PENDAHULUAN

Latar Belakang

Industri pangan yang semakin berkembang senantiasa menyediakan produk pangan yang beragam. Produk pangan yang dihasilkan dapat membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan produk dengan tetap memperhatikan kualitas dan keamanan pangan. Salah satu bahan pangan sehari-hari yang umumnya diminum oleh konsumen adalah susu. Susu merupakan bahan makanan yang baik untuk kesehatan karena mengandung zat gizi yang lengkap dan sempurna. Komposisi utama dalam susu adalah protein, lemak, laktosa, mineral, dan air (Navyanti dan Adriyani 2015).

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi produk-produk nutrisi berbasis susu dengan merek tertentu. Salah satu produk susu yang dihasilkan oleh PT XYZ adalah susu UHT (*Ultra High Temperature*). Menurut BPOM (2016), susu UHT adalah produk susu cair yang diperoleh dari susu segar atau susu rekonstitusi atau susu rekombinasi yang disterilkan pada suhu tidak kurang dari 135 °C dengan nilai F_0 tidak kurang dari 3 menit dan dikemas segera dalam kemasan yang steril secara aseptis. Secara keseluruhan, tiga faktor penentu mutu susu UHT adalah bahan baku, proses pengolahan, dan pengemasannya. Pengemasan susu UHT dengan karton berlapis alumunium foil dan plastik film secara aseptis menjadi salah satu aspek pendukung kualitas produk. Kerusakan kemasan produk susu UHT menjadi salah satu parameter terjadinya *defect* produk yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas produk. Hal ini menyebabkan diperlukannya pengendalian untuk menurunkan kemungkinan terjadinya kerusakan kemasan pada produk susu UHT agar mutu produk terjamin.

Peningkatan kualitas proses produksi dengan menjaga keutuhan kemasan produk dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang tepat sebagai sebuah pengendalian mutu. *Six sigma* merupakan metode manajemen mutu melalui identifikasi dan eliminasi kesalahan serta *defect* atau kegagalan yang dapat mempengaruhi proses (Chugani *et al.* 2017). Target dari *six sigma* adalah mereduksi cacat produk atau proses hingga mencapai 0,00034 % atau sebanyak 3.4 buah dalam satu juta produk atau proses produksi. Salah satu metode pada implementasi *six sigma* adalah dengan metode DMAIC. Metode DMAIC diterapkan untuk mengurangi variasi dengan menurunkan *defect* produk dan meningkatkan nilai *sigma* yang dilakukan dalam lima tahapan, yaitu *define* (tahap mendefinisikan dan mengidentifikasi masalah), *measure* (tahap mengukur permasalahan melalui data yang tersedia), *analyze* (tahap menentukan faktor penyebab yang paling memengaruhi proses), *improve* (tahap mendiskusikan dan mengimplementasikan solusi perbaikan), dan *control* (tahap membuat rancangan pengawasan terhadap proses yang telah diperbaiki) (Srinivasan *et al.* 2016).

Six sigma digunakan secara universal sebagai sebuah metode yang umum (Goh 2010). Selain itu, *six sigma* berfokus pada konsumen dan perbaikan berdasarkan data melalui pengukuran *defect.* Aplikasi *six sigma* melalui metode DMAIC dipilih karena menurut Chow dan Moseley (2017), metode DMAIC digunakan untuk memperbaiki proses yang sudah ada sebelumnya. Hal ini berkaitan dengan proses pengemasan susu UHT yang secara sistematis sudah ada

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

di PT XYZ dan akan diperbaiki prosesnya apabila ditemukan *defect* produk. Selain itu, DMAIC berlaku pada permasalahan empiris yang terstruktur meliputi definisi, diagnosis, dan perbaikan dalam ruang lingkup yang besar, bukan untuk pemecahan masalah dalam ruang lingkup yang kurang luas dan sudah dikenali solusinya (De Mast dan Lokkerbol 2012). Menurut Linderman *et al.* (2003), metode ini bertujuan untuk memperbaiki sistem proses yang sudah ada dan meningkatan kualitas proses produksi.

Perumusan Masalah

Proses produksi susu UHT di PT XYZ selalu menghasilkan produk dengan *defect* tertentu yang berdampak pada turunnya efisiensi industri, yaitu terjadinya *loss* atau biaya bagi perusahaan. Tahap pengemasan produk menjadi penyumbang *sleeve loss* akibat *defect* yang terjadi. Hal ini memerlukan adanya identifikasi dan analisis penyebab terjadinya *sleeve loss* pada proses pengemasan susu UHT serta upaya menurunkannya melalui metode yang tepat pada *line* 5, 6, dan 8 yang memiliki nilai *sleeve loss* tertinggi.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis penyebab terjadinya *sleeve loss* pada tahap pengemasan produk susu UHT di PT XYZ dan menurunkan terjadinya *sleeve loss* dengan menggunakan pendekatan *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* (DMAIC) yang mengacu pada parameter *six sigma*.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang akan dilakukan di PT XYZ diharapkan dapat menemukan penyebab terjadinya *sleeve loss* pada produk susu UHT dan mengimplementasikan tindakan perbaikannya agar dapat meningkatkan efisiensi industri dengan mengurangi terjadinya *sleeve loss.* Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca untuk memperoleh pengetahuan baru dan referensi yang dapat digunakan untuk keperluan ilmu yang terkait.

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

TINJAUAN PUSTAKA

Kemasan dan Bahan Penyusunnya

Kemasan merupakan salah satu aspek penting dalam suatu produk pangan sebagai tahap akhir untuk menghasilkan *finish good.* Kemasan memiliki fungsi dasar untuk menjaga integritas produk dengan melindungi produk pangan dari bahaya potensial yang meliputi iklim, bakteriologi, dan bahaya transit atau kontaminasi (Hollywood *et al.* 2013). Susu sebagai salah satu produk pangan dapat dikemas dalam berbagai macam jenis kemasan.

Menurut PT Frisian Flag Indonesia, jenis-jenis kemasan yang digunakan pada produk susu antara lain *pouch*, *sachet*, dan kaleng untuk susu kental manis, aluminium foil (primer) dan *folding box* (sekunder) untuk susu bubuk, serta karton aseptik dan botol untuk susu cair UHT. Produk susu UHT akan diakhiri dengan proses pengemasan dalam kemasan yang steril secara aseptik. Prinsip pengemasan aseptik adalah pengemasan produk steril di dalam kemasan yang sudah steril pada ruangan aseptik (BPOM 2016).

Salah satu kemasan produk susu UHT yang menjadi fokus adalah karton aseptik yang disebut sebagai kemasan kotak laminasi atau *coated paperboard*. Kemasan ini terdiri dari lapisan karton (70 %), *low-density polyethylene* (25 %), dan *aluminium foil* (5 %) (Wu dan Liu 2001). Kemasan ini terdiri dari 6 lapisan berurutan dari terluar hingga terdalam, yaitu *polyethylene*, *paperboard*, *polyethylene*, *aluminium foil*, *polyethylene*, dan *polyethylene*. Setiap penyusun lapisan memiliki ketebalan yang berbeda-beda, yaitu 420 – 490 µm untuk *paperboard*, 45 – 55 µm untuk *polyethylene* (Kontominas 2010), dan 6 – 40 µm untuk *aluminium foil* (Julianti 2017). Kemasan produk susu UHT yang digunakan PT XYZ terdiri dari 6 varian volume, yaitu 110 mL, 115 mL, 180 mL, 225 mL, 450 mL, dan 900 mL. Selanjutnya, kemasan ini akan disebut sebagai *sleeve* dalam penelitian.

Mutu

Mutu merupakan hal penting dalam bidang pangan. Menurut J. M. Juran, mutu didefinisikan sebagai "*fitness for use*", yaitu keharusan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan (Tunggal 1993). Menurut ISO (2015) pada ISO 9001:2015, mutu menunjukkan derajat kemampuan sekumpulan karakteristik yang dimiliki sebuah objek dalam memenuhi syarat. Beberapa definisi mutu disimpulkan menurut Muhandri dan Kadarisman (2012) bahwa mutu adalah kesesuaian serangkaian karekteristik produk atau jasa dengan standar yang ditetapkan perusahaan berdasarkan syarat, kebutuhan, dan keinginan konsumen. Hal ini menjadikan mutu harus terfokus kepada kepuasan pelanggan.

Menurut ISO 9000:2000, persyaratan mutu suatu perusahaan dapat dipenuhi dengan adanya pengendalian mutu berupa penggunaan teknik-teknik dan kegiatan operasional. Kegiatan pengendalian mutu tersebut meliputi *monitoring* proses, melakukan tindakan koreksi terhadap ketidaksesuaian, serta menghilangkan penyebab adanya ketidaksesuaian (Suardi 2001). Pengendalian mutu dilakukan dalam kegiatan produksi untuk menjaga mutu produk untuk mengurangi

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

kemungkinan penolakan produk akhir oleh konsumen dan mengurangi *loss* perusahaan. Pengendalian mutu tidak hanya dilakukan pada produk akhir saja, namun juga pada bahan baku dan keseluruhan proses produksinya (Sonalia dan Hubeis 2013).

