

**ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS PRODUKSI KAIN GREY JENIS PS217 DI
PT CAMBRICS PRIMISSIMA MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh :

Nama : Yosa Permata Shafira
No. Mahasiswa : 13 522 235

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017**



PT. PRIMISSIMA (Persero)

Jl. Raya Magelang Km. 15 Medari Sleman Yogyakarta 55515. Indonesia Telp. (0274) 868 408, Fax. (0274) 868 417 e-mail: sekretariat@primissima.co.id - marketing@primissima.co.id

SURAT KETERANGAN

No : 136 /600/Ket/2017

PT. PRIMISSIMA(persero) Medari Sleman Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Yosa Permata Shafira
No. Mahasiswa : 13 552 235
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
Jurusan : Teknik Industri
Mulai Riset : 20 Februari – 21 Maret 2017
Judul : Analisis Perbaikan Kian Grey Jenis PS 217
Di PT Cambrics Primissima Menggunakan
Metode Lean Six Sigma.

telah melaksanakan Riset di PT PRIMISSIMA(persero), Medari, Sleman, Yogyakarta.
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medari, 15 Mei 2017

PT PRIMISSIMA(Persero)




Ade Permata
Kepala Sekretariat

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui bahwa karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 29 Mei 2017



Yosa Permata Shafira

13522235

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS PRODUKSI KAIN GREY JENIS PS217 DI
PT CAMBRICS PRIMISSIMA MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA***

TUGAS AKHIR



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS PRODUKSI KAIN GREY JENIS PS217 DI
PT CAMBRICS PRIMISSIMA MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA****TUGAS AKHIR**

Oleh:

Nama : Yosa Permata Shafira
NIM : 13 522 235
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 Mei 2017

Tim Penguji

Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc
Ketua

Harwati, S.T., M.T
Anggota I

Joko Sulistio, S.T., M.Sc
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk k-e-e-m-p-a-t orangtua saya yang luar biasa.

Bapak Erwin Winanto dan Ibu Rohimah

Bapak Mochammad Fauzan dan Ibu Tetty Syarah

Terimakasih sudah mengajarkan untuk tetap kuat,

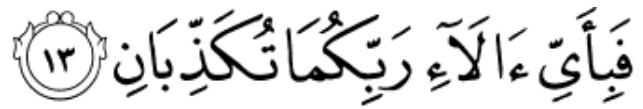
tabah dan sabar dalam menghadapi segala hal.

Terimakasih untuk berjuta perhatian,

motivasi dan doa-doa yang selalu dilafalkan.

Salam Rindu.

MOTTO



“Maka nikmat Tuhan yang manakah yang kamu dustakan? ”
(Q.S. Ar Rahman: 13)

“...dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada Engkau, ya Rabbku”
(Q.S. Maryam: 4)

“Tetaplah menjadi **Kuat**. Meski kamu bukan yang **Terhebat**”
(Yosa Permata Shafira)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur senantiasa tercurahkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam selamanya tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir **ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS PRODUKSI KAIN GREY JENIS PS217 DI PT CAMBRICS PRIMISSIMA MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA** ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan lancar.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat dan penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan motivasi dalam rangka menyelesaikan laporan ini kepada :

1. Bapak Dr. Drs., Imam Djati Widodo M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng selaku Ka. Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc. selaku pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, motivasi, serta bimbingan dalam penyusunan ini.
4. PT Cambrics Primissima yang berkenan menjadi tempat penelitian.
5. Keempat orangtua, Bapak Erwin Winanto, Bapak Mochammad Fauzan, Ibu Rohimah dan Ibu Tetty Syarah untuk segala perhatian, motivasi dan doa yang diberikan sehingga kelancaran akan penyelesaian tugas akhir ini dapat terlaksana dengan lancar.
6. Yosi Mutiara Pertiwi, saudari kembar saya, teman berbagi segala hal dari yang terkecil sampai hal terbesar, juga sebagai “saingan” dan motivasi saya agar mampu menyelesaikan tugas akhir bersama-sama.
7. Syifa Natiqah, Rizky Noor Amelia, Aesthesia Nurasih dan Hermawati Kartini selaku sahabat yang sangat berjasa dalam membantu proses pengambilan data dan juga sangat berperan dalam memotivasi dan menghibur selama masa-masa pengerjaan skripsi ini. Daebakkkk!!
8. Asisten Laboratorium Inovasi dan Pengembangan Organisasi (IPO) UII untuk kekeluargaan serta motivasi yang telah diberikan,.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Industri 2013 yang telah menemani perjuangan untuk mencapai kesuksesan masa depan.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait, yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin ya Rabbal'alamin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya

Yogyakarta, 29 Mei 2017

Yosa Permata Shafira

ABSTRAK

Kualitas merupakan suatu peranan penting dalam sebuah usaha. Kualitas yang baik ialah kualitas yang mampu memenuhi standar yang telah ditentukan. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik produk maupun prosesnya. PT Cambrics Primissima masih mengalami tingginya tingkat cacat produk yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan perhitungan 6 periode yaitu September 2016-Februari 2017 dengan tujuan untuk meminimasi *waste* yang terjadi di PT Cambrics Primissima sehingga mampu mengefisienkan kinerja dan meningkatkan kualitas produksi perusahaan. *Waste Assessment Model* (WAM) digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan apa saja yang paling sering terjadi dengan cara pemberian pembobotan sesuai jenis *waste*. Hasilnya menunjukkan peringkat pemborosan secara berurutan dari terbesar sampai terkecil yaitu *defect* 26.12%, *inventory* 20.36%, *motion* 15.26%, *transportation* 14.51%, *overproduction* 12.91%, *waiting* 7.17% dan *process* 3.67%. Selanjutnya *SIX SIGMA* (DMAIC) didapatkan hasil proses 4 CTQ didapatkan nilai tingkat sigma 3.32 sedangkan PPM 3 CTQ didapatkan nilai tingkat sigma 3.61. Hal tersebut menunjukkan nilai level Sigma PT Cambrics Primissima masih berada dibawah nilai level sigma perusahaan jepang dengan nilai rata-rata 5 sigma. Dibagian *improve* digunakan FMEA AHP didapati hasil peringkat pertama yaitu Sisa Pakan tidak dibersihkan dengan nilai dan peringkat kedua sisa benang tidak terpotong dengan nilai RPN 8.04 hal ini diakibatkan saat terjadi pakan putus operator tidak membersihkan mesin dari pakan yang tersisa. Sedangkan peringkat ketiga mesin tidak berfungsi dengan baik memiliki nilai RPN yaitu 7.32 hal ini diakibatkan oleh mesin yang tidak berfungsi dengan baik dikarenakan terdapatnya sejumlah kleting yang patah.

Kata kunci: *SIX SIGMA* , WAM, FMEA AHP.

DAFTAR ISI

SURAT BUKTI PENELITIAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Definisi Kualitas	13
2.3 Konsep <i>Six Sigma</i>	13
2.4 Pengendalian Kualitas <i>Six Sigma</i>	14
2.4.1 SIPOC Diagram (<i>Supplier-Input-Process-Output-Customer</i>).....	14
2.4.2 Diagram Pareto	15
2.4.3 <i>Fishbone Diagram</i>	15
2.4.4 <i>Critical To Quality</i>	16
2.4.5 Pengukuran Peta Kendali Control.....	17
2.4.6 Pengukuran Baseline Kinerja Data (PPM Dan Tingkat Sigma)	18
2.5 Konsep <i>Waste</i>	19
2.6 Identifikasi <i>Waste</i>	20
2.6.1 <i>Seven Waste Relationship (SWR)</i>	20
2.6.2 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	24
2.6.3 <i>Waste Assesment Questionnaire (WAQ)</i>	25
2.7 Konsep FMEA.....	27
2.8 Konsep AHP	29
2.9 Konsep FMEA AHP	32
2.10 <i>Benchmarking</i>	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Rancangan Penelitian	34
3.2 Objek Penelitian	34

3.3	Studi Pustaka dan Studi Lapangan	35
3.4	Pengumpulan Data.....	35
3.5	Pengolahan Data	36
3.5.1	<i>Define</i> (Mendefinisikan)	36
3.5.2	<i>Measure</i> (Mengukur)	36
3.5.3	<i>Analyze</i> (Menganalisis)	37
3.5.4	<i>Improve</i> (Memperbaiki)	37
3.6	Kesimpulan dan Saran	38
3.7	Diagram Alir Kerangka Penelitian	39
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		40
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	40
4.1.1	Sejarah Singkat Perusahaan	40
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	41
4.1.3	Hasil Produksi	42
4.2	Pengumpulan Data.....	42
4.2.1	Data Produksi.....	42
4.2.2	Data Jenis Cacat Produksi.....	44
4.2.3	Data <i>Waste Assessment Model</i>	48
4.3	Pengolahan Data	52
4.3.1	<i>Define</i>	53
4.3.2	<i>Measure</i>	60
4.3.3	<i>Analyze</i>	71
4.3.4	<i>Improve</i>	73
BAB V PEMBAHASAN.....		79
5.1	<i>Define</i>	79
5.1.1	Identifikasi Waste	79
5.1.2	SIPOC Diagram	79
5.1.3	<i>Critical To Quality</i>	81
5.2	<i>Measure</i>	82
5.2.1	Pengukuran Peta Kendali Control (U Chart)	82
5.2.2	Pengukuran Baseline Kinerja (PPM dan Tingkat Sigma).....	82
5.3	<i>Analyze</i>	83
5.4	<i>Improve</i>	86
5.4.1	FMEA Konvensional	86
5.4.2	AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)	86
5.4.3	FMEA AHP	87
5.5	Benchmarking.....	88
5.6	Usulan Perbaikan	89
BAB VI PENUTUP		91
6.1	Kesimpulan.....	91
6.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN.....		96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Posisi Peneliti.....	9
Tabel 2. 2 Jenis Hubungan Antar <i>Waste</i>	21
Tabel 2. 3 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i>	23
Tabel 2. 4 Konversi Rentang Skors Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	25
Tabel 2. 5 Manfaat Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma	14
Tabel 2. 6 Kriteria Penilaian <i>Severity</i>	28
Tabel 2. 7 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i>	28
Tabel 2. 8 Kriteria Penilaian <i>Detection</i>	29
Tabel 2. 9 Tingkat Preferensi.....	30
Tabel 2. 10 Matriks Perbandingan Berpansangan	30
Tabel 2. 11 Nilai Rata-Rata Konsistensi.....	31
Tabel 2. 12 Jumlah Masing-Masing Elemen	31
Tabel 2. 13 Bobot Relatif Ternormalisasi.....	31
Tabel 2. 14 Eugen Vector	31
Tabel 4. 1 Data Produksi Periode September 2016-Februari 2017.....	42
Tabel 4. 2 Data Jenis Cacat dalam PIS	44
Tabel 4. 3 Data Jenis Cacat dalam Meter	46
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jawaban <i>Seven Waste Relationship</i>	48
Tabel 4. 5 Pengelompokkan Jenis Pertanyaan.....	49
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jawaban WAQ.....	50
Tabel 4. 7 Skors Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	53
Tabel 4. 8 <i>Waste Matrix Value</i>	55
Tabel 4. 9 Tabel Rekapitulasi WAQ.....	55
Tabel 4. 10 Persentase <i>Critical to Quality</i>	59
Tabel 4. 11 Peta U Chart 4 CTQ.....	61
Tabel 4. 12 Tabel Peta U 4 CTQ Terkendali	62
Tabel 4. 13 Peta U Chart 3 CTQ.....	64
Tabel 4. 14 Peta U Chart 3 CTQ Terkendali	65
Tabel 4. 15 Nilai PPM dan Tingkat Sigma 4 CTQ.....	67
Tabel 4. 16 Nilai PPM dan Tingkat Sigma 3 CTQ.....	69
Tabel 4. 17 Peringkat FMEA Konvensional.....	74
Tabel 4. 18 Perbandingan Antar Kriteria.....	75
Tabel 4. 19 <i>Eugen Vector Severity, Occurrence dan Detection</i>	75
Tabel 4. 20 Nilai <i>Consistency Ratio</i>	77
Tabel 4. 21 Peringkat FMEA AHP	77
Tabel 4. 22 Perbandingan Nilai RPN Konvensional dan AHP.....	78
Tabel 5. 1 <i>Benchmark</i> Perusahaan Tekstil dan Garmen.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Persentase Cacat.....	2
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 <i>Waste Relationship Matrix</i>	54
Gambar 4. 2 Rekapitulasi WAQ.....	55
Gambar 4. 3 SIPOC Diagram	56
Gambar 4. 4 Diagram Pareto CTQ PS 217	59
Gambar 4. 5 Grafik Peta Kendali 4 CTQ.....	62
Gambar 4. 6 Grafik Peta Kendali 3 CTQ.....	65
Gambar 4. 7 Grafik Tingkat PPM 4 CTQ.....	68
Gambar 4. 8 Grafik Tingkat Kapabilitas Sigma 4 CTQ	68
Gambar 4. 9 Grafik Tingkat PPM 3 CTQ.....	70
Gambar 4. 10 Grafik Tingkat Kapabilitas Sigma 3 CTQ	70
Gambar 4. 11 <i>Fishbone</i> Pakan Rangkap.....	71
Gambar 4. 12 <i>Fishbone</i> Sisa Pakan Teranyam	72
Gambar 4. 13 <i>Fishbone</i> Benang Bebas.....	72
Gambar 4. 14 <i>Fishbone</i> Tenun Rantas.....	73

BAB I

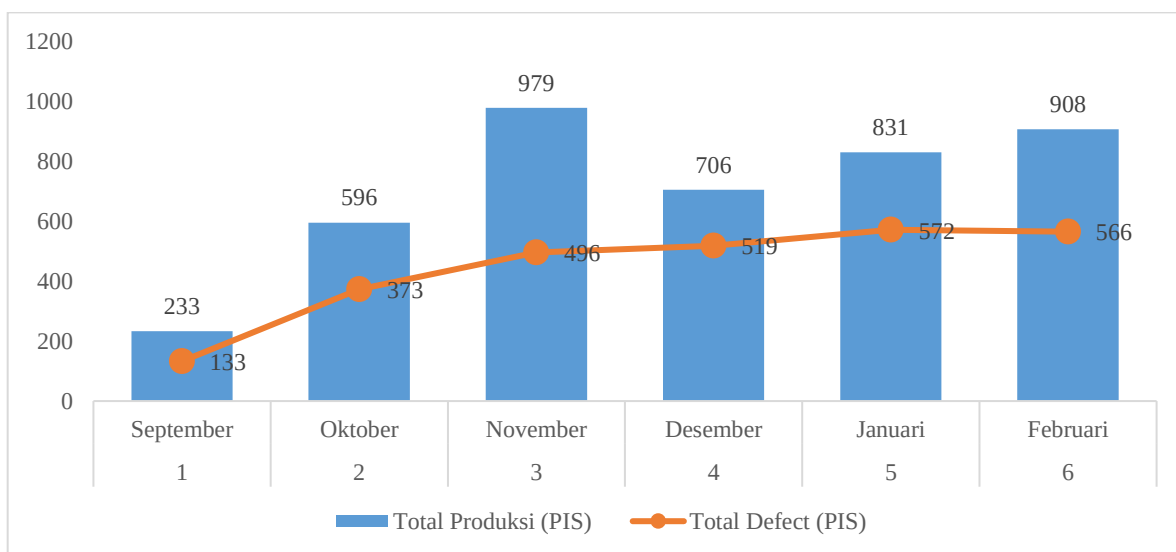
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasil ekspor global garmen, tekstil dan alas kaki menunjukkan kawasan Asia Pasifik menyumbang sebesar 59,5 persen atau \$601 miliar. Selain itu sektor garmen telah mempekerjakan lebih dari 40 juta pekerja (Huynh, 2015). Di Indonesia pada tahun 2010, industri tekstil mampu mempekerjakan hingga kurang lebih 11% dari total angkatan kerja industri, atau 1,34 juta orang di 2.853 perusahaan dan menyumbang 8,9 persen dari total ekspor negara. Hingga tahun 2014, realisasi investasi pada industri tekstil Indonesia mencapai Rp9,53 triliun, atau tumbuh 9,4% dari tahun sebelumnya (BKPM, 2016). Agar dapat mempertahankan pertumbuhan, diperlukan pendorong daya saing baru berbasis peningkatan produktivitas kerja. Hal ini menuntut perusahaan untuk selalu melakukan perbaikan dan peningkatan kinerjanya sehingga mampu berkembang lebih baik dan bersaing dengan kompetitor yang lainnya serta diharapkan perusahaan dapat memberikan kualitas terbaik pada *customer* (Utama, et al., 2016).

Menurut Vincent Gaspersz (2003) kualitas adalah segala sesuatu yang memuaskan pelanggan dan sesuai dengan persyaratan dan keutuhan. Kualitas produk merupakan kunci utama dalam memenangkan persaingan pasar, karena kualitas produk yang baik akan memberikan rasa kepercayaan pelanggan terhadap produk yang ditawarkan oleh perusahaan yang pada akhirnya akan menimbulkan loyalitas pelanggan. Apabila suatu perusahaan tidak dapat mengontrol kualitasnya dengan baik maka akan muncul berbagai permasalahan diantaranya muncul biaya perbaikan terhadap produk cacat, dan berkurangnya tingkat kepercayaan pelanggan terhadap produk yang mengakibatkan *customer loyalty* jadi menurun terhadap suatu produk.

Permasalahan mengenai kualitas dialami oleh semua jenis perusahaan termasuk salah satunya adalah PT Cambrics Primissima yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tekstil dan produk tekstil (TPT), yakni pemintalan dan pertenunan yang memproses bahan baku kapas menjadi benang kemudian memproses bahan baku kapas menjadi kain yang disebut dengan kain *grey*. Pada saat observasi dilakukan di perusahaan, permasalahan yang dihadapi departemen *weaving* pada bagian *loom* yaitu seringkali ditemukan kain cacat pada produk akhir, sebagaimana ditampilkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. 1 Data Cacat

Berdasarkan gambar 1.1 diketahui PT Cambric Primissima memproduksi kain grey jenis PS217 pada bulan September 2016 sejumlah 233 PIS dengan kejadian cacat 133 PIS. Bulan Oktober 2016 memproduksi sejumlah 596 PIS dengan kejadian cacat 373 PIS. Bulan November 2016 memproduksi sejumlah 979 PIS dengan kejadian cacat 496 PIS. Bulan Desember 2016 memproduksi sejumlah 706 PIS dengan kejadian cacat 519 PIS. Bulan Januari 2017 memproduksi sejumlah 831 PIS dengan kejadian cacat 572 PIS. Bulan Februari 2017 memproduksi sejumlah 908 PIS dengan kejadian cacat 566 PIS

Dalam mengatasi permasalahan tersebut diperlukan pengendalian kualitas produk bagi perusahaan. Pengendalian kualitas akan berupaya untuk meminimalisir angka cacat produk dan menjaga produk akhir yang dihasilkan agar sesuai dengan standar kualitas

perusahaan. Pengendalian kualitas tidak hanya berfokus pada akhir produksi saja, namun mencakup keseluruhan proses produksi dimulai dari bahan baku, barang setengah jadi hingga barang jadi siap jual. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti berusaha untuk menganalisa pengendalian kualitas cacat tertinggi di PT Cambrics Primmissima pada periode September 2016-Februari 2017 menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC di PT Cambrics Primmissima.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis pemborosan apa yang tertinggi dan faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab pemborosan yang paling dominan pada PT Cambrics Primmissima?
2. Berapa nilai level sigma pada hasil produksi PS217 PT Cambrics Primmissima?

1.3 Batasan Masalah

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan pembatasan ruang lingkup penelitian supaya pembahasan yang dilakukan dan penarikan kesimpulan akan lebih terarah. Beberapa batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Obyek penelitian dilakukan pada bagian *Weaving* dan *Grey Finishing* PT Cambrics Primmissima.
2. Data jumlah cacat yang diambil untuk perhitungan nilai sigma dimulai sejak September 2016-Februari 2017.
3. Produk yang diteliti adalah jenis kain *Shuttle Loom II* yaitu PS217.
4. Penelitian ini tidak sampai tahapan *Control*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis pemborosan yang tertinggi dan faktor-faktor penyebab pemborosan yang paling dominan pada PT Cambrics Primissima
2. Mengetahui nilai level sigma pada hasil produksi PS 217 PT Cambrics Primissima.

1.5 Manfaat Penulisan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi almamater, penulis, dan pembaca. Manfaat penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan mendapatkan input analisis dan masukan dari keilmuan Teknik Industri dalam hal *lean manufacture*.
2. Penulis memperoleh pengetahuan dengan adanya hasil yang didapat dari penelitian ini.
3. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstrukturanya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membuat kajian singkat tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian

BAB II STUDI PUSTAKA

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga untuk memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang, kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Di dalam penelitian ini dilakukan beberapa kajian terhadap penelitian terdahulu yang masih berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut membahas *lean manufacturing*, *Six Sigma*, produktivitas, eliminasi *waste*, FMEA, AHP dan gabungan dengan metode lain.

Miftachul Arifin dan H. Hari Supriyanto (2012) menyatakan suatu proses dikatakan berkualitas apabila memiliki sistem produksi yang baik dengan proses yang terkendali. Menurut Chethan Kumar C S, N V R Naidu dan K Ravindranath (2011) perbaikan kualitas proses mampu untuk mengurangi biaya produksi serta peningkatan layanan. Upaya dilakukan untuk mengenalkan dan menerapkan metodologi DMAIC di *Sun Garment Industry* yang berlokasi di Coimbatore. *Sun Garment Industry* berfokus pada mengeksport produk akhir ke negara-negara Eropa namun memiliki banyak permasalahan cacat hingga mencapai tingkat sigma 4,42. Namun setelah dilakukan identifikasi dan penerapan usulan perbaikan nilai sigma mampu direduksi mencapai angka 1.95 (Kumar, et al., 2011).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Claiborne Hardeman, Paul Goethals (2011) melakukan penelitian yang berfokus pada meningkatkan kualitas produk dan mengidentifikasi perbaikan dalam kinerja proses dengan pendekatan DMAIC. Hasil dari perubahan yang diterapkan, tingkat cacat produk berkurang hingga 94% dan rating *Lean Six Sigma* meningkat dari 0,868 sampai 3,207.

Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan metode six sigma, lean dan kaizen dengan mengurangi waktu proses kerja, *work in process* dan *lead time* proses produksi melalui eliminasi pemborosan (*waste*). Produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar

1,56 sigma menjadi 1,99 sigma dan terjadinya pengurangan waktu siklus (Faritsy, et al., 2015). Sedangkan Ploytip Jirasukprasert et. al (2012) telah melakukan studi kasus pengurangan cacat pada perusahaan sarung tangan di Thailand. Dengan menerapkan prinsip-prinsip *Lean Six Sigma* DMAIC diperoleh hasil pengurangan cacat per juta kesempatan dari 195.095 menjadi 83.750. Selain itu terjadi peningkatan tingkat Sigma dari 2,4 menjadi 2,9. (Jirasukprasert, et al., 2012)

Penelitian berikutnya dilakukan di PT Supratex dimana terdapat masalah kualitas pada benang jenis 20S. Amalia Nurullah, Lisye Fitria dan R. Hari Adianto (2014) menggunakan metode six sigma dengan tahapan DMAIC untuk memberikan perbaikan pada PT Supratex. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perubahan nilai sigma sebesar 0,185, perubahan DPMO sebesar 15742,926 dan perubahan COPQ sebesar 30%. Perubahan angka pada penelitian ini menunjukkan tahapan DMAIC mampu memberikan usulan yang lebih baik dalam perbaikan kualitas benang 20S. (Nurullah, et al., 2014)

Penelitian yang dilakukan Alkatiri et.al (2015) pada industri tekstil dan garmen di PT SSP menunjukkan bahwa dengan mengkombinasikan *Six Sigma* dengan alat bantu yaitu *seven tools* seperti diagram *fishbone*, diagram *pareto*, dan *histogram* mampu untuk menganalisa dan mengidentifikasi penyebab-penyebab cacat suatu produk sehingga nilai cacat produksi dapat dikurangi. Sebagaimana hasil analisa diketahui penyebab nilai rata-rata DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan nilai sigma sebelum implementasi 6.523,27 dan 3,98 sigma. Nilai rata-rata DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan nilai sigma setelah implementasi sebesar 4.753,80 dan 4,09 sigma dengan kata lain rata-rata DPMO mengalami penurunan sebesar 1.769,47 (27,13%) dan nilai sigma mengalami kenaikan sebesar 0,11 sigma (2,76%).

Penelitian yang dilakukan di PT. Pondok Tekstil Kreasindo menunjukkan masih terdapatnya cacat produksi diperusahaan. Sehingga, Widi Wardhana, Ambar Harsono, Gita Permata Liansari (2015) melakukan perbaikan kualitas dengan metode *Six Sigma* melalui tahap DMAIC. Pada tahap *Define* diketahui bahwa cacat bolong memiliki persentase paling besar. Terdapat 4 usulan yang diberikan dengan 2 diantaranya yang diimplementasi. Hasilnya

nilai sigma sebelum implementasi sebesar $2,983\sigma$ dan nilai sigma setelah dilakukan implementasi perbaikan $3,31\sigma$. (Wardhana, et al., 2015)

Selanjutnya penelitian sebelumnya tentang six sigma yang dilakukan oleh Shanty Kusuma Dewi (2012) didapatkan hasil tingkat nilai sigma perusahaan saat ini sebesar 3,05. Selanjutnya digunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis* dan *statistical process control* (SPC) untuk data atribut yaitu menggunakan grafik pengendali np. Dari hasil penelitian didapatkan penurunan cacat sebesar 29,87% dan terjadi peningkatan nilai sigma menjadi 3,8 setelah aplikasi konsep Six Sigma (Dewi, 2012). Sedangkan menurut Nia Budi Puspitasari, Arif Martanto (2014) penggunaan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) mampu mengidentifikasi resiko kegagalan yang terjadi selama proses produksi pada pembuatan sarung tenun di PT. Asaputex Jaya. (Puspitasari, et al., 2014). Menurut Mohamed K. Hassan (2013) penelitian yang mengintegrasikan *Lean Six Sigma* dengan alat statistik lainnya bisa memperpanjang efektivitas dan mempertahankan perbaikan yang diperoleh. Penelitian ini membandingkan kinerja sebelum dan sesudah pelaksanaan solusi yang diusulkan untuk pengurangan *waste* dengan diintegrasikan dengan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tujuannya adalah untuk menganalisis dan menilai pengaruh penyebab *waste* tertinggi untuk meningkatkan efektivitas dan memfasilitasi beberapa kemudahan penggunaan.

