



Analisis Penurunan Cacat Pinhole pada Produk *Breathable Backsheet Film* dengan Metode DMAIC dan *Six Sigma*

Zacky Fahd Mustafa¹, Oleh², Iwan Nugraha Gusniar³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang

Received: 11 April 2023

Revised: 28 April 2023

Accepted: 20 Mei 2023

Abstract

This study aims to reduce pinhole defects that cause the rejects on breathable backsheet film products with the six sigma method approach through the tool, namely DMAIC. The define phase will define any problems that cause product rejection, then in the measure phase the sigma value calculation is carried out from the production process, then in the analyze phase an analysis of the pinhole causes is carried out, then in the improve phase improvements are made to the pinhole causes, lastly on the control phase is carried out by comparing the data from the measure stage before and after the repair. From the analysis, it can be concluded that the main cause of pinhole is the presence of dust in the recycle material. Improvements were made by making a dust separator for recycled materials and providing training to operators. The result of the improvement is a decrease in the number of pinholes and an increase in the sigma number of the process.

Keywords: *Breathable backsheet film, DMAIC, Pinhole, Production defects, Six Sigma*

(*) Corresponding Author: 2010631150092@student.unsika.ac.id

How to Cite: Mustafa Z.F, Oleh, & I.N.Gusniar. (2023). Analisis Penurunan Cacat Pinhole pada Produk *Breathable Backsheet Film* dengan Metode DMAIC dan *Six Sigma*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8097566>

PENDAHULUAN

Polyethylene adalah salah satu jenis polimer termoplastik yang dapat dilelehkan dan dicairkan, kemudian dibentuk menjadi bentuk yang diinginkan. Pada masa kini polyethylene banyak ditemukan di sekitar kita, mulai dari produk packaging makanan sampai dengan kebutuhan rumah tangga.

Backsheet film merupakan produk lembaran plastik yang terbuat dari hasil peleburan bijih plastik polyethylene menjadi lembaran-lembaran melalui proses extrusion. *Breathable Backsheet Film* adalah salah satu varian backsheet film yang memiliki sifat dapat ditembus oleh gas dan uap air, namun tidak dapat ditembus oleh cairan.

Pinhole adalah defect atau cacat produksi yang sering ditemui pada proses manufaktur dari polyethylene film. Pinhole merupakan lubang-lubang kecil yang terdapat pada lembaran-lembaran backsheet film yang biasanya tidak dapat dilihat secara langsung dengan mata.

DMAIC merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memperbaiki, mengoptimasi, dan menstabilkan kinerja dari suatu proses, sehingga kemungkinan untuk menghasilkan defect pada hasil dari proses tersebut dapat dikurangi.

METODE PENELITIAN

Breathable Backsheet Film



Polyethylene (PE) adalah suatu jenis polimer plastik yang sangat umum ditemukan dalam kehidupan sehari-hari karena mudah dibentuk menjadi apa saja dan biaya produksinya dapat dikatakan lebih rendah.

Salah satu kelebihan *polyethylene* dibandingkan material lainnya yaitu kemampuannya untuk dengan mudah diubah selama pemrosesan untuk memberikan berbagai bentuk yang berbeda berdasarkan panjang rantai polimer, densitas dan kristalinitas. Karakteristik ini memungkinkan produk *polyethylene* disesuaikan untuk berbagai penggunaan (Dhakal & Ismail, 2021).

Menurut (Batra, 2014), *Polyethylene* diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori berbeda, berdasarkan kepadatan dan percabangannya. Sifat mekanik dari *polyethylene* tergantung secara signifikan pada beberapa variabel, seperti luas, jenis percabangan, struktur kristal dan berat molekul. Jenis-jenis *polyethylene* yang umum dijumpai pada kehidupan sehari-hari adalah HDPE (*High-density polyethylene*), LLDPE (*Linear low-density polyethylene*) dan LDPE (*Low-density polyethylene*).

Polyethylene dapat diekstrusi menjadi film dengan sifat permeabilitas uap air dan cairan yang sangat baik. Film LDPE yang memiliki densitas rendah lebih umum dapat digunakan sebagai bahan utama untuk *flexible packaging*. LDPE juga dapat diekstrusi menjadi pelapis benda lain seperti kertas, karton, plastik, atau bahkan logam, untuk memberikan ketahanan terhadap air dan uap air pada benda yang dilapisi.

Breathable backsheet film adalah film *polyethylene* yang memiliki sifat dapat ditembus oleh gas dan uap air tetapi tidak dapat ditembus oleh cairan. Film jenis ini cocok untuk penggunaan dalam sektor higienis, di mana film dirancang untuk digunakan dalam pembuatan produk higienis sekali pakai, seperti popok bayi, handuk sanitasi dan kebutuhan higienis lainnya.

Dalam penelitiannya, (Uyanik & Kaynak, 2017) mengungkapkan bahwa *breathable backsheet film* banyak digunakan sebagai pelapis pada produk absorbent seperti popok bayi. Lapisan ini berfungsi mencegah transfer cairan ke sisi luar produk [3]. Karena komposisinya, film ini memiliki kelembutan khusus dan bisa digunakan sebagai pengganti film yang tidak dapat ditembus oleh gas maupun uap air (*non-breathable*) untuk produk popok bayi.