ISO 9000:2000 menyatakan bahwa manajemen mutu merupakan segala kegiatan terorganisasi yang dapat mengarahkan dan mengendalikan suatu perusahaaan tentang persoalan mutu (Suardi 2001). Kegiatan tersebut melibatkan upaya pola pengelolaan dalam suatu industri mulai dari pengadaan bahan baku, operasionalisasi teknologi, kompetensi personil, hingga dokumentasi mutu (Raharja *et al.* 2012). Hal ini berkaitan dengan kelancaran keseluruhan proses produksi.

Six Sigma dan DMAIC

Six sigma adalah metode yang digunakan untuk memperbaiki kemampuan proses menghasilkan produk hingga 3.4 kemungkinan kegagalan per satu juta kali kesempatan suatu produksi. Hal ini diartikan bahwa hanya boleh ada kecacatan produk sebanyak 3.4 unit per proses dalam satu juta unit per proses, sehingga menghasilkan nilai *six sigma* dengan kemungkinan tanpa cacat hingga mencapai 99.9997 %. Semakin tinggi nilai *sigma*, maka semakin tinggi pula kapabilias suatu proses tersebut (Hendradi 2006).

Implementasi *six sigma* salah satunya menggunakan metode DMAIC, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* yang dilakukan secara sistematik berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta untuk meningkatkan kualitas secara kontinyu (Banuelas *et al.* 2005). Tahap *define* bertujuan mengidentifikasi masalah potensial beserta dengan pemetaannya. Tahap *measure* bertujuan mengumpulkan data secara kuantitatif berkaitan dengan masalah yang ada serta mengukur kinerja proses menggunakan alat bantu statistik. Tahap *analyze* bertujuan menganalisis penyebab cacat produk dari pemetaan proses dan mengetahui faktor paling dominan yang perlu dikendalikan pada tahap selanjutnya. Tahap *improve* bertujuan untuk mengeliminasi cacat dan mengoptimalisasikan kualitas proses melalui solusi perbaikan. Setelah proses mencapai kualitas yang diinginkan, tahap terakhir adalah *control* yang bertujuan mengendalikan proses yang telah diperbaiki untuk menuju target *six sigma*.

METODE

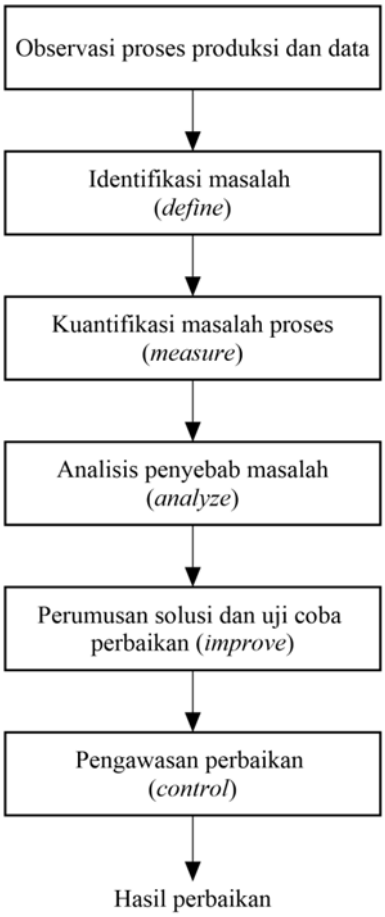
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di PT XYZ, Jakarta Timur dengan waktu pelaksanaan selama 4 (empat) bulan. Penelitian berlangsung dalam rentang waktu Maret 2020 hingga Juni 2020.

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
©Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan penerapan prinsip DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) menggunakan metode *six sigma* yang berfokus pada *sleeve loss* susu UHT. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan proses penelitian

Observasi Proses Produksi dan Data

Observasi proses produksi atau obervasi lapang dilakukan untuk mengamati dan mengetahui kegiatan produksi susu UHT di PT XYZ. Kegiatan obervasi lapang berfokus pada proses pengemasan produk akhir meliputi penelaahan data produksi. Setelah itu, dilanjutkan dengan penerapan prinsip DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*).

Define

Define merupakan langkah pertama dalam penelitian ini. Proses *define* dilakukan dalam dua tahap, yaitu perhitungan *sleeve loss* beberapa *line*

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

pengemasan dan penentuan *line* dengan nilai *sleeve loss* tertinggi untuk menjadi fokus penelitian.

Tahap perhitungan data *sleeve loss* dilakukan berdasarkan data pada *online reporting system* (ORS) selama 3 bulan, yaitu dari tanggal 2 Januari sampai 31 Maret 2020. Total *sleeve loss* (*filler* hingga *downstream*) dihitung dengan persamaan 1:

$$\textit{total sleeve loss} = \textit{sucked in} - \textit{output downstream} \quad (1)$$

Total sleeve loss adalah jumlah *sleeve* terbuang karena tidak memenuhi kriteria standar perusahaan selama proses pengemasan. *Sucked in* adalah jumlah *sleeve* yang masuk ke dalam *filler* untuk diproses menjadi kemasan produk. *Output downstream* adalah jumlah *sleeve* yang sudah menjadi *pack* produk dalam karton sebagai *finish good*.

Total unavoidable sleeve loss yang dihitung dengan persamaan 2:

$$A = B + C \quad (2)$$

di mana:
A = *total unavoidable sleeve loss*
B = *unavoidable sleeve loss filler*
C = *unavoidable sleeve loss downstream*

Total unavoidable sleeve loss adalah jumlah *sleeve* terbuang dari awal proses hingga akhir karena proses pengambilan sampel selama pengemasan berlangsung untuk pemeriksaan pemenuhan kriteria mutu yang ditetapkan perusahaan. *Total unavoidable sleeve loss* terdiri dari *unavoidable sleeve loss* di bagian *filler* (*unavoidable sleeve loss filler*) dan *unavoidable sleeve loss* di bagian *downstream* (*unavoidable sleeve loss downstream*).

Total avoidable sleeve loss yang dihitung dengan persamaan 3:

$$D = E - F \quad (3)$$

di mana:
D = *total avoidable sleeve loss*
E = *total sleeve loss*
F = *total unavoidable sleeve loss*

Total avoidable sleeve loss adalah jumlah *sleeve* terbuang dari awal proses hingga akhir karena proses pengemasan yang berlangsung tidak sempurna, sehingga menghasilkan produk *reject*.

Tahap penentuan *line* dengan nilai *sleeve loss* tertinggi untuk dianalisis meliputi perhitungan persentase *avoidable sleeve loss* dan pembuatan diagram batang. Persentase *avoidable sleeve loss* diperoleh dengan pembagian nilai total *avoidable sleeve loss* dengan nilai *sucked in*. Gambaran persentase *avoidable sleeve loss* masing-masing varian ukuran akan ditampilkan dalam diagram batang sebagai gambaran *line* dengan nilai *avoidable sleeve loss* tertinggi untuk menjadi fokus penelitian.

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Measure

Measure merupakan langkah kedua setelah tahapan *define*. Tahap ini bertujuan mengevaluasi *defect* bagian *filler* dan *downstream* pada *line* dengan *avoidable sleeve loss* tertinggi. Proses *measure* dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pengumpulan data dengan *check sheet*, penentuan jenis *defect* sebagai titik proses yang dominan menjadi penyebab dengan diagram pareto, dan perhitungan DPMO dan nilai *sigma* pada *avoidable sleeve loss*.

Pengumpulan data dengan *check sheet* meliputi jenis *defect* beserta jumlah produk *reject*nya pada bagian *filler* dan *downstream*. Data dari *check sheet* akan diolah menjadi diagram pareto untuk mendapatkan jenis *defect* sebagai titik proses yang dominan menjadi penyebab *sleeve loss*. Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* dilakukan dengan persamaan:

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah } defect}{\text{Jumlah produksi}} \text{ x } 1.000.000 \qquad (4)$$

dengan ukuran hasil kinerja yang digunakan adalah tingkat *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO). Nilai DPMO akan menunjukan tingkat kapabilitas suatu perusahaan sekaligus menjadi ukuran *defect* awal yang dimiliki oleh suatu perusahaan dalam satu juta barang yang diproduksi (Putra *et al.* 2017). Nilai *sigma* diperoleh melalui konversi nilai DPMO menggunakan tabel *six sigma* (Lampiran 1), sehingga diperoleh nilai *sigma* sebelum dilakukan perbaikan (Saryatmo *et al.* 2015). Nilai *sigma* merupakan toleransi yang diberikan pada kecacatan selama proses produksi yang dapat menunjukkan kapabilitas suatu proses (Wahyani *et al.* 2010).

Analyze

Analyze merupakan langkah ketiga setelah tahapan *define*. Tahap ini bertujuan menentukan penyebab-penyebab *defect* yang menimbulkan adanya *sleeve loss*. Proses *analyze* dilakukan dengan menggunakan diagram Ishikawa yang disusun melalui wawancara dan diskusi dengan pihak yang terlibat dengan beroperasinya mesin pada bagian *filler* dan *downstream*. Diagram Ishikawa menghasilkan akar permasalahan dari beberapa penyebab terjadinya *defect*.

