

PERBAIKAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ (*THEORY OF IVENTIVE PROBLEM SOLVING*)

TUGAS AKHIR

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



Nama : Dimas Wicaksono Putra

No. Mahasiswa : 10522049

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014**

PERBAIKAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ (*THEORY OF IVENTIVE PROBLEM SOLVING*)

TUGAS AKHIR

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



Nama : Dimas Wicaksono Putra

No. Mahasiswa : 10522049

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TA

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap 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 kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 15 November 2014


Dimas Wicaksono Putra

SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA DARI PIHAK TERKAIT



PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA (PERSERO)
UNIT PATAL CILACAP

Jl. Kyai Kendilwesi no. 1 Tambakreja Cilacap Selatan, Cilacap, Jawa Tengah
telp. (0282) 533231 ; (0282) 533234; Fax : (0282) 533262 / Web: www.isn.co.id

SURAT KETERANGAN

No : 2193 /KA/Prodi/PTA /IX /2014

Yang bertanda tagan dibawah ini, Manager HRD & GA PT. Industri Sandang Nusantara (Persero) Unit Patal Cilacap menerangkan bahwa :

Nama : Dimas Wicaksono Putra

Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia - Yogyakarta

Jurusan : Teknik Industri

Dengan ini memberitahukan bahwa nama yang tersebut telah selesai melaksanakan penelitian untuk tugas akhir di PT. Industri Sandang Nusantara (Persero) Unit Patal Cilacap 1 Juli Agustus 2014 sampai dengan 31 Agustus 2014

Demikian surat ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Cilacap 3 September 2014

GENERAL MANAGER

HEWI KARTEJI SH.

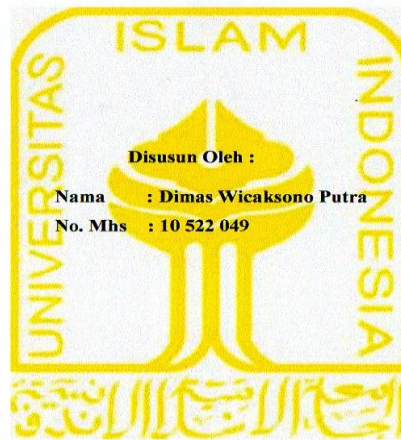
Manager HRD & GA

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

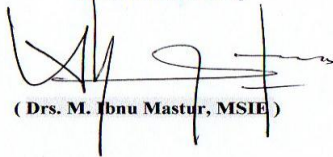
**PERBAIKAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA
DAN TRIZ (THEORY OF IVENTIVE PROBLEM SOLVING)
(Studi Kasus pada PT. Industri Sandang Nusantara, Cilacap)**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, November 2014

Dosen Pembimbing


(Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE)

14/11/2014

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERBAIKAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA
DAN TRIZ (THEORY OF IVENTIVE PROBLEM SOLVING)
(Studi Kasus pada PT. Industri Sandang Nusantara, Cilacap)**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Dimas Wicaksono Putra

No. Mhs : 10 522 049

Yogyakarta, November 2014

Dosen Pembimbing

(Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE)

14/11/2014

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PERBAIKAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA
DAN TRIZ (THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING)
(Studi Kasus pada PT. Industri Sandang Nusantara, Cilacap)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dimas Wicaksono Putra

No. Mahasiswa : 10 522 049

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 27 November 2014

Tim Penguji

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

Ketua

Sunaryo Ir. M.P

Anggota 1

Sri Indrawati, ST., M.Eng.

Anggota 2

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAAN

*Karya ini kupersembahkan untuk
Kedua orangtua ku tersayang
Ayahku Untung Subagyo dan Ibuku Sundari
kakaku Felix Prima Prasetya
Yang selalu memberikan doa, dukungan, dorongan semangat, cinta kasih, air
mata, dan seluruh daya upaya.
Terimakasih atas semua kesabaran, dukungan dan penantian untuk
terselesaikannya Tugas Akhir ini.
Semua teman-teman teknik Industri UII angkatan 2010 dan semua pihak yang
tidak bisa disebutkan satu per satu terimakasih untuk semangat dan
dukungannya.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh

Puji syukur senantiasa penyusun panjatkan kepada kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya yang diberikan sehingga seluruh rangkain Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan diberi kelancaran. Alhamdulillah Sholawat serta salam tak lupa dihanturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat beliau agar selalu dilimpahkan rahmat dan syafa'atnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir ini tidak lepas dari doa, bimbingan, dorongan, dan bantuan baik dalam bentuk mental, spiritual, maupun material dari banyak pihak yang sekiranya memiliki peran penting. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang berbahagia ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ayahku Untung Subagyo dan Ibuku Sundari, kakakku tersayang, beserta keluarga yang selalu memberi dukungan, semangat, dan do'a kepada penyusun.

4. Bapak Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini
5. Semua pihak-pihak yang sudah berpartisipasi dan memberi dukungan penting yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat membangun penyusun agar menjadi lebih baik lagi kelak. Amin. Amin Ya Rabbalalamin.

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta , 15 November 2014

Dimas Wicaksono Putra

HALAMAN MOTO

بَلِّغُوا عَنِّي وَلَوْ آيَةً

“Sampaikanlah dariku walau hanya satu ayat” (HR. Bukhari)

إِنَّ اللَّهَ يُدْخِلُ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِنْ
تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ ۚ إِنَّ اللَّهَ يَفْعَلُ مَا يُرِيدُ

“Sesungguhnya Allah memasukkan orang-orang yg beriman & mengerjakan amal yg saleh ke dalam surga-surga yg di bawahnya mengalir sungai-sungai. Sesungguhnya Allah berbuat apa yg Dia kehendaki” (QS. Al Hajj : 14)

فَاذْكُرُونِي أَذْكُرْكُمْ وَاشْكُرُوا لِي وَلَا تَكْفُرُونِ

“Ingatlah kamu sekalian kepada-Ku niscaya Aku ingat kepadamu, serta Bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu mengingkari nikmat-Ku.” (QS. Al-Baqarah : 152)

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا
تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.” (Q.s. Al-Mujadalah : 11)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA DARI PIHAK TERKAIT	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAAN	vi
HALAMAN MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB IPENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB IKAJIAN LITERATUR.....	7
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 Kajian Pustaka	9
2.2.1 Pengertian Kualitas	9
2.2.2 Pengendalian Kualitas.....	10
2.2.3 Six Sigma	11
2.2.3.1 Definisi <i>Six Sigma</i>	11
2.2.3.2 Konsep Kunci <i>Six Sigma</i>	12
2.2.3.3 Konsep Six Sigma Motorola	14
2.2.3.4 Penentuan Stabilitas dan Kapabilitas Proses	18
2.2.3.5 Pengukuran Kapabilitas Proses untuk Data Variabel	20

2.2.3.6 Pengukuran Kapabilitas Proses untuk Data Atribut	21
2.2.3.7 Pengukuran stabilitas Proses untuk Data Variabel	23
2.2.3.8 Langkah-Langkah Implementasi Peningkatan Kualitas <i>Six Sigma</i>	23
2.2.3.9 Tools Dalam Six Sigma	25
2.2.4 Metode TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)	28
2.2.2 Fitur 39 Parameter TRIZ	30
2.2.4.1 Persimpangan pada 40 <i>Inventive Principles</i>	32
2.2.5 Metode 5W -1H	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Objek Penelitian	39
3.2 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian	39
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian	39
3.4 Pengumpulan Data	40
3.4.1 Jenis dan Sumber Data	40
3.4.2 Metode Pengumpulan Data	40
3.5 Pengolahan Data	41
3.5.1 Penentuan Sampel	41
3.5.2 Teknik Pengolahan Data	41
3.6 Pembahasan	46
3.7 Kesimpulan dan Saran	46
3.1 Kerangka Penelitian	47
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	48
4.1 Pengumpulan Data	48
4.1.1 Sejarah Perusahaan	48
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	49
4.1.5 Struktur Organisasi	49
4.1.6 Tata Kerja	51
4.1.7 Produksi	53
4.1.8 Bahan baku	53
4.1.9 Proses Produksi	55
4.2 Pengolahan Data	63
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	63
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	64
4.2.2.1 Menetapkan Critical to Quality (CTQ) Kunci	64

4.2.2.2 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan Output	67
4.2.2.2.1 Data Variabel	67
4.2.2.2.2 Data Atribut	94
4.2.3 Tahap <i>Analyze</i>	99
4.2.3.1 Menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses	99
4.2.3.2 Menganalisis Faktor Penyebab Produk Cacat	107
4.2.4 Tahap <i>Improve</i>	119
4.2.4.1 Metode TRIZ	119
4.2.4.2 Kontradiksi Berdasarkan TRIZ <i>Inventive Principles</i>	121
BAB V PEMBAHASAN	123
5.1 Tahap <i>Define</i>	123
5.1.1 Penjelasan Diagram SIPOC	123
5.2 Tahap <i>Measure</i>	124
5.3 Tahap <i>Analyze</i>	124
5.3.1 Hubungan Nilai Sigma Data Atribut dan Data Variabel	124
5.3.2 Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses	125
5.4 Pembahasan Metode TRIZ	128
5.4.1 Pengambilan Solusi Ideal Berdasarkan Hasil <i>Inventive Principles</i> dari TRIZ	128
5.5 Tahap <i>Control</i>	133
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	134
6.1 Kesimpulan	134
6.2 Saran	135
DAFTAR PUSTAKA	136
LAMPIRAN	139

ABSTRAK

Perusahaan PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Cilacap merupakan perusahaan yang memproduksi benang dengan bahan baku serat kapas untuk jenis benang polester sedangkan untuk jenis benang polyester rayon menggunakan bahan baku tambahan yaitu rayon. Penelitian ini difokuskan pada produk benang polester rayon yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan melakukan upaya perbaikan terhadap faktor penyebab kecacatan produk. PT. Industri Sandang Nusantara selalu berusaha menghasilkan produk yang berkualitas untuk memenuhi keinginan dan kepuasan konsumen. Penelitian ini menggunakan metode six sigma dan metode TRIZ untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan melakukan implementasi pada pengendaliannya melalui tahapan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and control). Sementara untuk membantu program peningkatan kualitas six sigma digunakan metode TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) sebagai pemecahan masalah dari solusi alternatif yang diberikan melalui kontradiksi teknis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kecacatan produk benang polyester rayon masih cukup tinggi yaitu menghasilkan nilai DPMO sebesar 13.154 yang dan nilai sigma yang dihasilkan sebesar 3,56. Dari hasil analisis jenis cacat terbesar adalah jenis cacat benang rewinding yang dipengaruhi oleh faktor mesin, faktor manusia, faktor metode kerja dan faktor lingkungan. Hasil analisis Metode TRIZ (Theory of inventive problem solving) memberikan alternatif solusi untuk merekomendasikan tindakan perbaikan yang meliputi melakukan pengecekan traveller, melakukan pengawasan terhadap kinerja operator, serta melakukan pelatihan dan evaluasi untuk meningkatkan kemampuan operator.

Kata Kunci : DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and control) , Six sigma, TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia, industri khususnya industri manufaktur, cacat produk merupakan permasalahan yang membutuhkan perhatian lebih dari perusahaan. Pada dunia industri terdapat dua jenis cacat produk yaitu cacat produk yang sudah tidak bisa diolah kembali atau bisa dibilang sudah menjadi limbah pabrik dan cacat produk yang masih bisa di *repair* atau dapat diolah kembali. Kedua jenis cacat tersebut tentunya merugikan perusahaan baik dalam bentuk material maupun biaya yang terbuang dari produk yang tidak memenuhi standar tersebut (produk cacat). Dengan memperhatikan kualitas produk akan memberikan dampak positif kepada perusahaan melalui dua cara yaitu dampak terhadap biaya produksi dan dampak terhadap pendapatan (Gasperz, 2002).

Kualitas dapat diartikan sebagai tingkat atau kesesuaian suatu produk dengan pemakainya yang dapat diartikan sebagai sebagai tingkat kesuaian produk dengan standar yang telah ditetapkan (Juita Alisjahbana, 2005). Kualitas tidak berdampak pada peningkatan biaya kualitas, bahkan akan menghemat biaya tersebut. Biaya yang dapat dihemat merupakan biaya pemborosan dari produk cacat yang dihasilkan perusahaan baik dari biaya dalam pengerjaan ulang dari produk cacat yang masih bisa diperbaiki maupun dari produk cacat yang sudah menjadi limbah. Salah satu cara yang efektif dan dapat digunakan oleh perusahaan yaitu dengan meningkatkan pengendalian kualitas produk sehingga sangat berdampak positif pada peningkatan produktivitas perusahaan. Menurut Juran (1989) perbaikan produktivitas lebih baik dari pada sekedar mengadakan pengurangan karyawan, namun produktivitas dapat ditingkatkan dengan cara mengerjakan lebih banyak dari sumber daya yang sama, mengerjakan lebih sedikit dengan pengurangan

sumber daya yang lebih besar atau mengerjakan lebih sedikit dengan mengkonsumsi sumber daya yang lebih sedikit.

Perusahaan PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Cilacap merupakan sebuah perusahaan BUMN yang memproduksi benang dengan bahan baku serat kapas untuk jenis benang *poylester* sedangkan untuk jenis benang *poylester rayon* menggunakan bahan baku tambahan yaitu *rayon*. Dari jumlah produksi yang dilakukan perusahaan cukup bervariasi pada setiap harinya karena dalam menentukan jumlah produk yang akan diproduksi oleh perusahaan didasarkan pada pemesanan yang diterima perusahaan. Dalam pengendalian kualitasnya perusahaan tersebut mengalami kendala terhadap kualitas benang yang cacat atau belum memenuhi standar yang terjadi pada rantai produksi, baik cacat benang yang harus dilakukan pengerjaan ulang atau *direpair* maupun cacat benang yang sudah tidak dapat *direpair*. Jumlah produk cacat pada setiap produksi sulit dihilangkan karena disebabkan dari berbagai faktor. Dengan demikian program pengendalian kualitas produksi harus segera diperbaiki menggunakan solusi yang tepat sebagai upaya perbaikan kualitas agar produk cacat pada rantai produksi bisa diminimalisir atau bahkan dihilangkan.

Dari permasalahan yang dihadapi oleh PT. Industri Sandang Nusantara sehubungan dengan penyebab *waste* atau kecacatan produk maka perbaikan dan pengendalian kualitas dapat diidentifikasi menggunakan metode *Six Sigma*. yang merupakan metode terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif. Metode *Six Sigma* bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu produk dengan menganalisa data menggunakan ilmu statistik untuk mendapatkan akar penyebab dari suatu masalah kualitas hingga implementasi terhadap pengendaliannya” (Markaran, 2004). Dari metode *Six Sigma* tersebut terdapat lima tahapan proses yaitu pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and control*) yang dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual.

Pada penelitian ini untuk membantu program peningkatan kualitas *Six Sigma* maka digunakan metode TRIZ (*Theory of inventive problem solving*). TRIZ merupakan metode

yang kreatif yang dapat dideskripsikan sebagai proses pemecahan masalah yang terstruktur dengan integrasi kumpulan permasalahan dan *resolution tools* yang dibuat dengan dasar berbagai paten (Zhang et al., 2003). Sementara pada penetapan rencana tindakan perbaikan untuk peningkatan kualitas *Six sigma* yang mendeskripsikan tentang prioritas atau alternatif yang dilakukan setelah akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi. Langkah-langkah untuk melaksanakan peningkatan kualitas menggunakan Metode 5W-1H merupakan suatu alat dalam menganalisa suatu masalah tersebut untuk meningkatkan cara bekerja dalam memutuskan apa yang harus dicapai berkaitan dengan target yang ditetapkan, alasan kegunaan mengapa tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan diterapkan, siapa yang akan bertanggung jawab dari tindakan itu, dan bagaimana cara melakukan tindakan itu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat ditentukan perumusan masalah adalah faktor-faktor penyebab produk cacat benang bisa terjadi dan tindakan apa yang harus dilakukan dalam upaya perbaikan kualitas benang di PT. Indusrti Sandang Nusantara Cilacap dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan TRIZ (*Theory of inventive problem solving*).

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, mudah dipahami serta pembahasan masalah sesuai dengan topik tujuan maka perlu dibuat pembatasan lingkup penelitian. Batasan masalah serta asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian dilakukan di pabrik 1 PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap.
2. Faktor-faktor yang diamati adalah faktor penyebab dari produk cacat terbesar.
3. Tidak dilakukan perhitungan untuk biaya produksi.
4. Jenis benang yang diteliti adalah benang *polyester rayon* dengan nomor benang 30Ne.

5. Data pengukuran yang dilakukan berdasarkan data yang didapat penulis saat melakukan penelitian yaitu data pada tanggal 1 Juli 2014 sampai dengan 31 agustus 2014.
6. Metode pengukuran Tingkat sigma yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Six Sigma* (*six sigma quality control*).
7. Tahapan penerapan konsep kualitas menggunakan metode *six sigma* menggunakan pendekatan *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*).
8. Integrasi Metode *TRIZ* dilakukan pada tahap *Improve* yaitu untuk mendapatkan solusi ideal terhadap perbaikan kualitas melalui konsep *Six Sigma*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab produk cacat benang dan mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan dalam upaya perbaikan kualitas benang di PT. Indusrti Sandang Nusantara Cilacap dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan *TRIZ* (*Theory of inventive problem solving*).