Breathable backsheet film dibuat melalui proses ekstrusi. Proses pembuatan ini dimulai dengan melebur material yang berupa butiran plastik kecil (disebut resin atau pelet), hingga menjadi cair dan lentur, kemudian diproses oleh ekstruder, disaring oleh *screen* dan kemudian dialirkan ke dalam cetakan yang disebut dengan *die* (The European Plastic Pipes and Fittings Association, 2021).

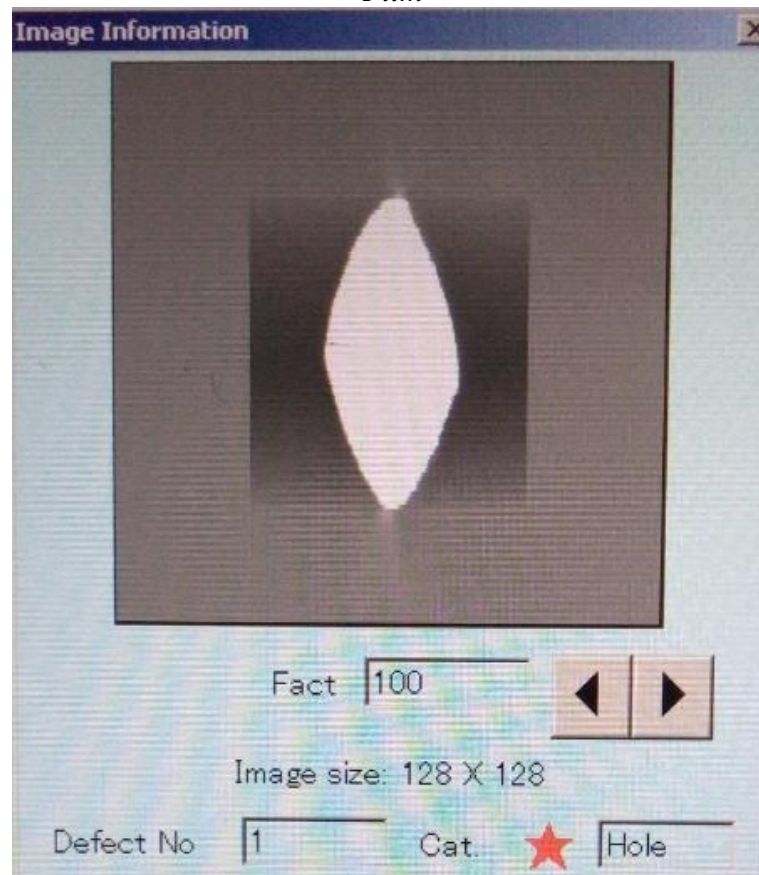
Pada proses manufaktur *breathable backsheet film*, *die* yang digunakan adalah *die* yang berbentuk gantungan pakaian atau biasa disebut *coat-hanger die*. Desain *coat-hanger die* bertujuan untuk mengoptimalkan geometri tubuh *die* dan distribusi aliran *output*, sehingga ketika plastik cair keluar melalui bibir *die*, distribusi plastik cair dapat menjadi homogen, sehingga perbedaan ketebalan (*thickness*) pada film yang tinggi dapat dicegah, dan dapat menghasilkan produk film dengan ketebalan yang sama di sepanjang lembaran yang dihasilkan (Vlachopoulos et al., 2012).

Pinhole

Pinhole merupakan salah satu cacat produksi yang paling sering ditemukan pada proses manufaktur *breathable backsheet film*. *Pinhole* adalah lubang-lubang kecil yang terdapat pada lembaran *breathable backsheet film* yang biasanya tidak dapat dilihat secara langsung dengan mata dan memiliki diameter yang berkisar sekitar 0 hingga 3 mm.

Adanya *pinhole* pada *breathable backsheet film* menjadikan *breathable backsheet film* yang seharusnya tidak dapat ditembus oleh cairan, menjadi dapat ditembus karena cairan dapat melewati *pinhole* yang ada pada permukaan *breathable backsheet film*. *Pinhole* tidak dapat diabaikan karena menjadi salah satu *defect* yang menyebabkan produk menjadi *reject* atau produk gagal. Gambar di bawah menunjukkan *pinhole* yang terdeteksi pada mesin produksi *breathable backsheet film*.

Gambar 1. *Pinhole* yang Terdeteksi pada Mesin Produksi *Breathable Backsheet Film*



Material Recycle

Untuk mengurangi sampah dan kerugian atas produk *reject* dari suatu proses manufaktur, maka produk-produk *reject* yang dinilai masih baik kondisinya dapat diolah kembali menjadi material mentah.

Pada *breathable backsheet film*, produk yang dapat diolah kembali merupakan sisa hasil *trimming edge* ketika proses manufaktur dan film yang belum melalui proses *printing*.

Six Sigma dan DMAIC

Menurut (Greg, 2002), *Six Sigma* adalah konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat produksi atau *defect*.

Proses *Six Sigma* adalah proses di mana proses tersebut hanya menghasilkan 3,4 produk cacat per 1 juta kali produksi, atau tingkat keberhasilan produksi yang mencapai 99,9966%. Semakin besar nilai sigma (mendekati 6), maka semakin sedikit pula jumlah produk cacat yang dihasilkan per 1 juta kali produksi (Gaspersz, 2002).

(Muhami & Noviasanti, 2019) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa *Six Sigma* dapat digunakan sebagai alat secara *methodical* dan sistematis yang akan dapat menghasilkan terobosan dalam peningkatan kualitas. Metodologi yang sistematis ini bersifat umum sehingga dapat diterapkan dalam industri manufaktur maupun jasa.