Improve

Improve merupakan langkah keempat setelah tahapan *analyze*. Tahap ini bertujuan merumuskan tindakan perbaikan terhadap *defect* yang terjadi dan mengimplementasikannya. Perumusan tindakan perbaikan dilakukan untuk *line* 5 berdasarkan akar permasalahan yang diperoleh dari diagram Ishikawa melalui wawancara dan diskusi dengan pihak perusahaan yang terlibat. Implementasi tindakan perbaikan yang telah dirumuskan dilakukan di lapangan sebagai upaya mengurangi *defect* penyebab *sleeve loss*. Hasil implementasi perbaikan kemudian

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

dievaluasi dengan kembali melakukan perhitungan data *sleeve loss* seperti pada tahap *define* dan DPMO serta nilai *sigma* seperti pada tahap *measure* berdasarkan data ORS.

Control

Control merupakan langkah terakhir setelah tahapan *improve*. Tahapan ini bertujuan melakukan pengawasan terhadap proses yang telah diperbaiki, sehingga memerlukan suatu rekaman data perbaikan agar dapat dilakukan perbandingan antara proses sebelum perbaikan dan setelah perbaikan (Caesaron dan Tandianto 2015). Proses ini dilakukan dengan membuat *counteraction plan* terhadap faktor penyebab permasalahan sebagai bentuk pengawasan. Menurut Hung dan Sung (2011), tujuan langkah pembuatan *counteraction plan* sebagai *control* adalah mengintregasi semua solusi bagi setiap masalah yang diidentifikasi pada tahap analisis. Tahap ini dilakukan setelah implementasi tindakan perbaikan sudah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

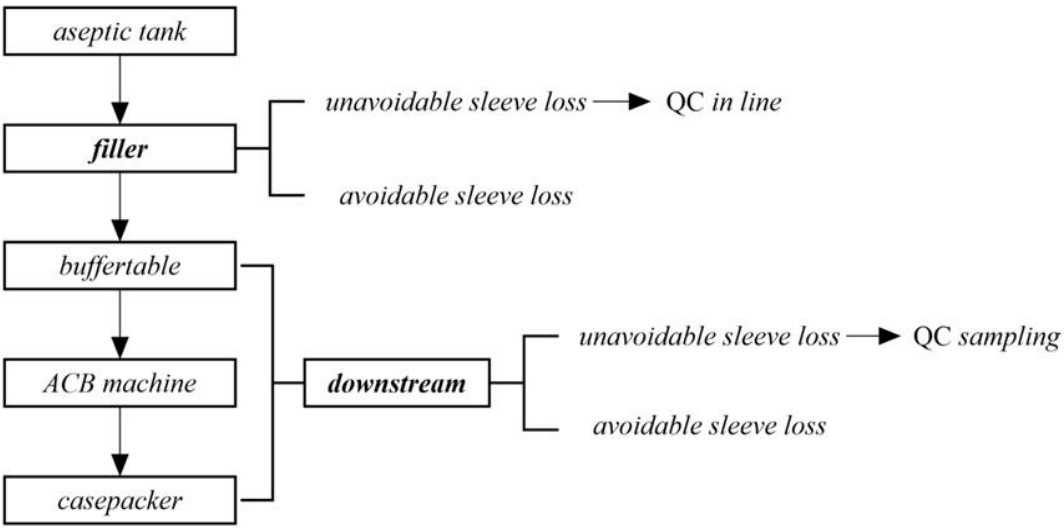
Susu UHT merupakan produk susu cair yang diperoleh dari susu segar atau susu rekonstitusi atau susu rekombinasi yang disterilkan pada suhu tidak kurang dari 135 °C dengan nilai F_0 tidak kurang dari 3 menit dan dikemas segera dalam kemasan yang steril secara aseptis (BPOM 2016). Produk susu UHT yang dihasilkan oleh PT XYZ terdiri dari beberapa varian dan ukuran kemasan. Serangkaian proses pengemasan berlangsung pada produk susu UHT sebelum akhirnya sampai pada konsumen.

Pengemasan produk susu UHT di PT XYZ terbagi menjadi dua proses, yaitu *filler* dan *downstream*. Proses pada *filler* terdiri dari satu bagian, yaitu memasukkan susu UHT ke dalam *sleeve* atau kemasan. Proses pada *downstream* terdiri dari tiga bagian, yaitu *buffertable*, ACB *machine*, dan *casepacker*. *Buffertable* adalah mesin yang menjadi area transit produk setelah dari *filler* menuju ke tahap selanjutnya. ACB *machine* adalah mesin pemasangan *cap* atau tutup ke *sleeve* yang sudah terisi susu UHT. *Casepacker* adalah mesin yang mengemas *pack* susu UHT ke dalam karton sebagai kemasan sekunder.

Defect merupakan produk yang cacat sehingga tidak memenuhi kriteria standar perusahaan. *Defect* dapat menyebabkan terjadinya *loss*, yaitu kehilangan produk sebagai biaya yang harus ditanggung perusahaan. *Loss* dalam proses produksi sebuah perusahaan sulit dihindari secara aktual, namun *loss* dapat dikurangi untuk meningkatkan efisiensi industri. Penelitian ini mencakup *sleeve loss*, yaitu terbuangnya kemasan susu UHT yang tidak memenuhi kriteria standar perusahaan selama proses pengemasan. *Sleeve loss* terbagi menjadi dua, yaitu *unavoidable sleeve loss* dan *avoidable sleeve loss*. *Unavoidable sleeve loss* merupakan *loss* yang diakibatkan oleh proses pengambilan sampel selama pengemasan berlangsung untuk pemeriksaan pemenuhan kriteria mutu yang

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University
©Hak cipta milik IPB University
IPBUniversity

ditetapkan perusahaan. *Unavoidable sleeve loss* terdiri dari *QC in line* dan *QC sampling*. Sementara, *avoidable sleeve loss* merupakan *loss* yang diakibatkan oleh proses pengemasan yang berlangsung tidak sempurna, sehingga menghasilkan produk *reject.* Pembagian *sleeve loss* selama proses pengemasan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembagian *sleeve loss* pada proses pengemasan produk susu UHT

Define

Hasil pada tahap *define* merupakan persentase *loss* akibat *defect* yang terjadi pada produk susu UHT di PT XYZ. Hal ini digunakan untuk mendapatkan nilai *loss* terbesar pada suatu *line* yang akan menjadi fokus penelitian. Data tersebut diperoleh dari *online reporting system* (ORS) PT XYZ terhadap tiga *line* pengemasan produk susu UHT, yaitu *line* 5, 6, dan 8 selama tiga bulan, mulai dari bulan Januari 2020 hingga Maret 2020. *Loss* yang ditampilkan seperti pada Gambar 2 merupakan *sleeve loss* yang terdiri atas *unavoidable sleeve loss* dan *avoidable sleeve loss*.

Unavoidable sleeve loss terdiri atas *quality control* (QC) *in line* dan *quality control* (QC) *sampling*. Keduanya merupakan proses *sampling* yang dilakukan selama proses pengemasan berdasarkan standar yang ditetapkan oleh departemen QC. QC *in line* dilakukan pada area *filler* oleh operator *filler* meliputi uji *blue dye test* (BDT) setiap awal produksi setelah CIP, uji BDT setiap ganti pallet, dan uji *bottom and top sealing* setiap jam. Sementara, QC *sampling* dilakukan dengan pengambilan sampel pada area *downstream* untuk dikirim ke QC. Kemudian, QC akan melakukan uji pH setiap 20 menit, uji mikroba setiap siklus, dan uji *keeping* setiap 20 menit. Kedua proses *sampling* tersebut dilakukan berdasarkan *one point lesson* (OPL) yang telah ditetapkan oleh departemen QC, sehingga bersifat tetap dan tidak dapat dihindari demi terjaganya kualitas produk. Sementara itu, *avoidable sleeve loss* terdiri atas produk-produk *reject* selain *unavoidable sleeve loss* yang tidak memenuhi kriteria standar perusahaan. *Avoidable sleeve loss* memiliki proporsi yang lebih besar daripada *unavoidable sleeve loss* pada

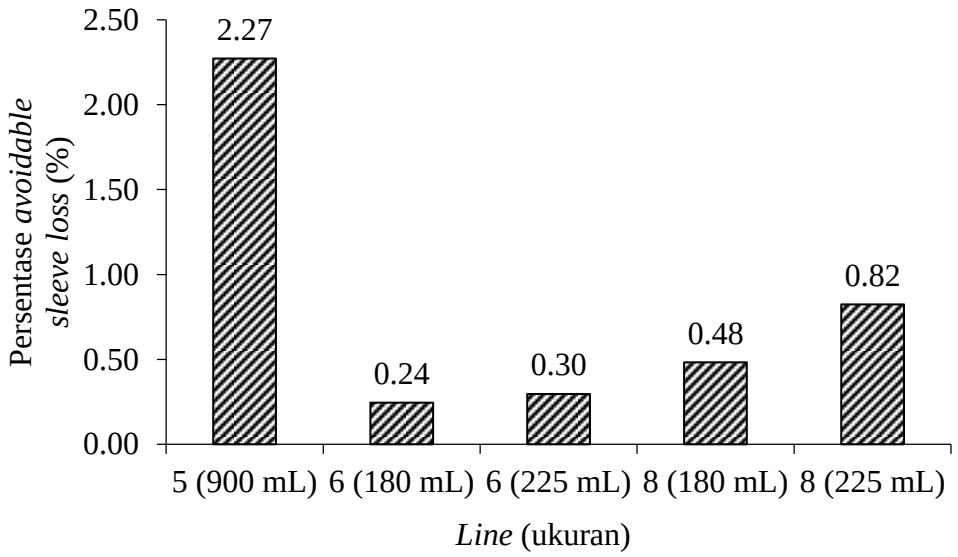
IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

keseluruhan total *sleeve loss* dan bersifat tidak tetap atau masih dapat dikurangi jumlahnya dengan adanya perbaikan atau *improvement* yang sesuai. *Sleeve loss* produk susu UHT di PT XYZ memiliki nilai yang bervariasi. Perhitungan nilai persentase *avoidable sleeve loss* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan persentase *avoidable sleeve loss* produk susu UHT