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung peneliti dalam mempelajari, menganalisa, dan mengembangkan ilmu-ilmu yang telah diperoleh khususnya berkaitan dengan metode *Six Sigma* untuk diterapkan pada dunia nyata.
2. Sebagai pengembangan ilmu dan bahan referensi program studi dalam menambah pengetahuan dan memperkaya wawasan khususnya mengenai metode *Six Sigma*.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pertimbangan dalam menyusun kebijakan perusahaan mengenai penanganan pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma* sebagai alat untuk meningkatkan kualitas produk.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstruktur dan terarah, maka sistematika penulisan disusun sebagai berikut

BAB I PENDAHULUAN

Memuat penjelasan singkat mengenai Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Memuat beberapa kajian induktif dan kajian literatur yang menguraikan konsep dan teori yang relevan dengan topik penelitian, penelitian terdahulu, model penelitian dan hipotesis-hipotesis yang akan diuji pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memuat metode pengumpulan dan pengolahan data, definisi variabel respon dan prosedur analisis data serta uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Memuat garis besar tentang proses produksi pada perusahaan, hasil penelitian yang akan menguraikan mengenai pengumpulan dan pengolahan data, dan analisis data

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, serta melakukan pengujian hipotesis kesesuaian hasil sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI PENUTUP

Memuat uraian tentang kesimpulan dan saran serta keterbatasan dalam penelitian, permasalahan-permasalahan yang baru sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Beberapa penelitian-penelitian sebelumnya tentang kualitas dengan menggunakan metode *Six Sigma*, antara lain:

1. Penelitian *Six Sigma* terdahulu telah dilakukan oleh Shanty Kusuma Dewi (2012) yang berjudul : ”Minimasi Defect Produk Benang dengan Konsep *Six Sigma*”. Dalam penelitiannya bertujuan untuk memperkecil variasi proses produksi melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*). Pada tahapan DMAIC menggunakan diagram pareto, diagram sebab akibat, *statistical process control* dan metode potensial *Failure Mode Effect and Analysis*. Dari hasil penelitian didapatkan pnurunan DPMO sebesar 29,87% dan terjadi peningkatan nilai sigma menjadi 3,8 setelah aplikasi konsep *Six Sigma*.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Joko Susetyo, Winarni, dan Catur Hartanto pada tahun 2011 yang berjudul “Aplikasi *Six Sigma* DMAIC Dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Produk”. Dalam penelitiannya mengenai penerapan program *Six Sigma* dapat disertai dengan penerapan perbaikan berkesinambungan, yaitu dengan menggunakan *Kaizen* untuk mengetahui kemampuan proses berdasarkan produk cacat yang ada pada pendekatan *Six Sigma* yang kemudian dilakukan pengendalian dengan menganalisis penyebab kecacatan menggunakan *seven tools* serta mengupayakan perbaikan dengan alat implementasi kaizen berupa *Five-Step Plan*, 5W dan 1H. Dari hasil analisis tersebut disimpulkan bahwa penyebab utama kecacatan adalah faktor manusia, dan berdasarkan alat-alat implementasi kaizen maka kebijakan

utama yang harus dijalankan perusahaan yaitu pengawasan atau kontrol yang lebih ketat di semua bidang.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Dedi Dermawan pada tahun 2007 yang berjudul “Studi Aplikasi Pengendalian mutu produksi Kantong semen pada unit Sewing Bag pada divisi kantong PT. Semen Padang”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor kritis (CTQ) yang berpengaruh terhadap timbulnya cacat hasil longitudinal glue tidak merata dan kuat serta dapat ditentukan settingan optimal dari mesin extruder dengan merancang permesinan sehingga biaya yang ditimbulkan akibat kegagalan produk dapat dikendalikan. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan menggunakan Metode *Six Sigma* dengan integrasi TRIZ dan Eksperimental *Design* uji statistik.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Boy Isma Putra, 2010 yang berjudul “Penerapan Metode *Six Sigma* untuk Menurunkan Kecacatan Produk CV. Corning Sidoarjo”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kecacatan produknya dengan menentukan kondisi awal kinerja dan target kinerja yang harus dicapai dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Dengan metode *Six Sigma* ini diperoleh /target kinerja yang bertujuan untuk menurunkan tingkat kecacatan pada masing-masing sub proses, yaitu: Proses *press*, Proses *cutting*, Proses *roll*, dan Proses tumbuk dari yang semula sebesar sebesar 2.436 unit per tahun atau sekitar 7,13 % dari total produksi per tahun menjadi sebesar 2.292 unit atau sekitar 6,71% dari total produksi per tahun.
5. Pada tahun 2012 Yudith Suroyo Prayaogo et.al, melakukan penelitian dengan judul “Usulan Peningkatan Kualitas Dengan Meminimasi Jumlah Produk Cacat Menggunakan Metode *Six Sigma* Dan TRIZ”. Hasil dari penelitian ini didapatkan 3 jenis kecacatan produk yaitu warna tidak sesuai, jahitan longgar dan cacat sobek. Penyebab pada tiap jenis kecacatan dianalisis dengan FMEA untuk mendapatkan nilai RPN tertinggi dan dianalisis untuk pemecahan masalah menggunakan metode TRIZ. Dari solusi metode TRIZ didapatkan penyelesaian masalah dengan mengubah metode kerja dan pemberian SOP pada setiap operator.

6. Pada tahun 2013 Ade Bastian melakukan penelitian dengan judul “ Perbaikan kualitas Produk Baju mengguakan Metode *Six Sigma* Sebagai Dasar Peningkatan Kualitas”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan produk baju pada konveksi tambang. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai sigma sebesar 3,64 dan menghasilkan 15.882 kecacatan per sejuta produk. Dari hasil analisis penyebab kecacatan produk disebabkan karena faktor pekerja yang kurang berpengalaman dan kurangnya perawatan mesin secara berkala.

Dari kajian literatur diatas, adapun perbedaan dari penelitian kai ini adalah penggabungan metode *Six Sigma* dan TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan dan mendapatkan solusi ideal dari permasalahan penyebab produk cacat.

2.2 Kajian Pustaka

2.2.1. Pengertian Kualitas

Pengertian kualitas memiliki definisi yang berbeda, dan bervariasi karena mempunyai cakupan yang sangat luas. Oleh karena itu definisi tersebut memerlukan tanggapan yang cermat karena bergantung pada konteksnya terutama jika dilihat dari faktor utama kualitas barang dan jasa yang dihasilkan dari suatu kinerja perusahaan. Produk atau jasa yang berkualitas adalah produk dan jasa yang sesuai dengan apa yang diinginkan pelanggan. Pelanggan yang dimaksud disini bukan pelanggan atau konsumen yang datang hanya sekali untuk mencoba dan tidak pernah kembali lagi, melainkan mereka yang datang berulang-ulang untuk membeli lagi. Terdapat banyak definisi dan pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang pada dasarnya konsep dari kualitas sering dianggap sebagai kesesuaian,keseluruhan ciri-ciri atau karakteristik suatu produk yang diharapkan oleh konsumen. Pengertian kualitas menurut beberapa ahli antara lain:

1. Menurut Juran (1962) “kualitas adalah kessuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”
2. Menurut Crosby (1979) “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.”
3. Menurut Deming (1982) “kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan dimasa mendatang.
4. Menurut Feigenbaum (1991) “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture* dan *maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.”
5. Menurut Elliot (1993) “kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan.”

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan pada kualitas proses produksi. Bahkan, yang terbaik apabila perhatian pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*Work in Process*), sehingga bila diketahui ada cacat atau kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian produk akhir yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas dari perusahaan dan perusahaan tidak perlu melakukan pemborosan terhadap produk yang di *repair* atau produk yang menjadi limbah.

2.2.2. Pengendalian Kualitas

Dalam dunia manufaktur pengendalian kualitas merupakan teknik yang sangat bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan pada konsumen. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai. Menurut Assauri Sofjan (1998) Pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari

barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan pimpinan perusahaan.

Sementara beberapa pakar menyatakan bahwa tujuan pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

- a. Menurut Ahyari (1998), Pengendalian kualitas harus mengarah pada beberapa tujuan yang akan dicapai, sehingga para konsumen dapat puas menggunakan produk dan jasa perusahaan, dengan cara harga produk perusahaan tersebut dapat ditekan serendah-rendahnya, serta direncanakan sebelumnya oleh perusahaan.
- b. Menurut Assauri Sofjan (1998), tujuan dari pengendalian kualitas adalah.
 1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
 2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
 3. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.
- c. Menurut Yamit (2002) menyatakan bahwa tujuan pengendalian kualitas adalah:
 1. Untuk menekan atau mengurangi volume kesalahan dan perbaikan.
 2. Untuk menjaga atau menaikkan kualitas sesuai standar.
 3. Untuk mengurangi keluhan atau penolakan konsumen.

Dengan mengarah pada pencapaian tujuan diatas berarti akan terjadi peningkatan produktivitas dan profitabilitas perusahaan. Pengendalian kualitas meliputi banyak aspek perusahaan maka adanya usaha kearah peningkatan kualitas produk akhir akan memberikan pada fungsi-fungsi yang lain kedalam perusahaan untuk memperbaiki dukungan terhadap pengendalian kualitas yang dilakukan.

2.2.3. Six Sigma

2.2.3.1 Definisi Six Sigma

Six Sigma merupakan salah satu konsep atau metode untuk membangun dalam persaingan melalui peningkatan proses bisnis dengan mengurangi atau menghilangkan penyimpangan terhadap proses bisnis yang ada. Konsep *Six Sigma* diperkenalkan oleh Mikel Harry dan

Richaed Shroeder dalam bukunya yang berjudul *Six Sigma The Breakthrough Management Strategy Revolution The World's Top Corporation*.

Six Sigma dapat didefinisikan berbeda-beda tergantung dari sudut pandang pendefinisinya. Menurut beberapa ahli jika dilihat dari sudut pandang bisnis, definisi *Six Sigma* adalah sebagai berikut:

1. Pande, et. al (2000) mendefinisikan *Six Sigma* sebagai sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, penggunaan yang disiplin terhadap fakta, data, analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki proses bisnis.
2. Harry dan Schroeder (2000) mendefinisikan *Six Sigma* sebagai suatu strategi manajemen proses bisnis yang mengizinkan perusahaan untuk meningkatkan lini produksinya secara drastis dengan merancang dan memonitor aktifitas bisnis setiap hari dalam rangka meminimumkan pemborosan dan sumber daya.

Selain itu, definisi *Six Sigma* dari sudut pandang statistik menurut Gasperz (2002) memberikan definisi bahwa *Six Sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (*DPMO-defect per million opportunities*) untuk setiap transaksi produk. Upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect – kegagalan nol*).

2.2.3.2 Konsep Kunci *Six Sigma*

Six Sigma didasarkan pada beberapa konsep kunci antara lain sebagai berikut:

1. Cacat (*defect*)
Cacat merupakan suatu kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan pelanggan. Suatu produk bisa dikatakan cacat karena tidak memenuhi standar kualitas produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
2. Kritis terhadap kualitas (*critical to quality*) merupakan atribut yang penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan

pelanggan. Berhubungan dengan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan (Gasperz, 2002).

3. *Defect Per Opportunity (DPO)*

Merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Nilai DPO (*Defect Per Opportunities*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

Rumus DPO = (Jumlah defect / Total unit x CTQ potensial penyebab cacat)

Besaran DPO ini apabila dikalikan dengan konstanta 1.000.000 akan menjadi ukuran *Defect Per Million Opportunities*.

4. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

Merupakan ukuran kegagalan yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma motorola* sebesar 3,4 DPMO seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit output yang cacat dari sejuta unit output yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ (*critical to quality*) adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO). Jadi DPMO dirumuskan:

Rumus DPMO = DPO x 1.000.000

5. *Process Capability*

Merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process Capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen perusahaan *Process capability* hanya diukur untuk proses yang stabil, sehingga apabila proses tidak stabil, maka proses tersebut harus distabilkan terlebih dahulu. Dengan demikian nilai standar deviasi yang

digunakan dalam pengukuran *proses capability* (Cp) harus dari proses yang stabil, sehingga merupakan variasi yang melekat pada proses yang stabil itu (*common-causes variation*).

6. DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*)

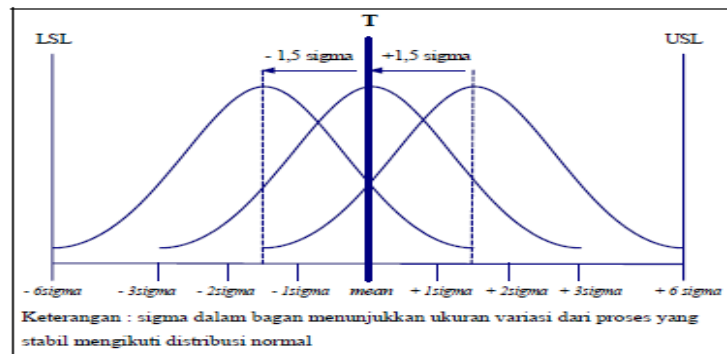
Merupakan proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta (*systematic, scientific and fact based*). Proses *close-loop* ini (DMAIC) menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma*.

2.2.3.3 Konsep *Six Sigma Motorola*

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Semakin tinggi target sigma dicapai, maka kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga *Six Sigma* otomatis lebih baik daripada 4-sigma, lebih baik dari 3-sigma. *Six Sigma* juga dapat dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (dramatik) di tingkat bawah. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, dengan memperhatikan kemampuan proses (*process capability*).

Pendekatan pengendalian proses *Six Sigma* motorola mengijinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (mean) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target sebesar $\pm 1,5$ sigma sehingga akan menghasilkan 3,4 juta DPMO (*defect per million opportunities*). Program peningkatan kualitas *six sigma* berorientasi pada peningkatan kemampuan proses menuju tingkat kegagalan nol atau menuju nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, maka terdapat hubungan antara pencapaian

peningkatan kualitas dan nilai toleransi standar deviasi maksimum yang diizinkan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Proses *Six Sigma* dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser 1,5-sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2.1 Konsep *Six Sigma* dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5- Sigma

Sumber : (Gasperz, 2002)

Sementara untuk konsep *Six Sigma motorola* dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5-sigma (1,5 x standar deviasi maksimum) adalah berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam berdistribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata dari proses. Perbedaan dan pergeseran nilai rata-rata ditunjukkan pada tabel 2.1 dan tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 Perbedaan *True 6-Sigma* dengan *Motorola's 6-Sigma*

<i>True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)</i>			<i>Motorola's 6-Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5-sigma)</i>		
Batas spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan per sejuta kesempatan)	Batas spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO (kegagalan per sejuta kesempatan)
± 1 -sigma	68,27%	317.300	± 1 -sigma	308538%	691.462
± 2 -sigma	95,45%	45.500	± 2 -sigma	691462%	308.538
± 3 sigma	99,73%	2.700	± 3 -sigma	9.,3193%	66.807
± 4 -sigma	99,99%	63	± 4 -sigma	993790%	6.210
± 5 -sigma	99,99994%	0,57	± 5 -sigma	999767%	233
± 6 -sigma	99,9999998%	0,002	± 6 -sigma	9999966%	3.4

Sumber: (Gaspersz, 2002)

Tabel 2.2 Nilai DPMO dan Pergeseran Berbagai Nilai Rata-Rata dari Proses pada Berbagai Tingkat Sigma

Of-entering Quality level (s)	1-sigma	1,5-sigma	2-sigma	2,5-sigma	3-sigma	3,5-sigma	4-sigma	4,5-sigma	5-sigma	5,5-sigma	6-sigma
0,00-sigma	317.311	133.614	45.500	12.419	2.700	465	63	7	1	0	0
0,10-sigma	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0	0
0,20-sigma	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1	0	0
0,30-sigma	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0	0
0,40-sigma	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0	0
0,50-sigma	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4	0	0
0,60-sigma	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0
0,70-sigma	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1	0
0,80-sigma	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0
0,90-sigma	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0
1,00-sigma	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4	0
1,10-sigma	539.828	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0
1,20-sigma	579.260	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1
1,30-sigma	617.911	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1
1,40-sigma	655.422	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2
1,50-sigma	691.462	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh Vincent Gaspersz (2002)

Berdasarkan informasi dari tabel 2.2 diketahui bahwa untuk mencapai target 3,4 DPMO dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: 0,5-sigma *off-centering* dengan 5-sigma *process control*, atau 1-sigma *off-centering* dengan 5,5 sigma *process control*, dan cara yang terakhir yaitu 1,5 sigma *off-centering* dengan 6-sigma *process control* merupakan pendekatan yang dilakukan oleh motorola, sehingga disebut sebagai *Motorola's Six sigma process control*. Dalam praktek umumnya penurunan variasi proses membutuhkan usaha-usaha intensif dalam program peningkatan kualitas terus-menerus kearah yang lebih baik.

2.2.3.4 Penentuan Stabilitas dan Kapabilitas Proses

Pada dasarnya pengendalian dan peningkatan proses industri mengikuti konsep siklus hidup proses (*process life cycle*) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.2 berikut ini:

		Stabilitas (<i>Stability</i>)	
		Tidak stabil	Stabil
Kemampuan (<i>Capability</i>)	Tidak mampu	1	2
	Mampu	4	3

Catatan :

Manfaat penggunaan metode-metode statistika adalah membantu manajemen dalam mengendalikan proses industri untuk berada dalam posisi nomor 3 (mampu dan stabil).