DMAIC adalah singkatan dari lima langkah perbaikan yang terdiri dari: *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*. DMAIC adalah strategi kualitas berbasis data yang digunakan untuk meningkatkan proses. Tujuan penggunaan DMAIC adalah untuk meningkatkan atau mengoptimalkan proses yang ada sehingga dapat menghasilkan keluaran yang lebih baik.

DPMO dan Yield

Defect per Million Opportunity (DPMO) adalah ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Sedangkan *yield* adalah ukuran yang menunjukkan kemampuan proses untuk menghasilkan unit yang bebas dari cacat. Rumus untuk menentukan DPMO adalah sebagai berikut:

$$DPMO = \left(\frac{D}{U \times O} \right) \times 1000000$$

Keterangan:

DPMO = *Defect per Million Opportunity*

D = *Defect*

U = *Unit*

O = *Opportunity*

Sedangkan untuk *yield*, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Y = \left(1 - \left(\frac{D}{U \times O} \right) \right) \times 100\%$$

Keterangan:

Y = *Yield*

D = *Defect*

U = *Unit*

O = *Opportunity*

Untuk menentukan nilai sigma, dapat dilakukan dengan cara menyesuaikan nilai DPMO dan *yield* dengan tabel konversi nilai sigma.

HASIL & PEMBAHASAN

Alur Proses Manufaktur Produk

Dalam proses manufaktur *breathable backsheet film*, terdapat proses-proses yang harus dilewati hingga produk tersebut menjadi produk jadi. Proses-proses tersebut adalah *mixing, drying, hoppering, extruding, rolling, inspection, trimming* dan *winding*.

Jenis-jenis *defect* dari proses manufaktur *breathable backsheet film* meliputi *pinhole, parafin, thickness, wrinkle, FM (foreign matter)* dan film bergaris.

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan di area *Castline 2 PT. Yamatogawa Indonesia* Divisi Film. Penelitian kali ini hanya difokuskan pada salah satu produk *breathable backsheet film*, yaitu BTF 15 gm. Obyek penelitian ini adalah cacat produksi jenis *pinhole* dari proses *castline* pada produk *breathable backsheet film*, dan cara mengatasinya, sehingga dapat mengurangi jumlah produk *reject* yang ditimbulkan dari proses tersebut.

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data produksi dari mesin *castline* yang memproduksi *breathable backsheet film* pada rentang waktu Januari hingga Juli 2019. Tabel I menunjukkan hasil rekapitulasi produksi dari mesin *castline* yang memproduksi *Breathable Backsheet Film* pada periode Januari hingga Juli 2019.

Tabel 1. Rekapitulasi Produksi *Breathable Backsheet Film* Periode Januari-Juli 2019

No.	Month	Total Process	Total Reject	% Good	% Reject
1	January	3604	1324	73,13%	36,74%
2	February	4156	1463	73,96%	35,20%
3	March	4562	1491	75,37%	32,68%
4	April	4360	1083	80,10%	24,84%
5	May	2985	896	76,91%	30,02%
6	June	4176	1691	71,18%	40,49%
7	July	1152	243	82,58%	21,09%
Total		24995	8191	75,32%	32,77%
Average				76,18%	31,58%

Analisis Data

Define

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi dan masalah, baik dari sudut pandang konsumen maupun sudut pandang proses manufaktur secara lebih dalam. Implementasi dari *Six Sigma* diawali dari penetapan subyek penelitian. Setelah itu dilakukan penentuan tujuan atau target dari penelitian yang akan dilakukan.

Masalah yang dihadapi oleh perusahaan sepanjang periode Januari-Juli 2019 adalah banyaknya jumlah produk yang terdapat *defect* atau cacat, sehingga material bersih yang digunakan tidak optimal, dan dalam jangka panjang dapat merugikan perusahaan.

Dengan tingginya persentase produk *reject*, maka perlu dilakukan identifikasi dari berbagai jenis-jenis defect yang ditimbulkan dalam proses manufaktur *breathable backsheet film*, yang menyebabkan produk dianggap tidak memenuhi standar dan menjadi produk *reject*.

Flowchart

Flowchart menunjukkan langkah-langkah sebagai kotak dari berbagai jenis, dan urutannya dengan menghubungkan kotak dengan panah. Representasi diagram ini menggambarkan model solusi untuk masalah yang diberikan. *Flowchart* digunakan dalam menganalisis, merancang, mendokumentasikan atau mengelola suatu proses atau program di berbagai bidang. Gambar di bawah menunjukkan flowchart untuk proses manufaktur *breathable backsheet film*.