Line (ukuran)	*Sucked in* (*sleeve*)	*Output downstream* (*sleeve*)	*Total unavoidable sleeve loss* (*sleeve*)	*Total avoidable sleeve loss* (*sleeve*)	*Total sleeve loss* (*sleeve*)	Persentase *avoidable sleeve loss* (%)
5 (900 mL)	9339986	9095496	32220	212270	244490	2.27
6 (180 mL)	8491272	8458848	11636	20788	32424	0.24
6 (225 mL)	17902526	17822772	26848	52906	79754	0.30
8 (180 mL)	7574441	7527204	10681	36556	47237	0.48
8 (225 mL)	16563164	16401312	25414	136438	161852	0.82

Berdasarkan perhitungan data pada Tabel 1, telah diperoleh nilai persentase *avoidable sleeve loss* pada setiap *line* dan masing-masing varian. Hasil persentasenya pada *line* 5 (900 mL), *line* 6 (180 mL dan 225 mL), dan *line* 8 (180 mL dan 225 mL) berturut-turut adalah 2.27 %, 0.24 %, 0.30 %, 0.48 %, dan 0.82 %. Susu UHT pada *line* 5 dengan varian ukuran 900 mL termasuk produk dengan ukuran terbesar dari keseluruhan produk. *Avoidable sleeve loss* pada *line* 5 memiliki total persentase terbesar daripada *line* yang lainnnya, yaitu 2.27 %, sehingga *line* 5 menjadi fokus penelitian ini. Perhitungan data pada Tabel 1 dapat dilihat secara lebih jelas perbandingannya pada Gambar 3.

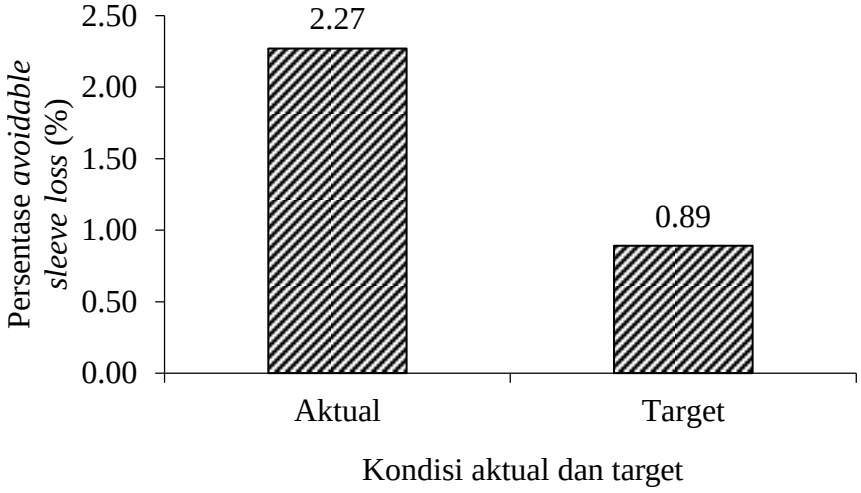


Gambar 3 Persentase *avoidable sleeve loss* beberapa *line* produksi di PT XYZ

Data aktual seperti pada Gambar 3 menunjukkan persentase *avoidable sleeve loss* pada *line* 5 (900 mL) sebesar 2.27 %. Sementara itu, target *avoidable sleeve loss* yang ditetapkan perusahaan untuk dicapai adalah 0.89 %. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat *gap* sebesar 1.38 % antara kondisi aktual

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University
IPB University

dengan target yang diharapkan. Data *avoidable sleeve loss* pada kondisi aktual dan target dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Perbandingan kondisi aktual dan target *avoidable sleeve loss line* 5

Nilai persentase aktual pada *avoidable sleeve loss* masih melebihi target yang ditetapkan perusahaan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hal ini menyebabkan diperlukannya analisis lebih lanjut dengan menggunakan metode DMAIC untuk menghasilkan adanya solusi perbaikan. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *tools*, meliputi *cheecksheet*, diagram pareto, dan diagram Ishikawa.

Measure

Check sheet

Check sheet merupakan lembar pemeriksaan sebagai alat untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam bentuk tabel berisikan data jumlah produksi beserta jenis ketidaksesuaian dan jumlahnya. Melalui *tools check sheet* ini, proses pengumpulan data dan analisis selanjutnya akan lebih mudah dengan adanya area permasalahan berdasarkan frekuensi masing-masing jenis masalahnya (Devani dan Wahyuni 2016). Pengumpulan data dari *check sheet* diperoleh dari data harian yang dimasukkan oleh operator melalui *online reporting system*. Data *check sheet* pada *line* 5 diambil dari tanggal 2 Januari sampai 31 Maret 2020. Data *check sheet* menunjukkan *defect* berupa jumlah temuan produk *reject* dalam satuan *sleeve* pada titik pengemasan produk susu UHT di masing-masing bagian *filler* dan *downstream*. Data tersebut akan digunakan sebagai dasar penentuan penyebab *sleeve loss* yang perlu dianalisis lebih lanjut. Data *check sheet* pada bagian *filler* meliputi *pack damage*, *alarm magazine feeder*, *bottom press*, *transfer station*, *cartoon too high*, H_2O_2 *quantity*, *max filling time*, *fill weight L+*, *fill weight L-*, *US generator power limit*, *US generator system alarm*, *overload device monitoring rail*, *carton backlog*, *jam off conveyor*, *compressed air 6 bar*, dan *ear sealing* lepas. Data *check sheet* pada bagian *downstream* meliputi *pack* penyok *casepacker*, *pack* pecah *casepacker*, *defect carton casepacker*, *pack* penyok

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

buffertable, dan *pack* penyok ACB *machine*. Data *check sheet line* 5 dirangkum dan ditunjukkan pada Tabel 2 untuk *filler* dan Tabel 3 untuk *downstream*.

Tabel 2 Rangkuman data *check sheet* bagian *filler line* 5

Defect	Jumlah
Pack damage	716
Alarm magazine feeder	491
Bottom press	0
Transfer station	374
Cartoon too high	0
H_2O_2 *quantity*	1541
Max filling time	94
Fill weight L+	1455
Fill weight L-	1497
US generator power limit	372
US generator system alarm	2104
Overload device monitoring rail	208
Carton backlog	2299
Jam off conveyor	0
Compressed air 6 bar	0
Ear sealing lepas	318

Tabel 3 Rangkuman data *check sheet* bagian *downstream line* 5

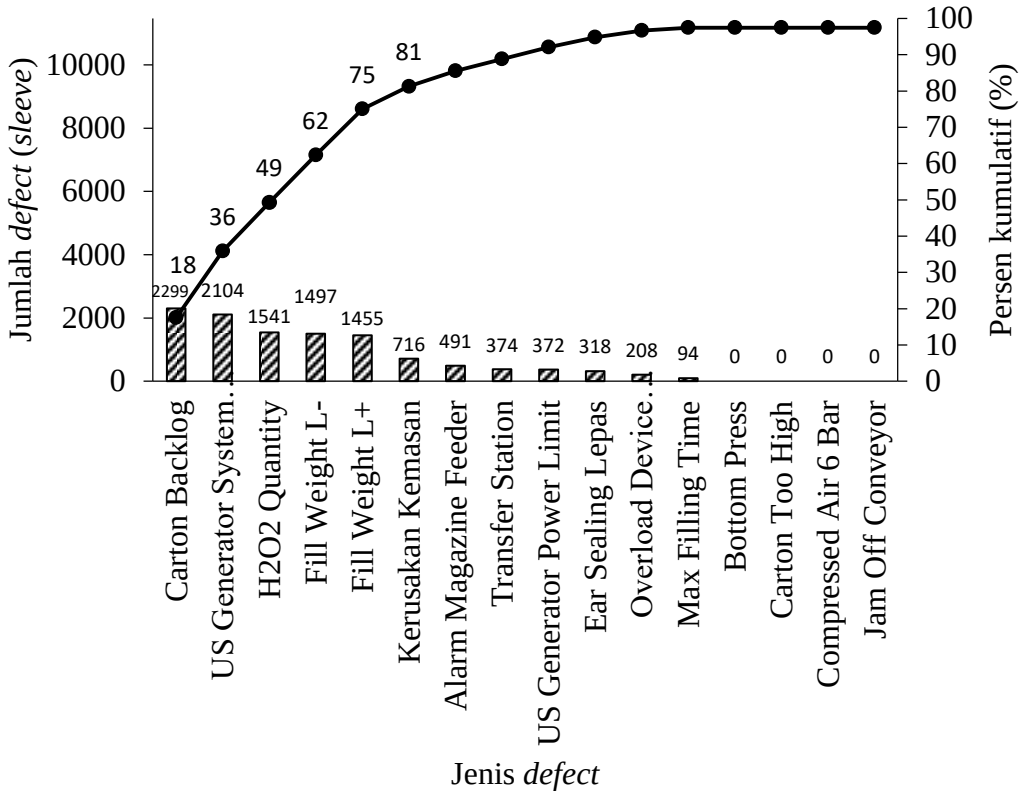
Defect	Jumlah
Pack penyok *casepacker*	572
Pack pecah *casepacker*	16
Defect carton casepakcer	179
Pack penyok *buffertable*	428
Pack penyok ACB *machine*	1855