Tabel 2. 1 Posisi Peneliti

No.	Judul Jurnal	Penulis	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
1	<i>Performance improvement of manufacturing industry by Reducing the Defectives using Six Sigma Methodologies</i>	C S Chethan Kumar; N V R Naidu; K Ravindranath (2011)	Penelitian ini mengembangkan panduan untuk penilaian, perbaikan, dan pengendalian waste industri garmen dengan menggunakan metodologi perbaikan six sigma.	Permasalahan cacat hingga mencapai tingkat sigma 4,42. Namun setelah dilakukan identifikasi dan penerapan usulan perbaikan nilai sigma mampu direduksi mencapai angka 1.95.
2	<i>A case study: applying Lean Six Sigma concepts to design a more efficient airfoil extrusion shimming process</i>	Claiborne Hardeman, Paul Goethals (2011)	Meningkatkan kualitas produk dan mengidentifikasi perbaikan dalam kinerja proses dengan pendekatan DMAIC.	Hasil dari perubahan yang diterapkan, tingkat cacat produk berkurang hingga 94% dan rating Six Sigma meningkat dari 0,868 sampai 3,207.
3	<i>A Case Study of Defects Reduction in a Rubber Gloves Manufacturing Process by Applying Six Sigma Principles and DMAIC problem Solving Methodology</i>	Ploytip Jirasukprasert et. al (2012)	Pengurangan cacat produksi sarung tangan karet dengan menerapkan prinsip-prinsip Six Sigma DMAIC	Diperoleh pengurangan cacat per juta kesempatan (DPMO) dari 195.095 menjadi 83.750. Selain itu terjadi peningkatan tingkat Sigma dari 2,4 menjadi 2,9.
4	Minimasi Defect Product dengan Konsep Six Sigma	Shanty Kusuma Dewi (2012)	Penurunan cacat produk dengan Six Sigma, FMEA dan Statistical Process Control	Dari hasil penelitian didapatkan penurunan DPM sebesar 29,87% dan terjadi peningkatan nilai sigma menjadi 3,8 setelah aplikasi konsep Six Sigma.

No.	Judul Jurnal	Penulis	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
5	Perbaikan Kualitas Benang 20S Dengan Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma-DMAIC Di PT. Supratex	Amalia Nurullah, Lisye Fitria, R. Hari Adianto (2014)	Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mampu menganalisis cara dan memberikan usulan yang optimal untuk memperbaiki kualitas benang 20S dengan menggunakan metode Six Sigma-DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control).	Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perubahan nilai sigma sebesar 0,185, perubahan DPMO sebesar 15742,926 dan perubahan COPQ sebesar 30%. Perubahan angka pada penelitian ini menunjukkan tahapan DMAIC mampu memberikan usulan yang lebih baik dalam perbaikan kualitas benang 20S.
6	Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT Asaputex Jaya Tegal)	Nia Budi Puspitasari, Arif Martanto (2014)	Tujuan penelitian ini adalah menganalisa moda kegagalan yang menyebabkan cacat produk dengan menggunakan metode FMEA, mendapatkan resiko kegagalan proses produksi terbesar dalam nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>), memberikan usulan perbaikan untuk produksi selanjutnya.	Berdasarkan pengolahan dengan metode FMEA dapat mengidentifikasi moda kegagalan yang terjadi pada proses pembuatan sarung tenun. Moda kegagalan potensial pada proses pembuatan sarung tenun dengan alat tenun mesin (ATM) pada PT. Asaputex Jaya terdiri dari 14 jenis kegagalan.

No.	Judul Jurnal	Penulis	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
7	Peningkatan Produktivitas Perusahaan dengan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean dan Kaizen	Faritsy dan Suseno (2015)	Peningkatan produktivitas perusahaan	Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan metode six sigma, lean dan kaizen dengan mengurangi waktu proses kerja, work in process dan lead time proses produksi melalui eliminasi pemborosan (waste). Produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar 1,56 sigma menjadi 1,99 sigma dan terjadinya pengurangan waktu siklus.
8	Implementasi Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat tekstil Kain Katun Menggunakan Metode Six Sigma pada PT SSP	Hamzah Asadullah Alkatiri, Hari Adianto, Dwi Novirani (2015)	Mengurangi cacat produk kain dengan menggunakan six sigma yang dikombinasikan dengan seven tools	Nilai rata-rata DPMO (Defect Per Million Opportunity) dan nilai sigma sebelum implementasi 6.523,27 dan 3,98 sigma. Nilai rata-rata DPMO (Defect Per Million Opportunity) dan nilai sigma setelah implementasi sebesar 4.753,80 dan 4,09 sigma dengan kata lain rata-rata DPMO mengalami penurunan sebesar 1.769,47 (27,13%) dan nilai sigma mengalami kenaikan sebesar 0,11 sigma (2,76%).

No.	Judul Jurnal	Penulis	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
9	Implementasi Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Sajadah Pada Perusahaan PT. Pondok Tekstil Kreasindo	Widi Wardhana, Ambar Harsono, Gita Permata Liansari (2015)	Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memberikan usulan dan implementasi perbaikan kepada perusahaan PT. Pondok Tekstil Kreasindo dalam usaha peningkatan kualitas dengan mengurangi jumlah cacat pada produk sajadah.	Pada tahap Define diketahui bahwa cacat bolong memiliki persentase paling besar. Terdapat 4 usulan yang diberikan dengan 2 diantaranya yang diimplementasi. Hasilnya nilai sigma sebelum implementasi sebesar $2,983\sigma$ dan nilai sigma setelah dilakukan implementasi perbaikan $3,31\sigma$.
10	Analisis Perbaikan Kualitas Produksi Kain Grey Jenis PS217 Di PT Cambrics Primmisima Menggunakan Metode Six Sigma	Yosa Permata Shafira (2017)	Penentuan jenis pemborosan yang tertinggi dan faktor penyebabnya serta menganalisis nilai tingkat sigma	

2.2 Definisi Kualitas

Menurut Vincent Gaspersz, kualitas adalah segala sesuatu yang memuaskan pelanggan dan sesuai dengan persyaratan dan keutuhan. Selain itu, kualitas menurutnya memiliki konsistensi peningkatan dan kebutuhan, guna meningkatkan kepuasan pelanggan internal maupun eksternal (Gaspersz, 2003). Selera atau harapan pelanggan pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah atau disesuaikan. Dengan perubahan kualitas produk tersebut, diperlukan perubahan atau peningkatan keterampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan pelanggan. Kualitas merupakan suatu peranan penting dalam sebuah usaha. Kualitas yang baik ialah kualitas yang mampu memenuhi standar yang telah ditentukan. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik produk maupun prosesnya. Kualitas produk meliputi kualitas bahan baku dan barang jadi, sedangkan kualitas proses meliputi kualitas segala sesuatu yang berhubungan dengan proses produksi perusahaan manufaktur dan proses penyediaan jasa atau pelayanan bagi perusahaan jasa. Kualitas harus dibangun sejak awal, dari penerimaan input hingga perusahaan menghasilkan output bagi pelanggannya. (Ariani, 2004)

2.3 Konsep Six Sigma

Six Sigma didefinisikan sebagai metodologi untuk peningkatan kualitas. Konsep *Six Sigma* diperkenalkan pada awal 80-an oleh Motorola. *Six Sigma* merupakan usaha yang terus menerus untuk mengurangi pemborosan, menurunkan variansi dan mencegah cacat. *Six Sigma* merupakan sebuah konsep bisnis yang berusaha untuk menjawab permintaan pelanggan terhadap kualitas yang terbaik dan proses bisnis yang tanpa cacat. Kepuasan pelanggan dan peningkatannya menjadi prioritas tertinggi, dan *Six Sigma* berusaha menghilangkan ketidakpastian pencapaian tujuan bisnis. *Six Sigma* sebagai sistem pengukuran menggunakan *Part per Million Opportunities* (PPM) sebagai satuan pengukuran. PPM merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk ataupun proses, sebab berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang.

Menurut Pete dan Holpp (2002), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *Six Sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*. DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Proses ini menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menetapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma* (Gaspersz, 2003).

Tabel 2. 2 Manfaat Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	PPM (<i>Part per Million</i>)	Kategori	COPQ (<i>Cost Of Poor quality</i>)
1-Sigma	690.000	Perusahaan Sangat Tidak Kompetitif	Tidak dapat dihitung
2-Sigma	308.537	Rata-Rata Industri Indonesia	Tidak dapat dihitung
3-Sigma	66.807	Rata-Rata Industri	25–40% dari penjualan
4-Sigma	6.21	Rata-Rata Industri USA	15–25% dari penjualan
5-Sigma	233	Rata-Rata Industri Jepang	5–15% dari penjualan
6-Sigma	3,4	Industri Kelas Dunia	< 1% dari penjualan

2.4 Pengendalian Kualitas *Six Sigma*

Six Sigma memiliki berbagai metode dan alat yang digunakan untuk mencapai nilai *Six Sigma* diantaranya:

2.4.1 SIPOC Diagram (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

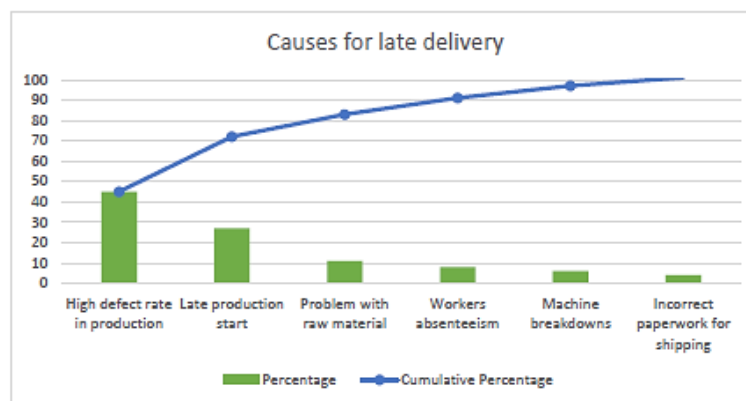
SIPOC Diagram adalah sebuah perangkat yang digunakan dalam metodologi *Six Sigma*. Analisa SIPOC adalah cara sederhana untuk mengidentifikasi tentang bagaimana aliran proses dimulai dari pemasok sampai dengan pelanggan (Saludin, 2016). SIPOC dari lima elemen yang ada pada diagram yaitu:

- Supplier* – Orang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, bahan-bahan, atau sumber daya lainnya, yang terlibat di dalam proses.

- b. *Input* – Semua informasi, bahan-bahan atau sumber daya lainnya yang masuk kedalam proses.
- c. *Process* – Sekumpulan langkah yang mengubah – dan idealnya, menambahkan nilai input.
- d. *Output* – Semua produk atau proses final yang berasal dari proses.
- e. *Customer* – Orang atau kelompok atau proses yang menerima output dari proses.

2.4.2 Diagram Pareto

Pada dasarnya diagram Pareto merupakan diagram batang vertikal yang menempatkan suatu hal (*item*) dengan berurutan terhadap suatu efek yang dapat diukur kepentingannya seperti: frekuensi, biaya, waktu. Dengan mengurutkan dapat mempermudah untuk memisahkan masalah-masalah dari masalah utama yang menyebabkan munculnya sebagian besar dampak. Prinsip Diagram Pareto menggambarkan sebuah fenomena dimana 80 persen variasi yang diamati dalam proses sehari-hari dapat dijelaskan dengan hanya 20 persen dari penyebab variasi. Sebuah diagram Pareto memberikan fakta-fakta yang dibutuhkan untuk menetapkan prioritas. Mengatur dan menampilkan informasi untuk menunjukkan kepentingan dari berbagai masalah atau penyebab masalah.



Gambar 2. 1 Contoh Diagram Pareto

2.4.3 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram merupakan salah satu *tools* dari *root cause analysis* yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari suatu masalah dan menganalisis

masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, kategori yang paling umum digunakan adalah: (1) *man* (orang), yaitu semua orang yang terlibat dari sebuah proses; (2) *method* (metode), yaitu bagaimana proses dilakukan, seperti prosedur, peraturan dan lain-lain; (3) *material*, yaitu semua bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan proses; (4) *machine* (mesin), yaitu semua mesin, peralatan, komputer dan lain-lain yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan; (5) *measurement* (pengukuran), yaitu cara pengambilan data dari proses yang dipakai untuk menentukan kualitas proses; (6) *environment* (lingkungan), yaitu kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara, dan lain-lain. (Handes, et al., 2013)

Adapun kegunaan dari *Fishbone Diagram* ialah:

1. Membantu menentukan akar penyebab masalah dan ada banyak penyebab yang berkontribusi terhadap akibat
2. Mendorong partisipasi team
3. Format yang mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab dan akibat
4. Indikasi variasi kemungkinan penyebab
5. Meningkatkan pengetahuan tentang proses
6. Menampilkan grafis hubungan masing-masing penyebab dan akibat
7. Membantu untuk mengidentifikasi area untuk dilakukan perbaikan.

2.4.4 Critical To Quality

Critical to Quality (CTQ) adalah suatu cara pengukuran produk/proses yang mana standard kinerja atau batas spesifikasinya harus sesuai dengan kepuasan pelanggan. CTQ dapat diartikan sebagai elemen dari proses/ kegiatan yang berpengaruh langsung terhadap pencapaian kualitas yang diinginkan. Dalam aplikasi *Six Sigma* CTQ adalah kriteria karakteristik kualitas yang menimbulkan dan atau memiliki potensi untuk menimbulkan kegagalan atau cacatan (Gaspersz, 2002)

2.4.5 Pengukuran Peta Kendali Control

Di dalam *Six Sigma* akan berupaya untuk menekan angka cacat hingga mencapai 3.4 PPM. Cacat dalam *Six Sigma* dijelaskan dalam dua hal yaitu *defect* dan *defective*. *Defect* merupakan cacat, kesalahan serta kekurangan atau ketidaksempurnaan yang dapat menyebabkan berkurangnya nilai dari suatu unit produk. Suatu Cacat tunggal (*single defect*) apakah dapat menyebabkan *defective* adalah tergantung pada spesifikasi produk maupun spesifikasi pelanggan. Sedangkan *defective* adalah terganggunya nilai atau fungsi dari seluruh unit atau produk sehingga produk tersebut dinyatakan tidak dapat digunakan lagi atau tidak memenuhi standar kualitas Produksi. Unit atau Produk yang *defective* minimal memiliki 1 (satu) *defect*. Dalam 1 unit produk *defective* bisa terdiri dari beberapa *defects*.

Peta Kontrol pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*), dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*). Peta kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu peta kontrol atribut dan peta kontrol variabel. Peta kontrol memberikan informasi tentang kemampuan proses, nilai parameter proses yang penting, dan stabilitas terhadap waktu sehingga memberikan taksiran kemampuan proses.

Peta kendali control U tepat untuk digunakan dalam kondisi dimana *defective* menunjukkan jenis cacat yang terjadi misal buram, kotor, tipis, gores untuk painting, sehingga untuk sampel 1 bisa terdiri atas lebih dari 1 *defect* dengan nilai sampel (*n*) tidak konstan.

Berikut adalah langkah-langkah peta kendali untuk data atribut (*U-Chart*):

- (1) Menghitung proporsi cacat

$$u = \frac{c}{n}$$

- (2) Menentukan garis tengah (*Central Line / CL*)

$$CL = \bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

- (3) Menentukan batas-batas pengendali, Upper Control Limit (UCL) dan Lower Control Limit (UCL)

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}}$$

Keterangan :

- $\bar{u}$ = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan
- ni = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi
- u = proporsi kesalahan dalam setiap sampel
- n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi
- UCL = Merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan
- CL = Merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel
- LCL = Merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

2.4.6 Pengukuran Baseline Kinerja Data (PPM Dan Tingkat Sigma)

Pengukuran nilai PPM (*Part per Million Opportunities*), dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kejadian cacat proses terjadi. Untuk menentukan PPM, Panda et al. (2002) yang merupakan angka kejadian cacat dalam satu juta kesempatan dan menemukan tingkat sigma diperlukan perhitungan sebagai berikut:

- (1) Menghitung *Defective per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total Defective}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

- (2) *Final Yield*

$$Y_{final} = 1 - \text{Defective per Unit}$$

(3) Menghitung *Part per Million* (PPM)

$$PPM = DPU \times 1.000.000$$

(4) Nilai Sigma

$$=NORM.S.INV(Y_{final})+1.5$$

2.5 Konsep Waste

Waste merupakan segala hal yang tidak bernilai tambah. *Waste* dianggap sebagai suatu hal yang dapat menurunkan produktivitas dan mengurangi profit bagi perusahaan. Terdapat dua jenis *Waste* yaitu *Type One and Type Two Waste*. *Type One Waste* adalah segala aktivitas yang tidak bernilai tambah namun dibutuhkan dalam proses produksinya sehingga tidak dapat dihilangkan atau dengan kata lain disebut sebagai *necessary non value added*. Sedangkan *Type Two Waste* adalah segala aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *non value added* dan dapat dihilangkan dari proses produksi maka harus segera diidentifikasi dan dihilangkan karena *Waste* tipe ini akan menurunkan produktivitas perusahaan. (Gaspersz, et al., 2007)

Terdapat tujuh jenis pemborosan yang didefinisikan oleh Shiego Shingo (Shingo dalam Hines & Taylor 2000) diantaranya sebagai berikut:

- 1) (O) *Overproduction* – memproduksi atau menghadirkan barang terlalu banyak melebihi kebutuhan pelanggan atau memproduksi lebih cepat daripada waktu kebutuhan pelanggan yang menyebabkan kelebihan *inventory*.
- 2) (I) *Unnecessary Inventory* – kelebihan penyimpanan dan *delay* material maupun produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap pelanggan.
- 3) (D) *Defect* – merupakan cacat baik berupa kesalahan dokumentasi, permasalahan kualitas produk yang dihasilkan atau *delivery performance* yang buruk.
- 4) (M) *Unnecessary Motion* – segala pergerakan dari manusia atau mesin yang tidak menambah nilai terhadap produk tetapi hanya menambah biaya dan waktu. Atau

keadaan tempat kerja yang kurang (tidak ergonomis) yang menyebabkan pekerja melakukan gerakan yang tidak perlu.

- 5) (T) *Excessive Transportation* – berupa waktu, tenaga biaya dan aliran informasi dan atau material produk. Dapat dikatakan pula sebagai pemborosan yang terjadi karena tata letak (*layout*) yang buruk, pengorganisasian yang kurang tepat sehingga memerlukan pemindahan material.
- 6) (P) *Inappropriate Processing* – merupakan kegiatan yang mengakibatkan kesalahan dalam proses produksi bisa diakibatkan karena kesalahan mempergunakan *tools* saat bekerja.
- 7) (W) *Waiting* – tidak beraktivitasnya (menunggu) pekerja, informasi dan atau barang dalam waktu yang lama yang berdampak terhadap buruknya aliran proses dan bertambahnya *lead times*.

2.6 Identifikasi Waste

Pengidentifikasian waste yang paling sering terjadi pada lini produksi dengan cara pemberian pembobotan sesuai jenis waste yang terjadi dengan menggunakan *waste assessment model* (WAM). *Waste Assesment Model* (WAM) merupakan suatu model yang digunakan untuk memudahkan dan menyederhanakan proses pencarian permasalahan Waste. *Waste Assessment Model* (WAM) terdiri dari *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

2.6.1 Seven Waste Relationship (SWR)

Setiap waste memiliki hubungan satu sama lain, dimana hubungan ini disebabkan oleh pengaruh tiap waste dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Tabel dibawa ini akan menampilkan penjelasan keterkaitan antar waste (Rawabdeh, 2005):

Tabel 2. 3 Jenis Hubungan Antar Waste

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
1	O_I	<i>Over-production consumes and needs large amounts of raw material causing stocking of raw material and producing more work-in-process that consume floor space, and are considered as a temporary form of inventory that has no customer (process) that may order it.</i>
2	O_D	<i>When operators are producing more, their concern about the quality of the parts produced will decrease, because of the sense that there exists enough material to substitute the defects.</i>
3	O_M	<i>Overproduction leads to non-ergonomic behavior, which leads to non-standardized working method with a considerable amount of motion losses.</i>
4	O_T	<i>Over-production leads to higher transportation effort to follow the overflow of materials.</i>
5	O_W	<i>When producing more, the resources will be reserved for longer times, thus other customer will be waiting and larger queues begin to form Inventory</i>
6	I_O	<i>The higher level of raw materials in stores can push workers to work more, so as to increase the profitability of the company.</i>
7	I_D	<i>Increasing inventory (RM, WIP, and FG) will increase the probability of become defected due to lack of concern and unsuitable storing conditions.</i>
8	I_M	<i>Increasing inventory will increase the time for searching, selecting, grasping, reaching, moving, and handling.</i>
9	I_T	<i>Increasing inventory sometimes block the available aisles, making a production activity more transportation time-consuming.</i>
10	D_O	<i>Over-production behavior appears in order to overcome the lack of parts due to defects.</i>
11	D_I	<i>Producing defective parts that need to be reworked means that increased levels of WIP exist in the form of inventory.</i>
12	D_M	<i>Producing defects increases the time of searching, selection, and inspection of parts, not to mention that reworks are created which need higher training skills.</i>

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
13	<i>D_T</i>	<i>Moving the defective parts to rework station will increase transportation intensity (back streams) i.e. wasteful transportation activities.</i>
14	<i>D_W</i>	<i>Reworks will reserve workstations so that new parts will be waiting to be processed</i>
15	<i>M_I</i>	<i>Non-standardized work methods lead to high amounts of work in process.</i>
16	<i>M_D</i>	<i>Lack of training and standardization means the percentage of defects will increase.</i>
17	<i>M_P</i>	<i>When jobs are non-standardized, process waste will increase due to the lack of understanding the available technology capacity.</i>
18	<i>M_W</i>	<i>When standards are not set, time will be consumed in searching, grasping, moving, assembling, which result in an increase in part waiting parts.</i>
19	<i>T_O</i>	<i>Items are produced more than needed based on the capacity of the handling system so as to minimize transporting cost per unit.</i>
20	<i>T_I</i>	<i>Insufficient number of material handling equipment (MHE) leads to more inventory that can affect other processes.</i>
21	<i>T_D</i>	<i>MHE plays a considerable role in transportation waste. Non-suitable MHE can sometimes damage items that end being defects.</i>
22	<i>T_M</i>	<i>When items are transported anywhere this means a higher probability of motion waste presented by double handling and searching.</i>
23	<i>T_W</i>	<i>If MHE is insufficient, this means that items will remain idle, waiting to be transported</i>
24	<i>P_O</i>	<i>In order to reduce the cost of an operation per machine time, machines are pushed to operate full time shift, which finally results in overproduction.</i>
25	<i>P_I</i>	<i>Combining operations in one cell will result directly to decrease WIP amounts because of eliminating buffers.</i>
26	<i>P_D</i>	<i>If the machines are not properly maintained defects will be produced.</i>

No.	Jenis Hubungan	Keterangan
27	P_M	<i>New technologies of processes that lack training create the human motion waste.</i>
28	P_W	<i>When the technology used is unsuitable, setup times and repetitive downtimes will lead to higher waiting times.</i>
29	W_O	<i>When a machine is waiting because its supplier is serving another customer, this machine may sometimes be forced to produce more, just to keep it running.</i>
30	W_I	<i>Waiting means more items than needed at a certain point, whether they are RM, WIP, or FG.</i>
31	W_D	<i>Waiting items may cause defects due to unsuitable conditions.</i>

Hubungan antar jenis waste memiliki bobot yang berbeda-beda. Maka dibutuhkan penilaian untuk mengetahui bobot dari setiap pola yang terjadi diantara waste tersebut. Untuk menghitung kekuatan *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuesioner. Hubungan antar waste yang satu dengan yang lainnya dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada tiap waste (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2. 4 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> mengakibatkan atau menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik	2
		b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak <i>j</i> dikarenakan <i>i</i>	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
4	Menghilangkan akibat <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak <i>j</i> dikarenakan oleh <i>i</i> berpengaruh kepada	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. Lead time	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
		f. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

2.6.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

WRM digunakan sebagai analisa pengukuran kriteria hubungan antar *Waste* yang terjadi. WRM merupakan matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Baris menunjukkan pengaruh tiap *Waste* pada keenam tipe *Waste* lainnya. Kolom menunjukkan *Waste* yang dipengaruhi oleh keenam *Waste* lainnya. Diagonal matriks menunjukkan nilai hubungan yang tertinggi.