Gambar 2. Flowchart Proses Manufaktur *Breathable Backsheet Film*

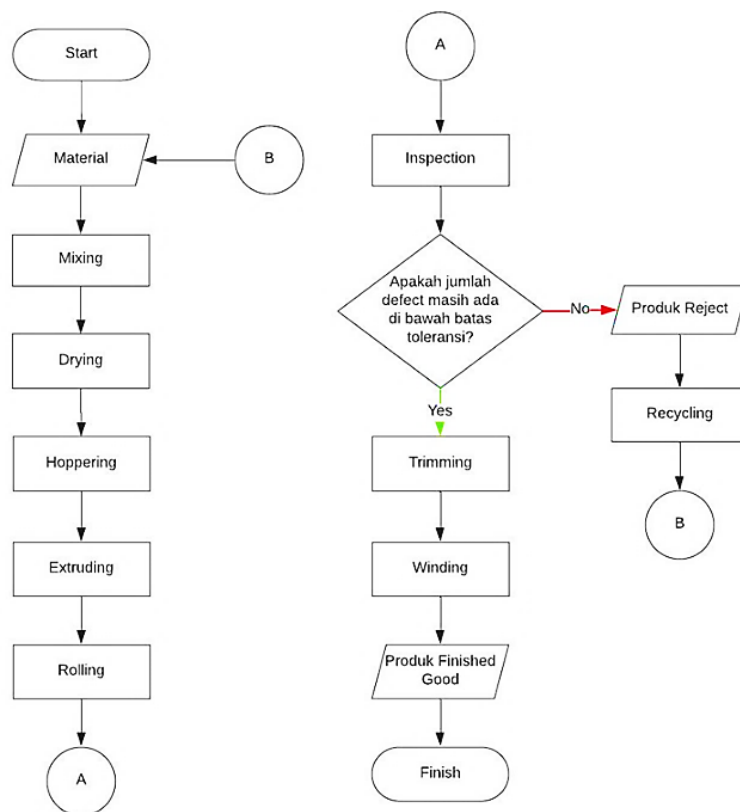
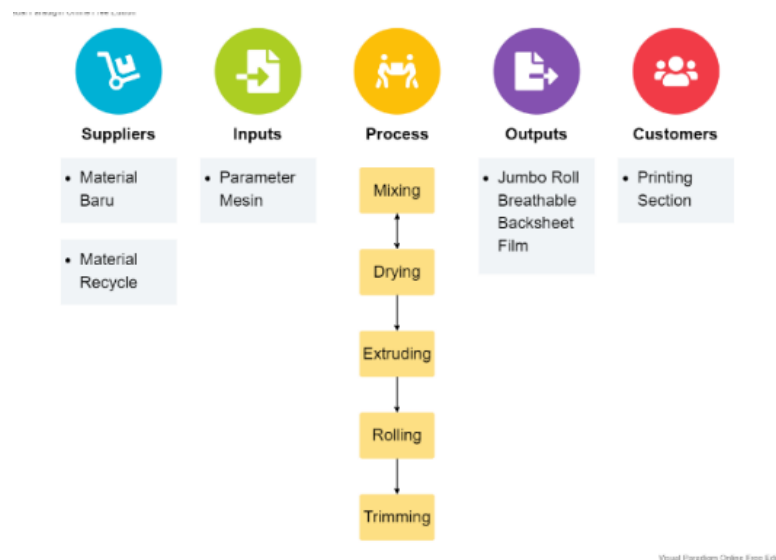


Diagram SIPOC

Perusahaan memiliki rangkuman dari masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari suatu proses. Rangkuman tersebut disajikan dalam bentuk suatu diagram yang disebut SIPOC, yang merupakan singkatan dari *supplier*, *input*, *process*, *output* dan *customer*.

SIPOC adalah suatu alat visual yang digunakan untuk mendokumentasikan proses-proses bisnis dari awal hingga akhir dan berfungsi untuk mengidentifikasi elemen relevan dari perbaikan yang akan dilakukan. Gambar di bawah menunjukkan diagram SIPOC pada proses manufaktur *breathable backsheet film*.

Gambar 3. Diagram SIPOC Proses Manufaktur *Breathable Backsheet Film*



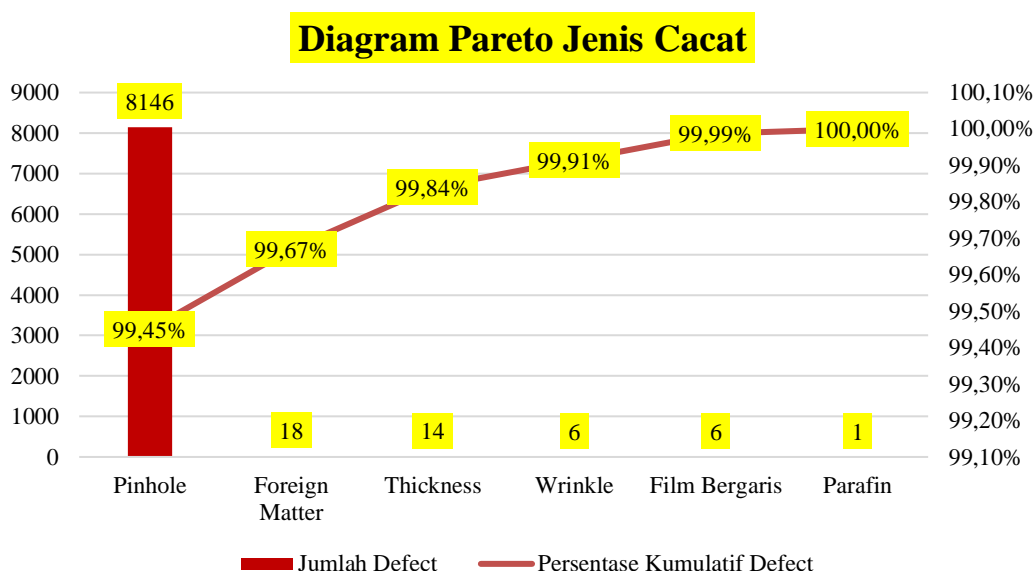
Measure

Tahap *measure* melibatkan lebih banyak studi numerik dan analisis data daripada tahap *define*. Tahap ini adalah tahap untuk memvalidasi permasalahan, mengukur/menganalisis permasalahan dari data yang ada. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang mendukung proses yang menjadi fokus permasalahan (Aldila, 2018). Tahap ini berfokus pada validasi sistem pengukuran dan pengumpulan akar penyebab. Pada tahap ini, ada 2 alat yang akan digunakan, yaitu diagram pareto untuk menyortir jenis defect yang paling banyak terjadi di dalam proses manufaktur, dan perhitungan nilai sigma pada proses manufaktur.

