyebab permasalahan cacat renggang yaitu adonan terlalu punel/pulen. Adonan yang terlalu punel bisa membuat adonan susah dicetak. Penyebab adonan terlalu punel Jika bahan baku tepung tidak sesuai spesifikasi. Bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi karena *supplier* mengirim bahan baku dengan kualitas bervariasi dan tidak tetap. Bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi maka cara mengatasinya yaitu dengan bahan baku lain yang sesuai spesifikasi. Jika semua bahan baku tidak sesuai spesifikasi akan mengalami kesusahan untuk mencetak adonan. Adonan punel membuat hasil cetakan lengket pada  *mold* dan saat hasil cetakan di jatuhkan ke  *tray* membuat sebagian pengunci produk lepas.

#### **4.2.3.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Setelah membuat diagram sebab akibat pada sub bab sebelumnya, maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan tabel FMEA. Tujuan dari pembuatan FMEA yaitu untuk mengidentifikasi permasalahan pada cacat renggang yang potensial dan menentukan kegalalan yang memberikan dampak terbesar dalam terjadinya cacat renggang. Setiap kegagalan akan diberikan nilai yang berupa *severity*, *occurance*, dan *detection*. Hasil perkalian dari ketiga nilai tersebut akan menghasilkan nilai RPN. Nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk dilakukan proses selanjutnya. Pada penelitian ini, untuk mendapatkan nilai *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D) dilakukan diskusi dengan pihak QC, operator dan *supervisor* produksi tanpa melakukan penyebaran kuisioner. Nilai S,O dan D diperoleh dari hasil kesepakatan diskusi, sehingga nilai yang dihasilkan sama untuk setiap peserta diskusi.

Langkah pertama yaitu pembuatan parameter/kriteria sesuai dengan kondisi perusahaan. Tujuan dari pembuatan kriteria adalah agar berkurang tingkat subjektifitas

dalam proses penilaian. Berikut akan dijelaskan masing-masing kriteria dari nilai S, O dan D. Penentuan kriteria dari S, O dan D berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan yaitu pihak QC, supervisor dan operator.

### 1. Nilai *severity*

*Severity* merupakan besaran dampak dari suatu kejadian yang mempengaruhi *output* proses atau tingkat keseriusan produk cacat. Semakin besar nilai *severity* menunjukkan suatu kegagalan berdampak besar terhadap produk, sedangkan semakin rendah nilai *severity* menunjukkan kegagalan berdampak kecil terhadap produk. Berikut kriteria *severity* yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9  
Kriteria Penilaian *Severity*

<b>Ranking</b>	<b>Effect</b>	<b>Kriteria</b>
1	<i>Negilible Severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)	Kegagalan proses tidak berpengaruh terhadap cacat produk.
2	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit)	Kecacatan sangat mudah dilakukan <i>rework</i> . Kecacatan hanya pada ujung produk.
3		Kecacatan mudah dilakukan <i>rework</i> . Tingkat kecacatan sebesar 10%
4	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)	Kecacatan mudah dilakukan <i>rework</i> . Tingkat kecacatan sebesar 15%
5		Kecacatan cukup sulit dilakukan <i>rework</i> . Tingkat kecacatan sebesar 30%
6		Kecacatan cukup sulit dilakukan <i>rework</i> . Tingkat kecacatan sebesar 50%
7	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)	Kecacatan sulit dilakukan <i>rework</i> , sehingga produk perlu di pilah. Tingkat kecacatan sebesar 70%
8		Kecacatan sulit dilakukan <i>rework</i> , sehingga sebagian produk dipilah dan dilepas/dibongkar. Tingkat kecacatan sebesar 80%
9	<i>Potential Safety Problem</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial)	Kecacatan sangat sulit dilakukan <i>rework</i> , sehingga produk perlu dilepas/dibongkar. Tingkat kecacatan sebesar 90%
10		Kegagalan proses sangat berpengaruh terhadap cacat produk. Kecacatan tidak dapat dilakukan <i>rework</i> .

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa kriteria dengan kegagalan proses yang tidak berdampak pada cacat produk, maka diberikan nilai sebesar 1. Kegagalan yang sangat berpengaruh terhadap cacat produk dan cacat produk tidak dapat dilakukan *rework*, maka diberikan nilai sebesar 10.

### 2. Nilai *Occurrence*

*Occurrence* merupakan perkiraan peluang bahwa penyebab akan terjadi menghasilkan mode kegagalan yang memberikan dampak tertentu. Semakin besar nilai *occurrence*

menunjukkan semakin sering terjadinya produk cacat, sedangkan semakin kecil nilai *occurrence* menunjukkan semakin rendah terjadinya produk cacat. Berikut kriteria *occurrence* yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10  
Kriteria Penilaian *Occurrence*

<b>Ranking</b>	<b>Effect</b>	<b>Kriteria</b>
1	Hampir tidak terjadi	1 kali dalam 250.000 produk
2	Jarang terjadi	1 kali dalam 100.000 produk
3		1 kali dalam 20.000 produk
4	Agak mungkin terjadi	1 kali dalam 7000 produk
5		1 kali dalam 2000 produk
6		1 kali dalam 750 produk
7	Sangat mungkin terjadi	1 kali dalam 300 produk
8		1 kali dalam 100 produk
9	Dipastikan terjadi	1 kali dalam 50 produk
10		1 kali dalam 8 produk

Berdasarkan 4.10 dapat dilihat bahwa 1 kali terjadinya produk cacat dalam 250.000 produk yang diproduksi memiliki nilai sebesar 1. Sedangkan 1 kali terjadinya produk cacat dalam 8 produk yang diproduksi memiliki nilai sebesar 10. Kriteria tersebut didapat dari hasil diskusi dengan pihak QC, operator dan supervisor. Pemilihan 250.000 produk karena perusahaan menghasilkan  $\pm 250.000$  produk setiap hari. Sedangkan pemilihan 8 produk karena setiap *tray* terisi 8 produk.

### 3. Nilai *Detection*

*Detection* merupakan kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan dapat terjadi. Semakin besar nilai *detection* menunjukkan semakin tinggi tingkat kesulitan untuk mengendalikan kegagalan, sedangkan semakin kecil nilai *detection* menunjukkan semakin rendah tingkat kesulitan mengendalikan kegagalan. Berikut kriteria *detection* yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11  
Kriteria Penilaian *Detection*

<b>Ranking</b>	<b>Effect</b>	<b>Kriteria</b>
1	Hampir pasti	Sangat mudah untuk mendeteksi kegagalan proses.
2	Sangat tinggi	Cukup mudah untuk mendeteksi kegagalan proses secara langsung.
3	Tinggi	Kegagalan dapat dideteksi sebelum masuk proses selanjutnya.
4	Lumayan tinggi	Adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara cepat.
5	Sedang	Adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara sedang.
6	Rendah	Adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara lambat
7	Sangat rendah	Tidak adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara cepat.