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	O	O	O	I	X	E
I	I	A	U	O	I	X	X
D	I	I	A	U	E	X	I
M	X	O	0	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Gambar 2. 2 Contoh *Waste Relationship Matrix*

Sumber: Rawabdeh, 2005

Tabel 2. 5 Konversi Rentang Skors Keterkaitan Antar *Waste*

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	Absolutely Necessary	A
13-16	Especially Important	E
9-12	Important	I
5-8	Ordinary Closeness	O
1-4	Unimportant	U

Sumber: Rawabdeh, 2005

2.6.3 *Waste Assesment Questionnaire (WAQ)*

WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, mewakili aktifitas, kondisi maupun tingkah laku yang dapat menghasilkan *Waste*. Pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *Waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *Waste* lainnya. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*TO*”, artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *Waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *Waste* lainnya.

Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”. WAQ memiliki delapan tahapan perhitungan skor *Waste* untuk mencapai peringkat *Waste*, yaitu antara lain:

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
- 2) Melakukan pembobotan awal untuk tiap jenis *Waste* pada tiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan nilai bobot dari WRM.
- 3) Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang

dikelompokkan (N_i) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut (Rawabdeh, 2005):

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j.K}}{N_i}$$

- 4) Menghitung jumlah skor (S_j) berdasarkan persamaan 3 dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$F_j = N - F_0$$

- 5) Memasukkan nilai rata-rata dari jawaban (terlampir) dari hasil kuesioner ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_K \frac{W_{j.K}}{N_i}$$

- 6) Menghitung jumlah skor (s_j) berdasarkan persamaan 5 dan frekuensi (f_j) untuk tiap nilai bobot pada kolom *Waste*.

$$f_j = N - f_0$$

- 7) Menghitung indikator awal untuk tiap *Waste* (Y_j) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

- 8) Menghitung nilai final *Waste* faktor (Y_{jfinal}) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *Waste* (P_j) berdasarkan total "from" dan "to" pada WRM. Memprosentasekan bentuk Y_{jfinal} yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *Waste*. Y_{jfinal} dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \left(\frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \right) \times (\%From_j \times \%To_j)$$

dimana:

N = jumlah pertanyaan (68)

N_i	= jumlah pertanyaan yang dikelompokkan
K	= nomor pertanyaan (berkisar antara 1-68)
X_K	= nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)
S_j	= skor <i>Waste</i>
sj	= total untuk nilai bobot <i>Waste</i>
W_j	= bobot hubungan dari tiap jenis <i>Waste</i>
F_j	= Frekuensi <i>waste</i> bukan 0 (untuk S_j)
fj	= Frekuensi <i>waste</i> bukan 0 (untuk sj)
F_0	= Frekuensi 0 (untuk S_j)
f_0	= Frekuensi 0 (untuk sj)
Y_j	= Faktor indikasi awal dari setiap jenis <i>Waste</i>
P_j	= probabilitas pengaruh antar jenis <i>Waste</i>
Y_{jfinal}	= faktor akhir dari setiap jenis <i>Waste</i>
$\%From_j$	= Persentas nilai <i>From Waste</i> tertentu
$\%To_j$	= Persentas nilai <i>To Waste</i> tertentu

2.7 Konsep FMEA

FMEA merupakan suatu alat yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi, menilai resiko dan peningkatan kualitas dalam industri manufaktur. FMEA akan memastikan produk akan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan kebutuhan pelanggan (Kamble, et al., 2014). Tujuan FMEA adalah untuk mencegah terjadinya masalah pada produk dan proses. Dengan menggunakan desain dan proses manufaktur, maka hal tersebut akan mengurangi biaya dengan cara mengidentifikasi terutama pada peningkatan produk dan proses yang tidak membutuhkan banyak biaya dan mudah untuk dilakukan.

Pada FMEA konvensional, penilaian resiko suatu kegagalan atau kerusakan diperoleh dengan mengalikan skor *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), yang hasilnya berupa nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dimana skor nilai S, O, dan D masing-masing menggunakan skala penilaian 1-10 pada FMEA konvensional Metode FMEA banyak diterapkan dalam desain produk dan perencanaan proses manufaktur (Kutlu, et al., 2012).

Adapun pengertian dari S, O dan D antarlain, keparahan (*severity*) adalah dampak yang timbul apabila suatu kegagalan terjadi, kejadian (*occurrence*) adalah kemungkinan atau probabilitas atau tingkat frekuensi terjadinya kegagalan dan deteksi (*detection*) adalah kemungkinan untuk mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu kegagalan.

FMEA mengkombinasikan pengetahuan dan pengalaman manusia untuk mengidentifikasi jenis kerusakan potensial sebuah produk atau proses, mengevaluasi kerusakan produk atau proses dan efek yang dihasilkan, membantu pekerja dalam hal menentukan tindakan korektif atau preventif, dan mengeliminasi atau mengurangi peluang terjadinya kerusakan (Basuki, 2015).

Tabel 2. 6 Kriteria Penilaian *Severity*

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Pelanggan mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan tersebut.
2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, pelanggan tidak akan merasakan penurunan kualitas.
3	
4	
5	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderate). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
6	
7	
8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
9	
10	<i>Potential severity</i> (pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, pelanggan tidak akan menerimanya.

Sumber : Gaspersz 2002

Tabel 2. 7 Kriteria Penilaian *Occurrence*

Rating	Berdasarkan Frekuensi kejadian	Degree
1	0,01 per 1000 item	Remote
2	0,1 per 1000 item	
3	0,5 per 1000 item	
4	1 per 1000 item	Low
5	2 per 1000 item	
6	5 per 1000 item	
		Moderate

Rating	Berdasarkan Frekuensi kejadian	Degree
7	10 per 1000 item	High
8	20 per 1000 item	
9	50 per item 1000 item	Very High
10	100 per 1000 item	

Sumber : Gaspersz 2002

Tabel 2. 8 Kriteria Penilaian *Detection*

Rating	Kriteria
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab kemungkinan
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
3	
4	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat moderat. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
5	
6	
7	Kemungkinan penyebab terjadinya masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Masih berulang kembali.
8	
9	Kemungkinan penyebab terjadinya masih sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif. Penyebab masih berulang.
10	

Sumber : Gaspersz 2002

2.8 Konsep AHP

Pada tahun 1970 *analytic hierarchy process* (AHP) dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty dari *Wharton School of Business* untuk memecahkan suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam kelompoknya, mengatur kelompok-kelompok tersebut ke dalam suatu susunan hierarki, memasukkan nilai numerik sebagai pengganti persepsi manusia dalam melakukan perbandingan relatif dan akhirnya dengan suatu sintesis ditentukan elemen yang mempunyai prioritas tertinggi.

Dengan menggunakan AHP, suatu persoalan akan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisir, sehingga memungkinkan dapat diekspresikan untuk mengambil

keputusan yang efektif atas persoalan tersebut. AHP memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk dengan melakukan perbandingan berpasangan. AHP menggabungkan pertimbangan dan penilaian persepsi manusia dengan cara yang logis dan dipengaruhi pengalaman, dan pengetahuan untuk menyusun hierarki. Proses hierarki menunjukkan beberapa faktor penting yang berhubungan dengan pemilihan alternatif. Setelah menentukan hierarki, selanjutnya lakukan pemilihan spesifikasi matriks alternatif dan tentukan matriks dasar berdasarkan tingkat preferensi pada tabel berikut.

Tabel 2. 9 Tingkat Preferensi

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Adapun beberapa langkah yang dilakukan untuk menentukan bobot AHP yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu FMEA AHP:

- 1) Langkah pertama: menyusun matriks perbandingan, sebagai berikut:

Tabel 2. 10 Matriks Perbandingan Berpasangan

Criteria	A1	A2	A3	n
A1	1	GM_{12}	GM_{13}	GM_{1N}
A2	GM_{21}	1	GM_{23}	GM_{2N}
A3	GM_{31}	GM_{32}	1	GM_{3N}
n	GM_{N1}	GM_{N2}	GM_{N3}	1

Sebelum melangkah lebih jauh ketahapan iterasi untuk penetapan prioritas pada pilihan alternatif atau penetapan tingkat kepentingan kriteria, maka sebelumnya dilakukan terlebih dahulu uji konsistensi. Uji konsistensi dilakukan pada masing-masing kuisioner/pakar yang menilai atau memberikan pembobotan. Tolak ukur yang digunakan adalah CI (*Consistency Index*) berbanding RI (*Ratio Index*) atau CR (*Consistency Ratio*).

Tabel 2. 11 Nilai Rata-Rata Konsistensi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,42	1,45	1,49

- 2) Langkah kedua: uji konsistensi terlebih dahulu dilakukan dengan menyusun tingkat kepentingan relatif pada masing-masing kriteria atau alternatif yang dinyatakan sebagai bobot relatif ternormalisasi (*normalized relative weight*). Bobot relatif yang dinormalkan ini merupakan suatu bobot nilai relatif untuk masing-masing elemen pada setiap kolom yang dibandingkan dengan jumlah masing-masing elemen:

Tabel 2. 12 Jumlah Masing-Masing Elemen

Criteria	A1	A2	A3	n
A1	1	GM ₁₂	GM ₁₃	GM _{1N}
A2	GM ₂₁	1	GM ₂₃	GM _{2N}
A3	GM ₃₁	GM ₃₂	1	GM _{3N}
n	GM _{N1}	GM _{N2}	GM _{N3}	1
Σ	GM _{11-n1}	GM _{12-n2}	GM _{13-n3}	GM _{1N-ni}

Tabel 2. 13 Bobot Relatif Ternormalisasi

Criteria	A1	A2	A3	n
A1	1	GM ₁₂	GM ₁₃	GM _{1N}
A2	GM ₂₁	1	GM ₂₃	GM _{2N}
A3	GM ₃₁	GM ₃₂	1	GM _{3N}
n	GM _{N1} /GM _{11-n1}	GM _{N2} /GM _{12-n2}	GM _{N3} /GM _{13-n3}	1 GM _{1N-ni}

- 3) Selanjutnya dapat dihitung Eugen faktor hasil normalisasi dengan merata-ratakan penjumlahan tiap baris pada matriks di atas.

Tabel 2. 14 Eugen Vector

Criteria	A1	A2	A3	n	Eugen Vector
A1	1	GM ₁₂	GM ₁₃	GM _{1N}	Rerata row 1/4 (X1)
A2	GM ₂₁	1	GM ₂₃	GM _{2N}	Rerata row 2/4 (X2)
A3	GM ₃₁	GM ₃₂	1	GM _{3N}	Rerata row 3/4 (X3)
n	GM _{N1} /GM _{11-n1}	GM _{N2} /GM _{12-n2}	GM _{N3} /GM _{13-n3}	1 GM _{1N-ni}	Rerata row n/4 (Xn)

- 4) Selanjutnya tentukan nilai CI (*consistency Index*) dengan persamaan:

$$CI = \frac{\lambda_{maksimum} - n}{n - 1}$$

Dimana CI adalah indeks konsistensi dan Lambda maksimum adalah nilai eigen terbesar dari matriks berordo n. Nilai eigen terbesar adalah jumlah hasil kali perkalian jumlah kolom dengan eigen vektor utama. Sehingga dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\lambda_{maksimum} = \left(\sum GM_{11-n1} \times \bar{X}_1 \right) + \dots + \left(\sum GM_{1n-ni} \times \bar{X}_n \right)$$

Setelah memperoleh nilai *lambda* maksimum selanjutnya dapat ditentukan nilai CI. Apabila nilai CI bernilai nol (0) berarti matriks konsisten. Jika nilai CI yang diperoleh lebih besar dari 0 ($CI > 0$) selanjutnya diuji batas ketidak konsistenan yang diterapkan oleh Saaty. Pengujian diukur dengan menggunakan Consistency Ratio (CR), yaitu nilai indeks, atau perbandingan antara CI dan RI:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Nilai RI yang digunakan sesuai dengan ordo n matriks. Apabila CR matriks lebih kecil 10% (0,1) berarti bahwa pendapat expert konsisten.

2.9 Konsep FMEA AHP

FMEA memberikan solusi yang lebih baik untuk proses setelah analisis. Tim FMEA memberikan solusi sesuai teorema praktis digunakan untuk melakukan proses. Sedangkan AHP adalah memiliki pendekatan matematis untuk mengetahui solusi yang tepat & superior. Salah satu bentuk kelemahan dari FMEA adalah dimungkinkannya menghasilkan nilai RPN yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP.

2.10 *Benchmarking*

Benchmarking merupakan kegiatan membandingkan kinerjanya terhadap aktivitas atau kegiatan serupa unit/bagian/organisasi lain yang sejenis baik secara internal maupun eksternal. *Benchmarking* memberikan wawasan yang diperlukan untuk membantu manajemen dalam memahami proses dan produknya. Dari hasil *benchmarking*, suatu organisasi dapat memperoleh gambaran dalam (*insight*) mengenai kondisi kinerja organisasi sehingga dapat mengadopsi *best practice* untuk meningkatkan proses maupun kualitas produk. (Evans, et al., 2007)

Untuk *benchmarking* industri (kompetitif) dilakukan terhadap perusahaan-perusahaan lain yang ada dalam industri yang sama, terlepas dari apakah perusahaan itu merupakan pesaing langsung atau bukan. *Benchmarking* industri dibuat lebih mudah, karena mencakup perbandingan antara perusahaan-perusahaan yang mengandung ciri-ciri teknologikal dari pasar yang sama.

Terdapat 4 tahapan penting dalam menerapkan *Benchmarking* :

1. Memahami secara detail proses produksi atau produk saat ini.
2. Menganalisis proses produksi atau produk lainnya yang berkinerja baik.
3. Membandingkan proses produksi atau produk sendiri dengan proses produksi atau produk yang berkinerja baik.
4. Menerapkan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk mendekati proses produksi ataupun produk yang berkinerja baik tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif menggunakan analisis kuantitatif untuk beberapa data yang berupa hasil observasi atau record dari perusahaan. Peneliti berusaha memahami lebih mendalam mengenai fenomena yang terjadi yang dirasakan oleh para partisipan atau informan. Peneliti melakukan observasi langsung dan penggalian informasi terhadap lingkup penelitian dengan cara interview dari sumber-sumber yang telah dipastikan mengetahui informasi yang dibutuhkan oleh peneliti. Informan terpilih yaitu *stakeholders* yang memegang kepentingan yang melaksanakan, dan yang mengetahui mendalam mengenai proses produksi. Di PT Cambrics Primissima kondisi proses produksi yang sudah ada akan dianalisis dan dicari rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan produktivitas sistem produksi. Identifikasi dilakukan berdasarkan observasi di lapangan dan berdasarkan pada kondisi saat ini.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT Cambrics Primissima yang beralamat di beralamatkan di Jl. Raya Magelang Km. 15 Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. PT.Primissima yang didirikan pada tanggal 22 Juni 1971 oleh Notaris R Soerojo Wongsowidjoyo SH sampai saat ini masih mengutamakan produksi kain dengan bahan baku kapas. Untuk mensuplai industri pembatikan, sebagian kain grey tersebut diproses finishing menjadi kain putih (mori/cambrics). Dengan demikian hasil produksi yang dijual PT.primissima berupa kain grey dan kain mori (cambrics).

3.3 Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Studi pustaka dilakukan supaya penulis dapat mengetahui dan mempelajari penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dan menyerupai penelitian yang akan dilakukan. Selain itu studi pustaka berisi kajian teoritis yang memuat semua teori yang ada pada penelitian ini. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam melakukan penelitian. Beberapa diantaranya yaitu konsep produktivitas, konsep *lean manufacture*, pemborosan, *value stream analysis tool*, *value stream mapping*, identifikasi *waste*, *value stream mapping tools* dan *Six Sigma*. Selain itu juga akan dilakukan kajian empiris mengenai penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan dan serupa dengan penelitian ini. Sedangkan studi lapangan digunakan untuk mencocokkan kajian teoritis dengan keadaan sebenarnya yang terjadi diperusahaan.

3.4 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini antara lain :

1. Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh peneliti secara langsung oleh sumber asli yang tidak melalui perantara. Metode yang digunakan peneliti untuk mendapatkan data primer yaitu metode observasi dan metode wawancara peneliti dengan karyawan PT Cambrics Primissima

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti dari sumber tidak langsung atau melalui media perantara. Data sekunder umumnya berupa data historis produksi, data atribut dan data-data penunjang sebagai pelengkap penelitian dll.

3.5 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya yaitu pengolahan data. Pengolahan dilakukan dalam lima tahapan *Six Sigma* , yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*.

3.5.1 *Define* (Mendefinisikan)

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma* . Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Di tahap *define* akan diidentifikasi *waste* dengan menggunakan *metode waste assessment model* yang membantu untuk memperlihatkan bagaimana hubungan setiap pemborosan dan bagaimana peringkat jenis cacat yang terjadi sehingga perlu untuk segera diminimasi.

Di tahap ini disusun SIPOC diagram untuk mengidentifikasi setiap elemen dalam proyek *process improvement* sebelum proses dijalankan. SIPOC diagram terdiri dari *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, dan *Customer* yang merangkum input dan output dari satu proses atau lebih, yang dijabarkan dalam bentuk tabel. Selanjutnya pada tahapan ini ditentukan *Critical to Quality*. Penetapan *Critical to Quality* harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek *Six Sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalan.

3.5.2 *Measure* (Mengukur)

Measure merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* . Pada tahap ini akan dilakukan pengidentifikasian *waste*, pengukuran peta kendali control dan pengukuran *baseline* kinerja. Selanjutnya peta kendali u merupakan salah satu peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat dari hasil produksi. Pengendali proporsi kesalahan (u chart) digunakan untuk mengetahui apakah cacat

produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Karena proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai, kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminologi *Six Sigma* disebut sebagai *baseline* kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Six Sigma* dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek *Six Sigma*. Dalam suatu pengukuran *baseline* kinerja digunakan satuan pengukuran tingkat sigma yang memiliki tujuan untuk mengetahui posisi perusahaan berada pada level berapa.

3.5.3 *Analyze* (Menganalisis)

Analyze merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahapan *analyze* ini akan dilakukan analisis kemampuan proses dengan diagram sebab akibat (*cause effect* diagram). Diagram ini membentuk cara-cara membuat produk-produk yang lebih baik dan mencapai akibatnya (hasilnya).

3.5.4 *Improve* (Memperbaiki)

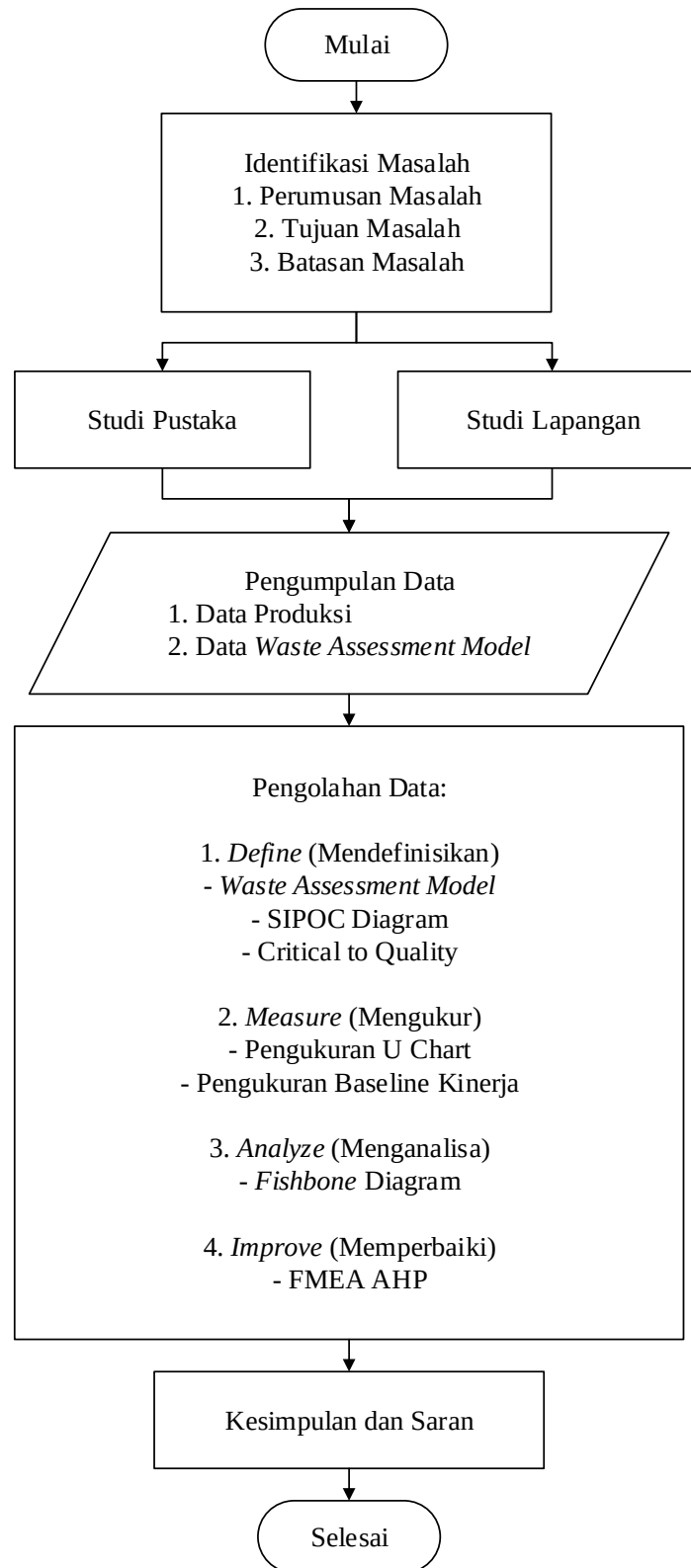
Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan. Tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus memutuskan target yang harus dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggungjawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Setiap rencana tindakan yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*) serta mengkonversikan manfaat hasil-hasil ke dalam penurunan persentase biaya kegagalan kualitas.

FMEA memberikan solusi yang lebih baik untuk proses setelah analisis. Tim FMEA memberikan solusi sesuai teorema praktis digunakan untuk melakukan proses. Sedangkan AHP adalah memiliki pendekatan matematis untuk mengetahui solusi yang tepat. Salah satu bentuk kelemahan dari FMEA adalah dimungkinkannya menghasilkan nilai RPN yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini dijelaskan secara singkat mengenai jawaban dari rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu juga diberikan saran untuk perusahaan mengenai kelanjutannya kedepan dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang dapat berguna bagi perusahaan.

3.7 Diagram Alir Kerangka Penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Pabrik Cambrics Prissima (disingkat PT.Prissima) didirikan pada tanggal 22 Juni 1971 oleh Notaris R Soerojo Wongsowidjono SH. Jakarta nomor 31/1971, merupakan patungan (*Joint Venture*) dari Pemerintah Republik Indonesia dan Gabungan Koperasi Batik Indonesia (GKBI) dengan tujuan semula untuk memenuhi kebutuhan bahan baku batik halus berupa kain Prissima (mori) yang sebelumnya di impor dari RRC, India dan Jepang.

Pabrik I mulai memproduksi pada tanggal 2 Februari 1972. Dengan kapasitas 9.072 mata pinal yang terdiri dari mesin-mesin buatan Rieter Swiss dan 190 mesin tenun lengkap dengan mesin-mesin persiapan dan *Grey Finishing* buatan Belgia dan Jerman. Setelah diresmikan, pabrik ini mulai memproduksi dengan kapasitas 4 juta yard pertahun dan arena setiap tahun permintaan pelanggan semakin bertambah. Maka pada awal maret 1974 dilakukan perluasan pabrik dengan menambahkan mesin pemintalan sebanyak 22 buah atau 11.088 mata pinal dan 192 mesin tenun merk yang sama. Perluasan pabrik II dimulai awal maret 1974 dan selesai diresmikan pada tanggal 7 Agustus 1976 oleh bapak Soeharto, Presiden RI. Perluasan tahap I ini mampu mengangkat produksinya sampai 8.250.00 yard per tahun. Pada Juli 1981 PT. Prissima membangun pabrik III yang diresmikan oleh Menteri Perindustrian Republik Indonesia Bapak Ir. Hartanto. Pabrik III ini berkapasitas 16.128 mata pinal dibagian pemintalan, sehingga kapasitas seluruhnya menjadi 36.288 mata pinal dan mampu meningkatkan produksinya sampai 18.250.000 per tahun.

Tahun-tahun berikutnya dirasakan bahwa penggemar batik lambat laun mulai berkurang, sehingga pasaran batik pun mulai berkurang padahal kapasitas produksi sudah besar. Awal-awal tahun 1986 pencapaian grade ekspor sangat rendah yaitu baru berkisar 25%, namun berangsurangsur meningkat hingga 70% dari semua jenis produk pada tahun 1992. Dari pencapaian itu didapat diekspor rata-rata 10 kontainer atau 1.200.000 meter perbulan. Pada bulan April 1994 diputuskan diadakan renovasi dan *replacement* untuk pabrik I, pertenunan yang 180 ATM *Shuttle* diganti dengan 60 ATM *air jet loom* (AJL) buatan Picanol Belgia type delta dan mulai memproduksi pada bulan oktober tahun 1994.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi Perusahaan:

Menjadikan PT Cambrics Primissima sebagai produsen tekstil halus terkemuka di Indonesia yang produknya memiliki daya cipta nilai tinggi dan mampu bersaing didalam pasar global

Misi Perusahaan:

Sesuai dengan pokok-pokok pembinaan BUMN, misi PT Cambrics Primissima sebagai perusahaan yang didirikan oleh Pemerintahan RI dan Gabungan Koprasi Batik Indonesia dapat dijabarkan sebagai berikut :

- 1) Sebagai agen pembangunan yang berwawasan bisnis, berperan aktif dalam bidang industri tekstil dan menyediakan bahan baku bagi industry pembatikan.
- 2) Sebagai unit ekonomi yang dapat memberikan kontribusi bagi penerimaan Negara serta pemegang saham lainnya.
- 3) Menunjang program pemerintah dalam peningkatan ekspor non migas, baik langsung maupun tidak langsung.