Gambar 2.2 Siklus Hidup Proses Industri

Sumber : Gaspersz, 2002

Untuk mencapai target program *Six Sigma* dalam membawa proses indstri untuk beroperasi pada proses industri yang memiliki stabilitas (*stability*) dan kemampuan (*capability*), sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defect oriented*).

Tabel 2.3 Analisis Sistem Industri Sepanjang Siklus Hidup Proses Industri

No.	Status proses		Situasi	Analisis
	Stabilitas (<i>stability</i>)	Kemampuan (<i>Capability</i>)		
1.	Tidak	Tidak	Keadaan proses diluar pengendalian	Sistem industri berada dalam kondisi paling buruk
			Proses akan menghasilkan produk cacat terus menerus	
2.	Ya	Tidak	Keadaan proses berada didalam pngendalian	Sistem industri berada dalam status antara menuju peningkatan kualitas global
			proses masih menghasilkan produk cacat	
3.	Ya	Ya	Keadaan proses berada di dalam Pengendalian	Sistem industri berada dalam kondisi paling baik, merupakan target dari program <i>Six Sigma</i>
			Proses tidak menghasikan produk cacat (<i>zero defect</i>)	
4.	Tidak	Ya	Proses berada diluar pengendalian	Sistem industri tidak dapat diperkirakan (<i>unprecdrtable</i>) dan tidak diinginkan (<i>undsirable</i>) oleh manajemen industri
			Proses menimbulkan masaah kualitas secara sparodis	

Sumber: Vincent Gaspersz (2002)

Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu, maka kita membutuhkan alat-alat atau metode statistik sebagai alat analisis. Pemahaman tentang proses industri yang diperlukan adalah memahami suatu proses itu dari waktu

ke waktu dalam menghasikan produk sehingga dapat diambil tindakan-tindakan yang tepat untuk meningkatkan kinerja dari proses industri menuju tingkat kegagalan nol menggunakan bantuan alat-alat statistik (*statistical tools*).

2.2.3.5 Pengukuran Kapabilitas Proses untuk Data Variabel

Untuk mengetahui kemampuan tingkat suatu output proses berada dalam spesifikasi target kualitas yang diinginkan pada kapabilitas proses data variabel maka dilakukan teknik penentuan kapabilitas proses dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Perhitungan Kapabilitas untuk Data Variabel

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Proses apa yang ingin anda ketahui?	-	
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	
Tentukan nilai spesifikasi target	T	
Berapa nilai rata-rata (<i>mean</i>) proses	X-bar	
Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	
Hitung DPMO dari proses diatas	=(langkah 7) + (langkah 8)	

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	
Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	
Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{X - \bar{x} - T)^2 + S^2}}$	

Sumber : (Vincent Gaspersz, 2002)

Indeks kapabilitas proses (C_{pm}) digunakan untuk mengukur tingkat pada masa suatu proses berada pada nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, yang berarti pula bahwa tingkat kegagalan dari proses semakin berkurang menuju target tingkat kualitas kegagalan nol (*zero defect oriented*).

Dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*) sebagai berikut:

1. $C_{pm} \geq 2,00$ maka proses dianggap mampu dan kompetitif (perusahaan kelas dunia)
2. C_{pm} antara 1,00-1,99 maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya untuk peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*)
3. $C_{pm} < 1,00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing dipasar global.

2.2.3.6 Pengukuran Kapabilitas Proses untuk Data Atribut

Untuk menghitung kapabilitas proses data atribut menggunakan pengukuran data yang diperoleh melalui perhitungan bukan pengukuran langsung. Pada umumnya data atribut hanya memiliki dua kemungkinan yaitu “YA atau TIDAK”. Data ini dapat dihitung untuk keperluan pencatatan dan analisis. Langkah-langkah penentuan kapabilitas proses untuk data atribut dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Cara Memperkirakan Kapabilitas untuk Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin anda ketahui?	-	
2	Berapa banyak unit yang dikerjakan melalui proses?	-	
3	Berapa banyak unit yang gagal?	-	
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	(langkah 3) / (langkah 2)	
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial penyebab cacat	banyaknya karakteristik CTQ	
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	(langkah 4) / (langkah 5)	
7	Hitung kemungkinan cacat per sejuta kesempatan (DPMO)	(LANGKAH 6) X 1.000.000	
8	Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma	-	
9	Hitung kapabilitas proses	-	Cpk

Sumber : (Vincent Gaspersz, 2002)

2.2.3.7 Pengukuran stabilitas Proses untuk Data Variabel

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variable maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada tiap variabel dengan perhitungan sebagai berikut:

$$BPA = T + 1,5 S_{max}$$

$$BPB = T - 1,5 S_{max}$$

Nilai S diperoleh dengan formulasi:

- a. Untuk 2 batas spesifikasi

$$S_{max} = \frac{1}{2 \times \text{nilai kapabilitas sigma}} (USL - LSL)$$

- b. Untuk 1 batas spesifikasi

$$S_{max} = \frac{1}{\text{nilai kapabilitas sigma}} \times (SL - \bar{x})$$

Dimana :USL = batas spesifikasi atas

LSL = batas spesifikasi bawah

T = Spesifikasi target

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata sampel

S = Standar deviasi dari proses

2.2.3.8 Langkah-Langkah Implementasi Peningkatan Kualitas Six Sigma

Untuk melakukan peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma* dibutuhkan suatu pendekatan yang sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta (*systematic, scientific and fact based*) dengan menggunakan peralatan, pelatihan dan pengukuran sehingga ekspektasi dan kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi (Pyzdek, 2002). Salah satu pendekatan dalam metode *Six Sigma* adalah pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*). Metodologi *Six Sigma* DMAIC merupakan salah satu metodologi *Six Sigma* yang digunakan dengan tujuan melakukan perbaikan proses terhadap produk atau proses yang sedang berlangsung di perusahaan. Menurut Gaspersz

(2002), langkah-langkah implementasi peningkatan kualitas *Six Sigma* terdiri dari lima langkah yaitu :

1. Tahap *Define*

Tahap *define* adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada bidang operasional sasaran tersebut dapat berupa penurunan tingkat produk cacat dan biaya operasional serta peningkatan output produksi dan produktivitas. Langkah ini juga mendefinisikan rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melakukan peningkatan dari setiap tahap proses kunci. *Define* merupakan langkah operasional pertama dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang meliputi :

- a. Mendefinisikan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*
- b. Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dari proyek *Six Sigma*
- c. Mendefinisikan pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*.

2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, dimana pada tahapan ini melakukan pemetaan proses, pengevaluasian sistem pengukuran dan menaksir kemampuan *baseline* kinerja dalam perusahaan. Terdapat tiga hal pokok dalam tahap *measure* yaitu:

- a. Menetapkan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci
- b. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses dan output.
- c. mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses dan output ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

3. Tahap *Analyze*

Merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* dalam menganalisis seberapa baik proses yang sedang berlangsung dan mengidentifikasi penyebab variasi produk yang mempengaruhi kapabilitas proses, menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses; artinya mencari faktor-faktor yang jika diperbaiki akan memperbaiki proses.

Pada tahap ini perusahaan harus melakukan beberapa hal yaitu sebagai berikut :

- a. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses
- b. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci.
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas.

4. Tahap *Improve*

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang dilakukan dalam implementasi rencana itu. Setiap rencana tindakan yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu menurunkan DPMO menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan 6-*Sigma*.

5. Tahap *control*

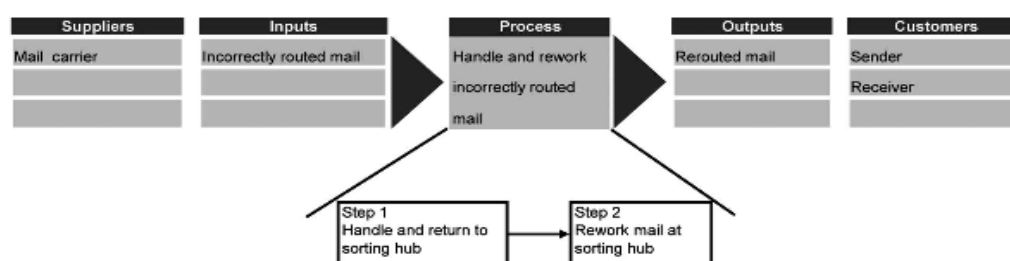
Control merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

2.2.3.9 Tools Dalam Six Sigma

Didalam *Six Sigma* banyak menggunakan *tools* perbaikan untuk membantu program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Berikut ini merupakan beberapa *tools* yang untuk menganalisis masalah dalam konsep *Six Sigma*:

1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (Pemasok, *input*, proses, *output*, pelanggan) adalah alat *visual* untuk mendokumentasikan proses bisnis dari awal atau input sampai dengan proses akhir (*output*). Diagram SIPOC berguna untuk menfokuskan diskusi dan membantu anggota tim dalam memahami proses sebagai upaya perbaikan terus-menerus guna mengidentifikasi kesenjangan dan mengetahui sebab akibat antara pemasok dan spesifikasi input serta output antar spesifikasi.



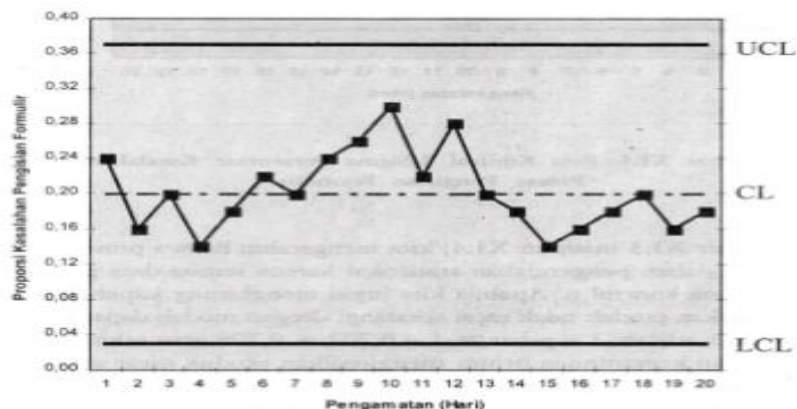
Gambar 2.3 Diagram SIPOC

Sumber: Kemper, Koning, Lujben, & Does, 2011

2. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan proses dan menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus sehingga dapat menghasilkan perbaikan kualitas.

Ada dua macam peta kontrol, yaitu peta kontrol untuk data variabel atau *variabel control chart* dan peta kontrol untuk data atribut atau *atribute control chart*. Data variabel sering disebut sebagai data kuantitatif dan bersifat kontinu yang diperoleh dari hasil pengukuran seperti: berat, panjang, lebar, volume dan lain-lain. Sedangkan data atribut disebut sebagai data kualitatif dan bersifat diskrit yang diperoleh dari pengelompokkan atau perhitungan, contohnya adalah warna, kebersihan, penampilan dan lain-lain. Berikut ini adalah contoh gambar *control chart*:

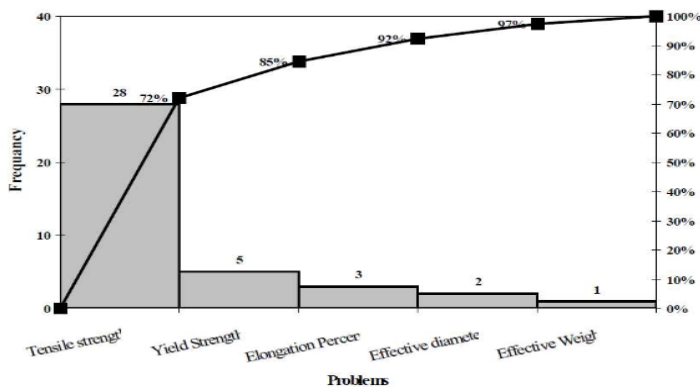


Gambar 2.4 Peta kontrol

Sumber : Gaspersz, 1998

3. Diagram Pareto

Diagram Pareto merupakan metode standar dalam pengendalian mutu untuk mendapatkan hasil maksimal atau memilih masalah-masalah utama dan dianggap sebagai suatu pendekatan sederhana yang dapat dipahami oleh pekerja tidak terlalu terdidik, serta sebagai perangkat pemecahan dalam bidang yang cukup kompleks. Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah). Adapun gambar diagram pareto dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini:

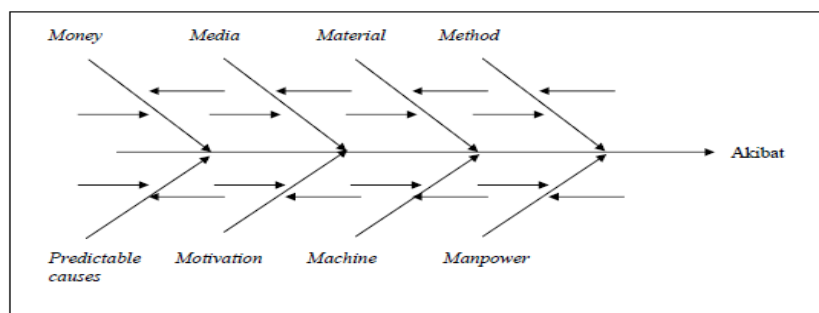


Gambar 2.5 Diagram pareto

Sumber : Found & mukkattah, 1998

4. Diagram Sebab-Akibat

Diagram sebab akibat dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Sehingga sering disebut juga diagram ishikawa. Diagram ini menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas yang selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya, digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan. Berikut ini merupakan contoh diagram sebab akibat yang tertera pada gambar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2.6. Diagram Sebab Akibat

Sumber: (Gaspersz, 2005)

2.2.4. Metode TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*)

TRIZ adalah akronim dari bahasa Rusia yaitu *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*. Ditemukan oleh Genrich Saulovich Altshuller dari Uni Soviet, Jika diterjemahkan dalam bahasa Inggris menjadi “*Theory of Inventive Problem Solving*”. TRIZ adalah hasil dari suatu analisis menyeluruh dari inovasi dunia teknologi yang paling kreatif sebagai uraian dalam literatur hak paten di seluruh dunia. TRIZ adalah metode yang kreatif yang dapat dideskripsikan sebagai proses pemecahan masalah yang terstruktur dengan integrasi kumpulan permasalahan dan *resolution tools* yang dibuat dengan dasar berbagai paten (Zhang, et al., 2003).

TRIZ dikembangkan oleh G.S Altshuller dari Uni Soviet. TRIZ merupakan sistem teknik yang dikembangkan terhadap penambahan ide pengembangan yang kreatif,

sistem yang mencakup teknologi perusahaan. TRIZ menyediakan prinsip-prinsip yang hebat dan alat yang konkrit untuk pemikiran kreatif dalam rangkaian teknologi (Nakagawa, 2004). Cara kerjanya dimulai dengan menemukan masalah, selanjutnya mencari solusi dari masalah tersebut. Solusi dari masalah, biasanya akan menimbulkan efek bagi yang lainnya. TRIZ berusaha mencari solusi dari permasalahan yang mengurangi efek samping dari solusi itu.

TRIZ menawarkan kemudahan dalam memahami masalah yang terjadi dan membantu untuk memecahkan permasalahan TRIZ ditujukan untuk mempermudah dalam melakukan penemuan pada permasalahan kontradiksi yang terjadi dari TRIZ berusaha untuk menghilangkan kontradiksi yang diinginkan.

Athsuller (1999) membagi kontradiksi menjadi dua yaitu kontradiksi teknik (*technical contradiction*) dan kontradiksi fisik (*physical contradiction*) dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Kontradiksi teknik (*technical contradiction*)

Kontradiksi teknik adalah apabila disuatu sisi menaikkan sebuah fitur maka disisi lain akan ada fitur yang menurun. Contoh dari kontradiksi teknik adalah apabila menaikkan kecepatan (*speed*) pada sebuah sepeda motor maka disisi lain energi yang dibutuhkan akan meningkat (sepeda motor menjadi boros)

2. Kontradiksi fisik (*Physical Contradiction*)

Kontradiksi fisik adalah apabila disuatu sisi menginginkan sebuah fitur meningkat tetapi disisi lain fitur tersebut harus menurun. Contoh kontradiksi fisik adalah penggunaan sinar laser pada proses penghancuran sel kanker akan tetapi disisi lain sinar laser tersebut tidak boleh merusak jaringan sehat yang ada disekitarnya

Nakagawa (2004) menjelaskan *Knowledge based tools* menunjukkan pengamatan utama yang dbuat Altshuller tentang memperbaiki efisiensi dan efektifitas penyelesaian kontradiksi dan membangkitkan konsep terobosan baru inventive. Semua peralatan TRIZ berbasis pengetahuan menghasilkan konsep yang memerlukan perubahan pada solusi praktis untuk memuaskan kebutuhan permasalahan tertentu.

Adapun beberapa langkah proses penyelesaian TRIZ adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan masalah kemudian melakukan analisis untuk menangkap informasi atas masalah. Dengan mempelajari lingkungan operasi, perlengkapan sumber, kegunaan fungsi utama, efek yang berbahaya dari hasil yang ideal.