<b>Ranking</b>	<b>Effect</b>	<b>Kriteria</b>
8	Jarang	Tidak adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara sedang.
9	Sangat jarang	Tidak adanya pencegahan dan dapat dideteksi dengan visual secara lambat.
10	Hampir tidak mungkin	Tidak adanya pencegahan dan sulit untuk mendeteksi kegagalan proses.

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa dengan kriteria sangat mudah untuk mendeteksi kegagalan proses, maka nilai *detection* pada tabel FMEA sebesar 1. Sedangkan dengan kriteria tidak adanya pencegahan dan sulit untuk mendeteksi kegagalan proses, maka nilai *detection* diberi nilai sebesar 10.

Setelah pembuatan kriteria, maka dilanjutkan dengan pemberian nilai pada masing-masing kegagalan. Berikut akan disajikan pembuatan tabel FMEA beserta nilai dari masing-masing kegagalan yang mengakibatkan cacat renggang, dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12  
FMEA Cacat Renggang

No	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RPN
1	Mold mengalami deformasi	Produk tidak sesuai ukuran	4	Tidak melakukan pembersihan kotoran	2	Setiap pergantian <i>shift</i> operator membersihkan <i> mold</i>	3	24
				Sudah melebihi umur pemakaian	3	Melakukan penjadwalan perawatan dan melakukan pergantian <i> mold</i>	4	48
2	As penekan Sudah aus	Hasil cetakan produk kurang rapi	3	Kurang sesuai gesekan as penekan dengan tiang <i> mold</i>	1	Melakukan perawatan dan mengganti as penekan	4	12
3	Adonan terlalu lunak/empuk	Hasil cetakan tidak rapat/mudah lepas	6	Terlalu banyak air yang dicampurkan	3	Memperhatikan volume air yang dicampurkan	2	36
4	Baut as bol kendur	Posisi <i> mold</i> menjadi miring	6	Sering mengalami tekanan	4	Melakukan pengecekan baut setiap hari	2	48
5	Pengaturan <i> mold</i> /tinggi <i> mold</i> tak sesuai	Pisau cetak mencetak adonan sampai tembus secara keseluruhan.	7	Umur mesin dan <i> mold</i> sudah terlalu tua	3	Melakukan perawatan secara rutin	3	63
				Operator kurang berpengalaman	6	<i> Training</i>	2	84
6	Adonan yang terlalu punel	Adonan susah untuk dicetak	4	Bahan baku tepung yang kualitasnya tidak sesuai	2	Menggunakan vendor yang menjadi langganan dan mengerti spesifikasi bahan baku	2	16
7	Ban cetak kasar	Terdapat bagian produk yang lepas dari penguncinya	5	Meja ban cetak terdapat kotoran	3	Membersihkan ban cetak dari benda asing	3	45
				Ban cetak sudah aus/rusak	2	Memberikan waktu istirahat selama yang dibutuhkan dan pergantian ban cetak	2	20
8	Tidak memberikan cairan (minyak sayur) pada ban cetak	Hasil cetakan dapat menempel pada ban cetak	5	Minyak sayur di <i> line</i> sudah habis	4	Melakukan pengecekan sebelum memulai aktivitas kerja	3	60



Berdasarkan Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi dari cacat renggang yaitu pada operator yang kurang pengalaman kurang sesuai untuk pengaturan *mold*. Kegagalan ini memiliki nilai RPN sebesar 84. Pengaturan *mold* berpengaruh terhadap hasil cetakan. Ketika *mold* tidak sama dan tidak sesuai hasil cetakan akan kurang sempurna dan akan menjadi produk cacat. Maka, diperlukan rekomendasi perbaikan agar operator mempunyai pengalaman untuk pengaturan *mold*. Rekomendasi yang diberikan yaitu memberikan petunjuk cara pengaturan *mold* yang sesuai dalam bentuk *sticker*. Kemudian, kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi selanjutnya yaitu penyebab pengaturan *mold* yang tidak sesuai karena mesin dan *mold* sudah melebihi umur pemakaian. Penyebab tersebut memiliki nilai RPN sebesar 63. Rekomendasi perbaikannya seharusnya mengganti mesin dan *mold*, pada saat ini pihak perusahaan tidak memungkinkan untuk mengganti mesin. Dimana dalam suatu sistem terdapat *input*, proses dan *output/after process*, sehingga perbaikan pada penelitian ini tidak pada prosesnya, tetapi pada *after process*. *After process* dari mesin *stamping* yaitu terdapat operator sortir yang berfungsi untuk menyortir produk cacat atau tidak sesuai spesifikasi. Pada kenyataannya, masih terdapat kelalaian pada operator sortir untuk menyortir produk cacat. Penyebab dari kelalaian tersebut, karena terindikasi beban kerja berlebih pada operator sortir. Maka dari itu, rekomendasi penelitian ini yaitu menganalisa beban kerja pada operator sortir menggunakan *stopwatch time study*. Apakah beban kerja yang diterima operator dalam batas normal atau melebihi batas normal.

#### **4.2.4 Tahap *Improve***

Tahap yang terakhir pada metode *six sigma* dengan siklus DMAI yaitu tahap *improve*. Pada sub bab sebelumnya telah di analisis penyebab-penyebab permasalahan dan menentukan prioritas penyebab cacat renggang. Selanjutnya, prioritas yang memiliki RPN tertinggi akan diberikan rekomendasi perbaikan agar dapat mengurangi cacat renggang. Rekomendasi perbaikan yang diberikan akan menjadi usulan untuk pihak perusahaan.

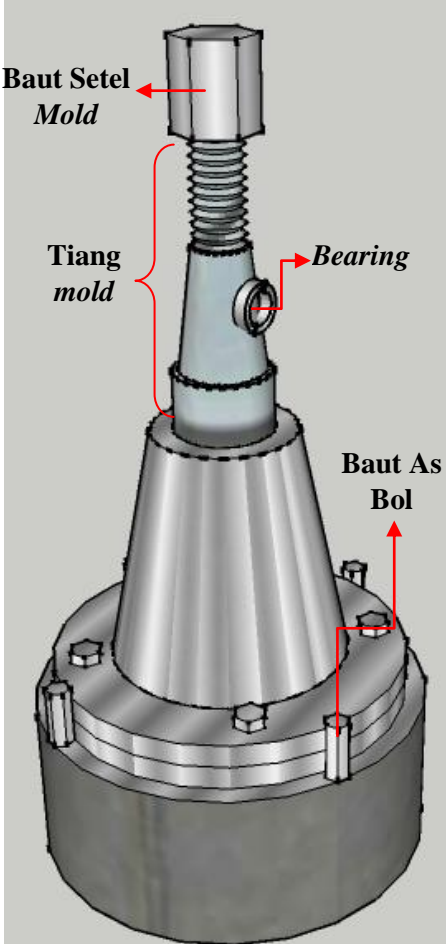

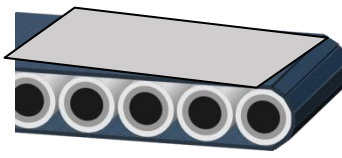

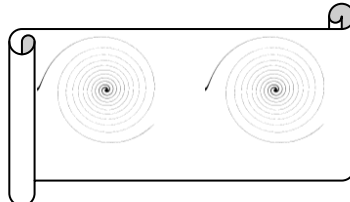
##### **4.2.4.1 Rekomendasi Operator Tidak Berpengalaman Dalam Pengaturan *Mold***