4.1.3 Hasil Produksi

PT.Primissima saat ini masih mengutamakan produksi kain dengan bahan baku kapas. Beberapa konstruksi yang dihasilkan merupakan produk unggulan yang banyak diminati oleh pelanggan, baik pasar domestik maupun pasar luar negeri. Produksi unit pemintalan berupa benang 100% *cotton*, dan hasil dari pemintalan tersebut seluruhnya diproses lebih lanjut pada unit *weaving* menjadi kain *grey*. Untuk mensuplai industri pembatikan, sebagian kain *grey* tersebut diproses finishing menjadi kain putih (*mori/cambrics*). Dengan demikian hasil produksi yang dijual PT Cambrics Primissima berupa kain *grey* dan kain *mori* (*cambrics*). Selain menghasilkan produk kain *grey* dan *mori* PT Cambrics Primissima juga menghasilkan kain batik yang diproduksi secara massal dengan sistem *make to order* yang biasa digunakan untuk seragam sekolah ataupun seragam pekerja.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Produksi

Tabel dibawah ini merupakan tabel data produksi selama 6 periode yaitu September 2016-Februari 2017 yang ditampilkan dalam bentuk perminggu:

Tabel 4. 1 Data Produksi Periode September 2016-Februari 2017

Bulan	Minggu	Total Produksi (PIS)	Total Produksi (meter)	Total Defect (PIS)	Total Defect (meter)
Sept	Minggu 1	14	2153	14	95
	Minggu 2	27	3045	25	126
	Minggu 3	91	8750	82	542
	Minggu 4	47	4865	45	200
	Minggu 5	54	4993	51	230
	Minggu 6	76	7631	75	391
Okt	Minggu 7	193	19619	173	995
	Minggu 8	152	18028	143	811
	Minggu 9	175	20441	168	937
	Minggu 10	197	20466	188	976
Nov	Minggu 11	151	14836	148	734
	Minggu 12	241	22645	234	1264

Bulan	Minggu	Total Produksi (PIS)	Total Produksi (meter)	Total Defect (PIS)	Total Defect (meter)
Dec	Minggu 13	180	18592	164	868
	Minggu 14	210	23009	207	1199
	Minggu 15	139	15696	135	726
	Minggu 16	192	19850	174	891
	Minggu 17	186	17989	176	860
	Minggu 18	189	19131	185	982
Jan	Minggu 19	210	20356	200	1078
	Minggu 20	223	21574	217	1188
	Minggu 21	236	24828	231	1226
	Minggu 22	162	16694	159	847
Feb	Minggu 23	244	25331	219	1194
	Minggu 24	237	21098	226	962
	Minggu 25	231	27099	221	1320
	Minggu 26	196	23113	182	1149
Total		4253	441832	4042	21790

4.2.2 Data Jenis Cacat Produksi

Data yang akan diteliti adalah data atribut jenis cacat yang terjadi pada proses PS 217 pada bulan September 2016-Februari 2017 yang tersedia pada *database* departemen *Grey Finishing*.

Tabel 4. 2 Data Jenis Cacat dalam PIS

Minggu	Pakan Rangkap	Pakan Jarang	Lusi/Pakan Ngapung	Sisa Pakan Teranyam	Ls.Reng/Grs.Sisir	Lusi Double	Benang Bebas	Pakan Mlintir	Lusi Putus	Pinggiran Jebol	Pakan Rangkap parah	Pakan Jarang Lebar	Pakan Kosong	RTP	Tak Teranyam	Tenun Rantas	Bolong/Sobek	Pakan Kotor	Total Defect
Minggu 1	7	0	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14
Minggu 2	10	0	0	4	1	3	2	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	25
Minggu 3	12	1	3	24	4	1	1	1	11	1	8	1	2	0	5	4	2	1	82
Minggu 4	14	0	2	7	2	5	1	0	3	0	2	0	2	0	2	5	0	0	45
Minggu 5	13	1	0	13	4	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5	7	4	0	51
Minggu 6	26	3	1	14	3	4	5	0	1	0	2	0	1	0	3	10	2	0	75
Minggu 7	48	4	8	20	9	7	36	2	0	1	6	8	1	0	11	8	4	0	173
Minggu 8	53	2	10	24	5	6	20	1	0	0	5	0	1	0	3	8	5	0	143
Minggu 9	54	0	1	38	6	4	21	0	6	0	5	3	3	0	9	15	2	1	168
Minggu 10	61	1	3	38	10	8	18	2	5	0	6	2	4	0	13	14	3	0	188
Minggu 11	53	0	1	22	3	4	12	8	1	0	6	3	4	0	5	21	5	0	148
Minggu 12	88	1	2	53	3	2	11	11	0	0	11	0	12	0	16	16	8	0	234
Minggu 13	69	1	1	43	6	3	11	0	2	0	5	5	2	0	5	10	1	0	164
Minggu 14	88	2	2	36	9	2	14	3	3	3	14	5	3	1	13	5	1	3	207

Minggu	Pakan Rangkap	Pakan Jarang	Lusi/Pakan Ngapung	Sisa Pakan Teranyam	Ls.Reng/Grs.Sisir	Lusi Double	Benang Bebas	Pakan Mlintir	Lusi Putus	Pinggiran Jebol	Pakan Rangkap parah	Pakan Jarang Lebar	Pakan Kosong	RTP	Tak Teranyam	Tenun Rantas	Bolong/Sobek	Pakan Kotor	Total Defect
Minggu 15	63	1	2	17	7	1	13	3	0	1	2	2	1	0	11	10	1	0	135
Minggu 16	50	5	2	44	5	11	9	0	4	2	3	5	3	0	8	16	7	0	174
Minggu 17	46	3	2	34	17	6	17	1	2	0	6	4	1	0	14	16	7	0	176
Minggu 18	62	3	3	48	10	5	11	0	0	3	7	1	4	3	11	12	2	0	185
Minggu 19	59	3	2	47	6	10	15	0	0	0	15	3	3	0	15	18	4	0	200
Minggu 20	77	4	3	35	12	4	19	0	4	3	4	3	5	0	17	21	6	0	217
Minggu 21	81	1	3	46	15	6	29	0	2	1	5	5	5	0	11	17	2	2	231
Minggu 22	49	2	2	31	6	5	16	0	2	0	5	1	1	0	15	19	5	0	159
Minggu 23	65	1	2	45	11	12	30	0	0	4	4	5	7	0	14	15	3	1	219
Minggu 24	77	5	4	38	10	11	27	1	8	2	3	4	6	2	10	16	2	0	226
Minggu 25	73	5	2	54	5	9	22	2	11	1	6	2	10	0	2	12	5	0	221
Minggu 26	65	6	3	49	3	3	21	0	6	0	3	3	2	0	4	12	2	0	182

Tabel 4. 3 Data Jenis Cacat dalam Meter

Minggu	Pakan Rangkap	Pakan Jarang	Lusi/Pakan Ngapung	Sisa Pakan Teranyam	Ls.Reng/Grs.Sisir	Lusi Double	Benang Bebas	Pakan Mlintir	Lusi Putus	Pinggiran Jebol	Pakan Rangkap parah	Pakan Jarang Lebar	Pakan Kosong	RTP	Tak Teranyam	Tenun Rantas	Bolong/Sobek	Pakan Kotor	Total Defect
Minggu 1	50	0	0	6	7	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14	95
Minggu 2	58	0	0	24	7	9	11	0	0	0	5	4	4	0	3	2	0	0	126
Minggu 3	58	16	22	140	23	2	5	5	62	2	153	4	12	0	12	15	8	4	542
Minggu 4	77	0	14	36	14	7	6	0	15	0	5	0	7	0	5	14	0	0	200
Minggu 5	72	6	0	76	26	4	0	0	0	0	0	1	3	0	11	22	10	0	230
Minggu 6	126	51	7	76	20	14	30	0	6	0	15	0	2	0	9	26	8	0	391
Minggu 7	268	153	58	112	56	22	207	12	0	3	9	17	9	0	32	18	19	0	995
Minggu 8	321	23	69	144	32	18	110	4	0	0	31	0	10	0	10	24	14	3	811
Minggu 9	318	0	7	228	43	14	124	0	36	0	56	7	19	0	29	47	5	4	937
Minggu 10	369	19	21	216	63	27	99	11	0	0	25	5	26	0	42	44	8	0	976
Minggu 11	300	0	4	132	22	13	63	48	5	0	35	7	21	0	18	57	9	0	734
Minggu 12	458	6	12	313	20	7	65	66	0	0	123	0	66	0	45	60	22	0	1264
Minggu 13	357	6	7	258	36	10	61	0	8	0	33	20	11	0	22	35	5	0	868
Minggu 14	517	28	12	216	62	7	82	14	18	23	109	14	18	4	40	23	1	13	1199
Minggu 15	373	6	14	95	48	4	75	18	0	1	6	7	7	0	35	35	1	0	726
Minggu 16	269	75	14	258	36	34	51	0	18	7	8	14	14	0	31	48	14	0	891
Minggu 17	223	52	8	199	119	19	100	6	10	0	20	12	2	0	38	38	15	0	860
Minggu 18	307	39	20	287	70	18	64	0	0	54	24	2	25	11	30	26	6	0	982
Minggu 19	328	31	14	278	36	35	82	0	0	0	139	7	13	0	47	55	12	0	1078
Minggu 20	369	169	20	210	84	14	108	0	21	21	25	8	25	0	40	60	14	0	1188

Minggu	Pakan Rangkap	Pakan Jarang	Lusi/Pakan Ngapung	Sisa Pakan Teranyam	Ls.Reng/Grs.Sisir	Lusi Double	Benang Bebas	Pakan Mlintir	Lusi Putus	Pinggiran Jebol	Pakan Rangkap parah	Pakan Jarang Lebar	Pakan Kosong	RTP	Tak Teranyam	Tenun Rantas	Bolong/Sobek	Pakan Kotor	Total Defect
Minggu 21	441	8	21	270	101	21	166	0	12	3	29	8	39	0	32	60	4	11	1226
Minggu 22	300	37	14	186	40	16	95	0	12	0	22	5	4	0	46	59	12	0	847
Minggu 23	424	16	14	270	77	36	176	0	0	17	15	16	31	0	41	49	11	1	1194
Minggu 24	344	31	22	175	48	35	124	4	46	4	16	13	34	0	25	33	8	0	962
Minggu 25	435	93	14	324	36	30	132	12	66	1	40	6	55	0	17	42	17	0	1320
Minggu 26	413	159	21	292	18	9	125	0	34	0	22	8	12	0	7	28	3	0	1149

4.2.3 Data Waste Assessment Model

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan atau observasi langsung pada bagian *weaving* dan *grey finishing* PT Cambrics Primmissima. Berikut merupakan hasil pengumpulan data:

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jawaban *Seven Waste Relationship*

No.	Tipe Pertanyaan	Ask 1	Ask 2	Ask 3	Ask 4	Ask 5	Ask 6
1	O_I	C	C	B	B	C	C
2	O_D	C	A	B	B	C	C
3	O_M	C	C	B	B	B	C
4	O_T	C	C	A	B	C	B
5	O_W	C	C	B	B	C	C
6	I_O	C	C	B	B	C	C
7	I_D	B	C	B	C	A	C
8	I_M	B	C	B	B	B	C
9	I_T	C	A	B	B	C	B
10	D_O	C	C	B	C	C	C
11	D_I	C	C	B	C	A	C
12	D_M	A	A	B	A	D	B
13	D_T	C	C	B	A	E	C
14	D_W	B	A	B	A	D	B
15	M_I	B	C	B	B	B	C
16	M_D	A	B	B	A	E	B
17	M_W	C	C	C	C	B	C
18	M_P	B	C	B	C	B	C
19	T_O	C	C	A	C	C	B
20	T_I	B	C	B	C	C	C
21	T_D	C	C	B	B	E	B
22	T_M	B	C	B	C	C	C
23	T_W	C	C	B	C	C	C
24	P_O	C	B	B	C	B	C
25	P_I	A	C	B	C	C	C
26	P_D	B	A	B	A	G	B
27	P_M	C	C	B	C	B	B
28	P_W	C	C	B	C	C	C
29	W_O	C	C	B	C	B	C
30	W_I	C	C	B	C	A	B
31	W_D	B	A	B	B	E	C

Keterangan :

- Ask 1* : a = Selalu
 b = Kadang-kadang
 c = Jarang
- Ask 2* : a = Jika i naik, maka j naik
 b = Jika i naik, maka j tetap
 c = Tidak tentu, tergantung keadaan
- Ask 3* : a = Tampak secara langsung & jelas
 b = Butuh waktu untuk terlihat
 c = Tidak terlihat
- Ask 4* : a = Metode engineering
 b = Sederhana dan langsung
 c = Solusi instruksional
- Ask 5* : a = Kualitas produk
 b = Produktivitas sumber daya
 c = Lead time
 d = Kualitas dan produktivitas
 e = Kualitas dan lead time
 f = Produktivitas dan lead time
 g = Kualitas, produktivitas, dan lead time
- Ask 6* : a = Sangat tinggi
 b = Sedang
 c = Rendah

Tabel 4. 5 Pengelompokkan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defects</i>	9
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defects</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	4

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jawaban WAQ

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
Man			
1	<i>To Motion</i>	B	b
2	<i>From Motion</i>	B	a
3	<i>From Defects</i>	B	a
4	<i>From Motion</i>	B	a
5	<i>From Motion</i>	B	a
6	<i>From Defects</i>	B	a
7	<i>From Process</i>	B	b
Material			
8	<i>To Waiting</i>	B	a
9	<i>From Waiting</i>	B	a
10	<i>From Transportation</i>	B	c
11	<i>From Inventory</i>	B	a
12	<i>From Inventory</i>	B	a
13	<i>From Defects</i>	A	c
14	<i>From Inventory</i>	A	a
15	<i>From Waiting</i>	A	c
16	<i>To Defects</i>	A	c
17	<i>From Defects</i>	A	b
18	<i>From Transportation</i>	A	c
19	<i>To Motion</i>	A	a
20	<i>From Waiting</i>	B	a
21	<i>From Motion</i>	B	a
22	<i>From Transportation</i>	B	a
23	<i>From Defects</i>	B	a
24	<i>From Motion</i>	B	a
25	<i>From Inventory</i>	A	a
26	<i>From Inventory</i>	A	b
27	<i>From Defects</i>	A	a

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
28	<i>From Defects</i>	A	a
29	<i>From Waiting</i>	B	b
30	<i>From Overproduction</i>	A	b
31	<i>To Motion</i>	B	a
	Machine		
32	<i>From Process</i>	B	a
33	<i>To Waiting</i>	B	a
34	<i>From Process</i>	B	a
35	<i>From Transportation</i>	B	a
36	<i>To Motion</i>	B	a
37	<i>From Overproduction</i>	A	c
38	<i>From Waiting</i>	A	b
39	<i>From Waiting</i>	B	b
40	<i>To Defects</i>	A	b
41	<i>From Waiting</i>	A	b
42	<i>To Motion</i>	A	b
43	<i>From Process</i>	B	a
	Method		
44	<i>To Transportation</i>	B	a
45	<i>From Process</i>	B	a
46	<i>From Waiting</i>	B	a
47	<i>To Motion</i>	B	a
48	<i>To Waiting</i>	B	a
49	<i>To Defects</i>	B	a
50	<i>From Motion</i>	B	a
51	<i>From Defects</i>	B	a
52	<i>From Motion</i>	B	a
53	<i>To Waiting</i>	B	a
54	<i>From Process</i>	B	a
55	<i>From Process</i>	B	a
56	<i>To Defects</i>	B	a
57	<i>From Inventory</i>	B	b
58	<i>To Transportation</i>	B	b
59	<i>To Motion</i>	B	a
60	<i>To Transportation</i>	B	a
61	<i>To Motion</i>	A	a
62	<i>To Motion</i>	B	a

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban
63	<i>From Motion</i>	B	a
64	<i>From Motion</i>	B	a
65	<i>From Motion</i>	B	a
66	<i>From Overproduction</i>	B	a
67	<i>From Process</i>	B	b
68	<i>From Defects</i>	B	a

Keterangan:

Kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Dimana a adalah “Ya”, b adalah “Sedang” dan c adalah “Tidak”. Jika jawaban (a) menandakan adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jawaban (b) menandakan sedang atau adanya pemborosan dengan skala kecil pemberian bobot 0.5. Jawaban (c) menandakan tidak adanya pemborosan dan pemberian bobot 0.

Kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak adanya pemborosan yang terjadi. Dimana a adalah “Ya”, b adalah “Sedang” dan c adalah “Tidak”. Jika jawaban (a) menandakan tidak adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1. Jawaban (b) menandakan sedang atau adanya pemborosan dengan skala kecil pemberian bobot 0.5. Jawaban (c) menandakan adanya pemborosan dengan pemberian bobot 1.

4.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data berupa pengukuran serta perbaikan untuk mengetahui faktor penyebab ketidaksesuaian output produk, maka digunakan tahap DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) dengan tahapan sebagai berikut:

4.3.1 Define

Di dalam *Six Sigma* , tahap define merupakan langkah pertama dalam usaha peningkatan kualitas.

1) Identifikasi Waste

Untuk mengerahui waste tertinggi yang terjadi dibagian *weaving* maka digunakan metode waste assessment model. Terdapat tiga tahapan yaitu:

a. Seven Waste Relationship

Tabel 4. 7 Skors Keterkaitan Antar Waste

No.	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
1	O_I	4	U
2	O_D	6	O
3	O_M	4	U
4	O_T	8	O
5	O_W	4	U
6	I_O	4	U
7	I_D	5	O
8	I_M	6	O
9	I_T	8	O
10	D_O	3	U
11	D_I	3	U
12	D_M	14	E
13	D_T	6	O
14	D_W	12	I
15	M_I	6	O
16	M_D	13	E
17	M_W	1	U
18	M_P	5	O
19	T_O	7	O
20	T_I	5	O
21	T_D	7	O
22	T_M	5	O
23	T_W	3	U
24	P_O	4	U
25	P_I	7	O
26	P_D	14	E
27	P_M	5	O

No.	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
28	P_W	3	U
29	W_O	3	U
30	W_I	5	O
31	W_D	9	I

Keterangan:

A = nilai 17 - 20 (*Absolutely Necessary*)

B = nilai 13 - 16 (*Especially Important*)

C = nilai 9 - 12 (*Important*)

D = nilai 5 - 8 (*Ordinary Closeness*)

E = nilai 1 - 4 (*Unimportant*)

b. *Waste Relationship Matrix*

Setelah didapatkan *Seven Waste Relationship* pada tabel 4.5 selanjutnya dapat dilanjutkan pada tahapan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dengan cara mengubah *output Seven Waste Relationship* menjadikannya sebagai *input* kedalam *Waste Relationship Matrix*. Berdasarkan hasil perhitungan keterkaitan antar *waste*, selanjutnya dapat dibuat WRM sebagai berikut:

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	U	O	U	O	X	U
I	U	A	O	O	O	X	X
D	U	U	A	E	O	X	I
M	X	O	E	A	X	O	U
T	O	O	O	O	A	X	U
P	U	O	E	O	X	A	U
W	U	O	I	X	X	X	A

Gambar 4. 1 *Waste Relationship Matrix*

Selanjutnya dilakukan penyederhanaan matriks dengan cara dikonversikan kedalam bentuk prosentase dengan acuan pada tabel 4.2. Berikut adalah hasil penyederhanaan menjadi *waste matrix value*.

Tabel 4. 8 Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skors	%
O	10	2	4	2	4	0	2	24	12.77
I	2	10	4	4	4	0	0	24	12.77
D	2	2	10	8	4	0	6	32	17.02
M	0	4	8	10	0	4	2	28	14.89
T	4	4	4	4	10	0	2	28	14.89
P	2	4	8	4	0	10	2	30	15.96
W	2	4	6	0	0	0	10	22	11.70
Skors	22	30	44	32	22	14	24	188	100.00
%	11.70	15.96	23.40	17.02	11.70	7.45	12.77	100.00	

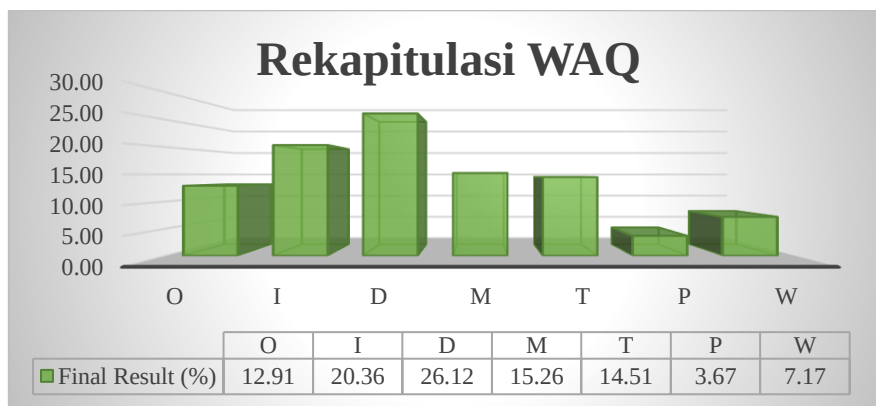
Based on A:10, E:8, I:6, O:4, U:2, and X:0 (Utama, et al., 2016)

c. *Waste Assessment Questionnaire*

Berdasarkan penilaian awal WAQ setiap jenis pertanyaan dikategorikan ke dalam 4 kelompok *man*, *machine*, *material* dan *method* dengan menggunakan 2 kategori. Kategori A, jika jawaban Ya berarti diindikasikan adanya pemborosan, dimana bobot 1 jika Ya, 0.5 jika Sedang dan 0 jika Tidak. Kategori B, jika jawaban Ya berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi, dimana bobot 0 jika Ya, 0.5 jika Sedang dan 1 jika Tidak.

Tabel 4. 9 Tabel Rekapitulasi WAQ

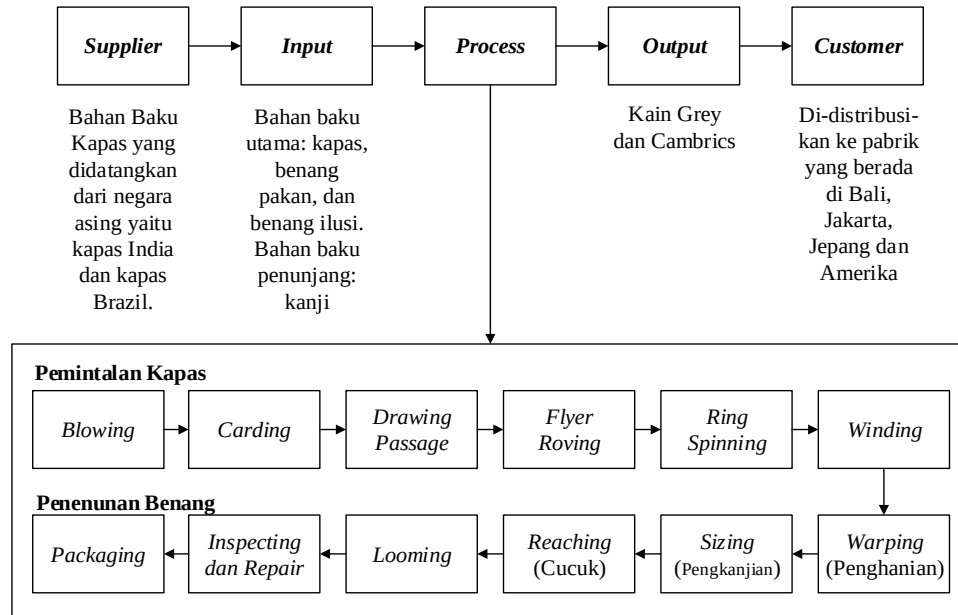
Jenis Waste	O	I	D	M	T	P	W
Score (Yj)	0.07	0.09	0.06	0.05	0.07	0.03	0.04
Pj factor	149.39	203.71	398.37	253.51	174.29	118.83	149.39
Final Result (Yjfinal)	11.17	17.62	22.61	13.21	12.55	3.18	6.21
Final Result (%)	12.91	20.36	26.12	15.26	14.51	3.67	7.17
Rank	5	2	1	3	4	7	6



Gambar 4. 2 Rekapitulasi WAQ

2) SIPOC Diagram:

SIPOC Diagram merupakan diagram untuk mengidentifikasi setiap elemen dimulai dari *supplier* atau pemasok bahan baku sampai dengan customer. Pemetaan proses bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses produksi kain PS 217 dimulai dari bahan baku kapas diolah menjadi benang hingga menjadi kain.



Gambar 4. 3 SIPOC Diagram

1. *Supplier*

Supplier adalah perusahaan atau pihak yang memasok bahan baku utama atau material lain kepada proses. *Supplier* bahan baku yang digunakan PT Cambrics Primissima merupakan pemasok bahan baku berupa kapas yang berasal dari India dan Brazil.

2. *Input*

Input dari bahan baku utama proses produksi adalah kapas yang didatangkan dari negara asing yaitu India dan Brazil.