Diagram Pareto

Diagram pareto berguna untuk menemukan *defect* yang diprioritaskan untuk mengamati peningkatan keseluruhan terbesar. Diagram ini sering mewakili sumber *defect* yang paling umum, jenis *defect* yang paling banyak terjadi, atau alasan paling sering untuk keluhan konsumen, dan lain sebagainya. Gambar di bawah menunjukkan diagram pareto jenis cacat pada proses manufaktur *breathable backsheet film*.

Gambar 4. Diagram Pareto Jenis Cacat pada Proses Manufaktur *Breathable Backsheet Film*



Dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa *pinhole* merupakan *defect* yang paling sering terjadi, dan paling berpengaruh dalam banyaknya jumlah produk *reject*. Dengan demikian, perlu dilakukan usaha-usaha perbaikan untuk mengurangi jenis *defect* ini, dengan harapan jumlah *defect* lain ikut turun seiring menurunnya jumlah *pinhole* yang ditimbulkan pada proses manufaktur *breathable backsheet film*.

Perhitungan Nilai Sigma

Total produksi pada periode Januari-Juli 2019 adalah sebanyak 24.995 *roll* dan jumlah produk *reject* sebanyak 8.191 *roll*, kemudian jumlah *opportunity* pada proses adalah 4 langkah, maka diperoleh *defect per unit* (DPU) adalah 0.3277 buah dan persentase *defect per opportunity* (DPO) adalah 8,193%. Jumlah *defect per million opportunity* (DPMO) adalah 81.926,39 buah. Kemudian dapat diperoleh angka *yield* sebesar 91,80% dan nilai sigma sebesar 2.892.

Analyze

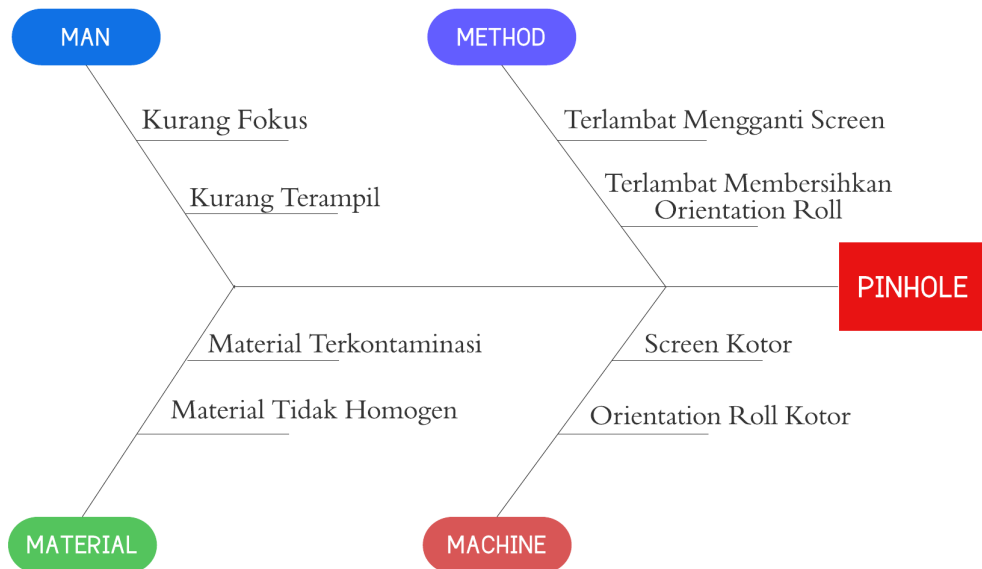
Analyze adalah langkah ketiga dalam proses peningkatan kualitas. Pada tahap ini dilakukan penentuan akar permasalahan dan sumber penyebab timbulnya *defect*. Salah satu cara untuk mengetahui timbulnya *defect* yaitu dengan menggunakan Fishbone diagram dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*) untuk menentukan modus kegagalan yang paling berpeluang menimbulkan *pinhole* pada *breathable backsheet film*.

Fishbone Diagram

Fishbone diagram secara bersamaan menunjukkan penyebab dan masalah dalam struktur yang ditetapkan. Penyebab-penyebab yang ditampilkan adalah alasan-alasan dari masalah utama, yang selanjutnya bermanfaat untuk analisis mendalam dan untuk memecahkan masalah dengan cara yang lebih baik.

Pengaplikasian *fishbone diagram* dapat menunjukkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *pinhole* secara garis besar, yang dikelompokkan menjadi 4 kategori sumber *defect*, yaitu *man* (manusia), *machine* (mesin/peralatan), *method* (metode kerja) dan *material*.

Gambar 5 di bawah menunjukkan *fishbone diagram* untuk penyebab *pinhole* pada proses manufaktur *breathable backsheet film*.