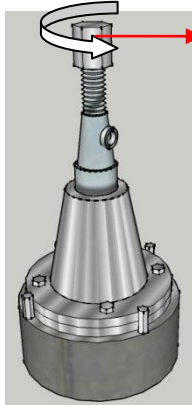
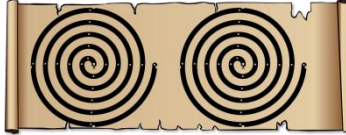
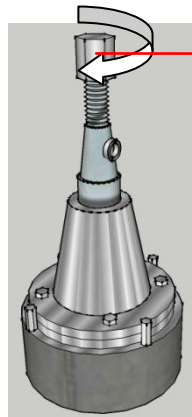
Bentuk rekomendasi pertama adalah terkait kegagalan pengaturan *mold* yang kurang sesuai. Kegagalan tersebut memiliki nilai RPN tertinggi kedua sebesar 84. Penyebab dari kegagalan pengaturan *mold* karena operator kurang berpengalaman dalam pengaturan *mold*. Sehingga yang terjadi ketika *mold* tak sesuai harus menunggu bantuan dari pihak *maintenance* atau operator senior. Kegagalan tersebut sangat berpengaruh kepada hasil

cetakan. Sebab pengaturan yang kurang sesuai membuat hasil cetakan tidak rapat dan tidak memiliki pengunci perekat.

Kegagalan pengaturan  *mold*  yang disebabkan operator kurang pengalaman perlu diselesaikan. Maka perlu perbaikan dengan cara pemberian  *sticker*  pedoman atau petunjuk pengaturan  *mold*  sehingga menghasilkan cetakan yang baik.  *Sticker*  petunjuk tersebut akan ditempel atau dipasang pada  *cover*  mesin  *stamping* . Ketika  *mold*  perlu pengaturan ulang, operator dapat membaca tata caranya. Kebanyakan operator yang kurang berpengalaman adalah operator baru. Pihak perusahaan sudah melakukan  *training*  terutama untuk operator baru. Meskipun  *training*  dilakukan tetapi operator masih belum memiliki pengalaman pengaturan  *mold* . Karena pengalamannya yang kurang operator kurang percaya diri untuk melakukan pengaturan  *mold* . Hal tersebut perlu petunjuk agar bisa di ikuti instruksi tata caranya. Berikut Tabel 4.13 bentuk dari selebaran pedoman yang akan di pasang pada mesin  *stamping* .

Tabel 4.13  
Petunjuk Pengaturan  *Mold*

Bagian <i> Mold </i>	Pengaturan <i> Mold </i>		
 <p><b>Baut Setel <i> Mold </i></b></p> <p><b>Tiang <i> mold </i></b></p> <p><b>Bearing</b></p> <p><b>Baut As Bol</b></p>	<p>1. Siapkan kertas buram ukuran 125cm x 21cm</p> 	<p>2. Masukkan kertas pada ban cetak</p> 	
	<p>3. Hidupkan mesin <i> stamping </i></p> 	<p>4. Lihat hasil cetakan, jika tidak tercetak kendurkan Baut Setel <i> Mold </i></p> 	

Bagian <i>Mold</i>	Pengaturan <i>Mold</i>	
		
	<p data-bbox="719 696 1054 819">5. Jika hasil cetakan tercetak terlalu tembus, maka kencangkan Baut Setel <i>Mold</i></p>  	<p data-bbox="1102 696 1422 819">6. Ulangi Tata cara dari awal kembali hingga menghasilkan cetakan yang sesuai</p>

Berdasarkan Tabel 4.13 selain membaca petunjuk pengaturan *mold* operator dapat melihat bagian-bagian dari *mold*. Ketika terdapat operator yang lupa nama dari bagian-bagian *mold*, maka dengan adanya gambar tersebut dapat membantu operator dalam melakukan pengaturan *mold*.

Pemberian *sticker* petunjuk dalam pengaturan *mold* dapat meningkatkan efisiensi untuk pihak perusahaan. Karena dari pihak perusahaan tanpa memerlukan pihak *maintenance* atau operator senior untuk melakukan pendampingan khusus kepada operator baru atau operator yang kurang berpengalaman. *Sticker* petunjuk tersebut dapat mengurangi *idle time* karena operator tidak harus memanggil pihak *maintenance* atau operator senior untuk melakukan pengaturan *mold* atau mengawasi operator baru tersebut selama melakukan pengaturan. Pada saat terjadi cacat renggang yang disebabkan karena

pengaturan  *mold*, maka operator dapat langsung menangani pengaturan  *mold* yang kurang sesuai agar produksi dapat segera berjalan normal kembali.

#### 4.2.4.2 Rekomendasi Mesin dan *Mold* Melebihi Umur Pemakaian

Berdasarkan nilai RPN yaitu sebesar 63 dengan kegagalan pengaturan  *mold* yang tidak sesuai karena mesin dan  *mold* sudah melebihi umur pemakaian. Hal tersebut akan dilakukan perbaikan pada mesin  *stamping*. Perbaikan yang dilakukan yaitu mengganti mesin maupun  *mold* yang sudah melewati masa pemakaian. Pada saat ini pihak manajemen perusahaan tidak memungkinkan untuk mengganti mesin karena prosesnya yang panjang, biaya untuk mengganti sangat mahal, dan penyesuaian kembali oleh operator terhadap mesin baru mengakibatkan hal tersebut tidak efisien. Suatu sistem terdapat  *input*,  *process*, dan  *output/after process*. Karena pada penelitian ini tidak bisa dilakukan perbaikan pada prosesnya, maka perbaikannya pada  *after process*.  *After process* mesin  *stamping* yaitu terdapat operator sortir untuk menyortir hasil cetakan yang tidak sesuai spesifikasi agar tidak masuk pada proses pengeringan. Hasil cetakan yang berhasil di sortir akan diolah kembali menuju mesin  *extruder* untuk dijadikan lembaran kembali. Jika hasil cetakan yang tidak sesuai spesifikasi masuk pada proses pengeringan, di pastikan hasil cetakan tersebut akan menjadi produk cacat. Maka dari itu, perlu ketelitian dari operator sortir agar tidak masuk pada proses pengeringan. Saat ini masih banyak produk cacat proses pengeringan, sehingga mengindikasikan bahwa operator sortir masih terdapat kelalaian dalam menyortir produk cacat.