3. Proses

a. *Blowing*

Bahan baku pembuat benang adalah kapas. Kapas akan masuk ke proses *blowing* dimana proses ini adalah proses penguraian kapas dari gumpalan

kapas besar menjadi kecil-kecil dan memisahkan kapas dari kotoran berupa ranting, daun, biji-bijian.

b. *Carding*

Setelah selesai diproses dimesin *blowing* selanjutnya kapas masuk ke mesin *carding*, mesin *carding* ini digunakan untuk memisahkan serat yang panjang dan serat yang pendek. Karena kapas yang tadi masuk masih dalam keadaan tercampur.

c. *Drawing Passage*

Drawing pass untuk perangkapan *sliver* dan mensejajarkan serat. Sisa *sliver* yang berada di *drawing pass* II bisa dikembalikan ke proses *drawing pass* I secara bertahap.

d. *Flyer Roving*

Pada tahap ini *sliver* diproses di mesin *Flyer*. Mesin ini digunakan membuat *roving* dimana telah ada pemberian *twist* sementara untuk mempermudah proses selanjutnya.

e. *Ring Spinning*

Pada tahap ini digunakan untuk memplintir benang. Dari kopling menjadi benang *cope*. Di *ring Spinning* dibuat penomoran benang sesuai pesanan, di *ring Spinning* mendapatkan *twist* (plintiran) yang sudah sesuai dengan nomor benang yang diminta.

f. *Winding*

Proses untuk menggulung benang dari *Ring Spinning* menjadi sebuah *cone* (kelos) dimana mesin *winding* dalam proses penggulangan itu akan mensensor benang tebal atau tipis sehingga akan terpotong dan nantinya akan menyambung lagi secara otomatis. Setelah melalui semua proses benang siap *packing* di ruang transit benang.

g. *Warping* (Hani)

Pada proses ini digunakan untuk menyiapkan benang dengan cara menggulung benang dari beberapa *cone* (kelos) ke dalam *beam* (balok) hani sesuai kontruksi, yang dipasang pada mesin kanji dengan bentuk gulungan

sejajar. Pada proses ini mesin *warper* akan menggulung benang lusi dari 585 *cone* pada sebuah *beam*.

h. *Sizing* (Kanji)

Penganjian adalah proses benang dicelupkan pada bak larutan kanji (*size box*), yang di dalamnya terdapat rol rendam dan rol pemeras. Isi larutan kanji tersebut terdiri dari bahan *Compound* AT-8E, anti jamur dan air. Ketiga bahan dimasak pada mixer dan diaduk selama 10 menit, lalu dipanaskan hingga suhu mencapai 80 derajat Celcius Cairan kanji yang telah siap ditampung pada *size box*. Tujuan dari proses penganjian adalah meningkatkan daya tenun sehingga benang lebih tahan terhadap gesekan.

i. *Reaching* (Cucuk)

Sebelum masuk ke mesin tenun, kain yang sudah dikanji diadakan pencucukan. Fungsi pencucukan ini adalah agar benang lusi masuk ke *gun* dan *droffer* lalu dimasukan ke dalam sisir. Setelah masuk ke mesin tenun, lusi yang sudah dikanji mengalami pencucukan yaitu setiap helai masuk ke dalam *gun*, sisir, *droffer*, dapat dilakukan secara elektronik maupun manual. Di PT Cambrics Primmissima proses tersebut dilakukan oleh tenaga operator.

j. *Looming*

Pada tahap *looming* berfungsi untuk menenun benang atau disambung (*tying*), bersama benang pakan dianyam, yaitu benang pakan diluncurkan memakai teropong atau mesin tenun *shuttle loom*.

k. *Inspecting* dan Repair

Finishing merupakan proses terakhir dari pertenenan. Pada bagian ini tujuannya adalah memperbaiki cacat-cacat yang ada pada grey.

l. *Packaging*

Pada tahap ini produk kain di kemas dalam kardus pengemasan sehingga siap disitribusikan kepada pelanggan atau disimpan sementara waktu di gudang.

4. *Output*

Untuk *output* yang dihasilkan merupakan kain grey dan kain cambrics

5. Customer

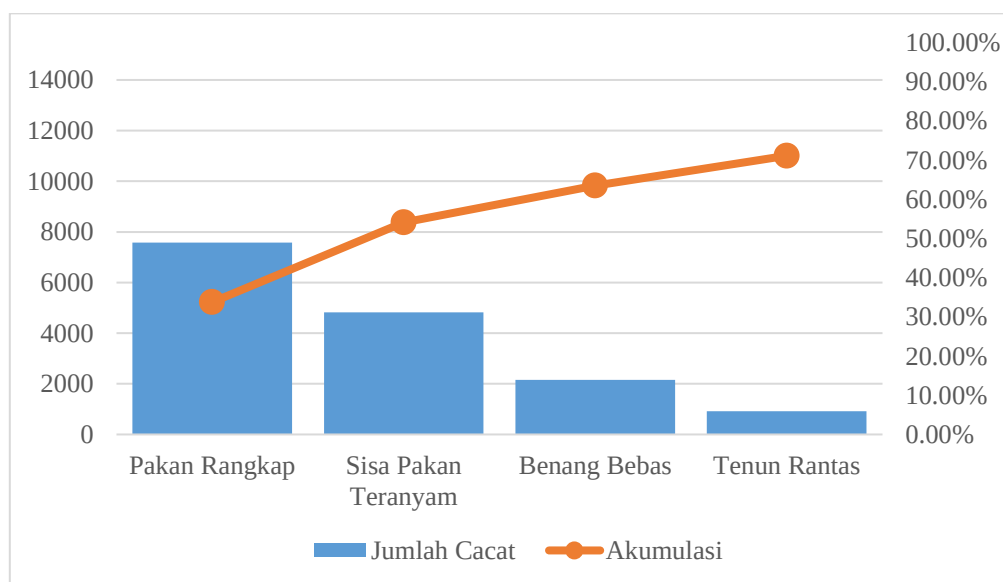
Selanjutnya *output* yang dihasilkan didistribusikan kepada pabrik yang berada di Bali, Jakarta, Jepang dan Amerika

3) Critical to Quality

Identifikasi dilakukan terhadap kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi dalam menimbulkan kecacatan produk PS 217. Karakteristik kualitas pada penelitian ini merupakan karakteristik yang jenis cacat produk yang dapat mempengaruhi suatu output. Tabel berikut merupakan jenis-jenis produk terbanyak yang menghasilkan cacat produk PS 217 pada periode September 2016-Februari 2017:

Tabel 4. 10 Persentase *Critical to Quality*

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase	Akumulasi
1	Pakan Rangkap	7575	33.77%	33.77%
2	Sisa Pakan Teranyam	4819	20.32%	54.10%
3	Benang Bebas	2161	9.41%	63.51%
4	Tenun Rantas	916	7.62%	71.13%
	Jumlah Cacat	15472		



Gambar 4. 4 Diagram Pareto CTQ PS 217

Berdasarkan diagram pareto diatas dapat diperoleh jenis kecacatan yang paling sering terjadi pada jenis kain PS217 adalah:

- a. Pakan Rangkap: Cacat produk yang terjadi ketika benang pakan teranyam secara rangkap pada satu lintasan anyaman sehingga menjadi lebih tebal.
- b. Benang Bebas: Cacat produk yang terjadi karena benang terbang dan masuk kedalam anyaman.
- c. Sisa Pakan Teranyam: Cacat produk yang disebabkan karena sisa hasil benang tenun yang tidak teranyam.
- d. Tenun Rantas: Cacat produk yang disebabkan karena bahan tenun yang rantas pada pembuatan kain.

Namun jenis cacat pakan rangkap merupakan jenis cacat yang masih bisa diterima oleh pelanggan. Sehingga dalam tahap inspeksi hanya dilakukan pencatatan kejadian terjadinya cacat tanpa melalui tahap *repair* atau pembuangan jenis cacat dengan dipotong. Berdasarkan hal tersebut dilakukan perhitungan dengan 2 cara yaitu menggunakan 4 CTQ yaitu pakan rangkap, benang bebas, sisa pakan teranyam dan tenun rantas dan 3 CTQ yaitu benang bebas, sisa pakan teranyam dan tenun rantas.

4.3.2 *Measure*

Measure merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* . Pada tahap ini dilakukan perhitungan dengan membandingkan antara menggunakan 3 CTQ dan 4 CTQ. Terdapat beberapa hal yang harus dilakukan, yaitu:

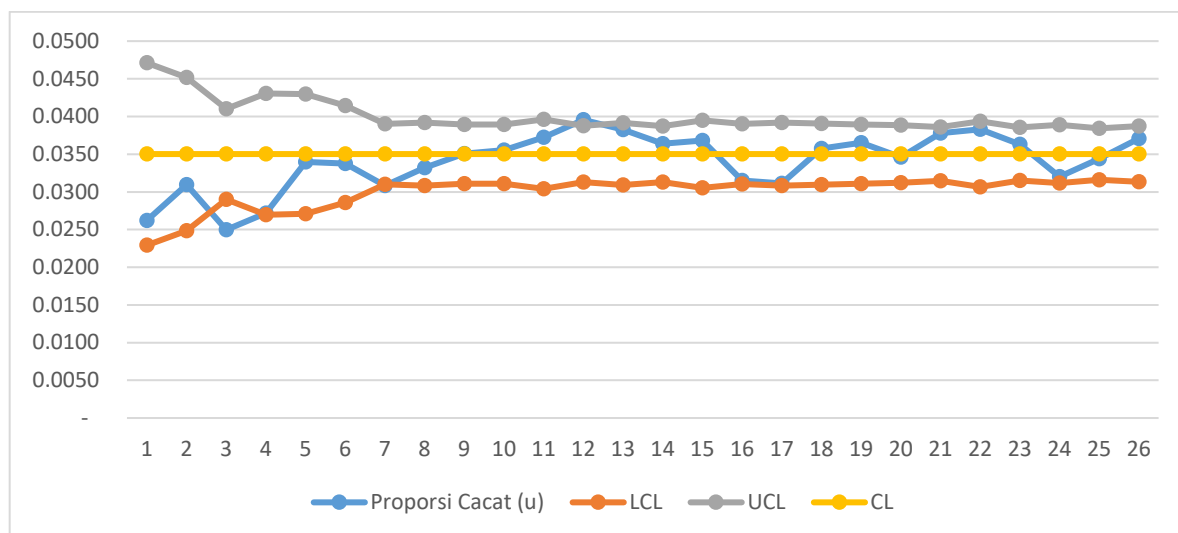
- 1) Pengukuran Peta Kendali Control (U Chart) 4 CTQ

Untuk membuat grafik pengedali u (u *chart*) dilakukan pengolahan data dengan menentukan nilai batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagaimana ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 11 Peta U Chart 4 CTQ

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3 σ	LCL	UCL	CL
Minggu 1	2,153	56	0.0262	0.0121	0.0229	0.0471	0.0350
Minggu 2	3,045	94	0.0309	0.0102	0.0248	0.0452	0.0350
Minggu 3	8,750	218	0.0250	0.0060	0.0290	0.0410	0.0350
Minggu 4	4,865	132	0.0272	0.0080	0.0270	0.0431	0.0350
Minggu 5	4,993	170	0.0340	0.0079	0.0271	0.0430	0.0350
Minggu 6	7,631	258	0.0338	0.0064	0.0286	0.0414	0.0350
Minggu 7	19,619	605	0.0308	0.0040	0.0310	0.0390	0.0350
Minggu 8	18,028	599	0.0332	0.0042	0.0308	0.0392	0.0350
Minggu 9	20,441	717	0.0351	0.0039	0.0311	0.0389	0.0350
Minggu 10	20,466	728	0.0356	0.0039	0.0311	0.0389	0.0350
Minggu 11	14,836	552	0.0372	0.0046	0.0304	0.0396	0.0350
Minggu 12	22,645	896	0.0396	0.0037	0.0313	0.0387	0.0350
Minggu 13	18,592	712	0.0383	0.0041	0.0309	0.0391	0.0350
Minggu 14	23,009	838	0.0364	0.0037	0.0313	0.0387	0.0350
Minggu 15	15,696	578	0.0368	0.0045	0.0305	0.0395	0.0350
Minggu 16	19,850	626	0.0315	0.0040	0.0310	0.0390	0.0350
Minggu 17	17,989	560	0.0311	0.0042	0.0308	0.0392	0.0350
Minggu 18	19,131	684	0.0358	0.0041	0.0310	0.0391	0.0350
Minggu 19	20,356	744	0.0365	0.0039	0.0311	0.0390	0.0350
Minggu 20	21,574	747	0.0346	0.0038	0.0312	0.0388	0.0350
Minggu 21	24,828	938	0.0378	0.0036	0.0315	0.0386	0.0350
Minggu 22	16,694	639	0.0383	0.0043	0.0307	0.0394	0.0350
Minggu 23	25,331	919	0.0363	0.0035	0.0315	0.0385	0.0350
Minggu 24	21,098	675	0.0320	0.0039	0.0312	0.0389	0.0350
Minggu 25	27,099	932	0.0344	0.0034	0.0316	0.0384	0.0350
Minggu 26	23,113	857	0.0371	0.0037	0.0313	0.0387	0.0350

Setelah dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 4.14 maka dapat diplotkan proporsi cacat ke dalam grafik peta kendali u untuk mengetahui apakah data terkendali atau tidak secara statistik, adalah sebagai berikut:



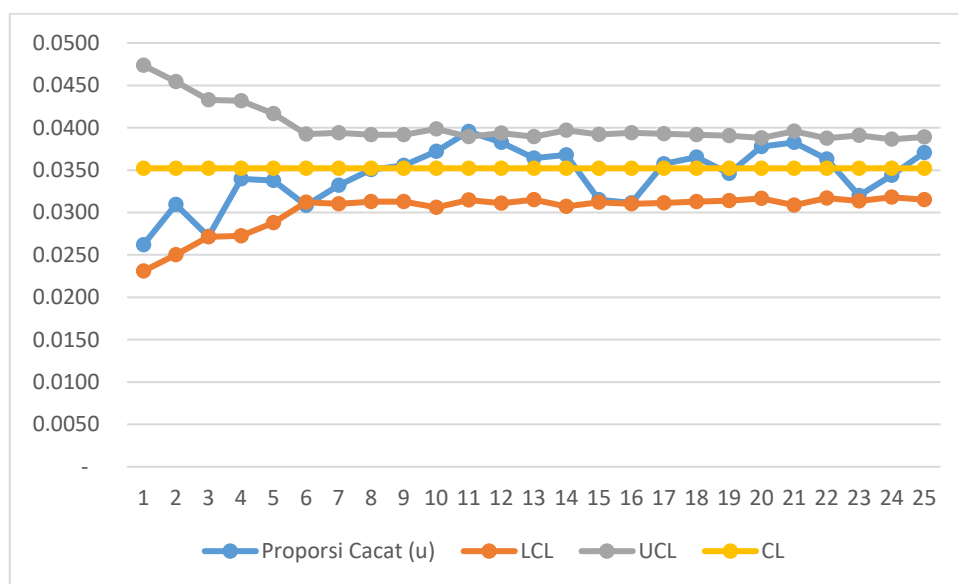
Gambar 4. 5 Grafik Peta U Chart 4 CTQ

Dapat diketahui dari gambar 4.5, grafik peta kendali u pada periode bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan proporsi cacat dalam keadaan tidak konsisten dimana terdapat data yang berada di luar garis batas atas dan bawah peta kendali. Sehingga diperlukan perhitungan kembali dengan mengeluarkan data yang diatas atau dibawah peta kendali yang memiliki variasi penyebab khusus yaitu data pada minggu ketiga dimana pada periode September jumlah mesin aktif yang digunakan hanya 12 mesin., Adapun peta kendali terkendali ditampilkan pada tabel dan gambar dibawah ini:

Tabel 4. 12 Tabel Peta U 4 CTQ Terkendali

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3 σ	LCL	UCL	CL
Minggu 1	2,153	56	0.0262	0.0121	0.0231	0.0474	0.0352
Minggu 2	3,045	94	0.0309	0.0102	0.0250	0.0454	0.0352
Minggu 4	4,865	132	0.0272	0.0081	0.0271	0.0433	0.0352
Minggu 5	4,993	170	0.0340	0.0080	0.0273	0.0432	0.0352
Minggu 6	7,631	258	0.0338	0.0064	0.0288	0.0417	0.0352
Minggu 7	19,619	605	0.0308	0.0040	0.0312	0.0392	0.0352
Minggu 8	18,028	599	0.0332	0.0042	0.0310	0.0394	0.0352
Minggu 9	20,441	717	0.0351	0.0039	0.0313	0.0392	0.0352
Minggu 10	20,466	728	0.0356	0.0039	0.0313	0.0392	0.0352
Minggu 11	14,836	552	0.0372	0.0046	0.0306	0.0398	0.0352
Minggu 12	22,645	896	0.0396	0.0037	0.0315	0.0390	0.0352

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3σ	LCL	UCL	CL
Minggu 13	18,592	712	0.0383	0.0041	0.0311	0.0393	0.0352
Minggu 14	23,009	838	0.0364	0.0037	0.0315	0.0389	0.0352
Minggu 15	15,696	578	0.0368	0.0045	0.0307	0.0397	0.0352
Minggu 16	19,850	626	0.0315	0.0040	0.0312	0.0392	0.0352
Minggu 17	17,989	560	0.0311	0.0042	0.0310	0.0394	0.0352
Minggu 18	19,131	684	0.0358	0.0041	0.0311	0.0393	0.0352
Minggu 19	20,356	744	0.0365	0.0039	0.0313	0.0392	0.0352
Minggu 20	21,574	747	0.0346	0.0038	0.0314	0.0391	0.0352
Minggu 21	24,828	938	0.0378	0.0036	0.0316	0.0388	0.0352
Minggu 22	16,694	639	0.0383	0.0044	0.0309	0.0396	0.0352
Minggu 23	25,331	919	0.0363	0.0035	0.0317	0.0388	0.0352
Minggu 24	21,098	675	0.0320	0.0039	0.0313	0.0391	0.0352
Minggu 25	27,099	932	0.0344	0.0034	0.0318	0.0386	0.0352
Minggu 26	23,113	857	0.0371	0.0037	0.0315	0.0389	0.0352



Gambar 4. 6 Grafik Peta U Chart 4 CTQ Terkendali

Dapat diketahui dari gambar 4.6, grafik peta kendali u pada periode bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan proporsi cacat tidak dalam keadaan konsisten dimana masih terdapat dua data yang diluar batas kontrol. Dua data tersebut

tidak dikeluarkan karena tidak memiliki variasi penyebab khusus baik dari segi *man*, *material*, *machine* maupun *environment*.

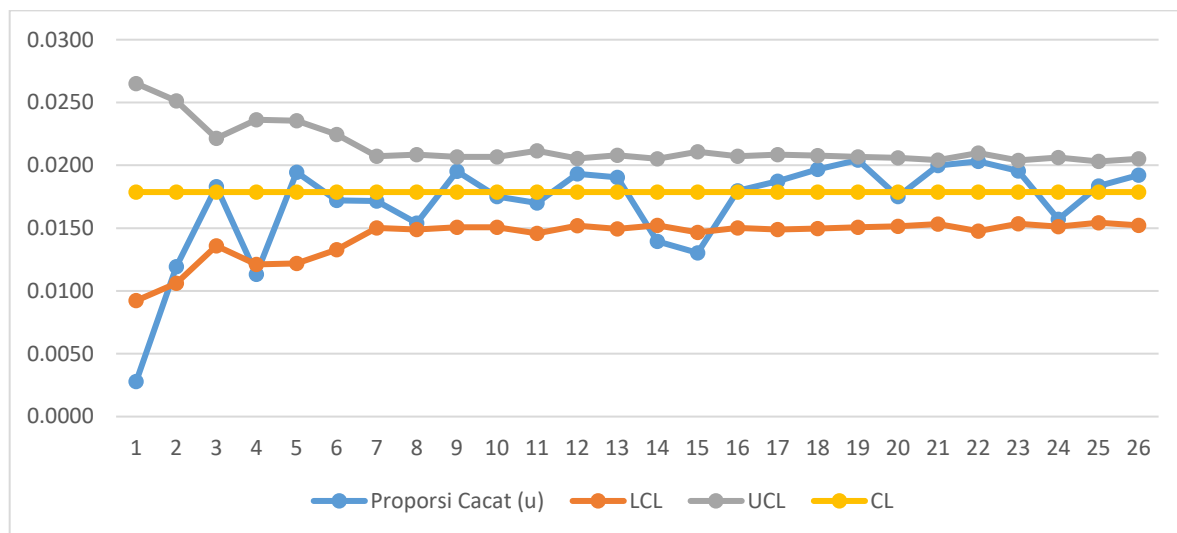
2) Pengukuran Peta Kendali Control (U Chart) 3 CTQ

Untuk membuat grafik pengedali u (*u chart*) dilakukan pengolahan data dengan menentukan nilai batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagaimana ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 13 Peta U Chart 3 CTQ

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3 σ	LCL	UCL	CL
Minggu 1	2,153	6	0.0028	0.0086	0.0092	0.0265	0.0179
Minggu 2	3,045	36	0.0119	0.0073	0.0106	0.0251	0.0179
Minggu 3	8,750	160	0.0183	0.0043	0.0136	0.0222	0.0179
Minggu 4	4,865	55	0.0113	0.0057	0.0121	0.0236	0.0179
Minggu 5	4,993	97	0.0195	0.0057	0.0122	0.0235	0.0179
Minggu 6	7,631	131	0.0172	0.0046	0.0133	0.0225	0.0179
Minggu 7	19,619	337	0.0172	0.0029	0.0150	0.0207	0.0179
Minggu 8	18,028	278	0.0154	0.0030	0.0149	0.0209	0.0179
Minggu 9	20,441	399	0.0195	0.0028	0.0151	0.0207	0.0179
Minggu 10	20,466	359	0.0175	0.0028	0.0151	0.0207	0.0179
Minggu 11	14,836	252	0.0170	0.0033	0.0146	0.0212	0.0179
Minggu 12	22,645	438	0.0193	0.0027	0.0152	0.0205	0.0179
Minggu 13	18,592	354	0.0190	0.0029	0.0149	0.0208	0.0179
Minggu 14	23,009	321	0.0139	0.0026	0.0152	0.0205	0.0179
Minggu 15	15,696	205	0.0130	0.0032	0.0147	0.0211	0.0179
Minggu 16	19,850	357	0.0180	0.0028	0.0150	0.0207	0.0179
Minggu 17	17,989	337	0.0187	0.0030	0.0149	0.0209	0.0179
Minggu 18	19,131	377	0.0197	0.0029	0.0150	0.0208	0.0179
Minggu 19	20,356	416	0.0204	0.0028	0.0151	0.0207	0.0179
Minggu 20	21,574	378	0.0175	0.0027	0.0151	0.0206	0.0179
Minggu 21	24,828	496	0.0200	0.0025	0.0153	0.0204	0.0179
Minggu 22	16,694	339	0.0203	0.0031	0.0148	0.0210	0.0179
Minggu 23	25,331	495	0.0195	0.0025	0.0154	0.0204	0.0179
Minggu 24	21,098	332	0.0157	0.0028	0.0151	0.0206	0.0179
Minggu 25	27,099	497	0.0183	0.0024	0.0154	0.0203	0.0179
Minggu 26	23,113	444	0.0192	0.0026	0.0152	0.0205	0.0179

Setelah dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 4.12 maka dapat diplotkan proporsi cacat ke dalam grafik peta kendali u untuk mengetahui apakah data terkendali atau tidak secara statistik, adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Grafik Peta Kendali 3 CTQ

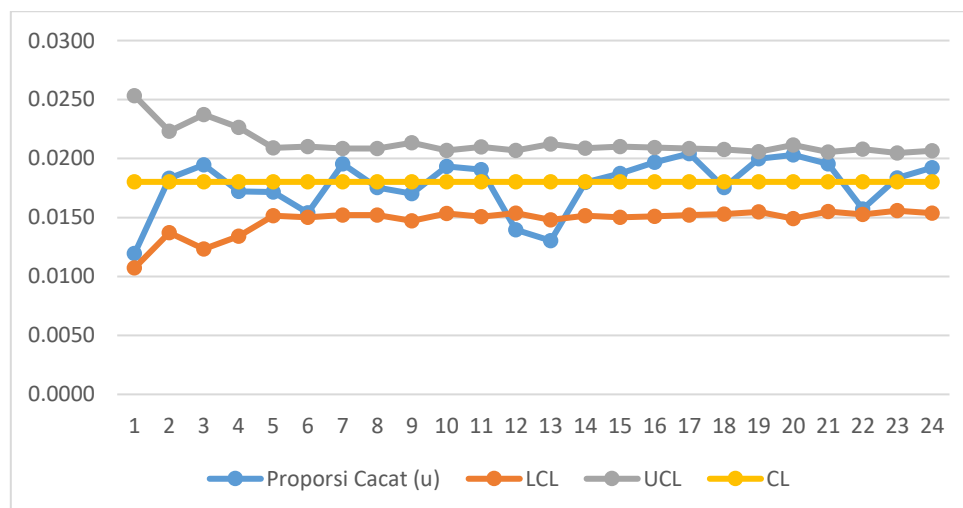
Dapat diketahui dari gambar 4.7, grafik peta kendali u pada periode bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan proporsi cacat dalam keadaan tidak konsisten dimana terdapat data yang berada di luar garis batas atas dan bawah peta kendali. Sehingga diperlukan perhitungan kembali dengan mengeluarkan data yang diatas atau dibawah peta kendali yang memiliki variasi penyebab khusus yaitu data pada minggu ketiga dimana pada periode September jumlah mesin aktif yang digunakan hanya 12 mesin., Adapun peta kendali terkendali ditampilkan pada tabel dan gambar dibawah ini:

Tabel 4. 14 Peta U Chart 3 CTQ Terkendali

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3 σ	LCL	UCL	CL
Minggu 2	3,045	36	0.0119	0.0073	0.0107	0.0253	0.0180
Minggu 3	8,750	160	0.0183	0.0043	0.0137	0.0223	0.0180
Minggu 5	4,993	97	0.0195	0.0057	0.0123	0.0237	0.0180
Minggu 6	7,631	131	0.0172	0.0046	0.0134	0.0226	0.0180
Minggu 7	19,619	337	0.0172	0.0029	0.0151	0.0209	0.0180
Minggu 8	18,028	278	0.0154	0.0030	0.0150	0.0210	0.0180
Minggu 9	20,441	399	0.0195	0.0028	0.0152	0.0208	0.0180

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proporsi Cacat (u)	3 σ	LCL	UCL	CL
Minggu 10	20,466	359	0.0175	0.0028	0.0152	0.0208	0.0180
Minggu 11	14,836	252	0.0170	0.0033	0.0147	0.0213	0.0180
Minggu 12	22,645	438	0.0193	0.0027	0.0153	0.0207	0.0180
Minggu 13	18,592	354	0.0190	0.0030	0.0151	0.0210	0.0180
Minggu 14	23,009	321	0.0139	0.0027	0.0154	0.0207	0.0180
Minggu 15	15,696	205	0.0130	0.0032	0.0148	0.0212	0.0180
Minggu 16	19,850	357	0.0180	0.0029	0.0152	0.0209	0.0180
Minggu 17	17,989	337	0.0187	0.0030	0.0150	0.0210	0.0180
Minggu 18	19,131	377	0.0197	0.0029	0.0151	0.0209	0.0180
Minggu 19	20,356	416	0.0204	0.0028	0.0152	0.0208	0.0180
Minggu 20	21,574	378	0.0175	0.0027	0.0153	0.0208	0.0180
Minggu 21	24,828	496	0.0200	0.0026	0.0155	0.0206	0.0180
Minggu 22	16,694	339	0.0203	0.0031	0.0149	0.0211	0.0180
Minggu 23	25,331	495	0.0195	0.0025	0.0155	0.0206	0.0180
Minggu 24	21,098	332	0.0157	0.0028	0.0152	0.0208	0.0180
Minggu 25	27,099	497	0.0183	0.0024	0.0156	0.0205	0.0180
Minggu 26	23,113	444	0.0192	0.0026	0.0154	0.0207	0.0180

Setelah dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 4.13 maka dapat diplotkan proporsi cacat ke dalam grafik peta kendali u untuk mengetahui apakah data terkendali atau tidak secara statistik, adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Grafik Peta U Chart 3 CTQ Terkendali

Dapat diketahui dari gambar 4.8, grafik peta kendali u pada periode bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan proporsi cacat tidak dalam keadaan konsisten dimana masih terdapat dua data yang diluar batas kontrol. Dua data tersebut tidak dikeluarkan karena tidak memiliki variasi penyebab khusus baik dari segi *man*, *material*, *machine* maupun *environment*. Dua data tersebut berada dibawah batas control yang memiliki arti bahwa dua data tersebut berada pada kondisi tingkat cacat yang dikeluarkan lebih rendah dari biasanya sehingga hal tersebut menimbulkan hal positif bagi perusahaan.