Diagram pareto

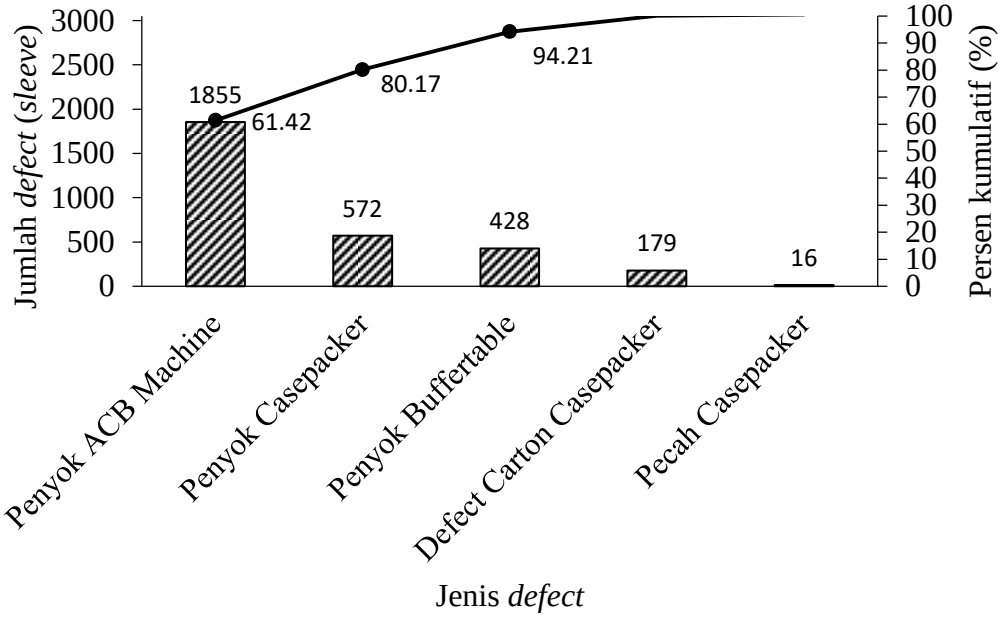
Diagram pareto merupakan kombinasi diagram batang dan diagram garis yang digunakan untuk memudahkan dalam mencari permasalahan utama dalam suatu perusahaan (Neyestani 2017). Hal ini berfungsi agar tenaga dan biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki masalah menjadi lebih sedikit (Muhandri dan Kadarisman 2012). Melalui rekapitulasi data *check sheet* mengenai *defect* beserta jumlahnya selama 3 bulan (Januari sampai Maret 2020), diagram pareto dibuat untuk mengetahui *defect* yang menyebabkan *sleeve loss* tertinggi pada *line* 5. *Sleeve loss* tertinggi ini mengacu pada prinsip diagram pareto, yaitu berlaku aturan 80/20 yang artinya 20% jenis kecacatan dapat menyebabkan 80 % kegagalan proses. Hal ini berarti 80 % masalah kualitas disebabkan oleh 20 % penyebab kerusakan, sehingga dipilih jenis-jenis cacat dengan kumulatif mencapai 80 % dengan asumsi bahwa 80 % jenis-jenis cacat tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi (Devani dan Wahyuni 2016). Diagram

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

pareto *line* 5 ditunjukkan pada Gambar 5 untuk *filler* dan Gambar 6 untuk *downstream*.



Gambar 5 Diagram pareto jenis *defect filler line* 5



Gambar 6 Diagram pareto jenis *defect downstream line* 5

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Diagram pareto pada masing-masing Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan *defect* dominan yang menjadi penyebab terjadinya *sleeve loss*. Gambar 5 menunjukkan *defect* dominannya meliputi *carton backlog*, *US generator system alarm*, H_2O_2 *quantity*, *fill weight L-*, *fill weight L+*, dan *pack damage* (kerusakan kemasan). Sementara, Gambar 6 memiliki *defect* dominan, yaitu *pack* penyok ACB *machine* dan *pack* penyok *casepacker*. Menurut prinsip yang mengacu pada Devani dan Wahyuni (2016), jika *defect* tersebut dapat ditangani, 80 % masalah dapat terselesaikan. Hal ini mendasari *defect-defect* tersebut diprioritaskan untuk dianalisis dan dicari solusi perbaikannya terlebih dahulu.

Defect yang terjadi memiliki cakupan pengertiannya masing-masing. *Carton backlog*, yaitu kondisi terjadinya *reject* produk pada bagian akhir *filler* yang disebabkan oleh kondisi *jammed* atau kemacetan pada jalur akibat adanya masalah, seperti tersangkutnya kemasan. *US generator system alarm* merupakan kondisi terjadinya anomali pada bagian *top sealing* atau perekatan bagian atas *pack* dengan *ultra sound generator*, sehingga menimbulkan *alarm* berbunyi. H_2O_2 *quantity* merupakan kondisi saat kuantitas hidrogen peroksida (H_2O_2) tidak memenuhi standar untuk melakukan sterilisasi *pack* sebelum *filling* produk berlangsung. *Fill weight L-* merupakan kondisi volume susu UHT dalam kemasan kurang dari standar yang berlaku. Sebaliknya, *fill weight L+* merupakan kondisi volume susu UHT dalam kemasan melebihi standar yang berlaku. Sementara, kerusakan kemasan merupakan kondisi kemasan yang memiliki bentuk yang tidak sesuai dengan standar perusahaan, sehingga tertangkap sensor pada mesin *filler* dan menimbulkan *alarm* berbunyi.

Defect pada bagian *downstream* terletak di bagian ACB *machine* dan *casepacker*. ACB *machine* adalah *cap applicator*, yaitu mesin untuk memasang tutup pada kemasan. *Casepacker* adalah mesin untuk mengemas *pack* susu UHT ke dalam kemasan karton sebagai kemasan sekundernya, sehingga menjadi *finish good*. *Penyok* ACB *machine* dan penyok *casepacker* merupakan kondisi saat kemasan penyok di dalam masing-masing mesin.

DPMO

Tahap *measure* kemudian dilakukan melalui perhitungan nilai *Defect Per-Milion Opportunity* (DPMO) berdasarkan jumlah *defect* dan jumlah produksinya, serta disertakan juga nilai *sigma* berdasarkan nilai DPMO. Perhitungan jumlah *defect* dinyatakan dalam nilai DPMO yang merupakan kemungkinan terjadinya cacat dalam satu juta kali proses produksi. Jumlah *defect* merupakan *avoidable sleeve loss* pada bagian *filler* dan *downstream*. *Defect* tersebut didefinisikan sebagai temuan jumlah *sleeve* cacat yang tidak memenuhi kriteria standar perusahaan selama proses pengemasan. Perhitungan nilai DPMO dan nilai *sigma* pada *line* 5 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai DPMO dan nilai *sigma avoidable sleeve loss line* 5

Varian ukuran	Jumlah produksi/ *sucked in* (*sleeve*)	Jumlah *defect*/ *avoidable sleeve loss* (*sleeve*)	DPMO	Nilai *sigma*
900 mL	9339986	212270	22727	3.50