Penyebab dari kelalaian operator karena dapat diduga bahwa terjadi beban kerja berlebih pada operator sortir. Sehingga, akan dilakukan penambahan operator. Tetapi sebelum melakukan penambahan, perlu menganalisa beban kerja yang diterima oleh operator. Metode dalam analisis beban kerja terdapat pengukuran langsung dan tak langsung. Pada penelitian ini, akan menggunakan pengukuran langsung dengan menggunakan  *stopwatch* untuk memperoleh waktu baku/waktu standar dari setiap pekerjaan. Berikut akan dilakukan perhitungan waktu standar hingga perhitungan beban kerja.

##### 1. Elemen Kerja

Langkah pertama yaitu penentuan elemen kerja dari operator sortir. Elemen kerja didapat dari wawancara terhadap operator tersebut. Penyortiran produk yang tidak sesuai spesifikasi masih memakai tenaga manusia, sehingga masih terdapat kelalaian dalam

bekerja. Operator sortir bertugas menginspeksi produk cacat yang keluar dari mesin *stamping*. Berikut Tabel 4.14 akan dijelaskan elemen kerja dari operator sortir.

Tabel 4.14  
Elemen Kerja Operator Sortir

<i>Workstation</i>	Jumlah Operator	No.	Elemen Kerja
<i>Stamping</i>	1	1.	Melakukan pembersihan di <i>conveyor</i> dan sisa-sisa produk
		2.	Pengaturan dan Pengecekan kondisi mesin dan kecepatan <i>tray</i>
		3.	Menginspeksi produk yang keluar dari mesin <i>stamping</i>
		4.	Mencatat <i>batch code</i> dan jumlah yang cacat

## 2. Waktu Pengamatan

Pengamatan pada penelitian ini menggunakan *stopwatch time study* pada operator sortir. Data waktu pengamatan akan digunakan untuk penentuan jumlah operator sesuai dengan perhitungan beban kerja operator sortir. Pengamatan dilakukan selama jam kerja operator. Alat yang digunakan untuk mengukur yaitu *stopwatch* yang menghasilkan waktu dalam melakukan elemen kerja. Tabel 4.15 merupakan data waktu pengamatan operator sortir.

Tabel 4.15  
Data Waktu Pengamatan Elemen Kerja

Data ke-	Waktu Pengamatan (menit)			
	No.1	No.2	No.3	No.4
1	2.717	1.233	5.45	0.583
2	2.55	1.35	5.783	0.517
3	2.25	1.683	7.117	0.517
4	2.433	1.4	7.05	0.467
5	2.783	1.55	5.333	0.583
6	2.475	1.379	6.905	0.595
7	2.786	1.24	6.385	0.671
8	2.644	1.959	5.68	0.678
9	2.389	1.501	7.537	0.655
10	2.153	1.346	5.192	0.707
11	2.578	1.298	6.271	0.476
12	2.975	1.838	5.407	0.451
13	3.034	1.584	5.729	0.497
14	2.3	1.283	8.342	0.625
15	2.405	1.617	5.762	0.486
16	2.982	1.415	5.13	0.572
17	2.495	1.528	6.441	0.494
18	2.522	1.536	5.953	0.557
19	2.829	1.666	6.421	0.586
20	2.454	1.537	6.964	0.521
21	2.142	1.608	7.058	0.574
22	2.592	1.478	6.528	0.548
23	2.589	1.684	6.315	0.646
24	2.424	1.465	5.309	0.665
25	2.278	1.363	7.429	0.618

Data ke-	Waktu Pengamatan (menit)			
	No.1	No.2	No.3	No.4
26	2.298	1.447	6.996	0.543
27	2.381	1.604	6.339	0.689
28	2.559	1.463	6.489	0.545
29	2.414	1.737	5.991	0.568
30	2.621	1.453	6.369	0.586

Pada Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa operator lebih lama dalam melakukan inspeksi. Dari rangkaian aktivitas kerja operator sortir dari *cleaning* sampai dengan pencatatan merupakan 1 rangkaian siklus pergantian adonan. Siklus pergantian adonan yaitu dalam beberapa satuan waktu adonan tersebut diganti dengan adonan yang baru. Rata-rata pergantian adonan dari awal yaitu *cleaning* sampai produk dilakukan pencatatan *batch code* sebesar 11 menit.

### 3. Pengolahan data

Pada subbab ini akan dijelaskan pengolahan data yang telah didapatkan sebelumnya dengan metode *stopwatch time study*. Pada tahap awal data yang didapat akan dilakukan uji kenormalan, uji keseragaman, uji kecukupan data, penentuan *performance rating*, penentuan *allowance*, perhitungan waktu standar, kemudian dilanjutkan perhitungan beban kerja operator sortir untuk menentukan jumlah operator.

#### a. Uji Normalitas Data

Uji normalitas adalah dimana suatu data memiliki distribusi nilai tengah atau nilai yang sering muncul berada pada titik hampir setara. Tujuan dari pengujian ini agar data yang diambil dapat berdistribusi normal. Berikut pada Gambar 4.9 akan disajikan hasil pengujian normalitas dari data waktu pengamatan.

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
cleaning	.104	30	.200 <sup>*</sup>	.964	30	.383
mencatat	.099	30	.200 <sup>*</sup>	.970	30	.526
pengaturan	.070	30	.200 <sup>*</sup>	.972	30	.597
inspeksi	.096	30	.200 <sup>*</sup>	.962	30	.355

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4.9 Hasil Uji Normalitas

Berikut langkah-langkah dalam menyusun uji normalitas yaitu:

#### 1) Merumuskan hipotesis

$H_0$  : Data waktu pengamatan berdistribusi normal

$H_1$  : Data waktu pengamatan tidak berdistribusi normal

## 2) Kriteria pengujian

Jika nilai signifikansi (sig.)  $\geq 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

Jika nilai signifikansi (sig.)  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

## 3) Kesimpulan

Sesuai dengan hasil Gambar 4.9 pengujian normalitas, nilai sig. untuk elemen kerja *cleaning* sebesar 0,200 yang artinya yaitu  $0,200 \geq 0,05$  maka  $H_0$  diterima. Begitu juga dengan ketiga elemen lainnya. Dapat disimpulkan bahwa data waktu pengamatan elemen kerja yang dipakai pada penelitian ini berdistribusi normal.

## b. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman merupakan uji yang mengidentifikasi data ekstrim, maksudnya data yang terlalu besar maupun terlalu kecil sehingga keluar dari tren rata-ratanya. Tujuan uji keseragaman yaitu agar mengetahui bahwa data yang diambil berada pada batas atas dan batas bawah. Pada penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Berikut contoh perhitungan keseragaman pada elemen kerja *cleaning*.

1) Menghitung rata-rata waktu elemen kerja *cleaning*.