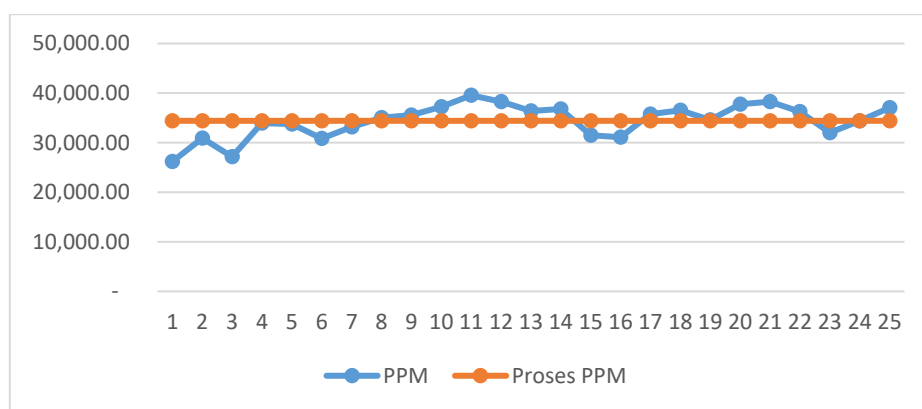
3) Pengukuran Baseline Kinerja (PPM dan Tingkat Sigma 4 CTQ)

Tabel 4. 15 Nilai PPM dan Tingkat Sigma 4 CTQ

Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	<i>Proportion Defective/ DPU</i>	<i>Final Yield</i>	<i>PPM</i>	Nilai Sigma
1	2,153	56	0.0262	0.974	26,193.08	3.44
2	3,045	94	0.0309	0.969	30,934.95	3.37
4	4,865	132	0.0272	0.973	27,177.70	3.42
5	4,993	170	0.0340	0.966	33,951.97	3.33
6	7,631	258	0.0338	0.966	33,759.89	3.33
7	19,619	605	0.0308	0.969	30,821.52	3.37
8	18,028	599	0.0332	0.967	33,202.49	3.34
9	20,441	717	0.0351	0.965	35,074.62	3.31
10	20,466	728	0.0356	0.964	35,558.45	3.30
11	14,836	552	0.0372	0.963	37,222.66	3.28
12	22,645	896	0.0396	0.960	39,554.49	3.26
13	18,592	712	0.0383	0.962	38,277.50	3.27
14	23,009	838	0.0364	0.964	36,410.66	3.29
15	15,696	578	0.0368	0.963	36,798.87	3.29
16	19,850	626	0.0315	0.968	31,522.97	3.36
17	17,989	560	0.0311	0.969	31,137.04	3.36
18	19,131	684	0.0358	0.964	35,750.28	3.30
19	20,356	744	0.0365	0.963	36,529.80	3.29
20	21,574	747	0.0346	0.965	34,606.75	3.32
21	24,828	938	0.0378	0.962	37,770.15	3.28
22	16,694	639	0.0383	0.962	38,283.22	3.27
23	25,331	919	0.0363	0.964	36,286.94	3.30

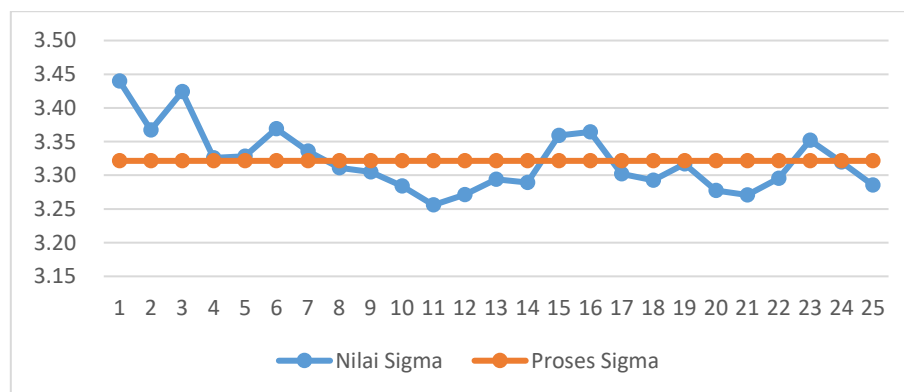
Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	Proportion Defective/ DPU	Final Yield	PPM	Nilai Sigma
24	21,098	675	0.0320	0.968	32,009.88	3.35
25	27,099	932	0.0344	0.966	34,386.72	3.32
26	23,113	857	0.0371	0.963	37,077.28	3.29
Total	433,082	15,253	0.86	24.14	860,299.90	83.04
Rata-Rata	17,323.28	610.12	0.0344	0.9656	34,412.00	3.32

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan PPM dan Tingkat Sigma:



Gambar 4. 9 Grafik Tingkat PPM 4 CTQ

Dapat diketahui dari gambar 4.9 diatas, bahwa grafik pola PPM dari cacat kain PS 217 pada bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan hasil yang bervariasi dan naik turun pola. Hasil proses PPM yang didapatkan sebesar 34,412.00 yang akan digunakan sebagai ukuran kemampuan proses untuk peningkatan selanjutnya. Berikut merupakan grafik hasil perhitungan Tingkat Sigma:



Gambar 4. 10 Grafik Tingkat Kapabilitas Sigma 4 CTQ

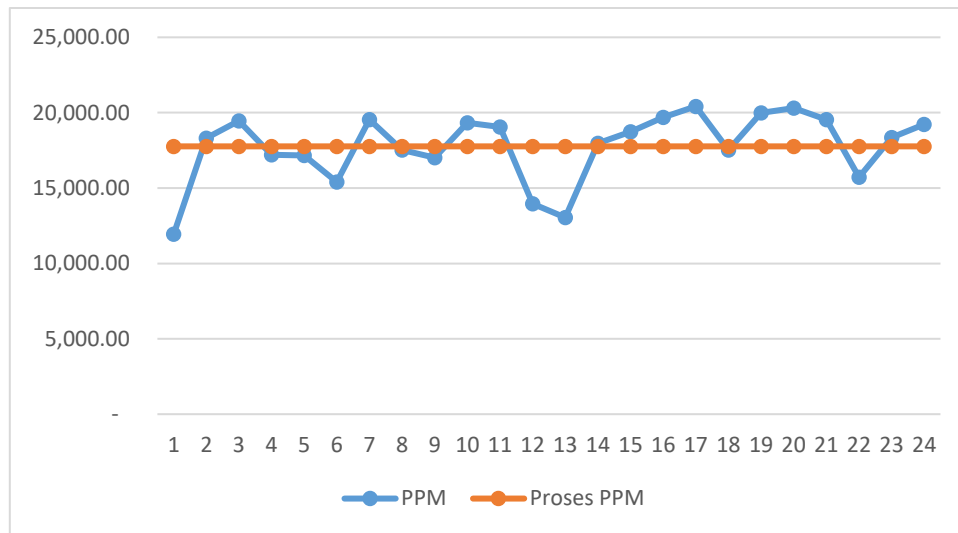
Dapat diketahui dari gambar 4.10 diatas, bahwa grafik pola Tingkat Kapabilitas Sigma menunjukkan hasil yang bervariasi, dikarenakan adanya pola naik turun dari nilai hasil perhitungan diatas selama periode September 2016-Februari 2017. Hasil proses Sigma yang didapatkan sebesar 3.32 yang akan digunakan sebagai ukuran *baseline* kinerja untuk peningkatan selanjutnya.

4) Pengukuran Baseline Kinerja (PPM dan Tingkat Sigma 3 CTQ)

Tabel 4. 16 Nilai PPM dan Tingkat Sigma 3 CTQ

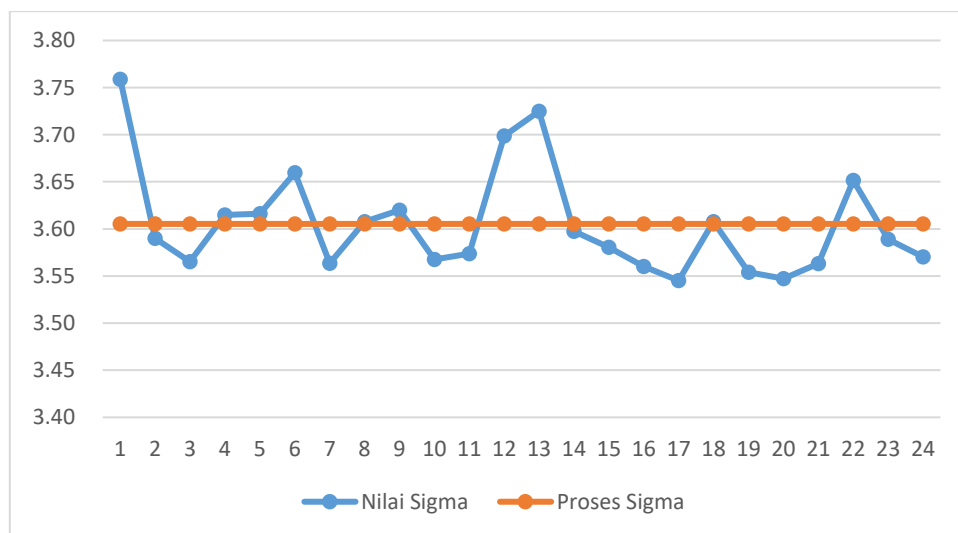
Minggu	Ukuran Sampel (n)	Jumlah Cacat (x)	DPU	Final Yield	PPM	Nilai Sigma
2	3,045	36	0.0119	0.988	11,943.08	3.76
3	8,750	160	0.0183	0.982	18,311.43	3.59
5	4,993	97	0.0195	0.981	19,452.23	3.57
6	7,631	131	0.0172	0.983	17,215.96	3.61
7	19,619	337	0.0172	0.983	17,162.36	3.62
8	18,028	278	0.0154	0.985	15,394.57	3.66
9	20,441	399	0.0195	0.980	19,537.94	3.56
10	20,466	359	0.0175	0.982	17,525.00	3.61
11	14,836	252	0.0170	0.983	17,010.43	3.62
12	22,645	438	0.0193	0.981	19,330.98	3.57
13	18,592	354	0.0190	0.981	19,049.86	3.57
14	23,009	321	0.0139	0.986	13,949.98	3.70
15	15,696	205	0.0130	0.987	13,042.60	3.72
16	19,850	357	0.0180	0.982	17,976.49	3.60
17	17,989	337	0.0187	0.981	18,742.47	3.58
18	19,131	377	0.0197	0.980	19,687.07	3.56
19	20,356	416	0.0204	0.980	20,421.09	3.55
20	21,574	378	0.0175	0.982	17,523.79	3.61
21	24,828	496	0.0200	0.980	19,992.55	3.55
22	16,694	339	0.0203	0.980	20,312.69	3.55
23	25,331	495	0.0195	0.980	19,546.21	3.56
24	21,098	332	0.0157	0.984	15,717.13	3.65
25	27,099	497	0.0183	0.982	18,347.54	3.59
26	23,113	444	0.0192	0.981	19,216.46	3.57
Total	434,814	7,835	0.43	23.57	426,409.90	86.53
Rata-Rata	18,117.25	326.47	0.0178	0.9822	17,767.08	3.61

Berikut merupakan grafik hasil perhitungan PPM dan Tingkat Sigma:



Gambar 4. 11 Grafik Tingkat PPM 3 CTQ

Dapat diketahui dari gambar 4.11 diatas, bahwa grafik pola PPM dari cacat kain PS 217 pada bulan September 2016-Februari 2017 menunjukkan hasil yang bervariasi dan naik turun pola. Hasil proses PPM yang didapatkan sebesar 17,767.08 yang akan digunakan sebagai ukuran kemampuan proses untuk peningkatan selanjutnya. Berikut merupakan grafik hasil perhitungan Tingkat Sigma:

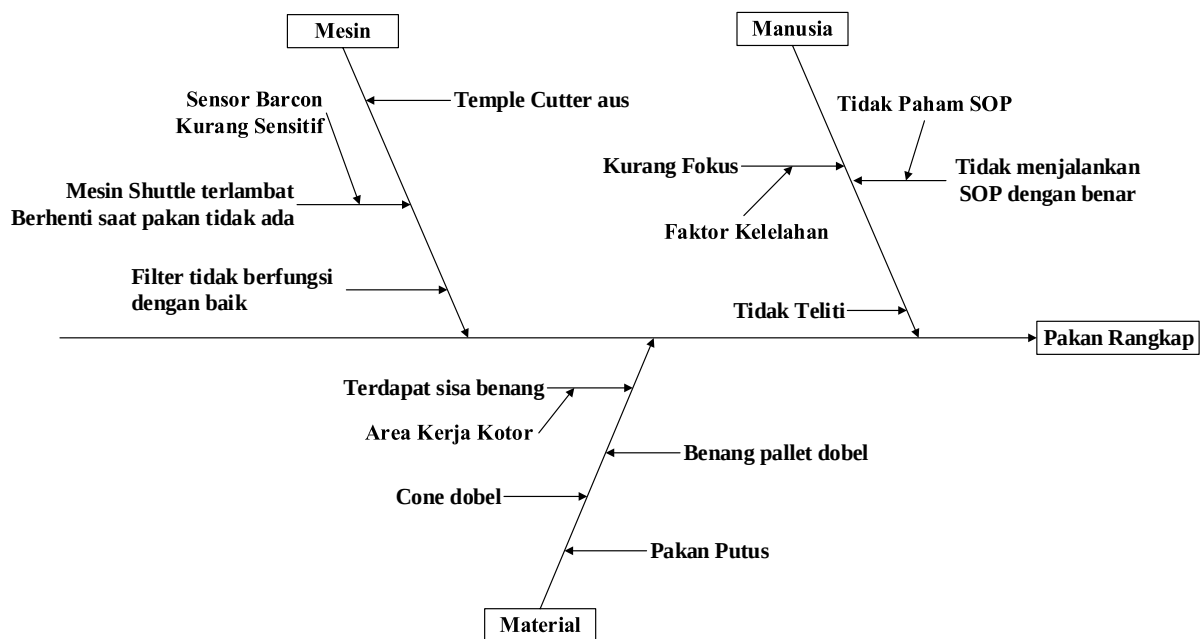


Gambar 4. 12 Grafik Tingkat Kapabilitas Sigma 3 CTQ

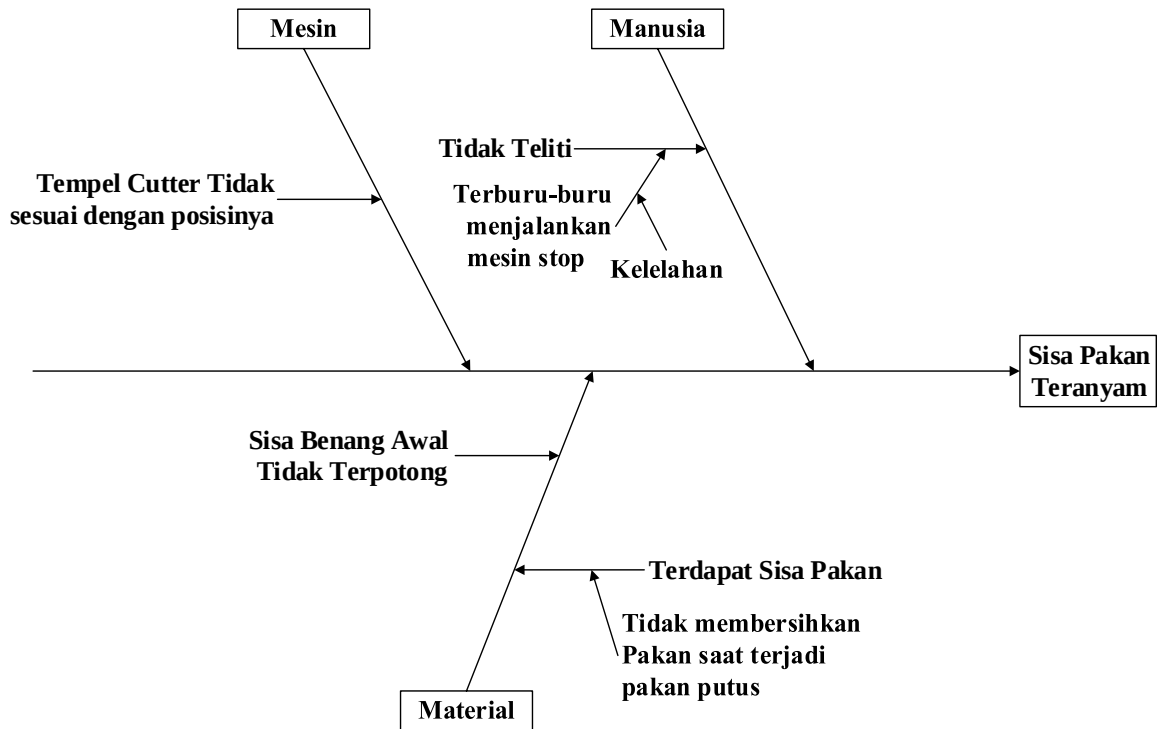
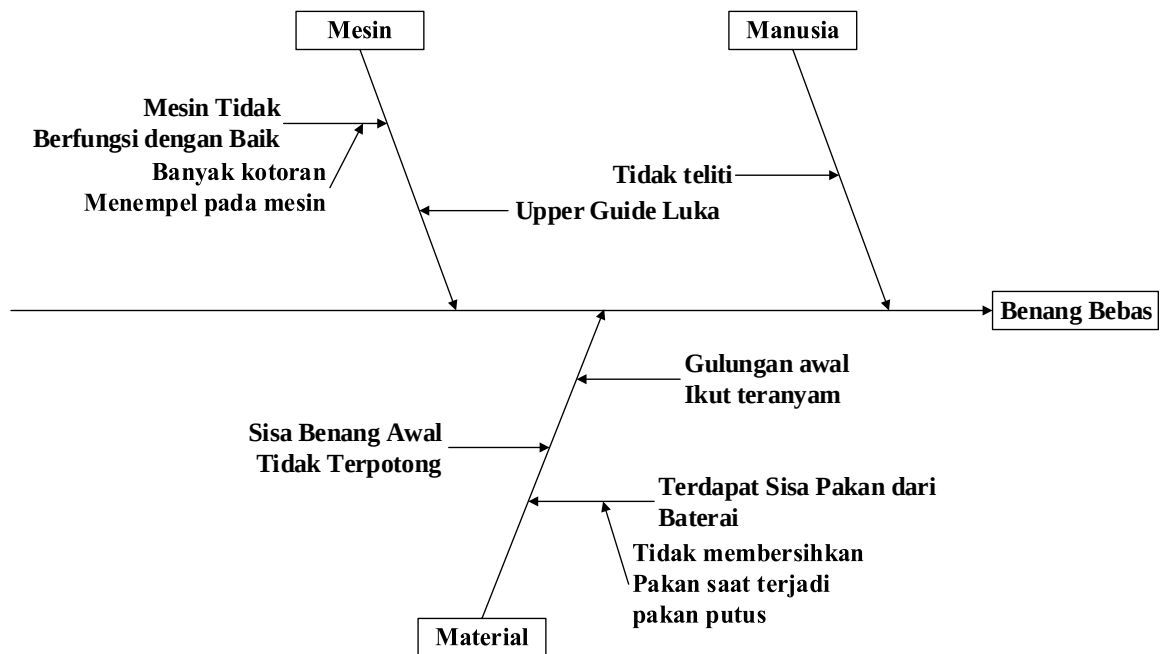
Dapat diketahui dari gambar 4.12 diatas, bahwa grafik pola Tingkat Kapabilitas Sigma menunjukkan hasil yang bervariasi, dikarenakan adanya pola naik turun dari nilai hasil perhitungan diatas selama periode September 2016-Februari 2017. Hasil proses Sigma yang didapatkan sebesar 3.61 yang akan digunakan sebagai ukuran *baseline* kinerja untuk peningkatan selanjutnya.

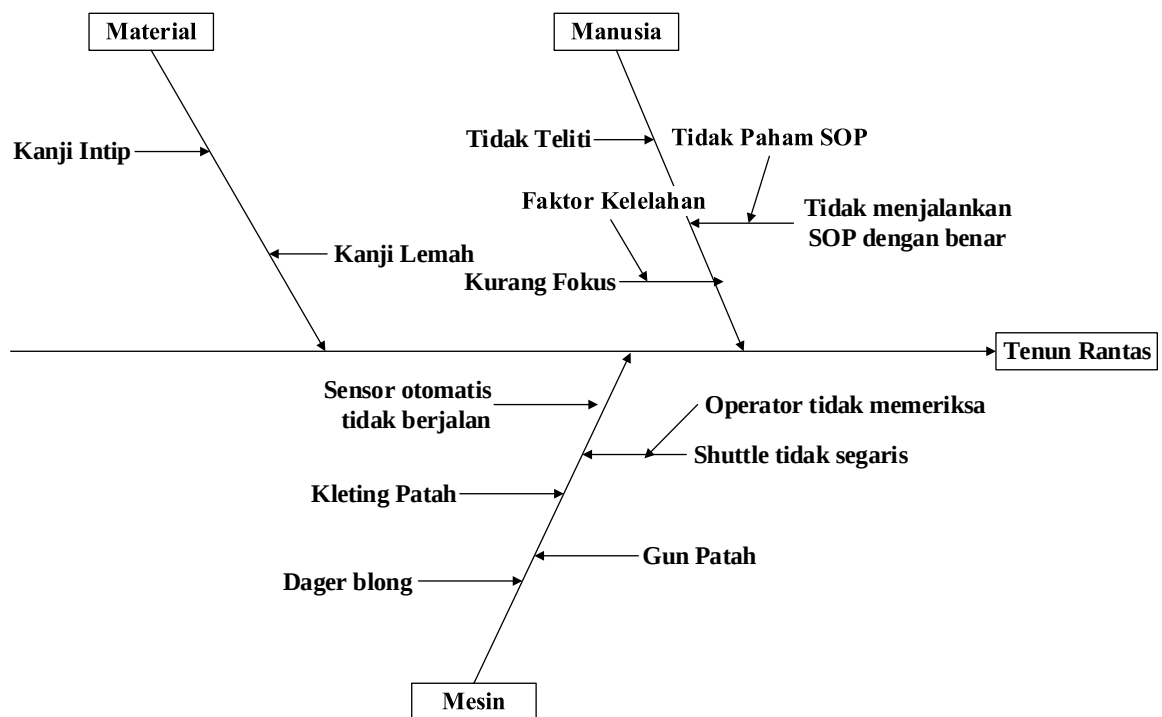
4.3.3 Analyze

Berdasarkan CTQ yang telah ditentukan dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat dilakukan identifikasi akar penyebab permasalahannya dengan *fishbone*. Fishbone membantu menemukan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyebab terjadinya cacat. Berikut hasil Diagram *Fishbone* yang didapatkan untuk masing-masing jenis cacat:



Gambar 4. 13 *Fishbone* Pakan Rangkap

Gambar 4. 14 *Fishbone* Sisa Pakan TeranyamGambar 4. 15 *Fishbone* Benang Bebas



Gambar 4. 16 *Fishbone* Tenun Rantas

Setelah diketahui akar penyebab masalah dengan menggunakan *Fishbone Diagram*, tahap berikutnya adalah melakukan validasi mengenai akar penyebab masalah yang telah dibuat. Tahap validasi dilakukan dengan cara diskusi dengan Langkah ini dilakukan melalui diskusi dengan maupun bukti pendukung yang ada pada area kerja. Diskusi dilakukan bersama kepala urusan produksi *shuttle loom 2* departemen *weaving*.