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

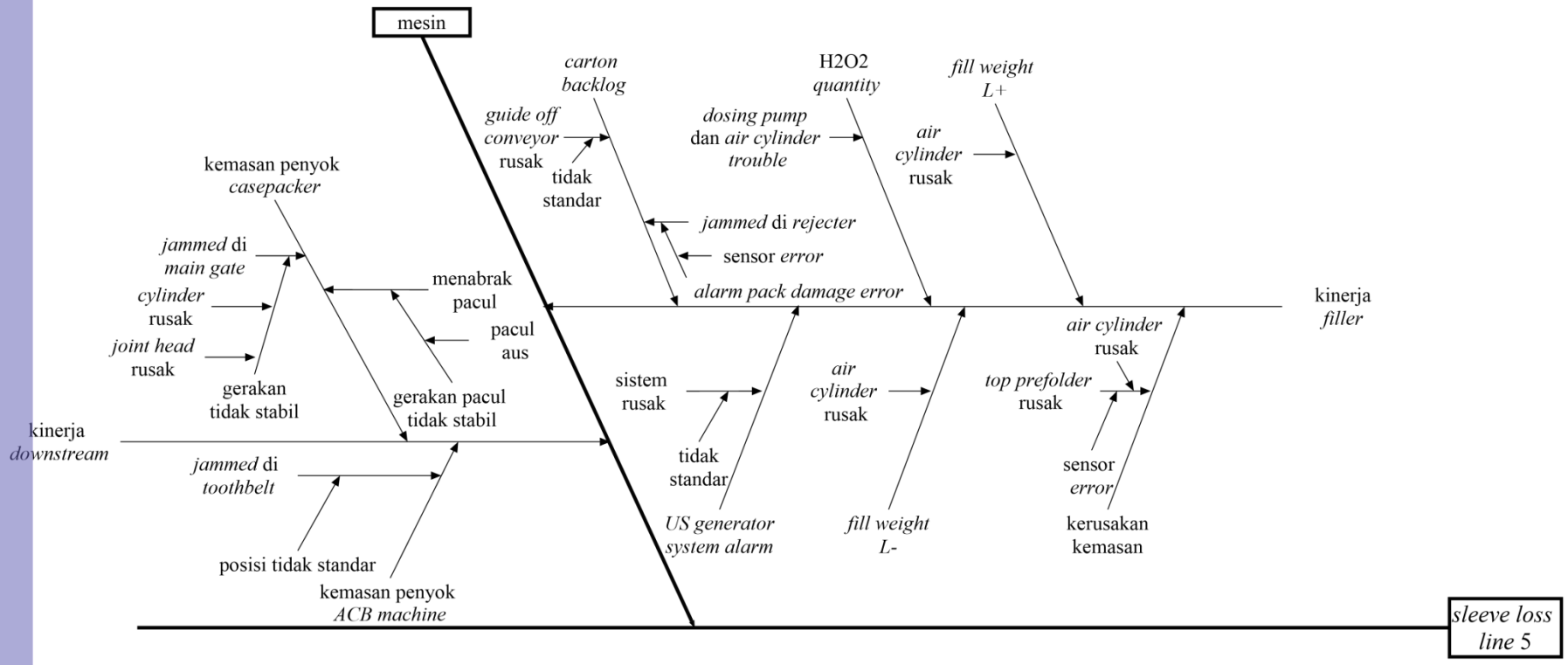
Data hasil perhitungan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai awal *sigma sleeve loss line* 5 adalah 3.50. Hal ini diperoleh dari jumlah *defect* dan jumlah produksinya, yaitu DPMO sebesar 22727. Semakin besar jumlah *defect*, maka semakin besar nilai DPMO dan semakin kecil nilai *sigma*nya. Hal ini berarti semakin rendah kualitas kerja bagian mesin tertentu yang menjadi letak *defect* pada *line* 5 tersebut. Jenis *defect* pada *line* 5 yang memiliki jumlah mencapai 80 % secara kumulatif berdasarkan diagram pareto sebelumnya akan dianalisis penyebabnya untuk bisa merumuskan tindakan perbaikan.

Analyze

Tahap *analyze* dilakukan pada *line* 5 sebagai *line* dengan persentase *sleeve loss* terbesar. *Analyze* difokuskan pada jenis-jenis cacat (*defect*) dengan kumulatif mencapai 80 % berdasarkan diagram pareto sebelumnya. Umumnya, penyebab *defect* akan dibagi ke dalam empat kategori, yaitu *man*, *material*, *method*, dan *machine*. Analisis penyebab pada proses pengemasan (*filler* dan *downstream*) dapat dilihat dengan tampilan diagram Ishikawa seperti pada Gambar 7. Diagram Ishikawa tersebut dapat membantu menentukan akar permasalahan dari masing-masing jenis *defect* yang terjadi.

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

-undang
n atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
kan kepentingan yang wajar IPB University.
an memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 7 Diagram Ishikawa penyebab *defect* pada *sleeve loss line* 5

IPB University
Perpustakaan IPB University

Hasil penelusuran penyebab masing-masing *defect* pada diagram Ishikawa menunjukkan bahwa seluruh masalah merujuk pada aspek *machine*. Penyebab terjadinya *defect* tersebut akan dilanjutkan dengan perumusan tindakan koreksi pada tahap selanjutnya, yaitu tahap *improve*.

Improve

Hasil diagram Ishikawa menunjukkan bahwa akar permasalahan dari masing-masing *defect* berbeda-beda. Tahap *improve* akan menjadi tahap penentuan tindakan sebagai bentuk perbaikan atas masalah yang menjadi penyebab *defect* pada masing-masing mesin *filler* dan *downstream*. Tindakan perbaikan seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6 merupakan tindakan yang telah direncanakan berdasarkan diskusi pada *workshop* sebelumnya. Tindakan perbaikan diimplementasikan pada saat proses produksi berjalan dan disesuaikan dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

Tabel 5 Tindakan perbaikan mesin *filler line* 5

Defect	Akar masalah	Tindakan perbaikan
Carton backlog	*Guide off conveyor* tidak standar	Perbaikan posisi *guide off conveyor*
	Sensor *alarm pack damage error*	Perbaikan sensor *alarm pack damage*
US generator system alarm	Tidak standar	Pemeriksaan standar sistem serta pembuatan OPL *update* dan *refreshment* untuk US *system standard*
H_2O_2 *quantity*	Sistem *dosing pump* dan *air cylinder trouble*	Perbaikan sistem
Fill weight L-	*Air cylinder* rusak	Perbaikan *air cylinder*
Fill weight L+	*Air cylinder* rusak	Perbaikan *air cylinder*
Kerusakan kemasan	*Air cylinder* rusak	Perbaikan *air cylinder*
	Sensor *top prefolder error*	Perbaikan sensor *top prefolder*

Tabel 6 Tindakan perbaikan mesin *downstream line* 5

Defect	Akar masalah	Tindakan perbaikan
Penyok ACB *machine*	*Jammed pack* di *toothbelt*	Pembuatan OPL *jammed pack* di ACB *machine*
Penyok *casepacker*	*Cylinder* dan *joint head main gate* rusak	Penggantian *cylinder* dan *joint head*
	Pacul (*side flap)* aus	Modifikasi pacul (*side flap*) menjadi *air cylinder system*

Setelah proses tindakan perbaikan dijalankan, pengamatan perubahan *sleeve loss* kembali dilakukan berdasarkan jumlah *sleeve* yang masuk ke dalam mesin *filler* dan *output* yang dihasilkan dari *downstream*. Data hasil perbaikan diambil pada bulan Mei 2020 melalui perhitungan persentase *avoidable sleeve loss* beserta

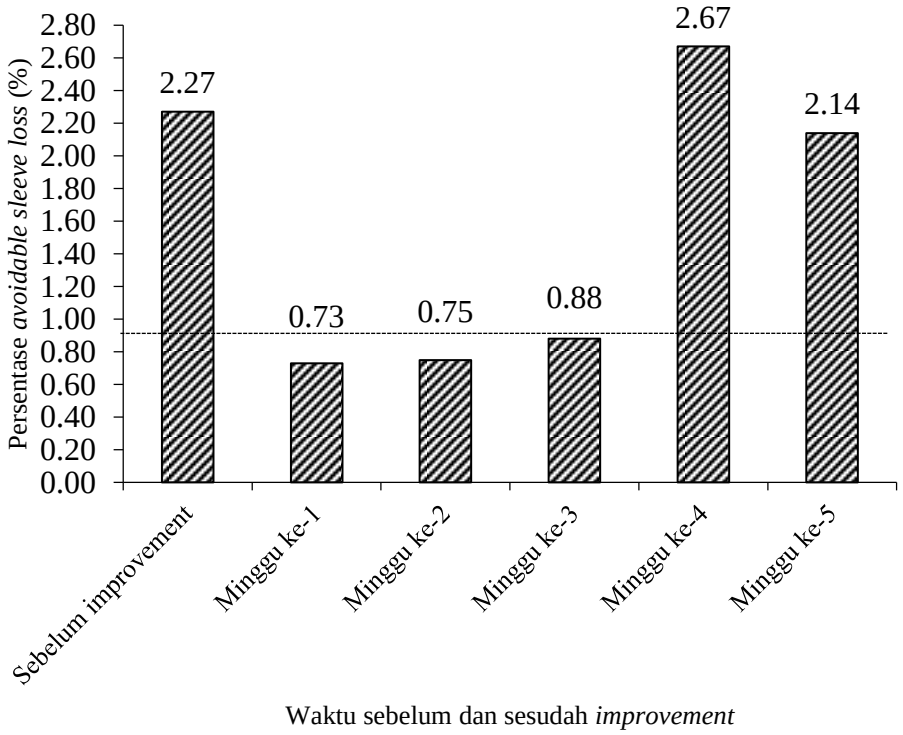
IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

nilai DPMO dan nilai *sigma*nya seperti yang dilakukan pada tahap *define* dan *measure*. Perubahan persentase *avoidable sleeve loss* hasil *improvement* setiap minggunya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil *improvement* proses pengemasan *line* 5

	Sucked in (*sleeve*)	*Output down-stream* (*sleeve*)	*Total unavoidable sleeve loss* (*sleeve*)	*Total avoidable sleeve loss* (*sleeve*)	*Total sleeve loss* (*sleeve*)	Persentase *avoidable sleeve loss* (%)
Sebelum *improvement*	9339986	9095496	32220	212270	244490	2.27
Setelah *improvement*						
Minggu ke-1	412553	408156	1374	3023	4397	0.73
Minggu ke-2	284473	281448	885	2140	3025	0.75
Minggu ke-3	908450	897216	3207	8027	11234	0.88
Minggu ke-4	433911	419988	2349	11574	13923	2.67
Minggu ke-5	338005	329412	1345	7248	8593	2.14

Data pada Tabel 7 menunjukkan nilai persentase *avoidable sleeve loss line* 5 berdasarkan jumlah *sleeve* yang masuk ke dalam mesin *filler* dan jumlah *sleeve* sebagai *output* pada mesin *downstream* saat sebelum *improvement* dan setelah *improvement* dilakukan. Perubahan *avoidable sleeve loss* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 8. Persentase target yang diharapkan digambarkan dengan garis putus-putus.