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{2,717+2,55+2,25+\dots+2,621}{30} = 2,535 \text{ menit}$$

2) Menghitung standar deviasi waktu elemen kerja *cleaning*.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(2,717-2,535)^2 + (2,55-2,535)^2 + \dots + (2,621-2,535)^2}{30-1}} = 0,234$$

## 3) Menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB)

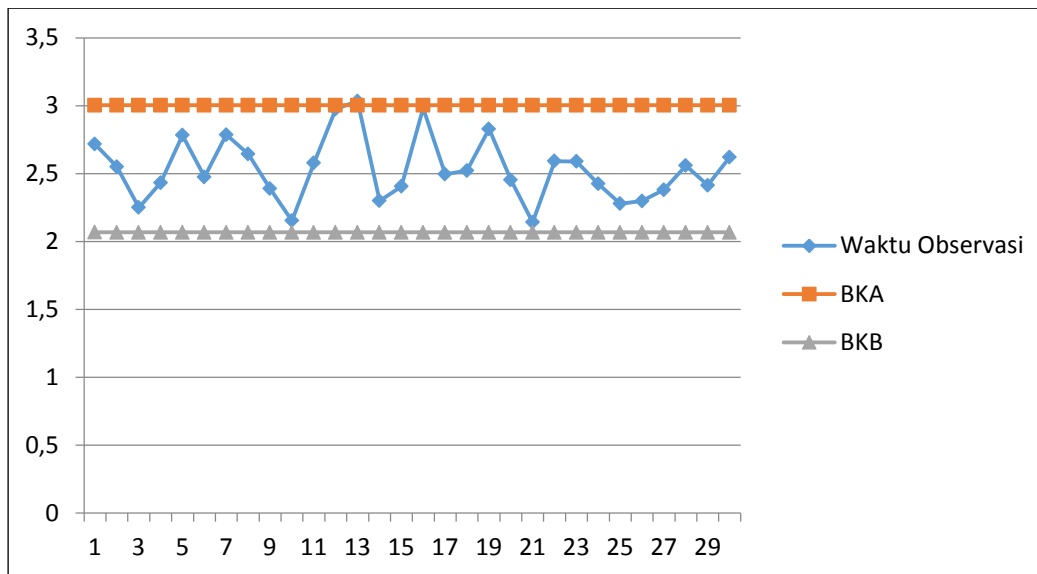
$$BKA = \bar{x} + (2 \cdot \sigma)$$

$$BKA = 2,535 + (2 \times 0,234) = 3,003$$

$$BKB = \bar{x} - (2 \cdot \sigma)$$

$$BKB = 2,535 - (2 \times 0,234) = 2,068$$

4) Membuat *control chart* data waktu pengamatan elemen kerja *cleaning* dengan digambarkan pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Control Chart Cleaning

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa terdapat data yang melebihi batas kendali atas. Data yang melebihi BKA yaitu pada data pengamatan ke-13 yaitu sebesar 3,034 menit. Sehingga perlu dilakukan revisi agar data menjadi seragam.

Berikut akan disajikan Tabel 4.16 hasil uji keseragaman setiap elemen kerja yang dilakukan operator sortir.

Tabel 4.16  
Hasil Uji Keseragaman

Elemen Kerja	Rata-rata	Std.Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Outlier	Keterangan
Cleaning	2,535	0,234	3,003	2,068	1	Tidak Seragam
Pengaturan	1,508	0,172	1,852	1,164	1	Tidak Seragam
Inspeksi	6,323	0,781	7,885	4,761	1	Tidak Seragam
Mencatat	0,574	0,071	0,716	0,432	-	Seragam

Dapat dilihat dari Tabel 4.16 bahwa masih terdapat data yang tidak seragam yang artinya terdapat data ekstrim yang menyebabkan keluar dari batas kendali. Seperti penjelasan sebelumnya bahwa cara mengatasi data yang *outlier* yaitu dengan menghilangkan data yang *outlier*. Kemudian dihitung kembali rata-rata, standar deviasi, BKA dan BKB serta membuat *control chart*. Setelah data berada pada batas kendali, maka data pengamatan yang diambil telah seragam.

Berikut akan dilakukan perhitungan keseragaman kembali setelah menghilangkan data *outlier* dari elemen kerja *cleaning*, inspeksi dan pengaturan. Pada perhitungan dibawah ini akan menggunakan elemen kerja *cleaning* dan menghilangkan data ke-13

1) Menghitung rata-rata waktu elemen kerja *cleaning*.

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{N}$$



$$\bar{x} = \frac{2,717+2,55+2,25+\dots+2,621}{29} = 2,518 \text{ menit}$$

- 2) Menghitung standar deviasi waktu elemen kerja *cleaning*.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(2,717-2,518)^2 + (2,55-2,518)^2 + \dots + (2,621-2,518)^2}{29-1}} = 0,218$$

- 3) Menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB)

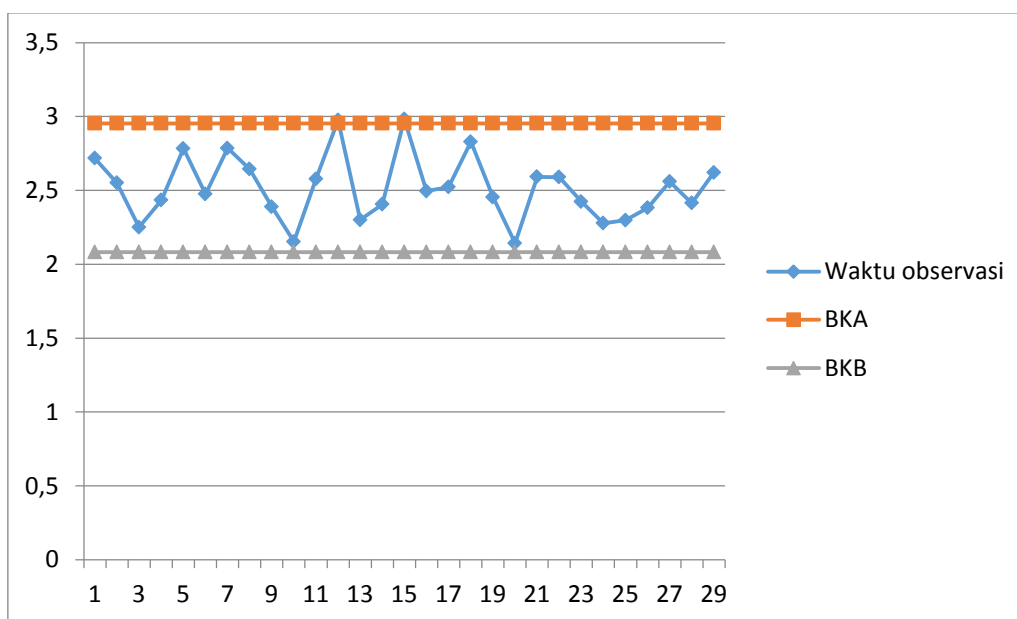
$$\text{BKA} = \bar{x} + (2\sigma)$$

$$\text{BKA} = 2,518 + (2 \times 0,218) = 2,954$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - (2\sigma)$$

$$\text{BKB} = 2,518 - (2 \times 0,218) = 2,082$$

- 4) Membuat *control chart* data waktu pengamatan elemen kerja *cleaning* dengan digambarkan pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Revisi Control Chart Cleaning

Berdasarkan gambar 4.11 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang melebihi batas kendali atas. Data yang melebihi BKA yaitu pada data pengamatan ke-12 dan ke-16 yaitu sebesar 2,975 dan 2,982 menit. Sehingga perlu dilakukan revisi kembali sampai data menjadi seragam.