2. Menformulasikan masalah

Berdasarkan pada analisis masalah, selanjutnya formulasi dan pemodelan masalah dapat dibuat dengan TRIZ teknik formulasi masalah (Zhang et.al., 2003). Tujuan pemodelan masalah adalah untuk memformulasikan keseluruhan pernyataan masalah sebagai alternatif untuk menyusun dan memecahkan permasalahan.

3. Memecahkan permasalahan

Tahap ini merupakan tahap ketiga dalam TRIZ setelah diketahui penyebab-penyebab dari masalah maka dilakukan suatu pemecahan dari masalah. Pemecahan masalah pada tahap ini adalah berupa kontradiksi teknis dari persimpangan *inventive principles* pada *improving features* dan *worsening features*.

4. Menformulasikan solusi ideal

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari metode TRIZ. Pada tahap ini diberikan suatu solusi dari permasalahan yang terjadi. Prinsip *inventive* di TRIZ pada intinya berisi 40 prinsip yang bertujuan memberikan solusi untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi antar karakteristik. Prinsip ini merupakan hal yang utama dalam menghilangkan kontradiksi yang terjadi akibat perubahan karakteristik yang diinginkan.

2.2.4.1 39 Fitur Parameter TRIZ

Parameter ini berisi 39 *Standart Technical Charactristic* (karakter-karakter standar bersifat teknik). Tabel parameter ini berfungsi untuk mempermudah pengguna menemukan faktor yang dapat menimbulkan kontradiksi. Adapun 39 fitur parameter tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Table 2.6 39 Fitur Parameter

1	<i>Weight of moving object</i>	21	<i>Power</i>
2	<i>Weight of nonmoving object</i>	22	<i>Waste of energy</i>
3	<i>Length of moving object</i>	23	<i>Waste of substance</i>
4	<i>Length of nonmoving object</i>	24	<i>Loss of information</i>
5	<i>Area of moving object</i>	25	<i>Waste of time</i>
6	<i>Area of nonmoving object</i>	26	<i>Amount of substance</i>
7	<i>Volume of moving object</i>	27	<i>Reliability</i>
8	<i>Volume of nonmoving object</i>	28	<i>Accuracy of measurement</i>
9	<i>Speed</i>	29	<i>Accuracy of manufacturing</i>
10	<i>Force</i>	30	<i>Harmful factors acting on object</i>
11	<i>Tension, pressure</i>	31	<i>Harmful side effects</i>
12	<i>Shape</i>	32	<i>Manufacturability</i>
13	<i>Stability of object</i>	33	<i>Convenience of use</i>
14	<i>Strength</i>	34	<i>Repairability</i>
15	<i>Durability of moving object</i>	35	<i>Adaptability</i>
16	<i>Durability of nonmoving object</i>	36	<i>Complexity of device</i>
17	<i>Temperature</i>	37	<i>Complexity of control</i>
18	<i>Brightness</i>	38	<i>Level of automation</i>
19	<i>Energy spent by moving object</i>	39	<i>Productivity</i>
20	<i>Energy spent by nonmoving object</i>		

Sumber: Systematic Innovation In Manufacturing TRIZ, Yeoh Teong San, 2009

2.2.4.2 Persimpangan pada 40 *Inventive Principles*

Berikut ini merupakan persimpangan 40 *Inventive Principles* dari TRIZ Yeoh Teong San et.al., (2009) :

Prinsip 1. *Segmentation* (Segmentasi)

- a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri.
- b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.
- c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi.
- d. Transisi ketingkat mikro.

Prinsip 2. *Taking Out* (Ekstraksi)

- a. Pisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek/sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek/sistem.

Prinsip 3. *Local Quality* (Optimasi Lokal)

- a. Mengubah objek atau sistem struktur dari seragam ke non seragam, perubahan lingkungan eksternal atau pengaruh eksternal dari seragam ke non seragam.
- b. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi.
- c. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi berguna.

Prinsip 4. *Asymmetry* (Ketidaksimetrisan)

- a. Perubahan bentuk suatu objek atau sistem dari simetris dengan asimetris.
- b. Jika suatu benda atau sistem yang asimetris, meningkatkan derajat asimetri.

Prinsip 5. *Merging* (Penggabungan)

- a. Menggabungkan identik atau objek atau sistem yang sama, merakit bagian identik untuk melakukan operasi paralel.
- b. Membuat operasi bersebelahan atau sejajar, menggunakan dalam waktu bersamaan.

Prinsip 6. *Universality* (Multi guna)

- a. Membuat sebagian objek atau sistem dengan melakukan fungsi ganda, menghilangkan kebutuhan untuk bagian-bagian lain.
- b. Menggunakan fitur standar.

Prinsip 7. *Nesting* (Persarangan)

- a. Menempatkan satu objek atau sistem di dalam, menempatkan setiap objek atau sistem pada gilirannya di dalam.
- b. Membuat satu bagian melewati sebuah rongga yang lain.

Prinsip 8. *Anti Weight* (Penyeimbangan)

- a. Untuk mengimbangi berat dari suatu benda atau sistem, menggabungkan dengan objek atau sistem lain yang menyediakan angkat.
- b. Untuk mengimbangi berat dari suatu benda atau sistem, membuatnya berinteraksi dengan lingkungan (misalnya menggunakan aerodinamis, hidrodinamik, daya apung dan kekuatan lain).

Prinsip 9. *Preliminary Anti Action* (Pencegahan)

- a. Jika akan diperlukan untuk melakukan tindakan dengan baik efek yang berbahaya dan berguna, tindakan ini harus diganti dengan anti tindakan untuk mengontrol efek yang merugikan.
- b. Membuat terlebih dahulu dan menekankan pada suatu objek atau sistem yang akan bekerja melawan menekankan pada yang tidak diinginkan.

Prinsip 10. *Preliminary Action* (Penyiapan)

- a. Lakukan, sebelum diperlukan, perubahan yang dibutuhkan suatu objek atau system, baik lengkap maupun sebagian.
- b. Pre objek atau sistem mengatur sehingga mereka dapat datang ke aksi dari tempat yang paling nyaman dan tanpa kehilangan waktu untuk pengiriman.

Prinsip 11. *Beforehand Cushioning* (pengamanan)

- a. Siapkan alat darurat terlebih dahulu untuk mengimbangi kehandalan yang relatif rendah dari suatu objek atau sistem.

Prinsip 12. *Equipotentiality* (Penyelerasan)

- a. Dalam bidang potensi, membatasi perubahan posisi (misalnya perubahan kondisi operasi untuk menghilangkan kebutuhan untuk menaikkan atau menurunkan benda atau sistem dalam bidang gravitasi).

Prinsip 13. *The Other Way Round* (Pembalikan)

- a. Membalikkan tindakan yang digunakan untuk memecahkan masalah.
- b. Membuat objek bergerak sebagian atau lingkungan eksternal yang tetap, dan bagian tetap yang bergerak.
- c. Putar objek atau proses terbalik.

Prinsip 14. *Spheroidality* (Pelengkungan)

- a. Menggunakan bagian bujursangkar, permukaan, atau bentuk, gunakan yang lengkung, bergerak dari permukaan datar untuk bola, dari bagian berbentuk kubus untuk struktur berbentuk bola.
- b. Gunakan rol, bola, spiral, kubah.
- c. Pergi dari linear ke gerakan rotari, menggunakan kekuatan sentrifugal.

Prinsip 15. *Dynamics* (Pendinamisan)

- a. Mendesain sifat-sifat suatu objek, lingkungan eksternal, atau proses untuk mengubah optimal atau untuk mencari kondisi operasi yang optimal.
- b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu melakukan gerakan relatif terhadap satu sama lain.
- c. Jika suatu objek atau proses adalah kaku atau tidak fleksibel, maka membuatnya bergerak atau adaptif.

Prinsip 16. *Partial Or Excessive Actions* (Pelebihan/Kekurangan)

- a. Jika 100 persen dari suatu benda atau sistem yang sulit dicapai dengan menggunakan metode solusi yang diberikan kemudian, dengan menggunakan sedikit kurang atau sedikit lebih metode yang sama, masalahnya mungkin akan jauh lebih mudah untuk dipecahkan.

Prinsip 17. *Another Dimension* (Penambahan Dimensi)

- a. Untuk memindahkan objek atau sistem dalam dua atau tiga-dimensi.
- b. Gunakan *multi-story* susunan benda-benda atau sistem bukan *single-story* pengaturan.
- c. kemiringan atau re-berorientasi objek atau sistem.
- d. Gunakan sisi lain dari daerah tertentu.

Prinsip 18. *Mechanical Vibration* (Penggetaran)

- a. Penyebab suatu objek atau sistem untuk berosilasi atau bergetar.
- b. Meningkatkan frekuensi bahkan sampai ke ultrasonik.
- c. Gunakan benda atau frekuensi resonansi sistem.
- d. Gunakan vibrator piezoelektrik yang bukan mekanik.
- e. Gunakan kombinasi ultrasonik dan osilasi medan elektromagnetik.

Prinsip 19. *Periodic Action* (Periodisasi)

- a. Daripada tindakan terus-menerus, gunakan periodik atau tindakan berdenyut.
- b. Jika tindakan sudah periodik, mengubah besar periodik atau frekuensi.

- c. Gunakan jeda antara dorongan untuk melakukan tindakan yang berbeda.

Prinsip 20. *Continuity Of Useful Action* (Pemberlanjutan Manfaat)

- a. Teruskan bekerja terus-menerus, membuat semua bagian dari suatu objek atau sistem bekerja pada beban penuh, sepanjang waktu.
- b. Hilangkan semua siaga atau intermiten tindakan atau bekerja.

Prinsip 21. *Skipping* (Pencepatan Perlakuan)

- a. Melakukan proses, atau tahap-tahap tertentu (misalnya dapat dirusak, berbahaya atau berbahaya operasi) dengan kecepatan tinggi.

Prinsip 22. *Blessing In Disguise* (Pemanfaatan Kerugian)

- a. Gunakan faktor berbahaya (khususnya, efek berbahaya terhadap lingkungan atau sekitarnya) untuk mencapai efek positif.
- b. Menghilangkan utama tindakan berbahaya dengan menambahkannya ke tindakan berbahaya lain untuk menyelesaikan masalah.
- c. Memperkuat faktor berbahaya sedemikian rupa sehingga tidak lagi berbahaya.

Prinsip 23. *Feedback* (Umpan Balik)

- a. Mengenalkan umpan balik (merujuk kembali, pengecekan silang) untuk meningkatkan proses atau tindakan.
- b. Jika umpan balik sudah digunakan, mengubah atau pengaruh besar.

Prinsip 24. *Intermediary* (Perantara)

- a. Gunakan operator perantara atau proses perantara.
- b. Mengabungkan satu objek sementara dengan yang lain (yang dapat dengan mudah dihapus).

Prinsip 25. *Self Service* (Swalayan)

- a. Buatlah suatu objek atau sistem melayani sendiri dengan melakukan fungsi tambahan membantu.
- b. Gunakan sumber daya limbah, energi, atau bahan.

Prinsip 26. *Copying* (Penyalinan)

- a. Daripada objek atau sistem yang tersedia mahal, rapuh maka gunakanlah yang lebih sederhana dan murah.
- b. Ganti objek atau sistem, atau proses dengan salinan optik.
- c. Jika salinan terlihat optik sudah digunakan, pindah ke inframerah atau ultraviolet eksemplar.
- d. Salin konsep layanan kreatif di industri yang berbeda.

Prinsip 27. *Cheap Short Living Objects* (Murah/ Sekali Pakai)

- a. Ganti yang murah atau sistem objek dengan beberapa objek atau sistem murah, mengorbankan kualitas tertentu (seperti layanan hidup).

Prinsip 28. *Mechanics Substitution* (Penggantian Sistem)

- a. Ganti mekanis berarti dengan indera (optik, akustik, rasa atau bau) yang berarti.
- b. Gunakan listrik, magnet dan medan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan objek atau sistem.
- c. Perubahan sejak statis untuk bergerak bidang, mulai dari ladang-ladang tidak terstruktur kepada orang-orang memiliki struktur.
- d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang diaktifkan (misalnya ferromagnetic) partikel.

Prinsip 29. *Pneumatics And Hydraulics* (Pemakaian Sistem Peumatik)

- a. Gunakan bagian berwujud dari suatu objek atau sistem, bukan bagian nyata.

Prinsip 30. *Flexible Shells And Thin Films* (Pemakaian Membran)

- a. Gunakan kerang fleksibel dan film tipis bukannya struktur tiga dimensi.
- b. Isolasi objek atau sistem dari lingkungan eksternal dengan menggunakan film tipis shells and fleksibel.

Prinsip 31. *Porous Materials* (Pemakaian Material Berpori)

- a. Buatlah suatu objek atau sistem berpori porous atau menambah unsur (penyisipan, pelapis).
- b. Jika suatu benda atau sistem sudah keropos, gunakan pori-pori untuk memperkenalkan useful substance atau fungsi.

Prinsip 32. *Color Changes* (Pengubahan Warna)

- a. Mengubah warna suatu objek atau sistem atau lingkungan eksternal.
- b. Mengubah transparansi suatu objek atau sistem atau lingkungan eksternal.
- c. dalam rangka meningkatkan observability dari hal-hal yang sulit untuk melihat, menggunakan aditif atau elemen berwarna.

Prinsip 33. *Homogeneity* (Homogenitas)

- a. Buatlah objek atau sistem berinteraksi dengan objek tertentu atau sistem dari bahan yang sama (bahan dengan sifat-sifat identik).

Prinsip 34. *Discarding And Recovering* (Penghilangan – Pemunculan)

- a. Buatlah bagian-bagian dari suatu benda atau sistem yang telah memenuhi fungsi hilang atau memodifikasi secara langsung selama operasi.

- b. Sebaliknya, konsumsi mengembalikan bagian dari suatu benda atau sistem secara langsung dalam operasi.

Prinsip 35. *Parameter Changes* (Transformasi)

- a. Mengubah sebuah sistem objek atau kondisi fisik (untuk gas, cair, atau padat).
- b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.
- c. Mengubah tingkat fleksibilitas.
- d. Mengubah suhu.
- e. Mengubah tekanan.

Prinsip 36. *Phase Transitions* (Transisi)

- a. Gunakan fenomena yang terjadi selama fase transisi (misalnya perubahan volume, kehilangan atau penyerapan panas).

Prinsip 37. *Thermal Expansion /Strategic Expansion* (Pemuaian)

- a. Gunakan ekspansi termal (kontraksi) dari bahan.
- b. Jika ekspansi termal yang digunakan, menggunakan beberapa bahan yang berbeda koefisien ekspansi termal.

Prinsip 38. *Strong Oxidants/Boosted Interaction* (Oksidator)

- a. Ganti udara dengan keadaan yang biasa dengan udara yang diperkaya oksigen (lebih terekspos kepada pelanggan).
- b. Ganti memperkaya udara dengan oksigen murni (meningkatkan tingkat partisipasi pelanggan dalam pelayanan).
- c. Paparan udara atau oksigen terhadap radiasi pengion.
- d. Gunakan oksigen terionisasi.
- e. Ganti ozonized (terionisasi) oksigen dengan ozon.

Prinsip 39. *Inert Atmosphere* (Lingkungan Netral)

- a. Ganti lingkungan yang normal dengan inert satu.
- b. Tambahkan bagian netral, atau inert tambahan untuk suatu objek atau system.

Prinsip 40. *Composite Materials* (Material Komposit)

- a. Perubahan dari seragam untuk komposit beberapa bahan.

2.2.5. Metode 5W -1H

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan six sigma, dalam hal ini tim peningkatan kualitas six sigma harus memutuskan apa yang harus dicapai berkaitan dengan target yang ditetapkan, alasan kegunaan mengapa tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan diterapkan, siapa yang akan bertanggung jawab dari tindakan itu dan bagaimana cara melakukan tindakan tersebut. Metode 5W-1H merupakan suatu alat dalam menganalisa suatu masalah tersebut untuk meningkatkan cara bekerja. Berikut ini merupakan contoh petunjuk penggunaan metode 5W-1H untuk pengembangan rencana tindakan yang dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.7 Penggunaan Metode 5W-1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W 1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	What (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan dan peningkatan kualitas	Merumuskan target sesuai kebutuhan pelanggan
Alasan	Why (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan diperlukan? Penjelasan mengenai tindakan yang dilakukan	
Lokasi	Where (Dimana)?	Dimana rencana tindakan dilaksanakan? Apakah aktivitas harus dikerjakan disana	Megubah urutan aktivitas atau mengkombiasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Urutan	When (Kapan)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Kapan aktivitas tersebut akan dikerjakan ?	
Orang	Who (Siapa)?	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah kualitas produk benang *polyester rayon* pada pabrik 1 PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap yang beralamat di Jalan Kendilwesi Kecamatan Cilacap Selatan Kabupaten Cilacap.

3.2 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor – faktor penyebab produk cacat benang bisa terjadi dan mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan dalam perbaikan kualitas benang di PT. Idustri Sandang Nusantara Cilacap dengan konsep *Six Sigma* menggunakan metode TRIZ ((*Theory of Inventive Problem Solving*). Sementara identifikasi masalah ini diperlukan agar latar belakang masalah, rumusan masalah, dan tujuan penelitian saling berkaitan.