Gambar 5. *Fishbone Diagram* Penyebab *Pinhole* pada Proses Manufaktur *Breathable Backsheet Film*

Dari faktor-faktor di atas, dapat disimpulkan bahwa bahwa terdapat 7 modus kegagalan yang menjadi penyebab timbulnya *pinhole* pada *breathable backsheet film*, yaitu *human error*, *screen* kotor, *orientation roll* kotor, terlambat mengganti *screen*, terlambat membersihkan *orientation roll*, material terkontaminasi dan material tidak homogen (tercampur rata). Tiap-tiap modus kegagalan memiliki efek atau dampak masing-masing yang dapat memengaruhi banyaknya *pinhole* yang ditimbulkan pada *breathable backsheet film* yang diproduksi.

Failure Mode and Effects Analysis

Failure mode and effects analysis (FMEA) dipakai dalam proses identifikasi dan penilaian dari seluruh resiko yang berhubungan dengan semua sumber *defect* dari produk. FMEA dapat mempermudah penyusunan tindakan perbaikan yang dibutuhkan untuk mengurangi *defect* agar kualitas produk dapat ditingkatkan. Tujuan FMEA adalah untuk mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi kegagalan, dimulai dengan yang berprioritas tertinggi.

Dalam analisa FMEA, langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi modus-modus kegagalan yang menyebabkan *defect* pada produk. Kemudian menentukan nilai *severity* (S) berdasarkan dampak yang ditimbulkan dari modus-modus kegagalan tersebut. Selanjutnya adalah menentukan nilai *occurrence* (O) berdasarkan seberapa sering modus kegagalan tersebut terjadi.

Setelah itu menentukan nilai *detection* (D) berdasarkan bagaimana cara mendeteksi modus kegagalan tersebut. Terakhir, menghitung nilai *risk priority number* (RPN) dengan cara mengalikan nilai-nilai dari S, O dan D.

Data yang diperlukan pada proses pembuatan FMEA berasal dari *fishbone diagram* yang telah dibuat sebelumnya dan hasil wawancara dengan pihak perusahaan yang mencakup keseluruhan proses yang dilalui, kemudian nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* ditentukan oleh pihak produksi. Setelah itu dilakukan analisis menggunakan FMEA, dan hasilnya adalah nilai *risk priority number* (RPN) yang menunjukkan tingkat prioritas. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin kuat hubungan antara modus kegagalan dengan resiko yang ditimbulkan. Rumus dari RPN adalah sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

Tindakan perbaikan harus dilakukan dengan memprioritaskan modus kegagalan yang memiliki nilai resiko paling tinggi di antara modus-modus kegagalan lainnya. Oleh karenanya, setiap modus kegagalan memiliki nilai RPN yang menjadi peringkat pada nilai resiko, sehingga dapat menjadi acuan untuk melakukan perbaikan.

Setelah menghitung RPN, diperoleh modus kegagalan yang memiliki RPN paling tinggi adalah material yang terkontaminasi.

Improve

Kegiatan utama pada tahap *improve* adalah menentukan solusi untuk masalah yang diidentifikasi pada tiga tahap pertama dari DMAIC. Dengan kata lain, tugas utama pada tahap ini adalah untuk menghilangkan akar penyebab dari masalah dan mengimplementasikan perbaikan yang diperlukan.

Setelah mengetahui peringkat dari modus kegagalan yang menjadi penyebab timbulnya *pinhole* pada tahap sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan pada modus kegagalan yang peringkatnya tinggi, atau yang dinilai perlu dilakukan perbaikan.

Modus kegagalan dengan peringkat tertinggi yaitu material yang terkontaminasi. Artinya, terdapat benda asing pada material bijih plastik yang akan digunakan dalam proses produksi. Benda asing yang sering dijumpai pada material yang terkontaminasi adalah debu pada material hasil *recycle*. Debu ini berasal dari proses *recycling* pada langkah *re-pelletizing*. *Re-pelletizing* yang tidak sempurna menghasilkan serpihan-serpihan plastik yang ukurannya sangat kecil, sehingga titik leburnya berbeda dengan bijih plastik *recycle* biasa. Gambar di bawah menunjukkan debu yang terdapat pada material *recycle*.

\

Gambar 6. Kontaminasi Debu pada Material *Recycle*



Untuk mengatasi modus kegagalan ini, maka dibuat alat yang dapat membersihkan material *recycle* dari debu. Alat yang digunakan adalah *dust collector* atau pengumpul debu. Umumnya, *dust collector* menggunakan media air sebagai pemisah debu dari bijih plastik, namun pada *breathable backsheet film*, material tidak boleh memiliki kandungan air yang banyak karena kandungan kalsium pada material yang sifatnya dapat larut dengan air, sehingga air dapat menghilangkan kandungan kalsium dari material tersebut.

Dust collector yang digunakan pada material *recycle* dari *breathable backsheet film* adalah *dust collector* yang tidak menggunakan air sebagai media pemisah debu, melainkan hanya dengan cara memberi getaran pada material. Material *recycle* yang keluar dari mesin *recycling* digetarkan di atas papan berlubang yang berdiameter lebih kecil dari material, sehingga ketika material *recycle* melewatinya dan getaran mengayak material tersebut, debu pada material dapat turun ke bawah, menuju kantong debu. Selanjutnya material yang telah bersih dibawa menuju ke arah bak penampungan material untuk selanjutnya digunakan kembali sebagai campuran material untuk *breathable backsheet film*. Gambar 7 memperlihatkan mesin *dust collector* yang digunakan untuk *breathable backsheet film* dan gambar 8 menunjukkan tampak samping dari mesin *dust collector* tersebut. Sedangkan gambar 9 memperlihatkan proses pemisahan debu yang dilakukan pada mesin *dust collector*.