Berikut akan disajikan Tabel 4.17 hasil uji keseragaman setelah dilakukan revisi setiap elemen kerjasampai data pengamatan menjadi seragam. Peta kontrol dari hasil revisi dapat dilihat di Lampiran1.

Tabel 4.17  
Hasil Uji Keseragaman Setelah Revisi

Elemen Kerja	Rata-rata	Std.Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Outlier	Keterangan
Cleaning	2,484	0,183	2,85	2,118	3	Seragam
Pengaturan	1,48	0,139	1,758	1,202	2	Seragam
Inspeksi	6,253	0,694	7,641	4,865	1	Seragam
Mencatat	0,574	0,071	0,716	0,432	-	Seragam

Setelah dilakukan revisi maka dapat dilihat pada Tabel 4.17 bahwa semua data waktu pengamatan elemen kerja sudah seragam. Maka data yang sudah seragam dapat dilanjutkan ke uji kecukupan data.

### c. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan bertujuan untuk mengetahui jumlah data yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Pada penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Berikut akan dilakukan perhitungan uji kecukupan pada elemen kerja *cleaning*.

$$N' = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2$$

Tingkat kepercayaan = 95%, k = 2

$$N' = \left( \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{27(167,434) - 4497,178}}{67,061} \right)^2 = 8,375 \cong 9$$

Berdasarkan perhitungan diatas bahwa data yang dibutuhkan elemen kerja *cleaning* sebanyak 9 data, sedangkan data yang sudah di ambil sebanyak 27 data. Dapat disimpulkan bahwa data yang ada sudah cukup untuk melakukan penelitian. Tabel 4.18 merupakan hasil rekap dari uji kecukupan data.

Tabel 4.18  
Hasil Uji Kecukupan Data

Elemen Kerja	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	$\sum X_i$	N	N'	Keterangan
Cleaning	167,434	4497,178	67,061	27	9	Cukup
Pengaturan	61,876	1717,937	41,448	28	14	Cukup
Inspeksi	1147,34	32881,66	181,333	29	20	Cukup
Mencatat	10,029	296,528	17,22	30	24	Cukup

Berdasarkan Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa perhitungan jumlah data dari masing-masing elemen kerja diperoleh  $N > N'$ . Sehingga semua data sudah dapat dikatakan cukup dan dapat dilakukan langkah selanjutnya.

d. Penentuan *Performance Rating*

*Performance Rating* (PR) untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan yang diakibatkan oleh kinerja operator yang kurang wajar yaitu tempo dan kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Pada penelitian ini, PR didapatkan dari tabel *Westinghouse System* dengan mempertimbangkan 4 faktor yaitu *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. Sebelumnya harus dilakukan identifikasi *performance* dari operator sortir. Nilai PR yang didapat berasal dari hasil diskusi dengan pihak *Quality Control* dan *supervisor* yang memahami kinerja operator. Berikut contoh perhitungan PR :

Dari hasil pengamatan saat dilapangan, didapatkan hasil sebagai berikut:

<i>Skill</i>	= D (0)	<i>Effort</i>	= D (0)
<i>Condition</i>	= D (0)	<i>Consistency</i>	= D (0)

Dari hasil identifikasi didapat nilai *rating factor* yaitu sebesar 0 yang artinya bahwa operator sortir bekerja secara wajar. Nilai *skill* memiliki nilai rata-rata sebab operator bekerja dalam kemampuan wajar. Nilai *effort* memperoleh nilai sebesar 0 yang berarti usaha operator dalam mengerjakan pekerjaannya sesuai dengan prosedur, sehingga pekerjaannya stabil. Nilai *condition* yang memperoleh nilai rata-rata yang artinya dalam mengerjakan pekerjaan di bagian *stamping* keadaan lingkungan kerja operator dalam kondisi normal. Sedangkan Nilai *consistency* yang berarti bahwa operator sudah menunjukkan pencatatan waktu yang hampir sama setiap replikasinya sehingga dapat dikatakan konsistensi operator bekerja dalam konsistensi yang normal.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut maka didapatkan hasil PR sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rating} &= 1 + \text{rating factor (skill, effort, condition, consistency)} \\
 &= 1 + 0 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

e. Perhitungan Waktu Normal

Setelah penentuan nilai *performance rating* maka dilanjutkan menghitung waktu normal dari setiap elemen kerja. Waktu normal merupakan penormalan waktu kerja yang mengalikan nilai rata-rata waktu pengamatan dengan PR. Berikut perhitungan waktu normal untuk elemen kerja *cleaning*:

$$\bar{x} = \frac{2,717+2,55+2,25+\dots+2,621}{27} = 2,484 \text{ menit}$$

$$\text{Performance rating} = 1$$

$$\text{Waktu Normal} = \text{Rata-rata waktu pengamatan} \times \text{Performance rating}$$

$$\text{Waktu Normal} = 2,484 \text{ menit} \times 1 = 2,484 \text{ menit}$$

Berikut akan ditunjukkan pada Tabel 4.19 hasil perhitungan waktu normal dari masing-masing elemen kerja.

Tabel 4.19  
Hasil Perhitungan Waktu Normal

Elemen Kerja	Rata-rata Waktu Pengamatan (menit)	PR	Waktu Normal (menit)	Total Waktu Normal (menit)
<i>Cleaning</i>	2,484	1	2,484	10,791
Pengaturan	1,48	1	1,48	
Inspeksi	6,253	1	6,253	
Mencatat	0,574	1	0,574	

Berdasarkan Tabel 4.19 dapat dilihat bahwa total waktu normal untuk operator sortir sebesar 10,791 menit. Maka dapat dilakukan ke tahap selanjutnya.

f. Penentuan *Allowance*

Penentuan *allowance* yaitu sebagai kelonggaran waktu bagi operator untuk melakukan aktivitas pribadinya, melepas lelah, dan kebutuhan lain yang diluar kontrol operator. Nilai dari *allowance* berdasarkan tabel *International Labor Organization* (ILO) yang dapat dilihat di Tabel 2.7. Pemilihannya berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *Quality Control* dan *Supervisor* bagian produksi yang memahami tugas operator. Penentuan nilai *allowance* dapat dilihat pada Tabel 4.20 berdasarkan tabel ILO :

Tabel 4.20  
*Allowance* Operator Sortir

Operator	Kategori <i>Allowance</i> (%)												Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Operator sortir	5	4	2	0	0	0	3	0	2	1	1	0	18%