3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu atribut yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2004). Penelitian ini menggunakan 2 macam variabel penelitian yaitu pengendalian kualitas secara atribut produk benang dan subvariabel pengukuran kualitas yang diteliti yaitu pengukuran secara variabel yang digunakan untuk mengetahui ketidaksesuaian yang terjadi terhadap produksi benang.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat diperoleh dari data primer dan data sekunder, yaitu :

1. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh peneliti dari pengamatan dan pencatatan dengan melakukan studi lapangan. Data primer yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Data kuantitatif yang meliputi data pengukuran variabel dan spesifikasi masing-masing variabel maupun data informasi tertulis mengenai produk cacat dari setiap proses yang terjadi dan jenis cacat yang ada.
- b. Data kualitatif yang meliputi data proses produksi dari bahan baku sampai menjadi produk jadi, data mengenai penyebab produk cacat, dan data kapabilitas proses, serta data umum perusahaan.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh diluar informasi dari perusahaan terdiri atas :

- a. Sumber pustaka atau literatur yang berhubungan dengan kasus yang diteliti.
- b. Telaah hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan.

3.4.2 Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan agar peneliti menguasai terlebih dahulu teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti dari ilmiah yang dapat mendukung terbentuknya landasan teori, sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam analisis penelitian.

2. Penelitian Lapangan

Merupakan metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung ke Instansi bersangkutan, data-data didapat dengan cara:

a. Observasi

Merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap sistem nyata dilapangan atau pengamatan terhadap dokumen-dokumen yang dikumpulkan seperti mengamati cara kerja pegawai, mengamati proses produksi dan kegiatan yang berkaitan dengan pengendalian kualitas perusahaan.

b. Wawancara

Merupakan kegiatan untuk mendapatkan data dan informasi yang dilakukan dengan mengadakan tanya jawab langsung dengan pihak manajemen perusahaan tentang permasalahan yang dibahas pada penelitian ini.

c. Literatur data perusahaan

Dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang berupa laporan kegiatan produksi, laporan jumlah produksi dan jumlah produk cacat, rencana kerja, serta informasi lainnya.

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Penentuan Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yang memiliki peluang yang sama untuk dipilih. Sampel yang baik adalah sampel yang representatif, artinya jumlah sampel yang ditentukan harus dapat mewakili populasi yang ada. Penentuan jumlah sampel pada penelitian ini sangat ditentukan karena peneliti tidak dapat menjadikan semua data yang ada dalam perusahaan dapat diolah. Hal ini karena keterbatasan biaya, waktu, tenaga dan fasilitas.

3.5.2 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini mengacu pada prinsip-prinsip yang terdapat dalam metode *Six Sigma* dengan menggunakan salah satu konsep six sigma yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Adapun penelitian ini dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Define

Pada tahapan ini dilakukan gambaran aktivitas yang mendefinisikan proses yang terjadi dari input bahan baku pembuatan benang yang melalui beberapa tahapan proses hingga menjadi produk benang (*output*) yang sampai ke konsumen menggunakan diagram SIPOC

2. Measure

Pada tahap *measure* langkah langkah yang dilakukan dalam mengukur kinerja proses dan ouput adalah sebagai berikut:

- a. Menetapkan *Critiqal to Quality* (CTQ) untuk mengelompokkan karakteristik penyebab cacat produk. Dalam hal ini penetapan karakteristik kualitas menggunakan diagram pareto untuk mengetahui presentase yang paling berpengaruh terhadap jenis cacat yang sering terjadi.
- b. Pengukuran nilai DPMO, nilai Sigma dan *kapabilitas* dari data tiap variabel pengukuran kualitas benang dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Perhitungan Kapabilitas untuk Data Variabel

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
proses apa yang ingin anda ketahui?	-	
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	
Tentukan nilai spesifikasi target	T	
Berapa nilai rata-rata (mean) proses	X-bar	
Berapa nila standar deviasi dari proses	S	
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Hitung DPMO dari proses diatas	$=(\text{langkah 7}) + (\text{langkah 8})$	
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	

Sumber : (Vincent Gaspersz, 2002)

- c. Pengukuran kapabilitas tingkat sigma dan DPMO (*Defect per Million Opportunities*) pada tingkat output pada data atribut. Pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Pengukuran Kapabilitas untuk Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	proses apa yang ingin anda ketahui?	-	
2	Berapa banyak unit yang dikerjakan melalui proses?	-	
3	Berapa banyak unit yang gagal?	-	
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	$(\text{langkah 3}) / (\text{langkah 2})$	
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial penyebab cacat	banyaknya karakteristik CTQ	
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	$(\text{langkah 4}) / (\text{langkah 5})$	
7	Hitung kemungkinan cacat per sejuta kesempatan (DPMO)	$(\text{LANGKAH 6}) \times 1.000.000$	
8	Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma	-	

Sumber : (Vincent Gaspersz, 2002)

3. Analyze

Pada tahap ini akan dilakukan analisis untuk mengetahui kemampuan proses produksi serta untuk dapat mengetahui penyebab dari ketidaksesuaian produk dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan stabilitas proses

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variabel maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada tiap variabel dengan perhitungan sebagai berikut:

$$BPA = T + 1,5 Smaks$$

$$BPB = T - 1,5 Smaks$$

Nilai S diperoleh dengan formulasi:

a. Untuk 1 batas spesifikasi

$$Smaks = \frac{1}{\text{nilai kapabilitas sigma}} x (SL - \bar{x})$$

b. Untuk 2 batas spesifikasi

$$Smaks = \frac{1}{2x \text{ nilai kapabilitas sigma}} (USL - LSL)$$

2. Menghitung Kapabilitas proses menggunakan Indeks Cpm dan Cpmk :

a. Menghitung Indeks Cpm

1. Untuk 1 batas spesifikasi :

$$C_{pm} = \frac{\text{ABSOLUT}(SL - \bar{x})}{3 \sqrt{S^2}}$$

2. Untuk 2 batas spesifikasi :

$$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}}$$

Dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*) sebagai berikut:

1. $C_{pm} \geq 2,00$ maka proses dianggap mampu dan kompetitif.

2. C_{pm} antara 1,00-1,99 maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya untuk peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*).
3. $C_{pm} < 1,00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing dipasar global.

b. Menghitung indeks C_{pmk}

1. Untuk 1 batas spesifikasi:

$$C_{pk} = \text{absolut} \frac{(\overline{SL} - \bar{x})}{3s}$$

$$C_{pmk} = C_{pk}$$

2. Untuk 2 batas spesifikasi

$$C_{pk} = \text{minimum} \frac{(\overline{USL} - \bar{x})}{3s}, \frac{(\bar{x} - \overline{LSL})}{3s}$$

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + (\bar{x} - T)/S)^2}}$$

Dimana : USL = batas spesifikasi atas

LSL = batas spesifikasi bawah

T = spesifikasi target

$\bar{x}$ = nilai rata-rata sampel

S = standar deviasi dari proses

3. Setelah diketahui stabilitas dan kapabilitas dari kemampuan proses maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah kualitas penyebab cacat produk yang paling berpotensi menggunakan diagram sebab-akibat yang menggambarkan garis dan simbol-simbol menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah.

4. *Improve*

Pada tahap Improve, alternatif perbaikan terhadap hasil analisis penyebab kecacatan menggunakan menggunakan metode TRIZ sebagai alternatif pemecahan masalah dari hasil analisis diagram sebab akibat dari penyebab kecacatan produk. Pada metode TRIZ ini maka kita dapat menentukan *improving features* dan *worsening features* untuk mendapatkan solusi alternatif dari 40 *inventive principles* dan alternatif tersebut akan dipilih untuk mendapatkan solusi yang paling ideal. Tahap berikutnya adalah menggunakan metode 5W-1H sebagai pengembangan rencana tindakan perbaikan terhadap solusi tersebut.

5. *Control*

Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

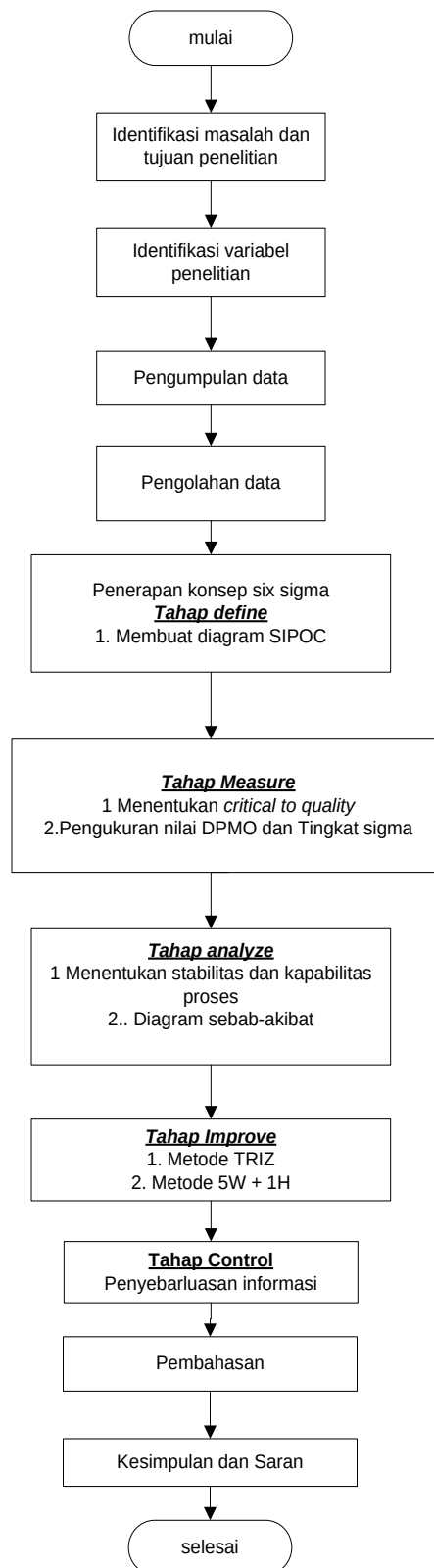
3.6 **Pembahasan**

Dalam langkah ini akan dibahas mengenai hasil perhitungan dan hasil pengolahan analisis yang didapat dari pengolahan data yang telah dilakukan.

3.7 **Kesimpulan dan Saran**

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari hasil pengolahan dan pembahasan yang diperoleh dari hasil penelitian serta usulan yang direkomendasikan untuk melakukan perbaikan.

3.8 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap merupakan salah satu perusahaan tekstil BUMN yang berlokasi di Jalan Kyai Kendil Wesi No. 1 Cilacap. Perusahaan ini bergerak dalam industri pembuatan benang dengan jenis benang *polyester* 100% tanpa campuran dan benang campuran *polyester rayon*.

PT. Industri Sandang Nusantara mulai dibangun oleh pemerintah dalam rangka program pembangunan empat tahun (tahun 1950-1954)/ Pada tahun 1951 terdapat pembuatan penandatanganan kontrak pembelian mesin-mesin dengan pihak Jepang , biaya sebagian besar dari Bank Industri Negara (BIN). Pada tahun 1953 pelaksanaan pembangunan diserahkan pada BTN dan balai Penyelidikan Tekstil Bandung mulai beroperasi dengan kapasitas 30.000 mata pital (Pabrik Cilacap 1). Pemintalan Cilacap dibawah naungan Bank Industri Negara (BIN) dengan akte notaris Mr. R.Soewardi – Jakarta, tanggal 18 Desember 1953 dibentuk status perusahaan NV (*Naomlose Venootschoop*) dan disahkan oleh menteri kehakiman dengan suratnya No. 1/5/54/10 pada tanggal 25 Juni 1954.

Pada tahun 1960 berdasarkan peraturan pemerintah RI nomor 19 tahun 1960, perubahan status dari NV (*Naomlose Venootschoop*) menjadi Perusahaan Negara (PN), tanggal 30 Desember 1960 serah terima dari BIN kepada Departemen Perindustrian Rakyat pada tahun 1961 dengan adanya PP No. 182 tahun 1961, berubah menjadi salah satu unit dibawah Direksi Perusahaan Negara Perindustrian Rakyat (PNPR) dengan perluasan pabrik dengan kapasitas produksi 30.000 mata pital (Pabrik Cilacap 2).

Pada tahun 1990 dilakukan renovasi Patal Cilacap pabrik 1 dan 2 yang dimulai pada bulan Maret 1990 dan selesai bulan April 1991, renovasi meliputi perbaikan bangunan

pabrik, replacement mesin-mesin diganti dengan mesin-mesin yang baru yang lebih modern dan full automatic dan juga modifikasi sebagian mesin lama yang berasal dari “OEFACT” (*Over Sease Economin Cooperation Foud's*) – Japan, melalui pemerintah RI Direktorat Dana Investasi / Direktorat SLA 127/D DI/SS tanggal 20 September 1988, dengan amandemen No. AMAJ4J/SLA – 127/DDI/1992 tanggal 15 Januari 1992. Setelah pasca renovasi, Patal Cilacap telah full produksi dengan kapasitas produksi 82.016 mata pinal hingga sekarang mampu memproduksi benang kualitas ekspor.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun Visi dan Misi PT. Industri Sandang Nuantara Cilacap anatar lain sebagai berikut:

1. Visi Perusahaan

PT. INSAN ingin menjadi perusahaan yang mempunyai daya saing Internasional dengan cara menciptakan produk yang bernilai tambah dan berdaya saing tinggi serta menjadi motor penggerak industri tekstil nasional dengan tujuan baik pasar lokal maupun internasional.

2. Misi Perusahaan

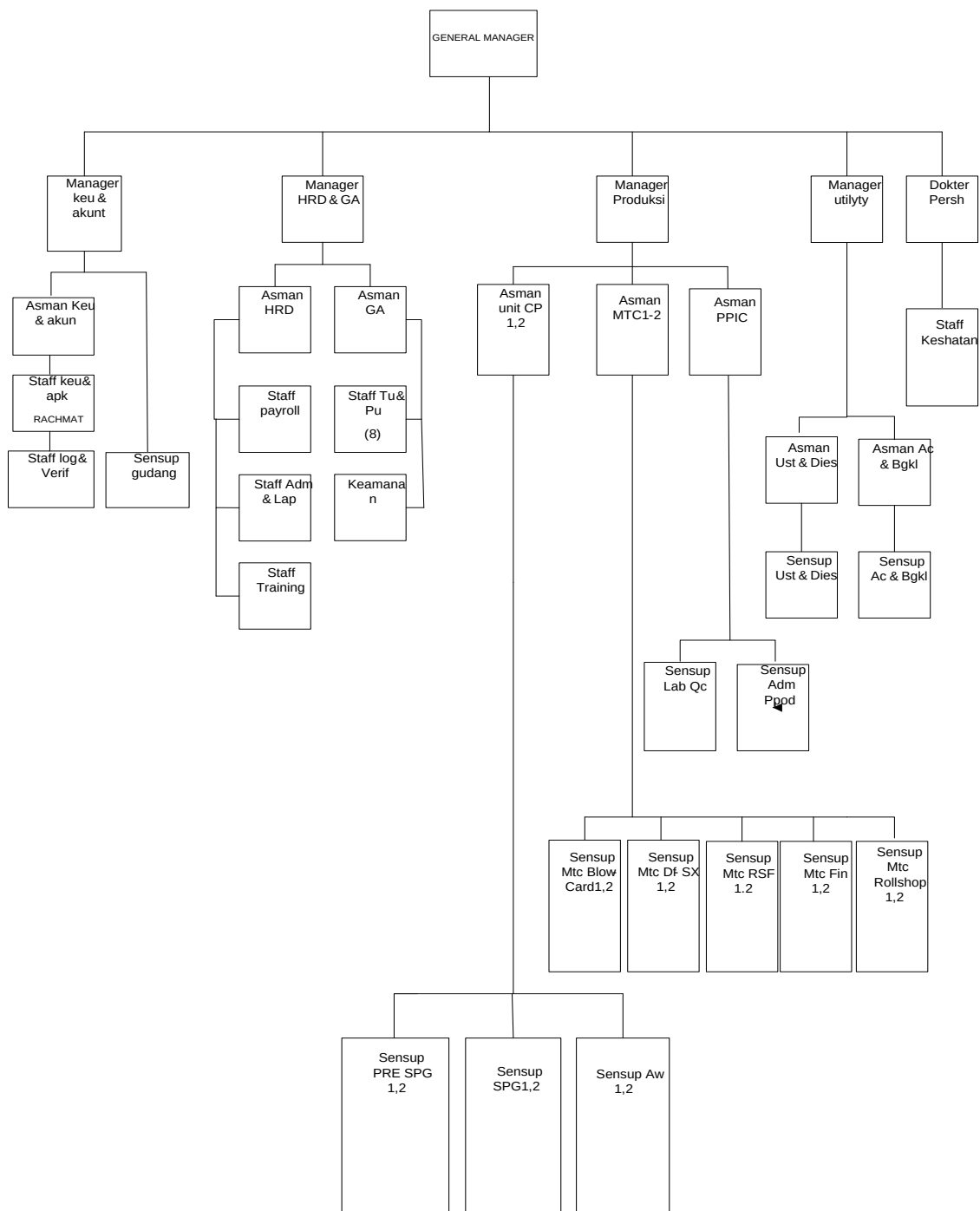
Ingin selalu mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan dalam jangka pandang dengan cara:

- a. Melaksanakan pengelolaan usaha seoptimal mungkin dan menerapkan praktek Corporate Governance yang baik.
- b. Memberikan hasil yang terbaik bagi stackholder (pemegang saham, pelanggan mitra karyawan, masyarakat dan lain-lain).
- c. Memberikan citra yang baik dalam budaya usaha.