Gambar 8 Perubahan *avoidable sleeve loss line* 5 sesudah *improvement*

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
©Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Diagram persentase pada Gambar 8 menunjukkan perubahan *avoidable sleeve loss* dari sebelum *improvement* hingga setelah *improvement* diimplementasikan. Persentase *avoidable sleeve loss* sebelum *improvement* (Januari 2020 sampai Maret 2020) adalah 2.27 %. Setelah tahap *improve* berlangsung, persentase *avoidable sleeve loss* pada bulan Mei 2020 di minggu ke-1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut adalah 0.73 %, 0.75 %, 0.88 %, 2.67 %, dan 2.14 %. Nilai tersebut masih menunjukkan adanya anomali pada minggu ke-4 dan ke-5. Keduanya masih melewati target yang diharapkan. Persentase minggu ke-4 masih lebih besar dari persentase awal, namun persentase minggu ke-5 sudah lebih kecil dari persentase awal. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan nilai *sleeve loss* masih belum konstan, meskipun secara keseluruhan sudah mengalami penurunan dibandingkan saat sebelum *improvement.* Hal ini menunjukkan bahwa jumlah *sleeve* yang terbuang karena terjadinya *defect* cenderung dapat berkurang. Penyebab penurunan nilai *avoidable sleeve loss* yang belum konstan perlu dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh penyebab dan tindakan koreksi yang lebih tepat agar penurunan nilai dapat lebih konstan.

Mengacu pada penelitian sebelumnya, upaya mengurangi *sleeve loss* juga telah dilakukan pada *line* yang berbeda untuk produk serupa, yaitu susu UHT di PT XYZ dengan target *avoidable sleeve loss* sebesar 0.20 %. Menurut penelitian Adeline (2019), implementasi perbaikan pada *line* 2, 3, 4, 7, dan 9 di PT XYZ juga memperlihatkan adanya kecenderungan penurunan persentase *sleeve loss.* Persentase *sleeve loss* awal sebesar 0.29 %, kemudian mengalami perubahan setelah perbaikan dilakukan pada minggu ke-1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut menjadi 0.26 %, 0.37 %, 0.23 %, 0.20 %, dan 0.23 %. Hal ini menunjukkan adanya pula kecenderungan penurunan nilai *sleeve loss*, meskipun terjadi pula anomali di minggu ke-2. Namun, hasil perbaikan pada *line* 2, 3, 4, 7, dan 9 yang mencapai target hanya terdapat pada minggu ke-4. Sementara persentase di minggu yang lainnya masih belum mencapai target yang ditetapkan. Sementara nilai DPMO dan nilai *sigma* hasil *improvement line* 5 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil *improvement avoidable sleeve loss line* 5

	Jumlah produksi/ *sucked in* (*sleeve*)	Jumlah *defect*/ *avoidable sleeve loss* (*sleeve*)	DPMO	Nilai *sigma*
Sebelum *improvement*	9339986	212270	22727	3.50
Setelah *improvement*	2377392	32012	13465	3.71

Data pada Tabel 8 menunjukkan nilai DPMO dan nilai *sigma avoidable sleeve loss line* 5 sebelum dan setelah *improvement*. Nilai DPMO dan nilai *sigma* sebelum *improvement* pada bulan Januari sampai Maret 2020 sebesar 22727 dan 3.50. Setelah *improvement* berlangsung, nilainya pada bulan Mei 2020 berubah menjadi 13465 dan 3.71. Berdasarkan perhitungan tersebut, terjadi penurunan nilai DPMO serta kenaikan nilai *sigma* sebesar 0.21 setelah tahap *improve* diimplementasikan. Nilai *sigma* menunjukkan toleransi terhadap kecacatan selama

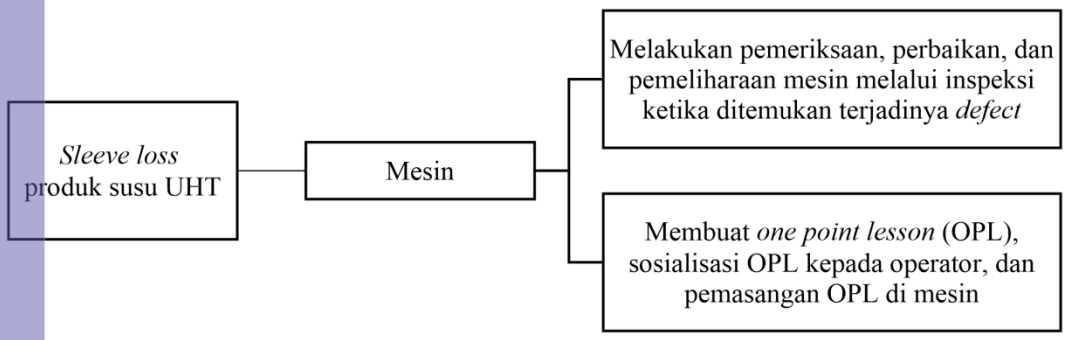
IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

proses. Apabila jumlah cacat dapat diturunkan, maka nilai *sigma* akan meningkat. Kenaikan nilai *sigma* menunjukkan toleransi yang diberikan pada kecacatan selama proses produksi semakin kecil, sehingga kapabilitas prosesnya berarti semakin tinggi (Wahyani *et al.* 2010). Hal ini ditunjukkan dengan nilai DPMO yang lebih rendah dan nilai *sigma* yang lebih tinggi dari nilai sebelumnya, sehingga menunjukkan terjadinya pengurangan jumlah *sleeve* yang terbuang akibat terjadinya *defect*.

Implementasi metode DMAIC dengan penerapan *six sigma* juga telah diaplikasikan pada beberapa perusahaan lain, khususnya untuk mengurangi jumlah kemasan terbuang akibat terjadinya cacat yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian kemasan dengan standar perusahaan. Menurut penelitian Maulidia (2017), salah satunya adalah mengenai penurunan cacat kemasan *sachet* susu kental manis di PT X. *Loss* produk tertinggi didapatkan pada produk susu kental manis *sachet* sebesar 2 % yang berada di atas toleransi *loss* perusahaan sebesar 1 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah tahap *improvement*, jumlah kemasan terbuang (*loss*) akibat kebocoran menurun secara signifikan, yaitu dari 681 karton menjadi 189 karton serta meningkatkan nilai *sigma* dari 5.798 menjadi 5.942. Hal ini menunjukkan perbandingan penerapan metode DMAIC untuk mengurangi *loss* pada perusahaan yang berbeda. Hasil pada PT X menunjukkan penurunan *loss* secara signifikan, sementara penurunan *loss* pada PT XYZ juga terjadi meskipun belum konstan dan masih terdapat anomali yang menunjukkan peningkatan persentase pada minggu ke-4 dan ke-5.

Control

Tahap *improve* yang telah diimplementasikan sudah cenderung menurunkan nilai *sleeve loss* dan meningkatkan nilai *sigma* sebesar 0.21. Tahap *control* dilakukan melalui pembuatan *counteraction plan* seperti pada Gambar 9 agar proses pengemasan dapat tetap dikendalikan dan tidak mengalami kenaikan jumlah *sleeve loss*.