Dapat dilihat pada Tabel 4.20 bahwa terdapat 12 kategori *allowance* yang diberikan kepada operator sortir. Kategori A dan B yaitu kelonggaran pribadi dan tingkat kelelahan yang merupakan nilai ketetapan sebesar 5% dan 4%. Kelonggaran berdiri diberikan nilai 2 karena bekerja dalam keadaan berdiri. Kategori menggunakan tenaga atau energi otot diberikan nilai 0 sebab produk *circle repellent* sangat ringan. Kondisi udara di bagian *stamping* yaitu kurang lebih 30°C disebabkan dekat dengan mesin pengering sehingga diberikan nilai 3. Untuk tingkat perhatian operator dapat dikatakan cukup karena harus menyortir produk cacat agar tidak masuk ke proses pengeringan. Tingkat kebisingan termasuk terputus-putus keras yang berasal dari bunyi mesin *stamping* saat proses mencetak dan menjatuhkan hasil cetakan ke *tray*. Nilai *allowance* yang cukup besar yang diterima operator memang layak diterima oleh operator sortir.

g. Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya. Waktu standar diperoleh dari perhitungan waktu normal

dikalikan dengan nilai *allowance* yang telah di tentukan sebelumnya. Berikut perhitungan waktu standar dari elemen kerja *cleaning*.

$$W_{\text{standar}} = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}}$$

$$W_{\text{standar}} = 2,484 \times \frac{100\%}{100\% - 18\%} = 3,029 \text{ menit}$$

Berikut hasil rekap perhitungan waktu standar operator sortir yang ditunjukkan pada Tabel 4.21

Tabel 4.21  
Hasil Perhitungan Waktu Standar

Elemen Kerja	Waktu Normal (menit)	<i>Allowance</i>	Waktu Standar (menit)
<i>Cleaning</i>	2,484	18%	3,029
Pengaturan	1,48	18%	1,805
Inspeksi	6,253	18%	7,626
Mencatat	0,574	18%	0,7

Berdasarkan Tabel 4.21 bahwa total waktu standar operator sortir dalam menyelesaikan pekerjaannya yaitu sebesar 13,16 menit. Waktu standar tersebut akan digunakan untuk menghitung beban kerja operator.

#### h. Perhitungan Beban Kerja

Analisa beban kerja bertujuan untuk mengetahui besaran beban kerja yang ditanggung oleh operator sortir dan nantinya dapat menentukan berapa jumlah operator atau beban kerja yang tepat dilimpahkan kepada seorang petugas.

Pada penelitian perhitungan beban kerja yaitu waktu standar dikalikan dengan siklus pergantian adonan kemudian dibagi dengan waktu yang tersedia yaitu waktu operator sortir bekerja selama *shift* berlangsung. Sebelum menghitung beban kerja maka akan dilakukan perhitungan jumlah siklus untuk setiap *shift*. Pada penjelasan sebelumnya bahwa rata-rata siklus pergantian adonan sebesar 11 menit dan waktu setiap *shift* yaitu 8 jam, sedangkan waktu istirahat 1 jam. Berikut perhitungan jumlah siklus pergantian adonan:

$$\text{Jumlah siklus adonan} = \frac{60 \text{ menit}}{\text{Rata-rata waktu siklus adonan}} \times \text{Jumlah waktu produktif}$$

$$\text{Jumlah siklus adonan} = \frac{60 \text{ menit}}{11 \text{ menit}} \times 7 \text{ jam} = 38,18 \cong 38 \text{ kali siklus/shift}$$

Setelah diperoleh jumlah siklus dan waktu standar, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan beban kerja/*workload analysis* untuk operator sortir. Pada saat ini operator sortir memiliki 1 operator.

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja efektif} &= 60 \text{ menit} \times 7 \text{ jam} \\ &= 420 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Jumlah siklus adonan}}{\text{Waktu kerja efektif}} \times W_b$$

$$\text{Beban Kerja} = \frac{38 \text{ Kali siklus/shift}}{420 \text{ menit}} \times 13,16 = 1,191$$

Sesuai dengan perhitungan diatas, maka operator sortir menerima beban kerja dalam setiap *shift* yaitu sebesar 1,191 atau jika di persenkan sebesar 119,1%. Dengan nilai beban kerja sebesar 119,1% dengan 1 operator, maka perlu menambah 1 operator terutama pada saat permintaan sedang tinggi dan kondisi mesin kurang normal (Anwar & Jasril, 2015).

#### i. Penentuan Jumlah Operator

Setelah dihitung beban kerja yang diterima oleh operator sortir, maka langkah selanjutnya yaitu penentuan jumlah operator yang optimal/ideal. Karena tingginya beban kerja yang diterima operator sortir dapat menyebabkan *human error*. Sehingga dibutuhkan penambahan operator. Berikut perhitungan jumlah operator yang optimal untuk operator sortir.

$$\text{Beban Kerja} = \frac{38 \text{ Kali siklus/shift} / 2 \text{ operator sortir}}{420 \text{ menit}} \times 13,16 = 0,595$$

Setelah dilakukan perhitungan jumlah operator yang ideal maka diperoleh beban kerja baru yang diterima oleh setiap operator sortir sebesar 0,595 atau bisa dikatakan sebesar 59,5% dengan penambahan operator sebanyak 1 operator. Jika penambahan 1 operator, maka jumlah operator sortir saat ini yaitu sebanyak 2 operator.

Nilai beban kerja sebesar 59,5% tergolong rendah. Dengan nilai tersebut bisa mengindikasikan bahwa operator akan lebih sering menganggur dari pada sebelumnya dengan nilai beban kerja sebesar 119,1%. Pada kasus seperti itu, maka perusahaan akan mengalami kerugian dengan membayar upah/gaji operator yang lebih sering menganggur. Tetapi dengan nilai sebesar 59,5%, beban kerja operator akan menjadi lebih ringan dan terjadinya *human error* semakin kecil. Dengan begitu, hasil cetakan yang tidak sesuai spesifikasi akan lebih banyak tersortir agar tidak masuk ke proses pengeringan.

Pembagian kerja setelah dilakukan penambahan operator yaitu elemen kerja membersihkan sisa produk, pengaturan mesin, dan pencatatan dilakukan oleh operator baru sebab lebih mudah dan ringan untuk dilakukan. Sedangkan untuk elemen kerja sortir dilakukan oleh operator lama karena butuh ketelitian dan kecepatan. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, penambahan operator diperlukan terutama saat permintaan sedang tinggi dan kondisi mesin kurang normal.

#### 4.2.5 Analisis dan Hasil

Permasalahan yang diteliti pada penelitian ini yaitu mengenai cacat di proses pengeringan PT. XYZ. Sehingga, metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu *six sigma*. Metode *six sigma* memiliki siklus atau tahapan dalam menyelesaikan permasalahan produk cacat. Tahapan pada penelitian ini menggunakan *define, measure, analyze, dan improve* kemudian disingkat DMAI.