4.1.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan suatu hubungan dan tanggung jawab antar fungsional personal dalam pengelolaan suatu organisasi yang bertujuan untuk memberikan kepastian dalam garis kewenangan, koordinasi dan pengawasan dapat dicegah timbulnya *overlap* yang dapat menimbulkan konflik. Struktur yang dipakai perusahaan

ini adalah struktur fungsional, maka wewenang atas pelaksanaan tugas setiap fungsi-fungsi diberikan sepenuhnya kepada orang yang bertanggung jawab atas fungsi tersebut dan ahli dibidangnya. Berikut ini adalah diagram Struktur Organisasi PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap

4.1.4 Tata Kerja

Untuk kelancaran proses produksi dan mempermudah adanya suatu koordinasi dalam melaksanakan tugas-tugasnya maka dibentuk tata kerja yang merupakan suatu jenjang dari urutan pengakiran yang berisikan tentang tugas dan wewenang serta pangkat dan jabatan masing-masing bagian, seksi, dan urusan.

1. *General Manager* bertugas sebagai pelaksana dan pimpinan unit produksi serta sebagai wakil dari pusat untuk menjalankan kebijakan dari pusat dengan pangkat pembina golongan V. Dalam melaksanakan tugasnya bertanggung jawab pada direksi.
2. Bagian Produksi Staf Pelaksana yang dipimpin oleh seorang kepala bagian dengan pangkat penaa golongan IV yang bertugas megaur dan melaksanakan proses dari bahan baku menjadi bahan jadi sesuai dengan order. Dalam melaksanakan tugas-tugasnya bertanggung jawab kepada *General Manager*.
3. Bagian keuangan dan umum staf pelaksana yang dipimpin oleh seorang kepala bagian dengan pangkat penata golongan IV. Bertugas menyusun pengadaan barang dan mengawasi, serta mengurus tugas-tugas penyuluhan terhadap asyarakat dan karyawan serta keluarga karyawan. Dalam melaksanakan tugasnya bertanggung jawab kepada *General Manager*.
4. Bagian pemasaran staf pelaksana yang dipimpin oleh seorang kepala bagian dengan pangkat golongan IV bertugas mengatur da mengawasi proses pemasaran dari hasil produksinya. Dalam melaksanakan tugasnya bertanggung jawab kepada *General Manager*.
5. Bagian seksi teknik
 - a. Bagian seksi teknik staf pelaksana yang dipimpin oleh seorang kepala bagian dengan pangkat penata golongan IV bertugas mengatur pelaksanaan operasional dan juga *maintenace* suatu peralatan mesin. Dalam melaksanakan tugasnya bertanggung jawab kepada dua orang kepala urusan, adaah staf pelaksana dengan pangkat penyelia golongan II. Dalam melaksanakan tugasnya bertanggung jawab kepada kepala seksi
 - b. Seksi AC boiler S dan H staf pelaksana dipimpin oleh seorang kepala seksi dengan pangkat pengatur golongan III bertugas mengatur dan mengawasi

4.1.5 Produksi

Dalam produksinya PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap memiliki kapasitas produksi dengan kapasitas 162.016 mata pinal, produksi per tahun kurang lebih 29.000.000 bale. Dengan demikian pemakaian bahan baku produksi pertahun sebagai berikut:

1. Kapas : 3.144.877,08 kg (dari Australia, USA, dan RRC)
2. Serat sintesis / polyester : 3.475.900,00 kg (dalam negeri)
3. Serat semi sintesis/ rayon : 9.177,00 kg (dalam negeri)

Pada PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap tidak hanya melakukan satu jenis produksi saja. Dalam proses produksinya jenis produksi yang dikerjakan disesuaikan dengan pesanan pasar, seperti:

1. *Polyester* 100 % : PE 28/1 , 30/1, 40/1, 45/1
2. *Polyester – Rayon* : PR 30/1

Sedangkan jaringan pemasaran yang sudah berjalan tiap tahunnya adalah:

Lokal 40% (daerah Jawa)

Ekspor 60% (Malaysia, Hongkong, Cina, Jepang, Taiwan dan Eropa)

4.1.6 Bahan baku

PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap memproduksi benang yang merupakan bahan baku pokok dari pada pabrik – pabrik tekstil yang menghasilkan kebutuhan sandang. Dalam pembuatan benang – benang tenun pada PT. Industri Sandang Nusantara Unit Cilacap adalah sesuai dengan permintaan konsumen sehingga untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen pengadaan bahan baku sangat penting, maka untuk mendatangkan bahan baku tersebut perlu adanya kerjasama dengan pihak – pihak yang terkait , adapun negara negara pengimpor bahan baku adalah amerika serikat, australia, dan RRC sebagai bahan baku kapas.

Pada saat ini 5 % dari kebutuhan kapas yang dipenuhi dari dalam negeri. Berasal dari daerah – daerah penanam kapas seperti Kediri, Asembagus dan Lombok. Serat Rayon dan Polyester semua dicukupi dari dalam negeri. Di samping itu pemintalan kapas Cilacap juga masih menggunakan kapas import dari luar negeri guna

mendapatkan kualitas yang baik dengan standar internasional karena benang hasil produksi PT. Industri Sandang Nusantara juga dikirim ekspor ke luar negeri. Bahan baku yang masuk Pemintalan Cilacap kualitasnya berbeda – beda tergantung dari banyaknya pesanan pasar yang masuk ke kantor pusat PT. Industri Sandang Nusantara.

Dari sifat serat yang dapat dipintal, serat juga harus bersifat *spinning ability* yaitu kemampuan suatu serat kapas sampai dimana (Ne / nomor benang) tersebut dapat dipintal dan kualitas serat produksinya sesuai dengan standar yang berlaku.

Faktor – faktor yang mempengaruhi *spinning ability* :

- a. Serat benang cukup panjang sesuai dengan nomor benang yang dipintal
- b. Harus cukup halus dan harus mempunyai elastisitas yang bersih.
- c. Serat harus mempunyai cukup kesamaan dalam hal panjang dan warna.

Berikut ini adalah tingkat kehalusan dan indeks kekuatan serat yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.1 Kehalusan Serat dengan Mikroaire:

Mikro gram / inch	Tingkat kehalusan
Kurang dari 3, Mikro gram / inch	Sangat halus
3 – 4 mikro gram / inch	Halus
4 – 4,9 mikro gram / inch	Cukup
5 – 5,9 mikro gram / inch	Kasar
5,9 – keatas mikro gram / inch	Sangat kasar

Tabel 4.2 Kekuatan Serat dengan Presilay Tester

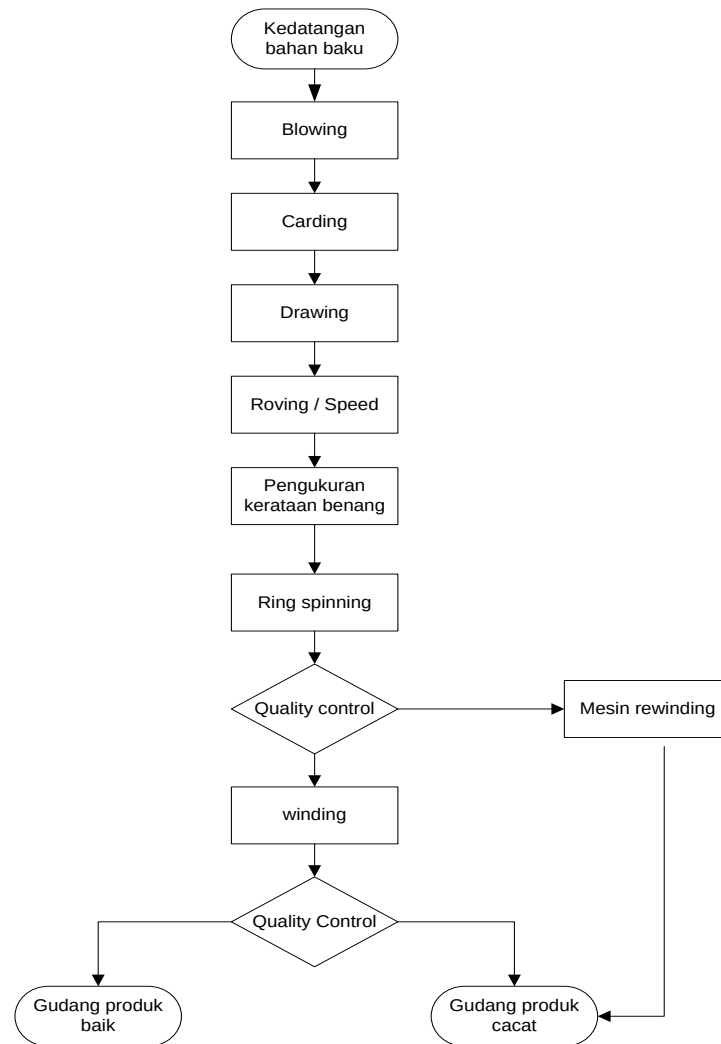
Indeks Kekuatan Dalam Ribuan 1 b/Sq-in	Nilai
Kurang dari 71	Lemah
72 – 80	Sedang
81 – 84	Cukup
89 – 97	Kuat
97 keatas	Kuat sekali

Untuk memenuhi spesifikasi standar dari perusahaan, kapas yang di inginkan untuk campuran dan sesuai dengan jenis benang yang akan diproduksi. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi mutu kapas:

1. *Grade* yaitu penilaian yang berdasarkan pada rangsangan mata terhadap apperance kapas pada saat sejumlah sampel secara fisik dibandingkan dengan universal standar *for grade* atau dengan ketentuan yang ada, penilaian didasarkan pada warna dan kotoran.
2. *Staple length* yaitu salah satu unsur penting dalam menentukan mutu kapas, biasanya serat kapas makin panjang makin lebih halus dan makin lebih berat. Disamping *grade* maka *staple length* juga menentukan harga kapas.

4.1.7 Proses Produksi

Pada proses produksi benang *polyester rayon* PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap memiliki beberapa tahapan dalam melakukan proses produksi. Berikut adalah gambar alur proses produksi benang *polyester rayon*:



Gambar 4.2 Tahapan Proses Produksi

1. *Blowing*

Merupakan proses pertama dalam pembuatan benang. Di area *blowing*, mesin *blendomat* berkerja secara otomatis membuka dan mengambil gumpalan serat kapas dari 25 hingga 30 *bale* bahan baku. Untuk pembuatan benang *polyester* rayon, pada proses ini juga terjadi pencampuran antara serat *polyester* dengan serat rayon dan terjadi pembersihan/pemisahan serat dengan kotoran yang ada di serat. bahan baku / kapas yang sudah melalui proses pembersihan akan diproses menjadi lembaran menyerupai permadani pada *calendar roller*. Adapun gambar mesin *blowing* dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini :

Gambar 4.3 Mesin *Blowing*

2. *Carding*

Dari ruang *blowing*, gumpalan serat yang telah dibuka, diubah menjadi bentuk memanjang disebut *sliver carding*. Tujuan pemisahan untuk menjaga kekuatan benang sesuai dengan yang diinginkan. Mesin carding ini mampu menghasilkan kualitas *sliver* yang baik dengan mep rendah kapasitas produksinya mencapai 65 kg/jam. *Sliver* yang telah melewati proses carding tersusun rapi dan secara otomatis berganti setelah *can* penuh. Selanjutnya *sliver carding* menuju mesin *drawing breaker*. Berikut ini adalah gambar dari mesin carding:

Gambar 4.4 Mesin *Carding*

3. *Drawing breaker*

Dari proses *carding*, *sliver carding*, di ubah menjadi *sliver drawing breaker*, dimana terjadi proses peregangan dan pensejajaran serat. Besarnya perbandingan antara serat dengan panjang *sliver drawing breaker* ini akan berpengaruh pada nomor benang yang di hasilkan. Mesin drawing breaker ini di lengkapi dengan

auto leveler yang mampu menghasilkan *sliver* dengan tingkat kerataan yang baik untuk selanjutnya dibawa ke mesin *drawing finisher*. Berikut ini adalah gambar dari mesin *drawing breaker* :



Gambar 4.5 Mesin *Drawing Breaker*

4. *Drawing finisher*

Fungsi proses ini sama dengan fungsi pada *drawing breaker*. Hasil dari mesin *drawing finisher* ini di sebut *sliver drawing finisher*, serat yang di dalamnya lebih lurus serta sudah terpisah antara serat pendek dan serat panjang. Sama seperti *drawing breaker*, *drawing finisher* juga mempunyai *auto leveler* yang dapat menghasilkan *sliver* dengan tingkat kerataan baik. Berikut adalah gambar mesin *drawing finisher*:



Gambar 4.6 Mesin *Drawing Finisher*

5. *Speed / Roving*

Setelah melewati proses *drawing finisher*, bentuk *sliver* berubah menjadi memanjang dan lebih kecil, dinamakan roving yang kemudian digulung dalam *bobbin roving*. *roving* serat akan mengalami pensejajaran dan peregangan kembali. Prinsip kerja mesin ini adalah merubah *sliver* menjadi *roving* dengan cara *drafting* dan *twisting*. Adapun besarnya perbandingan antara berat dan panjang *roving* akan berpengaruh pada benang yang akan dihasilkan. Berikut adalah gambar dari mesin *roving*:



Gambar 4.7 Mesin *Roving*

6. *Ring Spinning/Ring Frume*

Untuk menjadi benang, *roving* mengalami proses peregangan pemberian antihan/ twist dan penggulangan. Benang yang dihasilkan ini digulung pada *cop* yang dibedakan warnanya. Hal ini dimaksudkan agar tiap jenis nomor benang dapat dibedakan pula, sehingga terhindar dari kekeliruan pada proses selanjutnya. Prinsip kerja mesin ini adalah Gulungan benang *roving* proses dari pada mesin *hig speed simplex* di pasang pada *bobbin holder* yang terdapat *creel filler*, benang dari *roving* tersebut masuk ke *roving guide* dan ditarik melalui *roving pipe* diteruskan melalui *bottom roller*, dan gulungan pada *bobbin*. Mesin *ring spinning* dapat menghasilkan kualitas benang yang baik untuk proses *knitting* (rajut) maupun *weaving* (tenun). Untuk menghindari berhentinya mesin dalam waktu yang cukup lama, pada mesin ini biasanya ada beberapa petugas yang khusus ditugaskan mengambil hasil proses atau *droffing*. Berikut adalah gambar dari mesin *ring spinning*:



Gambar 4.8 Mesin *Ring Spinning*

7. *Winding*

Mesin ini digunakan untuk memindahkan gulungan benang dari *cop* ke *cone* sekaligus menghilangkan bagian-bagian benang yang terlalu tebal maupun terlalu tipis dalam panjang/berat tertentu dalam cone. Proses penggulungan benang yang berasal dari mesin ditaruh pada bobbin magasin. Kemudian ujung benang akan ditarik dengan cara dihisap oleh *handle measuring had* bawah dan akan disambung dengan *had measuring* dari atas lalu dibawa melalui *cone drum* untuk di gulung. Proses ini berfungsi memperbaiki kualitas benang hasil produksi mesin *ring spinning* sehingga benang *bobbin* yang tidak memenuhi standar tidak akan terproses oleh mesin ini. Tahapan poses ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan benang. Berikut adalah gambar dari mesin *winding*:



Gambar 4.9 Mesin *Winding*

8. *Packing*

Setelah seluruh proses selesai, benang di bawa menuju ruang *ultra violet, quality control* memeriksa kesempurnaan gulungan benang, selanjutnya benang siap di *packing*. Benang dikemas ke dalam karung atau dus dari benang hasil winding.



Gambar 4.10 *Packing*

4.1.8 **Pegendalian Mutu**

Perusahaan PT. Sandang Nusantara unit Cilacap melalui kegiatan pngendalian mutu terpadu telah mengimplemenasikan sistem manajemen mutu berdasarkan internasional Standard ISO 9002 sehingga metode yang telah digunakan diantaranya histogram, deskriptif statistik , bagan kendali dan sebagainya. Penelitian sampel dilakukan di ruang laboratorium yang temperatur suhunya telah disesuaikan dan ruangan ini selalu dalam keadaan tertutup. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari senin sampai dengan kamis. Sampel yang diambil secara acak untuk mewakili suatu lot yang telah ditentukan dan digunakan sebagai sumber untuk contoh kualitas benang yang diuji di laboratorium. Adapun pengujian yang dilakukan dilaboratorium diantaranya :

1. Pengujian nomor benang

Nomor benang adalah suatu ukuran yang menyatakan kehalusan atau ketebalan benang yang dibuat. Oleh karena itu kehalusan benang atau nomer benang dinyatakan dengan perbandingan panjang dan beratnya. Dari sistem penomeran benang, makin besar nomernya maka makin tebal benangnya seperti penomoran benang Ne atau Nm. Sistem penomeran ini digunakan untuk memudahkan dalam pemakaian selanjutnya dan memudahkan dalam pembuatan benang. Dengan

demikian seseorang pembeli tidak perlu harus membawa contoh benang ke pembuat benang, cukup memberikan suatu nomor yang artinya ketebalan, kehalusan benang yang diinginkan sudah tercakup pada nomer yang disampaikan. Penomeran benang dapat menyatakan kehalusan atau ketebalan suatu benang yang dibuat.