Gambar 9 *Counteraction plan* proses pengemasan *line* 5

Pengendalian ini merupakan saran terhadap PT XYZ yang berfokus pada kategori *machine* sehubungan dengan kecenderungan aspek *machine* sebagai penyebab *defect*. Pengendalian berupa pemeriksaan, perbaikan, dan pemeliharaan mesin melalui inspeksi dilakukan apabila ditemukan terjadinya *defect*, selain

IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University
©Hak cipta milik IPB University
IPBUniversity

inspeksi rutin yang sudah dilakukan. Selain itu, diperlukan pembuatan *one point lesson* (OPL) dan sosialisasi kepada operator. OPL yang telah disepakati dapat ditempelkan pada bagian mesin. Panduan OPL diharapkan dapat membantu operator untuk dapat memahami dan mengatasi *problem* yang terjadi di lapangan. Hal ini bertujuan mempertahankan kestabilan penurunan nilai *sleeve loss* dan keberlangsungan proses pengemasan pada mesin *filler* dan *downstream* yang baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Metode DMAIC telah diimplementasikan untuk mengidentifikasi *sleeve loss*, menganalisis penyebab terjadinya *defect* pada *sleeve loss*, dan melakukan *improvement* untuk menurunkan terjadinya *sleeve loss* pada proses pengemasan produk susu UHT *line* 5 di PT XYZ. Penyebab *sleeve loss* yang signifikan adalah terjadinya *defects* aspek *machine* (mesin) pada masing-masing area *filler* dan *downstream*. *Defect* pada mesin *filler* meliputi *carton backlog*, *US generator sustem alarm*, H_2O_2 *quantity*, *fill weight L-* dan *fill weight L+*, serta kerusakan kemasan. Sementara, *defect* pada mesin *downstream* meliputi penyok ACB *machine* dan penyok *casepacker*. Setiap *defect* sebagai penyebab *sleeve loss* disebabkan oleh akar masalah yang berbeda-beda, meliputi kerusakan bagian mesin serta terjadinya sistem *error* dan sistem tidak standar. Tindakan perbaikan terhadap setiap penyebab masalah diimplementasikan melalui perbaikan, modifikasi, dan *refreshment standard* mesin sebagai bentuk *improvement.* Hasil implementasi tindakan perbaikan tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai *sleeve loss* mendekati targetnya sebesar 0.89 % apabila dibandingkan dengan nilai sebelum *improvement* sebesar 2.27 %, meskipun masih terdapat anomali (persentase melebihi target) pada minggu ke-4 dan ke-5. Sementara itu, terjadi penurunan nilai DPMO serta kenaikan nilai *sigma* sebesar 0.21 setelah tahap *improve* diimplementasikan. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan *sleeve loss* secara keseluruhan, meskipun masih belum konstan akibat terjadinya anomali.

Saran

Beberapa saran perlu dilakukan oleh PT XYZ untuk menjaga kualitas proses pengemasan dengan menurunkan *sleeve loss.* Saran tersebut antara lain pertama, tetap melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan mesin secara teratur agar masalah cepat teridentifikasi dan diatasi. Kedua, perlunya mempertegas pencatatan *defect* secara *real time* pada pada *online reporting system* (ORS) agar penyebab *loss* dapat dideteksi dengan jumlah yang lebih tepat. Selain itu, perlunya pencatatan *defect* pada bagian *downstream* juga sehingga membantu proses identifikasi *sleeve loss* pada masing-masing bagian *filler* dan *downstream* secara lebih detail. Ketiga, perlu adanya pembuatan *one point lesson* (OPL) secara lebih lengkap pada

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

bagian yang masih memerlukan yang diikuti dengan standardisasi pemahaman OPL oleh operator melalui sosialisasi berkala dan pemasangan OPL di mesin.

DAFTAR PUSTAKA

[BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 21 Tahun 2016 tentang Kategori Pangan. Jakarta (ID): BPOM.

[ISO] International Organization for Standardization. 2015. ISO 9001:2015 Quality management systems: fundamentals and vocabulary. *Online Browsing Platform* [Internet]. [diunduh 2020 Juli 8]. Tersedia pada: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:en.

Adeline V. 2019. Upaya mengurangi *sleeve* dan *intermediate loss* pada produksi susu UHT dengan pendekatan *plan, do, check, action* (PDCA) di PT XYZ [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Banuelas R, Antony J, Brace M. 2005. An application of six sigma to reduce waste. *Quality and Reliability Engineering International.* 21:553-570.

Caesaron D, Tandianto. 2015. Penerapan metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC pada proses *handling painted body bmw x3* (studi kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). *Jurnal PASTI.* 9(3):248–256.

Chow AT, Moseley JL. 2017. Comparisons of six sigma, lean, and human performance technology/performance improvement. *Performance Improvement.* 56(1):6–13.

Chugani N, Kumar V, Garza-Reyes JA, Rocha-Lona L, Upadhyay A. 2017. Investigating the green impact of lean, six sigma, and lean six sigma. *International Journal of Lean Six Sigma.* 8(1):7–32.

De Mast J, Lokkerbol J. 2012. An analysis of the six sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics.* 139(2):604–614.

Devani V, Wahyuni F. 2016. Pengendalian kualitas kertas dengan menggunakan *statistical process control* di *paper machine* 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri.* 15(2):87-93.

Gaspersz V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP.* Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.

Goh TN. 2010. Six triumphs and six tragedies of six sigma. *Quality Engineering*. 22(4):299–305.

Hendradi CT. 2006. *Statistik Six Sigma dengan Minitab: Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas.* Yogyakarta (ID): Andi Offset.

Hollywood L, Wells L, Armstrong G, Farley H. 2013. Thinking outside the carton: attitudes towards milk packaging. *British Food Journal.* 115(6):899–912.

Hung SC, Sung MH. 2011. Applying six sigma to manufacturing processes in the food industry to reduce quality cost. *Scientific Research and Essays.* 6(3):580–591.

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Julianti S. 2017. *A Practical Guide to Flexible Packaging*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.

Kontominas M. 2010. Effects of packaging on milk quality and safety. *Improving the Safety and Quality of Milk*. 136–158.

Linderman K, Schroeder RG, Zaheer S, Choo AS. 2003. Six sigma: a goaltheoretic perspective. *Journal of Operations Management*. 21(2):193–203.

Maulidia R. 2017. Penurunan cacat pada kemasan *sachet* susu kental manis di PT X dengan metode *six sigma* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Muhandri T, Kadarisman D. 2012. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan*. Bogor (ID): IPB Press.

Navyanti F, Adriyani R. 2015. Higiene sanitasi, kualitas fisik dan bakteriologi susu sapi segar perusahaan susu x di Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 8(1):36–47.

Neyestani B. 2017. Seven basic tools of quality control: the appropriate techniques for solving quality problems in the organizations. *Working Paper*. 1–18.

Putra TAT, Sukarsa IKG, Srinadi IGAM. 2017. Penerapan metode *six sigma* dalam analisis kualitas produk (studi kasus produk batik *handprint* pada PT XYZ di Bali). *E-Jurnal Matematika*. 6(2):124–130.

Raharja S, Munarso SJ, Puspitasari D. 2012. Perbaikan dan evaluasi penerapan sistem manajemen mutu pada industri pengolahan tahu (studi kasus di UD. Cinta Sari, DIY). *Manajemen IKM*. 7(1):28-36.

Saryatmo MA, Salomon LL, Dayana R. 2015. Strategi minimasi *waste* alumunium foil pada proses pengemasan susu kental manis dengan menggunakan metode *lean six sigma* (studi kasus: PT X). *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. 5(17):1–9.

Sonalia D, Hubeis M. 2013. Pengendalian mutu pada proses produksi di tiga usaha kecil menengah tahu kabupaten Bogor. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*. 4(2):112-127.

Srinivasan K, Muthu S, Devadasan SR, Sugumaran C. 2016. Six sigma through DMAIC phases: a literature review. *International Journal of Productivity and Quality Management*. 17(2):236–257.

Suardi R. 2001. *Sistem Manajemen Mutu 9000:2000 : Penerapannya untuk Mencapai TQM*. Jakarta (ID): Penerbit PPM.

Tunggal AWA. 1993. *Manajemen Mutu Terpadu : Suatu Pengantar*. Jakarta (ID): PT Rineka Cipta.

Wahyani W, Chobir A, Rahmanto DD. 2010. Penerapan metode *six sigma* dengan konsep DMAIC sebagai alat pengendali kualitas. Di dalam: Ciptomulyono U, editor. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XII*; 2010 Agu 7; Surabaya, Indonesia. Surabaya (ID): Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. hlm 1-14.

Wu CH, Liu YF. 2001. Pyrolysis products of tetra pack in different oxygen concentrations. *Energy & Fuels*. 15(4):841–847.

IPB University — Bogor Indonesia —

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Stania Liedwina. Penulis lahir di Tangerang pada tanggal 16 Februari 1998 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Sugiantoro dan Pricilia Lily. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari TB (2001-2002), TK (2002-2004), SD (2004-2010), SMP (2010-2013), dan SMA (2013-2016) di Santa Ursula BSD. Penulis diterima sebagai mahasiswa Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2016 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan (ITP), Fakultas Teknologi Pertanian (FATETA) angkatan 53.

Penulis mengikuti beberapa kegiatan organisasi dan kepanitiaan selama masa studi sebagai mahasiswa. Penulis bergabung sebagai anggota *Program Sales* dalam *Association Internationale des Etudiants en Sciences Economiques et Commerciales* (AIESEC) pada tahun 2016-2017 dan anggota Divisi Kesejahteraan Anggota dalam Keluarga Mahasiswa Katolik IPB (KeMaKI) pada tahun 2017-2018. Penulis juga terlibat dalam kegiatan kepanitiaan seperti Lomba Cepat Tepat Ilmu Pangan (LCTIP) ke-XXV dan ke-XXVI, *Food Product Development Competition* (FPDC) pada tahun 2019, dan beberapa kepanitiaan lainnya. Penulis juga merupakan penerima beasiswa pendidikan, yaitu Djarum Beasiswa Plus pada tahun 2018.

@Hak cipta milik IPB University
IPB University
IPB University — Bogor Indonesia —
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University