Tahap *define* dijelaskan mengenai proses produksi dari produk *circle repellent*. Penjelasan proses produksi dari awal bahan baku sampai ketahap akhir yaitu pengemasan. Proses awal yaitu proses formulasi yaitu pencampuran bahan baku, bahan penolong dan bahan tambahan. Pencampuran semua bahan akan berubah menjadi suatu adonan. Setelah proses pencampuran selesai maka, tahap selanjutnya adalah proses *stamping*. Adonan yang telah terbentuk akan dilakukan proses pencetakan sesuai dengan ukuran. Kemudian hasil cetakan akan di bawa membawa *tray* berjalan. Proses selanjutnya yaitu proses pengeringan. *Tray* yang membawa hasil cetakan akan masuk kedalam oven dengan suhu 70-80°C. Hasil cetakan yang telah melewati mesin oven akan memasuki ke proses selanjutnya yaitu proses *fininshing*. Pada proses ini produk akan dibungkus terlebih dahulu kemudian dikemas secara manual kedalam kotak kemasan.

Tahap yang selanjutnya adalah tahap *measure*. Pada tahap ini yaitu langkah awalnya mengidentifikasi CTQ yang diperoleh dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan. Jenis cacat produk *circle repellent* yaitu cacat renggang, terpotong, bengkong dan retak. Setelah mengidentifikasi CTQ, langkah selanjutnya yaitu membuat peta kendali p (*P-chart*) untuk masing-masing cacat. Dari hasil *P-chart* masih terdapat data yang keluar dari batas kendali atas maupun batas kendali bawah. Setelah pembuatan *P-chart*, selanjutnya akan melakukan perhitungan DPMO dan level sigma. Nilai DPMO paling tinggi yaitu jenis cacat renggang sebesar 91585.68 sehingga menghasilkan level sigma paling kecil dengan nilai 2.83. Sedangkan nilai DPMO paling kecil yaitu cacat retak dengan nilai 11784.42 sehingga mempunyai nilai level sigma paling besar sebesar 3,764. Langkah terakhir pada tahap *measure* yaitu menghitung kapabilitas proses. Hasil dari perhitungan kapabilitas yaitu cacat renggang memiliki nilai paling kecil sebesar 0.94 yang artinya kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu. Sedangkan nilai paling besar yaitu cacat retak sebesar 1,25 yang berarti proses tidak sampai cukup mampu dan perlu peningkatan proses.

Tahap ketiga dari *six sigma* yaitu tahap *analyze*. Tahap *analyze* pada penelitian ini dilakukan pembuatan diagram batang untuk menentukan prioritas cacat yang menjadi fokus untuk diteliti lebih lanjut. Cacat yang menjadi fokus penelitian yaitu Cacat renggang.

Setelah itu dilanjutkan menemukan akar-akar permasalahan cacat renggang dengan menggunakan diagram sebab akibat. Penyebab permasalahan lebih banyak di faktor mesin karena hampir keseluruhan proses produksi dilakukan oleh mesin. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi cacat renggang yaitu faktor manusia, metode dan material. Langkah selanjutnya yaitu pembuatan FMEA. Tujuan dari pembuatan tabel FMEA yaitu menentukan kegagalan yang memiliki nilai dampak terbesar dengan mengacu pada nilai RPN. Kegagalan yang memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu pengaturan  *mold*  yang kurang sesuai. Tinggi dari  *mold*  harus sejajar dan sesuai agar hasil cetakan sama dan sempurna. Kegagalan ini memiliki nilai RPN sebesar 84. Maka dari RPN yang tertinggi tersebut akan dilakukan rekomendasi perbaikan di tahap selanjutnya. Kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi selanjutnya yaitu mesin dan  *mold*  yang sudah melebihi umur pemakaian. Kegagalan tersebut memiliki nilai RPN sebesar 63.

Tahap yang terakhir dalam siklus DMAI yaitu tahap  *improve* . Pada tahap ini dilakukan rekomendasi perbaikan dari kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi sesuai dengan tahap sebelumnya. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk pengaturan  *mold*  yang tidak sesuai karena operator kurang berpengalaman pemberian  *sticker*  petunjuk yang ditempel atau dipasang pada mesin  *stamping* . Pada  *sticker*  petunjuk berisi tentang bagian-bagian  *mold*  untuk memudahkan operator dalam melakukan pengaturan, serta cara pengaturan  *mold* . Tujuan pemberian  *sticker*  petunjuk yaitu agar perusahaan lebih efisien terkait waktu pengaturan  *mold*  jika terdapat cacat renggang yang disebabkan karena pengaturan  *mold*  yang tidak sesuai. Sebab perusahaan tidak memerlukan pihak  *maintenance*  atau operator senior untuk melakukan pendampingan khusus kepada operator baru untuk melakukan pengaturan  *mold* . Dengan adanya petunjuk operator dapat langsung menangani  *mold*  terkait pengaturan yang kurang sesuai agar produksi segera berjalan dengan normal kembali. Sedangkan untuk rekomendasi perbaikan selanjutnya yaitu Pengaturan  *mold*  yang tidak sesuai karena mesin dan  *mold*  sudah melebihi masa pemakaian. Rekomendasi yang diberikan yaitu pada  *after process*  dari mesin  *stamping*  yaitu pada operator sortir. Karena pihak manajemen perusahaan belum memungkinkan untuk mengganti mesin. Sehingga perbaikannya tidak pada proses, tetapi  *after process* . Pada saat ini, operator sortir terindikasi beban kerja berlebih, sehingga tingkat kelalaian untuk menyortir produk cacat cukup besar. Untuk mengatasi hal tersebut perlu penambahan operator baru, agar beban kerja bisa dalam kondisi normal. Sebelum dilakukan penambahan operator, perlu dianalisis terlebih dahulu beban kerja yang diterima operator dengan menggunakan pengukuran langsung yaitu  *stopwatch time study* . Pada



penelitian ini ditentukan terlebih dahulu elemen kerja dari operator sortir dan dicari waktu setiap elemen kerja sampai 30 data. Kemudian dilanjutkan uji normalitas, uji keseragaman dan uji kecukupan untuk mengetahui data yang diambil sudah sesuai dan cukup. Langkah selanjutnya penentuan *performance rating* hingga penentuan *allowance* sesuai dengan tabel ILO. Sehingga didapat waktu standar. Waktu standar tersebut dipakai untuk menganalisis beban kerja yang diterima operator. Beban kerja yang diterima operator selama satu *shift* yaitu sebesar 1,191 atau sebesar 119,1%. Beban kerja yang diterima operator tergolong besar sehingga perlu penambahan operator sebanyak 1 operator terutama saat permintaan *circle repellent* tinggi dan kondisi mesin kurang normal. Setelah melakukan penambahan sebanyak 1 orang, dilakukan perhitungan beban kerja kembali dan hasilnya sebesar 59,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan 1 operator dirasa cukup karena masing-masing operator akan menerima beban kerja sebesar 59,5%. Dengan nilai tersebut terdapat keuntungan dan kerugian.

Halaman ini sengaja dikosongkan