2. Pengujian kekuatan benang perhelai

Kekuatan benang merupakan faktor yang sangat penting dalam pembuatan kain. Pada proses pertenunan benang akan mengalami tarikan-tarikan dan gesekan, sehingga untuk benang lusi sebelum digunakan pada proses pertenunan harus dikandji terlebih dahulu agar kekuatannya menjadi lebih tinggi. Kekuatan benang dipengaruhi oleh jenis serat, panjang serat, kehalusan serat, dan banyaknya antihan (*twist*). Kekuatan benang menunjukkan kemampuan benang untuk dapat menahan gaya yang diberikan pada benang tersebut sampai putus. Kekuatan benang dinyatakan dalam satuan gram/helai. Pengujian kekuatan benang perhelai menunjukkan tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan pengujian kekuatan benang per berkas karena pengujian kekuatan benang perhelai menunjukkan kekuatan benang yang sebenarnya dan juga titik lemahnya.

3. Pengujian kerataan benang

Kerataan merupakan faktor penting dalam menunjang mutu benang. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerataan benang adalah kehalusan dan panjang serat. Panjang serat dan distribusi panjang serat akan mempengaruhi setting pada *roll draft* yang berakibat pada kerataan benang yang dihasilkan. Kehalusan serat berpengaruh pada kerataan, karena kehalusan menentukan jumlah serat pada penampang benang. Semakin halus benang maka jumlah benang pada ukuran penampang yang sama akan semakin banyak. Kerataan benang juga dipengaruhi oleh mesin-mesin baik itu karena kondisi mesin, penyetelan yang kurang baik serta pemeliharaan yang tidak terjaga semua ini akan menyebabkan cacat mekanik. Kerataan benang dinyatakan dalam $u\%$ yang dapat diukur dengan menggunakan Uster. *Uster%* adalah ukuran ketidak rataan roving atau benang. Nilainya adalah variasi dalam berat (gram) pada tiap satuan panjang. Makin rendah nilai $u\%$, berarti benang makin baik.

4. Pengujian berat benang

Pengujian berat benang dimaksudkan untuk mengetahui variasi berat benang tiap *cone*. Berat benang bervariasi tergantung pada kecepatan mesin dan pekerja. Berat benang yang optimal adalah berat benang yang mendekati spesifikasi yang ditetapkan perusahaan. Jika berat benang per *cone* lebih besar dari spesifikasi perusahaan maka perusahaan akan semakin rugi. Tetapi jika berat benang per *cone* tidak memenuhi standarisasi perusahaan maka *customer* akan merasa dirugikan karena pemesanan berat benang yang tidak sesuai.

5. Pengujian kemuluran benang

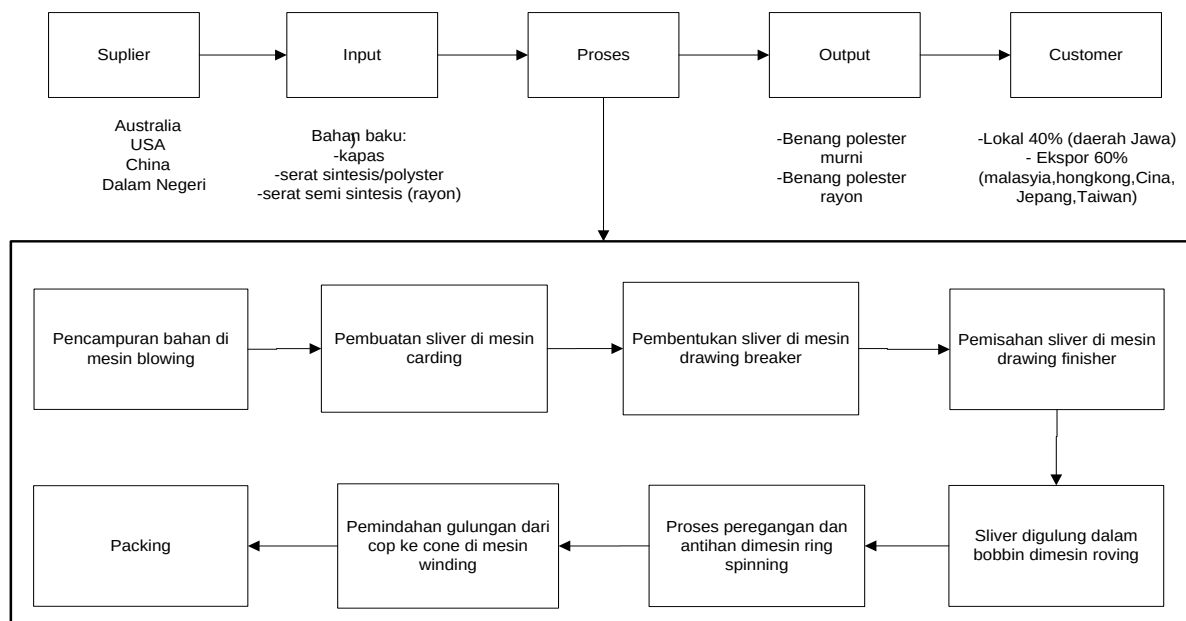
Pengujian kemuluran benang per helai merupakan pengujian kemampuan sehelai benang untuk mulur dibanding dengan panjang aslinya. *Elongation* 10%, artinya benang tersebut dapat ditarik sampai panjangnya lebih 10% dari panjang aslinya sampai benang tersebut putus. Daya mulur ini ditentukan atas dasar pemakaian dan permintaan *customer*. Pabrik rajut biasanya menentukan spesifikasi mulur yang lebih dibanding pabrik tenun.

4.2 Pengolahan Data

Untuk menuju target *Six Sigma* dalam upaya peningkatan terus menerus untuk menganalisis langkah-langkah proses yang berpengaruh pada ketidaksesuaian produk serta berfokus pada pengukuran-pengukuran baru maka dilakukan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) dengan urutan langkah-langkah sebagai berikut:

4.2.1 Tahap Define

Dalam manajemen dan perbaikan proses, diagram SIPOC merupakan salah satu alat yang berguna untuk mengetahui serangkaian aktivitas yang terjadi dari bahan baku tersedia hingga menjadi produk atau output yang melalui beberapa tahapan proses produksi. Adapun diagram SIPOC pada proses produksi benang *polyester rayon* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.11 Diagram SIPOC Proses Pembuatan Benang

4.2.2 Tahap *Measure*

4.2.2.1 Menetapkan Critical to Quality (CTQ) Kunci

Penetapan karakteristik kualitas kunci yang menjadi prioritas utama dalam fokus perbaikan kualitas produk harus dilakukan pengukuran data dengan cara menghitung presentase cacat produk. Hal ini bertujuan untuk mengelompokkan karakteristik kualitas dari ketidaksesuaian standar produk yang paling berpengaruh pada hasil produksi perusahaan dan berkaitan langsung dengan kebutuhan spesifik pelanggan. Berikut ini merupakan data perbandingan jumlah produksi dan ketidaksesuaian produk pada pabrik 1 dan pabrik 2 PT.Industri Sandang Nusantara Cilacap pada bulan 1 juli 2014 sampai dengan 31 agustus 2014:

Tabel 4.3 Data Perbandingan Presentase Cacat Benang

Pabrik	jenis benang	Jumlah produksi	Jumlah cacat benang	presentase cacat
1	<i>polyester rayon</i>	414156	16344	3,95%
2	<i>Polyester</i>	198.307	7009	3,53%

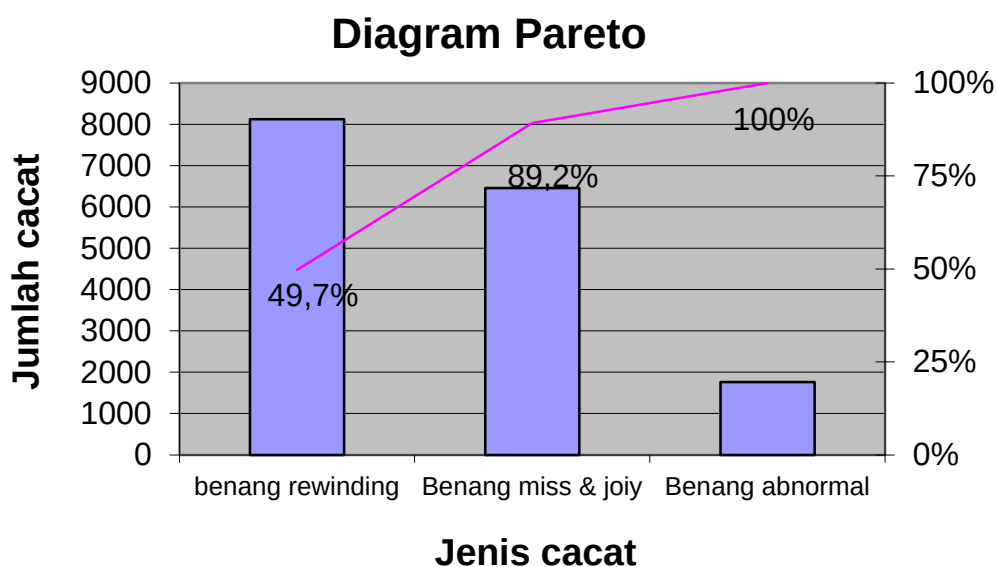
Dari data diatas dapat dilihat bahwa jumlah presentase cacat pada pabrik 1 lebih besar dibandingkan presentase cacat pada pabrik 2 yaitu sebesar 3,95 % dari total jumlah cacat 16.344 benang. Dengan demikian penelitian difokuskan pada pabrik 2 yang memproduksi jenis benang *polyester rayon*.

Dari data tersebut dapat dihitung data atribut pada pabrik 2 sebagai prioritas perbaikan untuk diidentifikasi kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi menimbulkan cacat paling dominan. Berikut ini merupakan data ketidaksesuaian produk benang *polyester rayon* pada bulan 1 Juli 2014 sampai dengan 31 Agustus 2014:

Tabel 4.4 Karakteristik Jenis Cacat Produk Benang *Polyester Rayon*:

jenis cacat	jumlah cacat	persen (%)	akumulasi (%)
benang rewinding	8124	49,7	49,7
benang miss & joiy	6456	39,5	89,2
benang abnormal	1764	10,8	100
Jumlah	16344	100	

Dari tabel 4.4 diatas didapatkan urutan jumlah presentase dari jenis cacat yang dapat dilihat pada gambar diagram pareto berikut ini:



Gambar 4.12 Diagram Pareto Jenis Cacat Benang

Dari diagram pareto diatas terlihat jelas bahwa terdapat 3 penyebab karakteristik cacat benang yang meliputi benang rewinding, benang miss & joiy dan benang abnormal. Penyebab yang paling berpengaruh terhadap presentase dari total kecacatan adalah sebesar 89,2% yang berasal dari 49,7 % dari benang rewinding dan 39,5% dari benang miss & joiy sedangkan benang abnormal hanya sebesar 10,8%. Jadi dapat ditetapkan karakteristik potensial penyebab cacat terdapat 3 jenis yaitu benang rewinding, benang miss & joiy dan benang abnormal yang selanjutnya akan digunakan sebagai CTQ potensial sebagai analisis perhitungan pada penelitian ini. Adapun CTQ potensial yang menyebabkan produk benang disebabkan oleh beberapa masalah antara lain:

- a. Cacat benang rewinding adalah cacat benang yang harus dilakukan pengerjaan ulang karena terdapat ketidaksesuaian pada benang sehingga harus dibersihkan dan diperbaiki kualitas benangnya. Ketidaksesuaian yang mengharuskan benang segera diproses ulang antara lain seperti : benang yang tidak rata, terdapat bintik-bintik benang karena kondisi serat yang tidak terurai, bulu pada benang, butiran pada benang, benjolan pada benang, gulungan yang gembos dan gulungan pada bagian bawah benang roving yang kurang rata.
- b. Cacat benang *miss & joiy* adalah cacat benang pada gulungan benang yang tidak sesuai, tidak terdapat ekor benang, dan terdapat banyak benang liar pada gulungan. Gulungan benang yang tidak sesuai meliputi: benang silang, benang yang menggumpal, gulungan benang yang tidak terarah pada porosnya dan gulungan tidak mengerucut
- c. Cacat benang abnormal adalah cacat benang yang terjadi pada warna benang yang kusam. Warna kusam benang diketahui ketika proses penggulungan benang pada mesin winding selesai yang selanjutnya gulungan benang tersebut ditempatkan pada sinar ultraviolet. Jika warna benang kusam atau kuning maka termasuk kategori benang abnormal. Cacat benang ini tidak bisa dilakukan rewinding lagi karena warna kusam dihasilkan dari kualitas bahan baku yang kurang bagus sehingga tidak bisa berubah.

4.2.2.2 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan Output

4.2.2.2.1 Data Variabel

Data variabel yang akan dianalisis pada penelitian tentang kualitas produk benang meliputi pengukuran jenis nomor benang, berat benang, kekuatan benang perhelai, dan kemuluran benang. Adapun target, batas spesifikasi dari perusahaan maupun pengukuran tiap variabel yang diukur antara lain sebagai berikut:

1. Variabel kekuatan benang perhelai (satuan gram)
 - b. Pengukuran variabel kekuatan benang perhelai

Tabel 4.5 Pengolahan data Variabel kekuatan helai Benang

Proses : Pengukuran kekuatan benang pada mesin <i>ring spinning</i>						Spesifikasi		
Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014						USL= -	T = X-bar	LSL= 350
No	Pengambilan sampel n=5 (satuan gram)							
	X1	X2	X3	X4	X5	X-bar	Range	S=R/d2
1	393	421	443	482	486	445	93	39,9828031
2	457	407	478	491	492	465	85	36,5434221
3	423	513	504	479	496	483	90	38,69303525
4	426	473	477	483	421	456	62	26,65520206
5	426	405	520	487	452	458	115	49,4411006
6	515	411	448	486	467	465,4	104	44,71195185
7	472	512	471	453	407	463	105	45,14187446
8	441	496	418	476	458	457,8	78	33,53396389
9	494	390	416	456	453	441,8	104	44,71195185
10	447	393	504	434	432	442	111	47,72141015
11	409	465	459	463	493	457,8	84	36,11349957
12	498	460	441	460	421	456	77	33,10404127
13	401	490	437	425	447	440	89	38,26311264

Proses : Pengukuran kekuatan benang pada mesin <i>ring spinning</i>						Spesifikasi		
Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014						USL= -	T = X-bar	LSL= 350
No	Pengambilan sampel n=5 (satuan gram)							
14	468	431	441	518	420	455,6	98	42,13241617
15	508	453	459	401	452	454,6	107	46,00171969
16	405	463	523	478	451	464	118	50,73086844
17	458	502	461	386	447	450,8	116	49,87102322
18	401	485	453	445	482	453,2	84	36,11349957
19	376	427	447	427	418	419	71	30,52450559
20	373	412	487	403	406	416,2	114	49,01117799
21	479	421	401	428	436	433	78	33,53396389
22	402	373	414	447	398	406,8	74	31,81427343
23	398	417	362	441	412	406	79	33,9638865
24	415	487	408	404	411	425	83	35,68357696
25	421	479	392	438	431	432,2	87	37,40326741
26	350	463	415	406	408	408,4	113	48,58125537
27	412	458	376	422	404	414,4	82	35,25365434
28	398	457	486	421	406	433,6	88	37,83319003
29	413	387	441	485	426	430,4	98	42,13241617
30	462	404	506	453	412	447,4	102	43,85210662
31	406	391	453	377	418	409	76	32,67411866
32	376	412	387	435	450	412	74	31,81427343
33	412	492	421	392	403	424	100	42,99226139
34	472	401	435	387	430	425	85	36,54342218
35	455	441	481	401	382	432	99	42,56233878
36	427	503	437	409	448	444,8	94	40,41272571
37	462	405	476	416	421	436	71	30,52450559
38	412	432	421	487	436	437,6	75	32,24419604
				Jumlah		16701,8	3463	
				Proses		439,521	91,13158	39,17952663

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata (mean) proses} = \bar{x} = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{16701,8}{38} = 439,521$$

$$\text{Range proses} = \bar{R} = \frac{\sum R}{\sum n} = \frac{3436}{38} = 91,13158$$

$$\text{Standar deviasi proses } S = \bar{R} / d_2 = 91,13158 / 2,326 = 39,17952663$$