Gambar 7. *Dust Collector untuk Breathable Backsheet Film*





Gambar 8. Tampak Samping Mesin *Dust Collector*



Gambar 9. Proses Pemisahan Debu pada *Dust Collector*

Control

Tahap kelima dan terakhir dari DMAIC yang perlu dilaksanakan adalah *control*. Kegiatan utama dalam tahap *control* adalah mengontrol proses yang telah ditingkatkan. Dengan kata lain, tahap *control* adalah tentang memastikan proses baru telah diterapkan dan tidak kembali ke cara lama. Fokus dari tahap *control* adalah menerapkan perubahan yang telah dilakukan dalam tahap *improve*.

Hasil dari Tahap Improve

Setelah dilakukan pembersihan debu dari material *recycle* menggunakan *dust collector*, diperoleh material *recycle* yang lebih bersih, sehingga tidak ada debu yang ikut dilebur kembali pada proses. Gambar 10 menunjukkan material *recycle* yang telah melewati proses pemisahan debu pada mesin *dust collector*, sehingga material tampak lebih bersih.



Gambar 10. Material *Recycle* yang Sudah Bersih

Perbandingan Data Sebelum dan Setelah Perbaikan

Setelah perbaikan diterapkan, selanjutnya perlu dilakukan perbandingan data antara sebelum dan sesudah perbaikan diterapkan. Tujuan dari perbandingan data ini adalah untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan menjadikan proses yang diperbaiki menjadi lebih baik, atau malah sebaliknya.

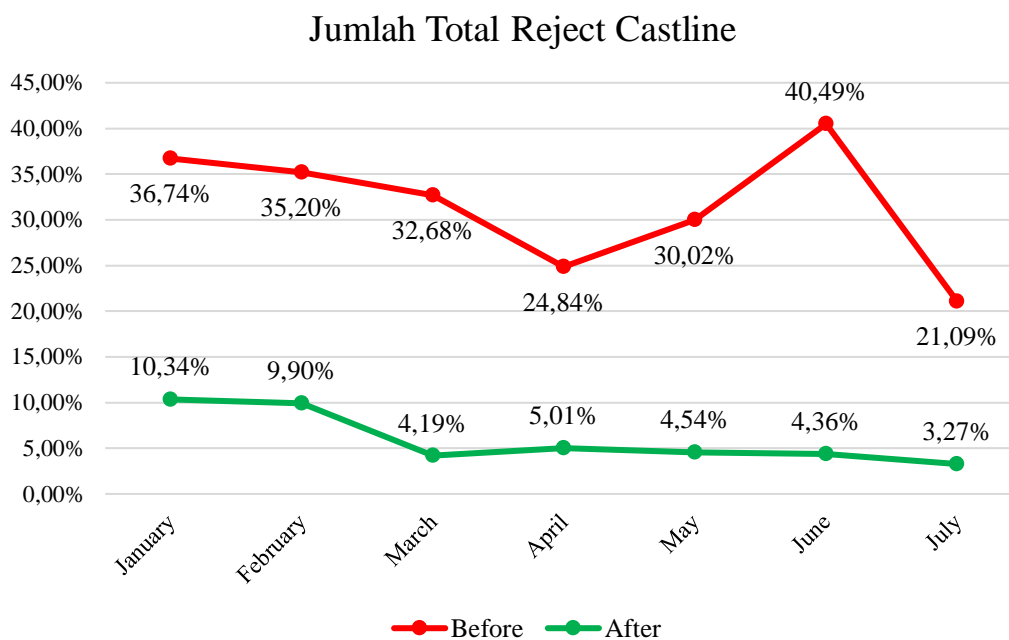
Data yang digunakan untuk perbandingan adalah data rekapitulasi produksi dari mesin castline yang memproduksi *breathable backsheet film* pada rentang waktu Januari hingga Juli 2021. Tabel di bawah menunjukkan hasil rekapitulasi

produksi dari mesin *castline* yang memproduksi *breathable backsheet film* pada periode Januari hingga Juli 2021.

Tabel 2. Rekapitulasi Produksi *Breathable Backsheet Film* Periode Januari-Juli 2021

No.	Month	Total Process	Total Reject	% Good	% Reject
1	January	5424	561	90,63%	10,34%
2	February	11234	1112	90,99%	9,90%
3	March	7419	311	95,98%	4,19%
4	April	5668	284	95,23%	5,01%
5	May	6073	276	95,65%	4,54%
6	June	11249	491	95,82%	4,36%
7	July	20378	667	96,83%	3,27%
Total		67445	3702	94,80%	5,49%
Average				94,45%	5,95%

Sepanjang periode Januari hingga Juli 2021, mesin *castline* telah memproduksi *breathable backsheet film* sebanyak 67.445 roll, dengan total produk *reject* hanya sebanyak 3.702 roll, atau sebanyak 5,95% dari seluruh produk yang telah diproduksi. Dengan kata lain, sebanyak 63.743 roll atau 94,45% produk telah menjadi *finished good*. Telah terjadi peningkatan jumlah produk *finished good* dari sebelum perbaikan, yaitu dari tadinya hanya 75,32% naik menjadi 94,80%, dan penurunan jumlah produk yang menjadi *reject* dari yang sebelumnya 32,77% menjadi hanya 5,49% saja. Gambar 11 menunjukkan grafik perbandingan persentase produk *reject* sebelum dan sesudah perbaikan.