4.3.4 *Improve*

Tahap *improve* meruakan tahapan sebagai penentuan dan pemberian solusi berdasarkan analisa yang tela dilakukan. Dala penelitian ini tahap *improve* berisi tentang perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dalam analisa FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dan AHP melalui interview terhadap manager departemen *Grey Finishing* PT Cambrics Primissima.

1) FMEA

Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan memberikan skor pada tiga kriteria, yaitu tingkat kejadian, tingkat keparahan, dan tingkat deteksi. Hasil akhir dari FMEA ditunjukkan oleh nilai *risk priority number* (RPN) yang merupakan hasil perkalian antara tingkat keparahan, tingkat deteksi, dan tingkat kejadian. Nilai RPN digunakan untuk memberi peringkat kegagalan proses potensial, nilai ini ditunjukkan dengan persamaan :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Tabel 4. 17 Peringkat FMEA Konvensional

<i>Mode of Failure</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>CODE</i>	<i>SEV</i>	<i>OCC</i>	<i>DET</i>	<i>RPN</i>	<i>RANK</i>
Manusia	Tidak Fokus	F1	5	3	3	45	17
	Tidak Teliti	F2	5	3	3	45	17
	Tidak paham SOP	F3	5	3	3	45	17
	Kanjian Ngintip	F4	9	3	6	162	7
	Kanji lemah	F5	9	3	6	162	7
Material	Benang pallet dobel	F6	6	6	6	216	5
	Cone dobel	F7	6	3	6	108	9
	Gulungan awal ikut teranyam	F8	6	6	6	216	5
	Pakan putus	F9	9	6	6	324	3
	Sisa benang tidak terpotong	F10	9	6	8	432	1
	Sisa Pakan tidak dibersihkan	F11	9	6	8	432	1
		F12	5	3	6	90	10
		F13	5	3	6	90	10
		F14	5	3	6	90	10
		F15	5	3	6	90	10
Mesin	Mesin tidak berfungsi dengan baik	F16	5	3	6	90	10
		F17	5	3	6	90	10
		F18	5	3	6	90	10
		F19	5	6	8	240	4
		F20	5	3	3	45	17

2) AHP

Salah satu bentuk kelemahan dari FMEA adalah dimungkinkannya menghasilkan nilai RPN yang sama dengan maksud dan tujuan yang berbeda. Sehingga nilai kepentingan relatif antara *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* perlu dipertimbangkan dengan mengintegrasikan dengan metode AHP. Berikut adalah hasil dari pembobotan AHP yang diberikan oleh *expert* :

- Faktor *severity* sedikit lebih penting dari pada faktor *occurrence* (3)
- Faktor *detection* lebih penting dari pada faktor *severity* (5)
- Faktor *detection* mutlak lebih penting dari pada faktor *ccurrence* (9)

Dari pendapat *expert* di atas, perbandingan antar kriteria disajikan melalui tabel di bawah ini :

Tabel 4. 18 Perbandingan Antar Kriteria

Kriteria	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>
<i>Severity</i>	1.00	3.00	0.20
<i>Occurrence</i>	0.33	1.00	0.11
<i>Detection</i>	5.00	9.00	1.00
Total	6.33	13.00	1.31

Untuk menemukan bobot yang diinginkan, berikut adalah langkah-langkah yang harus dicapai :

- Menghitung *Priority Weight*

Nilai *priority weight* didapat dari membagi nilai sel dengan jumlah setiap kolom yang berkesesuaian, kemudian dijumlahkan dan dicari rata-rata tiap barisnya. Rata-rata menunjukkan nilai *priority weight* untuk setiap baris yang bersangkutan. Berikut adalah hasil menghitung *priority weight* :

Tabel 4. 19 *Eugen Vector Severity, Occurrence dan Detection*

Kriteria	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	Total Weight Matrix	Eugen Vector
<i>Severity</i>	0.16	0.23	0.15	0.54	0.18
<i>Occurrence</i>	0.05	0.08	0.08	0.21	0.07
<i>Detection</i>	0.79	0.69	0.76	2.24	0.75
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00

b. Menghitung *Consistency Ratio*

1. Mengalikan matriks dengan prioritas bersesuaian

$$Kriteria \begin{bmatrix} 1.00 & 3.00 & 0.20 \\ 0.33 & 1.00 & 0.11 \\ 5.00 & 9.00 & 1.00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.07 \\ 0.75 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.54 \\ 0.21 \\ 2.29 \end{bmatrix}$$

2. Mencari nilai *Eugen Value*

Membagi hasil dari perhitungan diatas dengan *Priority Weight*

$$Severity = \frac{0.54}{0.18} = 3.02$$

$$Occurrence = \frac{0.21}{0.07} = 3.01$$

$$Detection = \frac{2.29}{0.75} = 3.06$$

3. Menghitung λ_{maks}

$$\lambda_{maks} = \frac{3.02 + 3.01 + 3.06}{3} = 3.03$$

4. Menghitung Indeks Konsistensi (CI) = $(\lambda_{maks} - N) / (N-1)$

Selanjutnya sebelum menghitung nilai CR ditentukan nilai CI (*consistency Index*) terlebih dahulu dengan persamaan:

$$CI = \frac{\lambda \text{ maksimum} - n}{n - 1} = \frac{3.03 - 1}{3 - 1} = 0.01$$

5. Menetapkan nilai *Indeks Random* (IR)

Penetapan nilai indeks random berdasarkan jumlah n yang telah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini diketahui jumlah n sebanyak 3 yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection* maka nilai IR ialah 0.58

6. Menghitung nilai *Cosistency Ration* (CR)

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0.01}{0.58} = 0.03$$

Tabel 4. 20 Nilai *Consistency Ratio*

Perkalian Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
0.54	3.02				
0.21	3.01	3.03	0.01	0.58	0.03
2.29	3.06				
3.05	9.09				

3) FMEA AHP

Perhitungan metode FMEA secara tradisional menimbang bobot *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) secara sebanding. Dalam kenyataannya kriteria tersebut memiliki bobot yang berbeda-beda (Aslani, et al., 2014) maka diperlukan perhitungan FMEA AHP sebagaimana hasilnya ditunjukkan oleh tabel dibawah ini:

$$RPN = (WS \times S) + (WO \times O) + (WD \times D)$$

Tabel 4. 21 Peringkat FMEA AHP

<i>Mode of Failure</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>CODE</i>	<i>SEV</i> 0.18	<i>OCC</i> 0.07	<i>DET</i> 0.75	<i>RPN</i>	<i>RANK</i>
Manusia	Tidak Fokus	F1	5	3	3	3.36	17
	Tidak Teliti	F2	5	3	3	3.36	17
	Tidak paham SOP	F3	5	3	3	3.36	17
	Kanjian Ngintip	F4	9	3	6	6.33	5
	Kanji lemah	F5	9	3	6	6.33	5
Material	Benang pallet dobel	F6	6	6	6	6.00	7
	Cone dobel	F7	6	3	6	5.79	9
	Gulungan awal ikut teranyam	F8	6	6	6	6.00	7
	Pakan putus	F9	9	6	6	6.54	4
	Sisa benang tidak terpotong	F10	9	6	8	8.04	1
	Sisa Pakan tidak dibersihkan	F11	9	6	8	8.04	1
		F12	5	3	6	5.61	10
		F13	5	3	6	5.61	10
Mesin	Mesin tidak berfungsi dengan baik	F14	5	3	6	5.61	10
		F15	5	3	6	5.61	10
		F16	5	3	6	5.61	10

<i>Mode of Failure</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>CODE</i>	<i>SEV</i> <i>0.18</i>	<i>OCC</i> <i>0.07</i>	<i>DET</i> <i>0.75</i>	<i>RPN</i>	<i>RANK</i>
		F17	5	3	6	5.61	10
		F18	5	3	6	5.61	10
		F19	5	6	8	7.32	3
		F20	5	3	3	3.36	17

Berikut adalah perbandingan antara nilai RPN cara konvensional dengan nilai RPN yang telah dikalikan dengan bobot AHP :

Tabel 4. 22 Perbandingan Nilai RPN Konvensional dan AHP

<i>Mode of Failure</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>CODE</i>	<i>RPN FMEA Konvensional</i>	<i>RANK</i>	<i>RPN FMEA AHP</i>	<i>RANK</i>
Manusia	Tidak Fokus	F1	45	17	3.36	17
	Tidak Teliti	F2	45	17	3.36	17
	Tidak paham SOP	F3	45	17	3.36	17
	Kanjian Ngintip	F4	162	7	6.33	5
	Kanji lemah	F5	162	7	6.33	5
Material	Benang pallet dobel	F6	216	5	6.00	7
	Cone dobel	F7	108	9	5.79	9
	Gulungan awal ikut teranyam	F8	216	5	6.00	7
	Pakan putus	F9	324	3	6.54	4
	Sisa benang tidak terpotong	F10	432	1	8.04	1
	Sisa Pakan tidak dibersihkan	F11	432	1	8.04	1
		F12	90	10	5.61	10
		F13	90	10	5.61	10
		F14	90	10	5.61	10
		F15	90	10	5.61	10
Mesin	Mesin tidak berfungsi dengan baik	F16	90	10	5.61	10
		F17	90	10	5.61	10
		F18	90	10	5.61	10
		F19	240	4	7.32	3
		F20	45	17	3.36	17

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 *Define*

Fase define merupakan langkah awal dalam analisa *Six Sigma* . Pada fase ini dapat terlihat aktivitas-aktivitas yang dilakukan PT Cambrics Primmisima melalui diagram SIPOC dan diidentifikasi karakteristik kunci pelanggan atau CTQ.

5.1.1 Identifikasi Waste

Dari proses identifikasi *Waste* yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* bertujuan untuk penyederhanaan pencarian permasalahan pemborosan yang terjadi diperusahaan. Kuesioner *waste assessment model* diberikan kepada kepala urusan produksi *shuttle loom 2* departemen *weaving* serta dengan wawancara dengan operator. Hasil *assessment* berupa peringkat pemborosan yang terjadi secara berurutan dari terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada tabel 4.8 gambar 4.4 yaitu *defect* 26.12%, *inventory* 20.36%, *motion* 15.26%, *transportation* 14.51%, *overproduction* 12.91%, *waiting* 7.17% dan *process* 3.67%. Mengacu pada prinsip pareto 80/20 yaitu 20% penyebab bertanggungjawab terhadap 80% masalah yang muncul atau sebaliknya. Maka pemborosan tertinggi yang diambil untuk kemudian dianalisa yaitu *Defect*.

5.1.2 SIPOC Diagram

Diagram SIPOC menggambarkan dari bahan baku utama yaitu kapas didapatkan dari *supplier* yang berasal dari India dan Brazil yang selanjutnya diolah sebagai masukan (input) untuk tahap process. Pada fase proses dilakukan pada dua departemen yaitu *Spinning* dan *Weaving*. Di departemen *spinning* terdapat beberapa tahapan yaitu proses *blowing* yang merupakan proses penguraian kapas dari gumpalan kapas besar menjadi kecil-kecil dan

memisahkan kapas dari kotoraan berupa ranting, daun, biji-bijian. Proses *carding*, yaitu memisahkan serat yang panjang dan serat yang pendek. Proses *drawing passage* gunanya untuk perangkapan *sliver* dan mensejajarkan serat. Sisa *sliver* yang berada di *drawing pass* II bisa dikembalikan ke proses *drawing pass* I secara bertahap. Proses *flyer roving* digunakan membuat roving dimana telah ada pemberian twist sementara untuk mempermudah proses selanjutnya. Proses *ring spinning* digunakan untuk memplintir benang. Di *ring spinning* dibuat penomoran benang sesuai pesanan, dan mendapatkan *twist* (plintiran) yang sudah sesuai dengan nomor benang yang diminta. Proses *winding* dilakukan untuk menggulung benang dari *ring spinning* menjadi sebuah *cone* (kelos) dimana mesin *winding* dalam proses penggulangan akan mensensor benang tebal atau tipis sehingga akan terpotong dan nantinya akan menyambung lagi secara otomatis. Setelah melalui semua proses benang siap packing diruang transit benang. Di departemen *spinning* untuk menjadi dua jenis benang yaitu benang pakan dan benang lusi. Benang tersebut diolah kembali menjadi kain dengan cara ditenun pada departemen *Weaving* dan akan di inspeksi oleh departemen *Grey Finishing*.

Di departemen *Weaving* terdiri dari beberapa proses yaitu proses *warping* (hani) yaitu untuk menyiapkan benang dengan cara menggulung benang dari beberapa *cone* (kelos) ke dalam *beam* (balok) hani sesuai kontruksi, yang dipasang pada mesin kanji dengan bentuk gulungan sejajar. Pada proses ini mesin *warper* akan menggulung benang lusi dari 585 *cone* pada sebuah *beam*. Proses *sizing* (kanji) yaitu proses benang dicelupkan pada bak larutan kanji (*size box*), yang di dalamnya terdapat rol rendam dan rol pemeras. Tujuan dari proses penganjian adalah meningkatkan daya tenun sehingga benang lebih tahan terhadap gesekan. Proses *reaching* (cucuk) fungsi proses ini adalah agar benang lusi masuk ke *gun* dan *droffer* lalu dimasukan ke dalam sisir. Setelah masuk ke mesin tenun, lusi yang sudah dikanji mengalami pencucukan yaitu setiap helai masuk ke dalam *gun*, sisir, *droffer*, dapat dilakukan secara elektronik maupun manual. Di PT Cambrics Primiissima proses tersebut dilakukan oleh tenaga operator. Proses *looming* yang berfungsi untuk menenun benang atau disambung (*tying*), bersama benang pakan dianyam, yaitu benang pakan diluncurkan memakai teropong. Pada jenis kain PS 217 digunakan mesin tenun *shuttle loom*. Proses *inspecting* dan *repair finishing* merupakan proses terakhir dari pertenenan. Pada bagian ini tujuannya adalah memperbaiki cacat-cacat yang ada pada *grey*. Proses *packaging*, pada tahap ini produk kain

di kemas dalam kardus pengemasan sehingga siap disitribusikan kepada pelanggan atau disimpan sementara waktu di gudang. Selanjutnya pada fase *output* yang dihasilkan merupakan kain *grey* dan kain *cambrics*. *Output* yang dihasilkan didistribusikan kepada pabrik yang berada di Bali, Jakarta, Jepang dan Amerika

5.1.3 *Critical To Quality*

Pada penelitian ini berfokus pada hasil produksi *Shuttle Loom II* jenis kain PS 217. Selama periode September 2016-Februari 2017 PT Cambrics Primissima telah memproduksi sejumlah 4253 PIS dengan cacat produk sejumlah 2856 PIS. Dengan tingkat cacat yang cukup tinggi maka penetapan CTQ produk kain PS 217 ditentukan berdasarkan prinsip pareto yaitu 80 % dari masalah datang dari 20 % penyebab dimana dari 18 jenis cacat yang terjadi dipilihlah 20% dari 20 yaitu 4 jenis cacat tertinggi yaitu:

- a. Pakan Rangkap: Cacat produk yang terjadi ketika benang pakan teranyam secara rangkap pada satu lintasan anyaman sehingga menjadi lebih tebal.
- b. Benang Bebas: Cacat produk yang terjadi karena benang terbang dan masuk kedalam anyaman.
- c. Sisa Pakan Teranyam: Cacat produk yang disebabkan karena sisa hasil benang tenun yang tidak teranyam.
- d. Tenun Rantas: Cacat produk yang disebabkan karena bahan tenun yang rantas pada pembuatan kain.

Namun jenis cacat pakan rangkap merupakan jenis cacat yang masih bisa diterima oleh pelanggan. Sehingga dalam tahap inspeksi hanya dilakukan pencatatan kejadian terjadinya cacat tanpa melalui tahap *repair* atau pembuangan jenis cacat dengan dipotong. Sehingga tahap berikutnya dilakukan analisa dengan 2 cara yaitu menggunakan 4 CTQ dan 3 CTQ.

5.2 *Measure*

5.2.1 Pengukuran Peta Kendali Control (U Chart)

Menurut Hari Purnomo (2004) pada peta kendali control terdapat nilai tengah yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas atau nilai proporsi cacat yang berkaitan dengan keadaan terkontrol, dan garis mendatar yang disebut *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Suatu proses dikatakan terkendali jika data berada diantara garis LCL dan UCL. Apabila yang terjadi sebaliknya maka proses tersebut tidak terkendali dan diperlukan tindakan penyelidikan untuk mengetahui penyebabnya dan seterusnya dilakukan suatu tindakan perbaikan.

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran peta kendali kontrol dengan menggunakan u-chart untuk memantau konsistensi dari suatu proses serta mempelajari perubahan proses dari waktu ke waktu. Landasan dipilihnya u *chart* dikarenakan di PT Cambrics Primmisima yang terjadi merupakan jenis *defective* dimana dalam 1 produk dapat terjadi lebih dari 1 jenis cacat dengan nilai sampel (n) yang digunakan tidak konstan.

Berdasarkan gambar yang ditampilkan diketahui data tidak dalam keadaan konsisten dimana terdapat data yang berada diatas ataupun dibawah kontrol. Untuk data-data yang memiliki penyebab variasi khusus harus dikeluarkan. Seperti data pada bulan September dimana jumlah mesin yang digunakan berada dibawah rata-rata sehingga data yang berada diluar batas kontrol harus dikeluarkan. Sedangkan, untuk data-data yang tidak memiliki variasi penyebab khusus tetap dipertahankan. Hasil perhitungan yang telah dilakukan pada 4 CTQ maka diketahui selama periode September 2016-Februari 2017 menunjukkan nilai rata-rata atau *center line* sebesar 0.03522. Selanjutnya pada perhitungan 3 CTQ maka diketahui selama periode September 2016-Februari 2017 nilai rata-rata atau *center line* sebesar 0.01802.

5.2.2 Pengukuran Baseline Kinerja (PPM dan Tingkat Sigma)

Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output*, dilakukan secara langsung pada produk akhir yang akan diserahkan pada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui

sejauh mana *output* akhir dari proses memenuhi kebutuhan spesifik dari pelanggan, sebelum produk itu diserahkan pada pelanggan. Ukuran hasil *baseline* kinerja yang digunakan dalam *Six Sigma* adalah tingkat PPM (*Part per Millions*) dan pencapaian tingkat sigma. Berdasarkan perhitungan menggunakan 4 CTQ yang sudah dilakukan diperoleh rata-rata nilai PPM sebesar 34,412.00 dengan nilai sigma 3.32. Hal ini menandakan bahwa kemungkinan terjadinya produk cacat sejumlah 34,412.00 unit per satu juta kejadian. Sedangkan dengan menggunakan 3 CTQ yang sudah dilakukan diperoleh rata-rata nilai PPM sebesar 17,767.08 dengan nilai sigma 3.61. Hal ini menandakan bahwa kemungkinan terjadinya produk cacat sejumlah 17,767.08 unit per satu juta kejadian. Nilai sigma tersebut termasuk kedalam sigma 3 dan jika nilai sigma dianalisis menggunakan tabel COPQ (*Cost Of Poor Quality*) menurut Graspersz (2003) dapat menimbulkan kerugian sebesar 25-40% dari penjualan. Dapat dijelaskan bahwa nilai level Sigma PT Cambrics Primiissima masih berada dibawah nilai level sigma perusahaan jepang dengan nilai rata-rata 5 sigma.

5.3 *Analyze*

Dalam pembahasan ini, analisa menggunakan diagram fishbone digunakan untuk mencari tahu penyebab terjadinya cacat pada CTQ yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu dalam pembahasan ini terdapat validasi penyebab cacat yang terjadi untuk masing-masing jenis cacat. Berikut ini merupakan pembahasan diagram fishbone dan validasi penyebab cacat:

1) Pakan Rangkap

a. Manusia

Dari faktor manusia yang dapat menyebabkan terjadinya cacat diantaranya: tidak menjalankan SOP dengan benar yang dikarenakan operator tidak paham dengan SOP, kurang fokusnya operator dikarenakan operator harus mengawasi beberapa mesin di area kerja sehingga menyebabkan mudah kelelahan, selain itu ketika operator sudah kelelahan dapat menyebabkan operator menjadi kurang teliti. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kepala urusan produksi *shuttle loom 2* departemen *weaving*.

b. Mesin

Dari hasil analisa didapatkan bahwa penyebab-penyebab yang dapat membuat pakan rangkap ialah temple *cutter* yang aus, filter yang tidak berfungsi dengan baik dan mesin *shuttle* yang terlambat berhenti pada saat pakan kosong yang diakibatkan sensor *barcon* kurang sensitif.

c. Material

Dari hasil analisa didapatkan penyebab pakan rangkap pada material diantaranya benang *pallet* dobel, pakan putus, *cone* dobel, serta terdapat sisa benang diarea kerja dikarenakan area kerja yang kotor.

2) Sisa Pakan Teranyam

a. Manusia

Dari faktor manusia yang dapat menyebabkan terjadinya cacat diantaranya tidak teliti pada saat pengerjaan yang dikarenakan kelelahan sehingga operator terburu-buru menjalankan kembali mesin *stop* tanpa memeriksa keadaan mesin dan area kerja. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kaur departemen *weaving*.

b. Mesin

Dari hasil analisa didapatkan bahwa penyebab terjadinya sisa pakan teranyam ialah tempel *cutter* tidak sesuai dengan posisinya (*jeplag*) sehingga mengakibatkan kesalahan dalam proses produksi dan berdampak pada terjadinya kecacatan produk.

c. Material

Dari hasil analisa didapatkan penyebab-penyebab terjadinya sisa pakan teranyam yaitu sisa benang awal yang tidak terpotong serta masih terdapatnya Sisa Pakan akibat area kerja yang tidak dibersihkan pada saat terjadi pakan putus.

3) Benang Bebas

a. Manusia

Dari faktor manusia yang dapat menyebabkan terjadinya cacat diantaranya tidak teliti pada saat pengerjaan proses produksi yang mengakibatkan munculnya

produk cacat. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kaur departemen *weaving*.

b. Mesin

Dari hasil analisa didapatkan bahwa penyebab terjadinya cacat benang bebas ialah mesin yang tidak berfungsi dengan baik dikarenakan terdapat banyak kotoran yang menempel pada mesin.

c. Material

Dari hasil analisa didapatkan penyebab-penyebab terjadinya benang bebas yaitu terdapat gulungan awal yang ikut teranyam, terdapat sisa benang awal yang tidak terpotong serta Terdapat Sisa Pakan yang diakibatkan karena operator tidak membersihkan pakan saat terjadi pakan putus.

4) Tenun Rantas

a. Manusia

Dari faktor manusia yang dapat menyebabkan terjadinya cacat diantaranya: tidak menjalankan SOP dengan benar yang dikarenakan operator tidak paham dengan SOP, kurang fokusnya operator dikarenakan operator harus mengawasi beberapa mesin di area kerja sehingga menyebabkan mudah kelelahan, selain itu ketika operator sudah kelelahan dapat menyebabkan operator menjadi kurang teliti. Hasil ini didapatkan dari hasil wawancara dengan kaur departemen *weaving*.

b. Mesin

Dari hasil analisa didapatkan bahwa penyebab terjadinya cacat tenun rantas diantaranya, dager blong, gun patah, kleting patah, sensor otomatis tidak berjalan, *shuttle* tidak segaris dikarenakan operator tidak memeriksa mesin kembali.

c. Material

Dari hasil analisa didapatkan penyebab-penyebab terjadinya tenun rantas yaitu kanjian intip dan kanjian lemah. Untuk kanjian intip dikarenakan terjadi kerusakan mesin pada saat proses sedangkan kanjian lemah dikarenakan bahan baku yang digunakan untuk membuat kanji tidak sesuai atau tidak tepat takaran.

5.4 *Improve*

5.4.1 FMEA Konvensional

Pada FMEA ini akan dijabarkan sebab dan akibat dari masing-masing kegagalan. Dimana perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) berdasarkan terjadinya kegagalan, pengaruh dari kegagalan dan tingkat terdeteksinya kegagalan. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai 3 besar RPN tertinggi yang diurutkan dari yang tertinggi sampai terendah yaitu F11, F10 dan F9. Peringkat pertama F11 yaitu Sisa Pakan tidak dibersihkan dengan nilai RPN 432 dan peringkat kedua F10 Sisa benang tidak terpotong dengan nilai RPN 432 hal ini diakibatkan oleh pada saat terjadi pakan putus tidak membersihkan mesin dari pakan yang tersisa. Hasil wawancara menunjukkan bahwa efek yang ditimbulkan pada mode kegagalan ini adalah sangat tinggi dengan kejadian berulang pada derajat moderate dan metode pencegahan kurang efektif.

Sedangkan peringkat ketiga F9 Gulungan awal ikut teranyam dengan nilai RPN 324 hal ini diakibatkan oleh pengontrolan pada mesin *pallet* kurang baik, ketika benang putus tidak diperiksa sehingga benang sisa ikut tahap proses berikutnya. Hasil wawancara menunjukkan bahwa efek yang ditimbulkan pada mode kegagalan ini adalah sangat tinggi dengan kejadian berulang pada derajat moderate dan metode pencegahan masih memungkinkan penyebab terjadinya bersifat moderat.

5.4.2 AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Perhitungan metode FMEA secara tradisional menimbang bobot *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) secara sebanding. Dalam kenyataannya kriteria tersebut memiliki bobot yang berbeda-beda (Aslani, et al., 2014). Berdasarkan hasil perhitungan AHP data yang diperoleh bisa dikatakan konsisten karena pada cacat PS 217 didapatkan sebesar 0,03 atau kurang dari 0.100 sehingga dapat dikatakan data konsisten.

Hasil pembobotan AHP menunjukkan nilai *Eugen vector* untuk masing-masing karakteristik yaitu *severity* dengan nilai 0.18, *occurrence* dengan nilai 0.07 dan *detection* dengan nilai 0.75. Dimana kepala bagian P4 *grey finishing* selaku *expert* melihat *detection* merupakan sebuah upaya yang penting untuk diperhatikan guna mencegah terjadinya cacat produksi sehingga poin penilaiannya bobot *detection* jauh lebih penting dibandingkan dengan dua bobot lainnya. Selanjutnya nilai dari pembobotan tersebut akan digunakan kedalam pencarian nilai RPN di FMEA AHP.

5.4.3 FMEA AHP

Dengan menggunakan FMEA AHP dan FMEA konvensional terdapat perbedaan prioritas dalam menentukan penyebab kecacatan mana yang menjadi prioritas yang harus ditangani terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena FMEA konvensional tidak memperhatikan bobot penilaian dari *severity*, *occurrence* dan *detection* dan menganggap semua factor memiliki tingkat pengaruh yang sama. Sedangkan FMEA AHP sebaliknya, faktor *severity*, *occurrence* dan *detection* dinilai memiliki pengaruh yang berbeda dalam hal penentuan prioritas. Sehingga, akan lebih tepat perhitungannya apabila setiap faktor-faktor tersebut dinilai bobot kepentingannya masing-masing sebelum dikalikan dengan nilai setiap faktor S, O, dan D.

Pada tabel di 4.18, terlihat bahwa dari 20 *failure mode* yang dapat diidentifikasi, terdapat perbedaan sebesar 30% antara metode konvensional dan metode FMEA AHP. Untuk peringkat 1 dan 2 berdasarkan perhitungan FMEA konvensional ataupun FMEA AHP berada pada peringkat yang sama. Sedangkan untuk peringkat 3 menunjukkan hasil yang berbeda pada FMEA konvensional peringkat tiga diisi oleh F9 yaitu gulungan awal yang ikut teranyam sedangkan pada FMEA AHP diisi oleh F19 yaitu mesin tidak berfungsi dengan baik. F19 atau mesin tidak berfungsi dengan baik memiliki nilai RPN hasil dari perhitungan FMEA AHP yaitu 7.32 hal ini diakibatkan oleh mesin yang tidak berfungsi dengan baik dikarenakan terdapatnya sejumlah kleting yang patah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa efek yang ditimbulkan pada mode kegagalan ini adalah *moderate* dimana pelanggan akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi, dengan tingkat kejadian

berulang pada derajat *moderate* pula dan metode pencegahan masih masih kurang efektif dan memungkinkan kegagalan berulang kembali.

5.5 Benchmarking

Setelah mengetahui posisi terkini dari PT Cambric Prissima melalui perhitungan *baseline* kinerja, tahap selanjutnya adalah melakukan *benchmarking*. Untuk *benchmarking* industri (kompetitif) dilakukan terhadap perusahaan-perusahaan lain yang ada dalam industri yang sama, dalam penelitian ini dilakukan *benchmark* dengan perusahaan sejenis yaitu perusahaan tekstil dan garmen yang ada di Indonesia yang mengandung ciri-ciri teknologi dan target pasar yang sama. Pada penelitian ini akan membandingkan PT Cambric Prissima dengan perusahaan-perusahaan tekstil dan garmen lainnya yang terdapat di Indonesia. Perbandingan ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari penelitian terdahulu yang dilakukan di perusahaan lainnya yaitu perusahaan yang bergerak dibidang tekstil lainnya yaitu PT SSP. Untuk *benchmarking* dilakukan pada 2 aspek yang dibandingkan antaralain nilai sigma dan angka *part per million*.

Tabel 5. 1 *Benchmark* Perusahaan Tekstil dan Garmen

Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Nama Perusahaan	Nilai Sigma	<i>Part Per Million</i>
Yosa Permata Shafira	2017	PT Cambric Prissima	3.61	17,767.08
Hamzah Asadullah Alkatiri, Hari Adianto, Dwi Novirani	2015	PT SSP	4.09	4,753.80

Tabel 5.1 menunjukkan perhitungan pada PT SSP didapatkan hasil nilai rata-rata DPMO sebesar 4,753.80 yang artinya terdapat 4,753.80 kegagalan per sejuta kesempatan dengan nilai sebesar 4.09. Sementara PT Cambric Primissima memiliki kesempatan 17,767.08 kegagalan per sejuta kesempatan dengan nilai sigma 3.61.

Hal tersebut dapat menjadi nilai lebih bagi PT SSP baik segi kualitas maupun biaya proses produksi yang dikeluarkan. Semakin banyak angka cacat yang ditunjukkan maka semakin besar pula angka yang dikeluarkan untuk proses *repair* produk sehingga akan meningkatkan biaya produksi perusahaan. Sehingga PT Cambric Primiissima dapat menerapkan upaya perbaikan yang dilakukan oleh PT SSP dalam upaya menurunkan angka cacat sehingga bisa meningkatkan nilai sigma. Adapun upaya yang dilakukan PT SSP untuk melakukan perbaikan:

1. Memberi pelatihan pada operator untuk memperbaiki kerja.
2. Menyusun ulang SOP untuk operator stasiun kerja dalam menggunakan mesin.
3. Membuat katalog untuk menentukan proporsi dalam penggunaan proporsi bahan baku.
4. Melakukan pemeriksaan atau sampling terhadap screen sebelum dan sesudah digunakan.
5. Membuat pendjadwalan penggunaan dan perawatan mesin serta tidak menggunakan mesin yang telat *service* agar hasilnya maksimal.
6. Pemberian alat penerangan tambahan di area kerja.

5.6 Usulan Perbaikan

Berdasarkan pengolahan data dan *benchmarking* yang telah dilakukan maka didapati beberapa usulan perbaikan, antara lain:

- 1) Pada Sisa benang tidak terpotong dan sisa pakan dari baterai tidak dibersihkan yang dikarenakan area kerja kotor sehingga perlunya dilakukan penerapan dan konsistensi dalam 5S (*Seiri Seiton Seiso Seiketsu Shitsuke*) untuk menghilangkan atau meminimasi pemborosan (*waste*) pada lingkungan kerja.
- 2) Setelan mesin yang tidak sesuai sehingga menyebabkan kleting patah, sehingga diperlukan suatu sensor apabila apabila pukulan mesin tidak sesuai standar, maka mesin akan otomatis berhenti dan memberikan informasi.
- 3) Penambahan fast reed warp protector digunakan untuk memastikan bahwa *shuttle* berada pada tempatnya dan jika terjadi perubahan posisi akan berhenti secara

otomatis. Menambahkan sensor photo cell yang mampu mendeteksi benang pakan yang lewat sehingga akan menghentikan mesin secara otomatis ketika terjadi pakan putus.

- 4) Untuk mengurangi *human error* dapat diterapkan alat anti salah Poka Yoke dengan membuat papan kontrol khusus, yang dilengkapi dengan gambar *tools* untuk operator, sehingga dalam proses produksi dapat dilakukan dengan benar dan sesuai dengan standar.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dalam menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Hasil *assessment* pada metode *waste assessment model* dalam persentase yang tertinggi diketahui ialah pemborosan jenis *defect* 26.12%. Sehingga berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa pemborosan jenis *defect* yang perlu segera diperbaiki dan diminimasi. Pada Jenis Kain PS 217 terdapat 4 jenis cacat yang paling dominan atau yang paling sering terjadi yaitu pakan rangkap, benang bebas, sisa pakan teranyam dan tenun rantas. Dengan penyebab utama terjadi kecacatan pada pakan rangkap ialah pada mesin yaitu mesin *shuttle* yang terlambat berhenti saat pakan kosong serta di material dimana terdapatnya sisa benang di area kerja. Penyebab utama terjadinya cacat sisa pakan teranyam ialah temple *cutter* yang tidak sesuai dengan posisinya. Untuk benang bebas penyebab utamanya ialah banyaknya kotoran yang menempel pada mesin dan tenun rantas ialah setelan mesin yang tidak sesuai sehingga mengakibatkan kleting patah.
2. Berdasarkan perhitungan menggunakan 4 CTQ dan 3 CTQ yang sudah dilakukan diperoleh rata-rata nilai sigma pada tingkat 3 dengan nilai sigma masing-masing untuk 4CTQ adalah 3.32 dan untuk 3 CTQ adalah 3.61. Nilai sigma tersebut termasuk kedalam sigma 3 yang dapat menimbulkan kerugian sebesar 25-40% dari penjualan.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dalam upaya mengurangi pemborosan dan produk cacat, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Untuk terus melakukan *continuous improvement* guna meningkatkan nilai sigmanya agar mampu bersaing di level internasional.
2. Bagi Penelitian Selanjutnya
 - a. Peneliti berikutnya diharapkan mampu mengkombinasikan beberapa *tools* lainnya didalam *lean manufacturing* sehingga dapat mampu meningkatkan produktivitas lebih signifikan.
 - b. Pada FMEA disarankan untuk peneliti selanjutnya diintegrasikan dengan metode Fuzzy hal ini digunakan untuk menghilangkan nilai-nilai yang samar atau berada diantara dua penilaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkatiri, H. A., Adianto, H., & Novirani, D. 2015. Implementasi Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat tekstil Kain Katun Menggunakan Metode Six Sigma pada PT SSP. *Reka Integra Itenas, III*, 148-159.
- Ariani, D. W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Arifin, M., & H. Hari Supriyanto. 2012. Aplikasi Metode Lean Six Sigma Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS General Lighting Services PT. Philips Lighting Surabaya. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, 1, 1-5*.
- Aslani, R. K., Feili, H. R., & Javanshir, H. 2014. A Hybird of Fuzzy FMEA-AHP to Determine Factors Affecting Failure Causes. *Management Science Letters*, 1981-1984.
- Basuki, A. 2015. Manajemen Resiko Kerusakan di Unit Pengemasan PT. Semen Indonesia Tbk, Pabrik Tuban. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi ISBN : 978-602-70604-1-8. XXII*. Surabaya: Program Studi MMT-ITS.
- BKPM. 2016, Desember 26. *Peluang Investasi*. Retrieved from Badan Kordinasi Penanaman Modal: <http://www.bkpm.go.id/id/peluang-investasi/peluang-berdasarkan-sektor/industri>
- Dewi, S. K. 2012. Minimasi Defect Produk Dengan Konsep Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri UMM*, 43–50.
- Elnathan, E. 2014. Penggunaan Metode Six Sigma-DMAIC pada PT X dalam Usaha Pengurangan Produk Cacat. *E-Journal Graduate Unpar, I*, 176-191.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. 2007. *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Jakarta: Salemba Empat.
- Faritsy, A. Z., & Suseno. 2015. Peningkatan Produktivitas Perusahaan dengan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean dan Kaizen. *Jurnal Teknik Industri UTY, X*, 103-116.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2003. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka.

- Gaspersz, V. 2005. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO: 2000*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Handayani, N. U., & Triyanni, T. R. 2017. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kain Grey dengan Metode Six Sigma pada Proses Weaving di PT Tiga Manunggal Synthetic Industries. *Seminar Nasional IENACO*, 481-488.
- Handes, D., Susanto, K., Novita, L., & Wajong, A. M. 2013. Statistical Quality Control SQC Pada Proses Produksi Produk "E" Di PT DYN Tbk. *Industrial and Systems Engineering Assessment Journal (INASEA)*, 177-186.
- Hardeman, C., & Goethals, P. L. 2011. A case study: Applying Lean Six Sigma Concept to Design a More Efficient Airfoil Extrusion Shimming Process. *International Journal Six Sigma and Competitive Advantage*. VI. USA: Research Gate.
- Hassan, M. K. 2013. Applying Lean Six Sigma for Waste Reduction in a Manufacturing Environment. *American Journal of Industrial Engineering*, Vol. 1, No. 2, 28-35.
- Hines, P., & Taylor, D. 2000. *Going Lean - A Guide To Implementation*. UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School.
- Huynh, P. 2015. Employment, wages, working conditions in Asia's garment sector: Finding new drivers of competitiveness. *ILO Asia-Pacific working paper series*, 2-3.
- Jirasukprasert, P., Garza-Reyes, J. A., Soriano-Meier, H., & Rocha-Lona, L. 2012. A Case Study of Defects Reduction in a Rubber Gloves Manufacturing Process by Applying Six Sigma Principles and DMAIC problem Solving Methodology. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 472-481.
- Kamble, V. S., & Quazi, T. Z. 2014. Shell Moulding Process Using The Combination of Failure Mode Effect Analysis and AHP Approach. *International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical*, ISSN: 2349-4506, 161-176.
- Kumar, C. S., Naidu, N. V., & Ravindranath, K. 2011. Performance improvement of manufacturing industry by Reducing the Defectives using Six Sigma Methodologies. *IOSR Journal of Engineering*, 001-009.
- Kutlu, A. C., & Ekmekçiog̃lu, M. 2012. Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis by Using Fuzzy TOPSIS-Based Fuzzy AHP. *Expert System with Applications*, 39, 61-67.

- Nurullah, A., Fitria, L., & Adianto, R. H. 2014. Perbaikan Kualitas Benang 20S Dengan Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma-DMAIC Di PT. Supratex. *Reka Integra Itenas*, 300-308.
- Pande, N. R. 2002. *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: ANDI.
- Pete, H. 2002. *What Is Six Sigma*. Yogyakarta: ANDI.
- Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. 2014. Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM Alat Tenun Mesin Studi Kasus PT Asaputex Jaya Tegal. *J@TI Undip*, 93-98.
- Rawabdeh, I. A. 2005. A Model for The Assessment of Waste in Job Shop Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25, No.8, 800-822.
- Saludin. 2016. *Panduan Pengerjaan Proyek Six Sigma*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Utama, D. M., Dewi, S. K., & Mawarti, V. I. 2016. Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 36-46.
- Wardhana, W., Harsonono, A., & Liansari, G. P. 2015. Implementasi Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Sajadah Pada Perusahaan PT. Pondok Tekstil Kreasindo. *Reka Integra Itenas*, 85-96.

LAMPIRAN

1. Rekapitulasi Jawaban *Seven Waste Relationship*

No.	Tipe Pertanyaan	Ask 1		Ask 2		Ask 3		Ask 4		Ask 5		Ask 6		Total Skor	Tingkat Keterkaitan
		Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor		
1	O_I	C	0	C	0	B	2	B	1	C	1	C	0	4	U
2	O_D	C	0	A	2	B	2	B	1	C	1	C	0	6	O
3	O_M	C	0	C	0	B	2	B	1	B	1	C	0	4	U
4	O_T	C	0	C	0	A	4	B	1	C	1	B	2	8	O
5	O_W	C	0	C	0	B	2	B	1	C	1	C	0	4	U
6	I_O	C	0	C	0	B	2	B	1	C	1	C	0	4	U
7	I_D	B	2	C	0	B	2	C	0	A	1	C	0	5	O
8	I_M	B	2	C	0	B	2	B	1	B	1	C	0	6	O
9	I_T	C	0	A	2	B	2	B	1	C	1	B	2	8	O
10	D_O	C	0	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	3	U
11	D_I	C	0	C	0	B	2	C	0	A	1	C	0	3	U
12	D_M	A	4	A	2	B	2	A	2	D	2	B	2	14	E
13	D_T	C	0	C	0	B	2	A	2	E	2	C	0	6	O
14	D_W	B	2	A	2	B	2	A	2	D	2	B	2	12	I
15	M_I	B	2	C	0	B	2	B	1	B	1	C	0	6	O
16	M_D	A	4	B	1	B	2	A	2	E	2	B	2	13	E
17	M_W	C	0	C	0	C	0	C	0	B	1	C	0	1	U
18	M_P	B	2	C	0	B	2	C	0	B	1	C	0	5	O
19	T_O	C	0	C	0	A	4	C	0	C	1	B	2	7	O
20	T_I	B	2	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	5	O

No.	Tipe Pertanyaan	Ask 1		Ask 2		Ask 3		Ask 4		Ask 5		Ask 6		Total Skor	Tingkat Keterkaitan
		Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor		
21	T_D	C	0	C	0	B	2	B	1	E	2	B	2	7	O
22	T_M	B	2	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	5	O
23	T_W	C	0	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	3	U
24	P_O	C	0	B	1	B	2	C	0	B	1	C	0	4	U
25	P_I	A	4	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	7	O
26	P_D	B	2	A	2	B	2	A	2	G	4	B	2	14	E
27	P_M	C	0	C	0	B	2	C	0	B	1	B	2	5	O
28	P_W	C	0	C	0	B	2	C	0	C	1	C	0	3	U
29	W_O	C	0	C	0	B	2	C	0	B	1	C	0	3	U
30	W_I	C	0	C	0	B	2	C	0	A	1	B	2	5	O
31	W_D	B	2	A	2	B	2	B	1	E	2	C	0	9	I

2. Bobot Awal dan Lanjutan WAM

No	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal Untuk Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
Man									
1	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.00	0.44	0.00
2	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
3	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
4	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
5	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
6	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
7	From Process	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
Material									
8	To Waiting	4	0.50	0.00	1.50	0.50	0.50	0.50	2.50
9	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
10	From Transportation	4	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
11	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
12	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
13	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
14	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
15	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
16	To Defects	4	1.00	1.00	2.50	2.00	1.00	2.00	1.50
17	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
18	From Transportation	4	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
19	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
20	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
21	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
22	From Transportation	4	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
23	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
24	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
25	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
26	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
27	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
28	From Defects	9	0.22	0.44	0.67	0.00	0.00	0.00	1.11
29	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
30	From Overproduction	3	3.33	0.67	1.33	0.67	1.33	0.00	0.67
31	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00

No	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal Untuk Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
	Machine								
32	From Process	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
33	To Waiting	4	0.50	0.00	1.50	0.50	0.50	0.50	2.50
34	From Process	7	0.00	0.57	1.14	1.43	0.00	0.57	0.29
35	From Transportation	4	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
36	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
37	From Overproduction	3	3.33	0.67	1.33	0.67	1.33	0.00	0.67
38	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
39	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
40	To Defects	4	1.00	1.00	2.50	2.00	1.00	2.00	1.50
41	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
42	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
43	From Process	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
	Method								
44	To Transportation	3	1.33	1.33	1.33	0.00	3.33	0.00	0.00
45	From Process	7	0.00	0.57	1.14	1.43	0.00	0.57	0.29
46	From Waiting	8	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
47	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
48	To Waiting	4	0.50	0.00	1.50	0.50	0.50	0.50	2.50
49	To Defects	4	1.00	1.00	2.50	2.00	1.00	2.00	1.50
50	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
51	From Defects	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
52	From Motion	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
53	To Waiting	4	0.50	0.00	1.50	0.50	0.50	0.50	2.50
54	From Process	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
55	From Process	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
56	To Defects	4	1.00	1.00	2.50	2.00	1.00	2.00	1.50
57	From Inventory	6	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
58	To Transportation	3	1.33	1.33	1.33	0.00	3.33	0.00	0.00
59	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
60	To Transportation	3	1.33	1.33	1.33	0.00	3.33	0.00	0.00
61	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
62	To Motion	9	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00

No	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal Untuk Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
63	<i>From Motion</i>	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
64	<i>From Motion</i>	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
65	<i>From Motion</i>	11	0.00	0.36	0.73	0.91	0.00	0.36	0.18
66	<i>From Overproduction</i>	3	3.33	0.67	1.33	0.67	1.33	0.00	0.67
67	<i>From Process</i>	7	0.29	0.57	1.14	0.57	0.00	1.43	0.29
68	<i>From Defects</i>	9	0.22	0.22	1.11	0.89	0.44	0.00	0.67
Skor (Sj)			33.71	42.43	71.97	52.49	41.11	27.35	40.55
Frekuensi Bernilai 0			11.00	4.00	0.00	12.00	28.00	32.00	18.00
Frekuensi (Fj)			57.00	64.00	68.00	56.00	40.00	36.00	50.00

Bobot Lanjutan WAM

No	Jenis Pertanyaan (i)	Skor	Bobot Waste Berdasarkan Jawaban						
			O	I	D	M	T	P	W
Man									
1	To Motion	0.50	0.11	0.22	0.44	0.56	0.00	0.22	0.00
2	From Motion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	From Defects	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	From Motion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	From Motion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	From Defects	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	From Process	0.50	0.14	0.29	0.57	0.29	0.00	0.71	0.14
Material									
8	To Waiting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	From Waiting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	From Transportation	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	0.00	0.50
11	From Inventory	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	From Inventory	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	From Defects	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	From Inventory	1.00	0.33	1.67	0.67	0.67	0.67	0.00	0.00
15	From Waiting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	To Defects	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	From Defects	0.50	0.11	0.11	0.56	0.44	0.22	0.00	0.33

[illegible]

No	Jenis Pertanyaan (i)	Skor	Bobot Waste Berdasarkan Jawaban						
			O	I	D	M	T	P	W
54	<i>From Process</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	<i>From Process</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	<i>To Defects</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	<i>From Inventory</i>	<i>0.50</i>	0.17	0.83	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00
58	<i>To Transportation</i>	<i>0.50</i>	0.67	0.67	0.67	0.00	1.67	0.00	0.00
59	<i>To Motion</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	<i>To Transportation</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	<i>To Motion</i>	<i>1.00</i>	0.22	0.44	0.89	1.11	0.44	0.44	0.00
62	<i>To Motion</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
63	<i>From Motion</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64	<i>From Motion</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	<i>From Motion</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66	<i>From Overproduction</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67	<i>From Process</i>	<i>0.50</i>	0.14	0.29	0.57	0.29	0.00	0.71	0.14
68	<i>From Defects</i>	<i>0.00</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Skor (sj)			6.84	11.18	13.23	9.57	9.11	3.76	6.48
Frekuensi Bernilai 0			47.00	47.00	47.00	52.00	55.00	61.00	55.00
Frekuensi (fj)			21.00	21.00	21.00	16.00	13.00	7.00	13.00

3. Rekapitulasi Jawaban WAQ

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban	Skor
Man				
1	To Motion	B	b	0.5
2	From Motion	B	a	0
3	From Defects	B	a	0
4	From Motion	B	a	0
5	From Motion	B	a	0
6	From Defects	B	a	0
7	From Process	B	b	0.5
Material				
8	To Waiting	B	a	0
9	From Waiting	B	a	0
10	From Transportation	B	c	1
11	From Inventory	B	a	0
12	From Inventory	B	a	0
13	From Defects	A	c	0
14	From Inventory	A	a	1
15	From Waiting	A	c	0
16	To Defects	A	c	0
17	From Defects	A	b	0.5
18	From Transportation	A	c	0
19	To Motion	A	a	1
20	From Waiting	B	a	0
21	From Motion	B	a	0
22	From Transportation	B	a	0
23	From Defects	B	a	0
24	From Motion	B	a	0
25	From Inventory	A	a	1
26	From Inventory	A	b	0.5
27	From Defects	A	a	1
28	From Defects	A	a	1
29	From Waiting	B	b	0.5
30	From Overproduction	A	b	0.5
31	To Motion	B	a	0
Machine				
32	From Process	B	a	0
33	To Waiting	B	a	0

No	Jenis Pertanyaan (i)	Kategori Pertanyaan	Jawaban	Skor
34	<i>From Process</i>	B	a	0
35	<i>From Transportation</i>	B	a	0
36	<i>To Motion</i>	B	a	0
37	<i>From Overproduction</i>	A	c	0
38	<i>From Waiting</i>	A	b	0.5
39	<i>From Waiting</i>	B	b	0.5
40	<i>To Defects</i>	A	b	0.5
41	<i>From Waiting</i>	A	b	0.5
42	<i>To Motion</i>	A	b	0.5
43	<i>From Process</i>	B	a	0
	Method			
44	<i>To Transportation</i>	B	a	0
45	<i>From Process</i>	B	a	0
46	<i>From Waiting</i>	B	a	0
47	<i>To Motion</i>	B	a	0
48	<i>To Waiting</i>	B	a	0
49	<i>To Defects</i>	B	a	0
50	<i>From Motion</i>	B	a	0
51	<i>From Defects</i>	B	a	0
52	<i>From Motion</i>	B	a	0
53	<i>To Waiting</i>	B	a	0
54	<i>From Process</i>	B	a	0
55	<i>From Process</i>	B	a	0
56	<i>To Defects</i>	B	a	0
57	<i>From Inventory</i>	B	b	0.5
58	<i>To Transportation</i>	B	b	0.5
59	<i>To Motion</i>	B	a	0
60	<i>To Transportation</i>	B	a	0
61	<i>To Motion</i>	A	a	1
62	<i>To Motion</i>	B	a	0
63	<i>From Motion</i>	B	a	0
64	<i>From Motion</i>	B	a	0
65	<i>From Motion</i>	B	a	0
66	<i>From Overproduction</i>	B	a	0
67	<i>From Process</i>	B	b	0.5
68	<i>From Defects</i>	B	a	0