Gambar 11. Perbandingan Persentase Reject Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Nilai Sigma Setelah Perbaikan

Dengan total produksi sebanyak 67.445 roll dan jumlah reject sebanyak 3.702 roll, maka jumlah *defect per unit* (DPU) adalah 0,055 buah dan persentase *defect per opportunity* (DPO) adalah 1,372%. Sedangkan jumlah *defect per million opportunity* (DPMO) adalah 13.722,3 buah. Kemudian diperoleh angka *yield* sebesar 98,628% dan nilai sigma sebesar 3,705.

KESIMPULAN

Breathable backsheet film merupakan salah satu varian dari *backsheet film* yang memiliki sifat dapat ditembus oleh gas dan uap air, namun tidak dapat ditembus oleh cairan. *Pinhole* termasuk cacat produksi karena dapat mengakibatkan cairan menembus film sehingga film dianggap tidak bisa memberikan perlindungan dari cairan.

Terdapat 4 faktor yang menjadi dasar timbulnya *pinhole* pada *breathable backsheet film*, yaitu manusia (*man*), mesin atau peralatan kerja (*machine*), metode kerja (*method*) dan material. Dari keempat faktor tersebut, diperoleh 7 modus kegagalan yang menjadi penyebab timbulnya *pinhole* pada *breathable backsheet film*, yaitu *human error*, *screen* kotor, *orientation roll* kotor, terlambat mengganti *screen*, terlambat membersihkan *orientation roll*, material terkontaminasi dan material tidak homogen (tercampur rata).

Modus kegagalan dengan nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi adalah material yang terkontaminasi dengan angka RPN mencapai 720.

Untuk mengurangi *pinhole*, maka perlu dilakukan perbaikan pada modus kegagalan yang peringkatnya tinggi, atau yang dinilai perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan dilakukan pada material yang terkontaminasi. Untuk mengatasi modus kegagalan material yang terkontaminasi, dibuat mesin pemisah debu (*dust*

collector) dengan tujuan untuk memisahkan debu yang terdapat pada material *recycle* agar debu tidak ikut masuk kembali ke dalam proses peleburan bijih plastik. Mesin *dust collector* untuk *breathable backsheet film* tidak menggunakan air sebagai media pemisah debu, melainkan menggunakan getaran untuk memisahkan debu dari material.

Namun mesin *dust collector* yang telah ada masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi atau *improvement* dari mesin *dust collector* tersebut. Modifikasi yang dapat dilakukan antara lain menambahkan pengatur frekuensi getaran, agar frekuensi getaran dapat diatur dan dapat dicari frekuensi getaran yang optimal untuk memisahkan debu dari material *recycle*. Kemudian modifikasi tempat penampungan material bersih, dengan menambahkan penyaring di bagian tengah tempat penampungan, sehingga sisa-sisa debu yang tidak terpisahkan pada saat melewati mesin *dust collector* dapat turun ke bagian dasar penampungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, N. (2018). Penerapan Metode DMAIC dan Six Sigma Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Menggunakan FMEA. *Unpublished Dissertation*. Universitas Sumatera Utara.
- Batra, K. (2014). Role of Additives in Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Films. *Unpublished Project Report*, Indian Institute of Technology Kharagpur.
- Brue, G. (2002). *Six Sigma for Manager*. Jakarta: Canary.
- Dhakal, H. N. & Ismail, S. O. (2021). Introduction to Composite Materials. In Dhakal, H. N. & Ismail, S. O. (Eds.), *Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, Sustainable Composites for Lightweight Applications* (pp. 1–16). London: Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818316-8.00001-3>
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma, Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. Jakarta: Gramedia.
- Sukmadi, I., Muhami, Noviasanti, M. (2019). Penentuan Nilai Sigma Perusahaan Pangan Berdasarkan Kualitas Kemasan Primer. TECHNOPEX-2019 Institut Teknologi Indonesia, Serpong: 22 October 2019. 260-265.
- The European Plastic Pipes and Fittings Association. (2021). Production Processes. [Online]. Available: <https://www.teppfa.eu/benefits-of-plastic-pipes-and-fittings/production-processes/>
- Uyanik, S. & Kaynak, H. K. (2017). Permeability Properties of Breathable and Non-Breathable Baby Diaper Backsheet. International Advanced Researches & Engineering Congress-2017, Osmaniye: 16–18 November 2017. <https://doi.org/10.31803/tg-20180125164806>
- Vlachopoulos, J., Polychronopoulos, N.D., Tanifuji, S., & Peter Müller J. (2012). Flat Film and Sheet Dies. In Carneiro, O.S., & Nobrega M. (Eds.), *Design of Extrusion Forming Tools* (pp. 113–140). London, United Kingdom: Smithers Rapra. https://www.researchgate.net/publication/273062096_Flat_Film_and_Sheet_Dies

Wahyudin, W., Herwanto, D., & Helmy, N. (2017). Perbaikan Kualitas Pembuatan Benang Cotton NE 40 s dengan Menggunakan Metode Six Sigma-DPOM di PT. XYZ. *Barometer*, 2(2), 57–59. <https://doi.org/10.35261/barometer.v2i2.906>