Nilai d2 untuk ukuran contoh n = 5 = 2,326

b. Menentukan DPMO dan nilai Sigma

Setelah diketahui simpangan baku dari rata-rata dan range tiap pengukuran diatas maka dapat dihitung nilai DPMO dan nilai Sigma yang dapat dihitung dengan menggunakan program *microsoft excel* dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Nilai DPMO (memiliki 1 batas spesifikasi bawah, diketahui LSL =350) :

$$=1000000-\text{normsdist}(\text{abs}(350-\bar{x}/s))*1000000$$

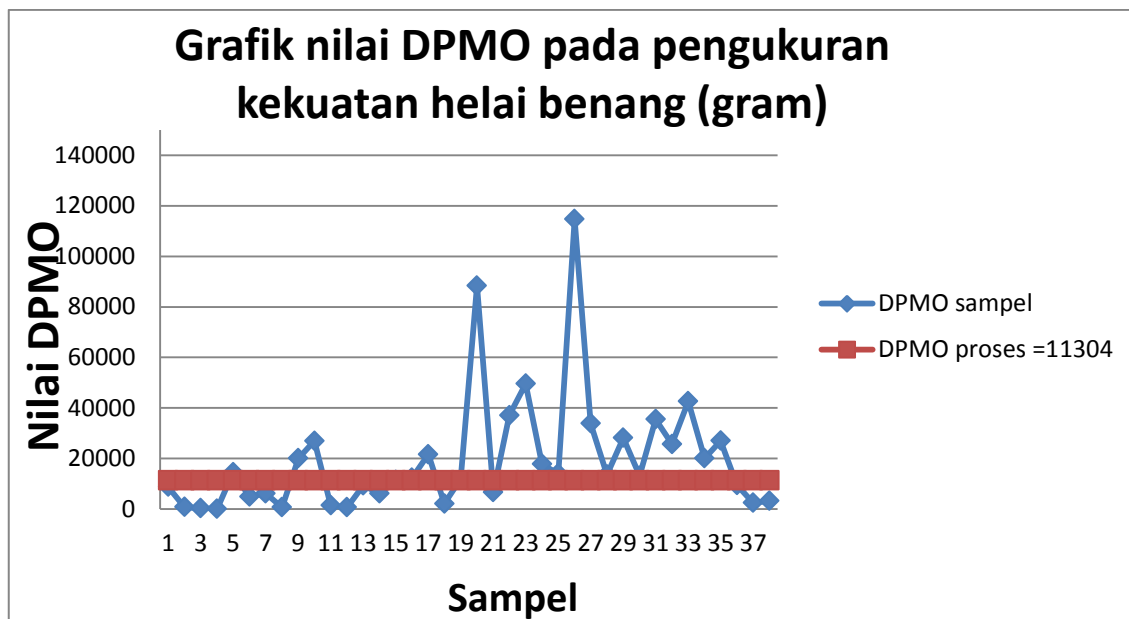
Perhitungan nilai Sigma:

$$=\text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/1000000)+1,5$$

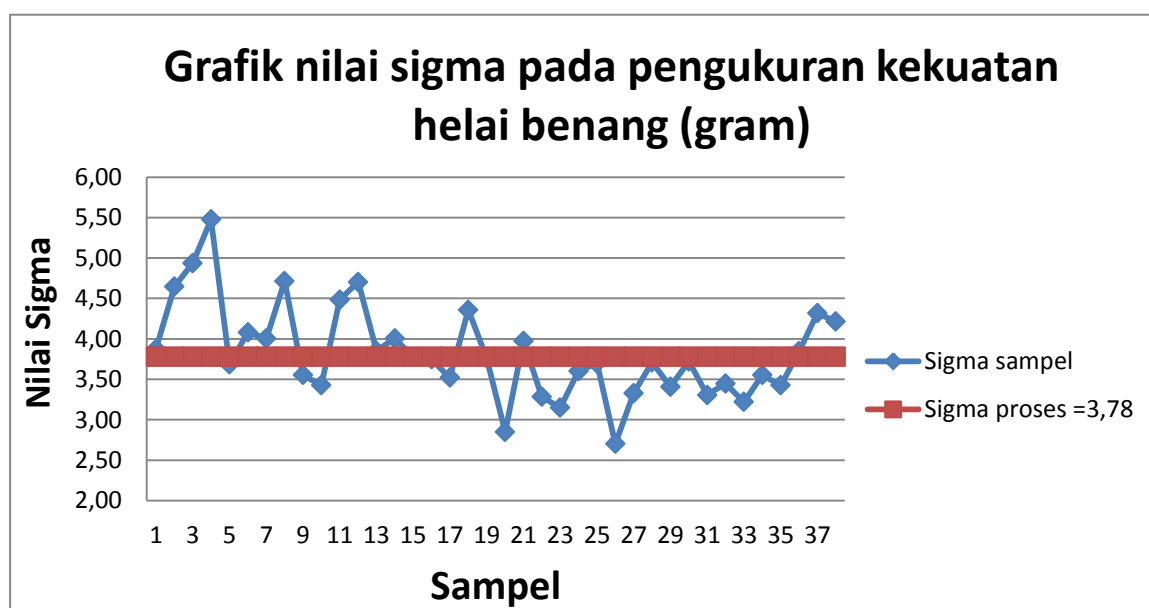
Tabel 4.6 Perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk variabel kekuatan perhelai benang

No.	Rata-rata x-bar	Range (R)	Simpangan baku(S)	DPMO	Sigma
1	445	2,65	93	8750,22	3,88
2	465	2,71	85	824,941	4,65
3	483	1,19	90	293,76	4,94
4	456	1,57	62	34,9377	5,48
5	458	1,29	115	14465,8	3,68
6	465,4	1,01	104	4926,22	4,08
7	463	2,36	105	6153,47	4,00
8	457,8	1,86	78	653,015	4,71
9	441,8	1,91	104	20029,4	3,55

No.	Rata-rata x-bar	Range (R)	Simpangan baku(S)	DPMO	Sigma
10	442	2,26	111	26936,5	3,43
11	457,8	0,78	84	1417,74	4,49
12	456	1,09	77	682,323	4,70
13	440	1,97	89	9333	3,85
14	455,6	1,32	98	6098,66	4,01
15	454,6	1,43	107	11488,2	3,77
16	464	2,1	118	12315,1	3,75
17	450,8	1,51	116	21628,8	3,52
18	453,2	1,51	84	2133,91	4,36
19	419	2,4	71	11895,8	3,76
20	416,2	2,11	114	88393,8	2,85
21	433	0,96	78	6659,9	3,98
22	406,8	2,5	74	37101,3	3,29
23	406	2,87	79	49593,3	3,15
24	425	2,08	83	17785,1	3,60
25	432,2	2,56	87	13986,4	3,70
26	408,4	2,48	113	114661	2,70
27	414,4	2,58	82	33867,9	3,33
28	433,6	1,54	88	13563	3,71
29	430,4	2,72	98	28178,2	3,41
30	447,4	2,14	102	13172	3,72
31	409	1,23	76	35481,8	3,31
32	412	1,66	74	25659	3,45
33	424	0,94	100	42603,6	3,22
34	425	1,55	85	20067,7	3,55
35	432	1,04	99	27015,6	3,43
36	444,8	1,35	94	9493,25	3,85
37	436	1,1	71	2420,65	4,32
38	437,6	1,72	75	3296,14	4,22
Proses	439,521	91,13158	39,179527	11304	3,78



Gambar 4.13 Nilai DPMO Pengukuran Kekuatan Helai Benang



Gambar 4.14 Nilai Sigma Pengukuran Kekuatan Helai Benang

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola dari pengukuran kekuatan helai benang pada benang *polyester rayon* yang belum stabil, masih bervariasi naik turun selama periode pengukuran, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pengukuran kekuatan helai benang belum dikelola secara tepat. Jika kualitas proses dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO kecacatan yang semakin menurun dan pola kapabilitas sigma akan mengalami peningkatan secara

terus menerus. Nilai DPMO sebesar 11.304 dan nilai sigma 3,78 merupakan ukuran kapabilitas proses yang dapat dijadikan baseline kinerja dalam meningkatkan pengendalian proses 6-sigma menuju kecacatan nol (*zero defect*).

Berikut ini merupakan tabel perhitungan analisis kemampuan proses pengukuran jenis nomor benang menggunakan distribusi normal baku z :

Tabel 4.7 Cara Memperkirakan DPMO dan Kapabilitas Sigma Pengukuran kekuatan helai benang.

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
proses apa yang ingin anda ketahui?	-	Pengukuran kekuatan perhelai benang
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	-
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	350
Tentukan nilai spesifikasi target	T	= X-bar = 439,3
Berapa nilai rata-rata (mean) proses	X-bar	439,521
Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	39,179527
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	-
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	11304

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Hitung DPMO dari proses diatas	$=(\text{langkah 7}) + (\text{langkah 8})$	11304
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	3,78
Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 3,78- Sigma

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan:

$$\begin{aligned}
 \text{LSL / DPMO} &= P \{z \leq (\text{LSL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \leq (350 - 439,521) / 39,179527\} \times 1000000 \\
 &= P (z \leq -2,28) \times 1000000 \\
 &= (0,011304) \times 1000000 = 11304
 \end{aligned}$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kuantitatif pada lampiran 1.

2. Variabel pengukuran kemuluran benang perhelai
 - a. Pengukuran kemuluran benang perhelai (satuan milimeter)

Tabel 4.8 Pengolahan Data Variabel Kemuluran Benang

Proses : Pengukuran kemuluran benang perhelai pada mesin <i>ring spinning</i>						Spesifikasi		
Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014						USL= 11	T= 9	LSL= 7
No	Pengambilan sampel n=5 (satuan milimeter)					Rata - rata	Range	Simpangan baku
	X1	X2	X3	X4	X5	X-bar	R	S=R/d2
1	8,84	10,6	10,14	9,82	9,92	9,864	1,76	0,756664
2	9,53	10,16	9,17	8,53	10,52	9,582	1,99	0,855546
3	9,25	9,56	8,55	9,87	8,64	9,174	1,32	0,567498
4	8,5	10,69	10,25	9,12	9,82	9,676	2,19	0,941531
5	9,89	10,83	9,42	9,48	8,52	9,628	2,31	0,993121
6	9,93	8,6	10,45	9,84	8,97	9,558	1,85	0,795357
7	10,67	9,74	8,68	9,45	9,6	9,628	1,99	0,855546
8	8,8	8,64	9,77	9,47	10,72	9,48	2,08	0,894239
9	9,12	8,52	9,68	10,08	10,56	9,592	2,04	0,877042
10	9,82	8,45	9,73	10,66	9,55	9,642	2,21	0,950129
11	10,2	10,02	8,23	9,51	9,55	9,502	1,97	0,846948
12	9,64	9,18	9,35	10,96	9,77	9,78	1,78	0,765262
13	9,76	9,39	9,5	10,74	8,82	9,642	1,92	0,825451
14	9,12	9,67	10,67	10,02	8,56	9,608	2,11	0,907137
15	9,89	9,12	10,87	8,8	9,64	9,664	2,07	0,889940
16	9,54	10,03	10,54	8,46	9,6	9,634	2,08	0,894239
17	9,62	9,51	10,02	8,72	10,54	9,682	1,82	0,782459
18	8,82	10,77	9,28	9,35	9,5	9,544	1,95	0,838349
19	7,66	8,84	9,12	9,03	9,8	8,89	2,14	0,920034
20	7,8	8,15	9,15	9	8,55	8,53	1,35	0,580396
21	9,41	8,5	7,85	7,32	9,12	8,44	2,09	0,898538

Proses : Pengukuran kemuluran benang perhelai pada mesin <i>ring spinning</i>						Spesifikasi		
Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014						USL= 11	T= 9	LSL= 7
No	Pengambilan sampel n=5 (satuan milimeter)					Rata - rata	Range	Simpangan baku
22	8,09	9,28	9,05	8,44	9,95	8,962	1,86	0,799656
23	8,87	10,03	9,54	9,2	8,12	9,152	1,91	0,821152
24	9,26	9,02	10,08	10,78	9,31	9,69	1,76	0,756664
25	9,12	8,65	10,65	9,03	9,08	9,306	2	0,859845
26	9,15	9,24	10,1	8,87	8,21	9,114	1,89	0,812554
27	9,42	9,37	9,08	9,71	10,87	9,69	1,79	0,769561
28	10,59	10,07	8,42	9,46	9,22	9,552	2,17	0,932932
29	9,35	10,72	9,87	10,21	9,18	9,866	1,54	0,662081
30	10,08	11,16	9,32	9,18	9,55	9,858	1,98	0,851247
31	9,11	9,17	9,21	11,08	10,45	9,804	1,97	0,846948
32	8,34	8,12	10,6	9,18	8,52	8,952	2,48	1,066208
33	9,18	9,05	9,98	8,12	8,86	9,038	1,86	0,799656
34	10,86	9,55	9,51	9,08	10,21	9,842	1,78	0,765262
35	8,65	10,14	9,33	10,78	9,4	9,66	2,13	0,915735
36	9,62	8,56	10,59	9,52	9,71	9,6	2,03	0,872743
37	9,88	10,12	9,15	8,7	10,62	9,694	1,92	0,825451
38	9,06	8,4	8,72	10,24	9,15	9,114	1,84	0,791058
					Jumlah	366,4	113,73	
					Proses	9,464	2,99	0,836426

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata (mean) proses} = \bar{x} = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{366,4}{9,464} = 9,464$$

$$\text{Range proses} = \bar{R} = \frac{\sum R}{\sum n} = \frac{113,73}{038} = 1,946$$

$$\text{Standar deviasi proses } S = \bar{R} / d2 = 1,946 / 2,326 = 0,836426$$

b. Menentukan DPMO dan nilai Sigma

Setelah diketahui simpangan baku dari rata-rata dan range tiap pengukuran diatas maka dapat dihitung nilai DPMO dan nilai Sigma yang dapat dihitung dengan menggunakan program microsoft excel dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Nilai DPMO (memiliki 2 batas spesifikasi atas dan bawah, diketahui USL = 11 dan LSL = 7) :

$$=1000000-\text{normsdist}((11-\bar{x}/s)*1000000 + \text{normsdist}(7-\bar{x}/s)*1000000$$

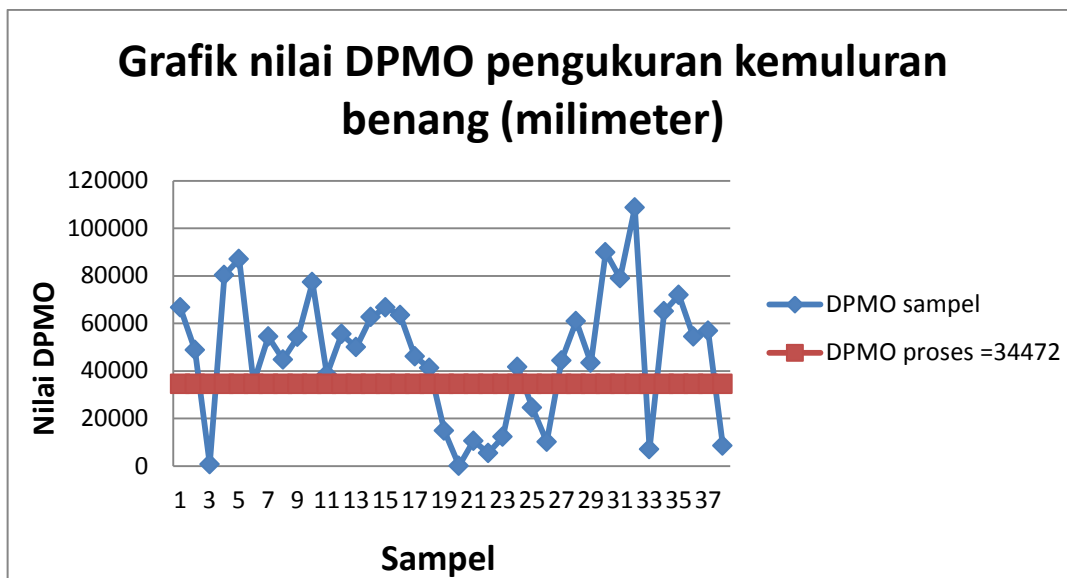
Perhitungan nilai Sigma:

$$=\text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/1000000)+1,5$$

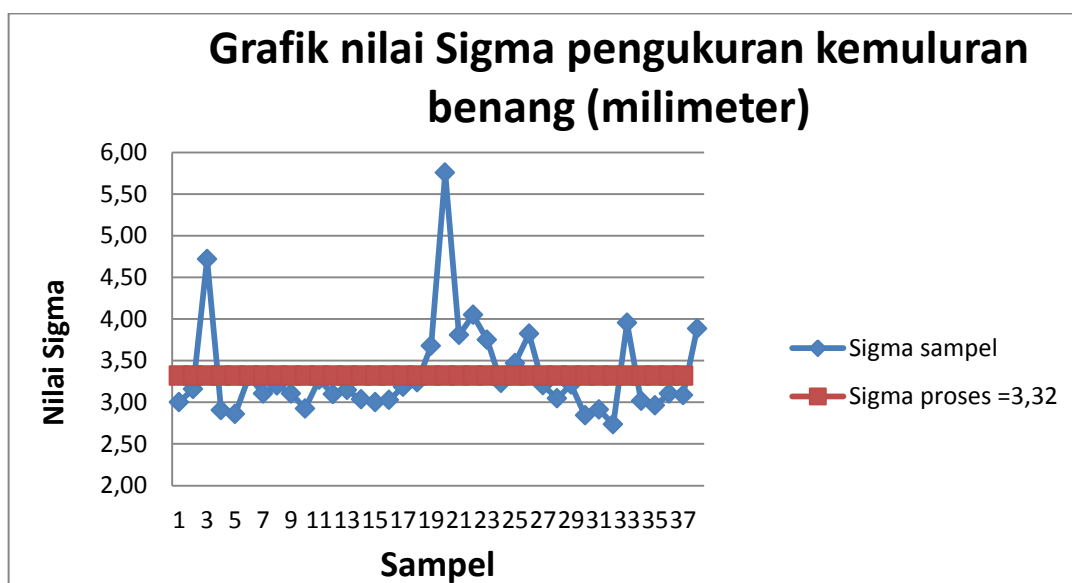
Tabel 4.9 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma untuk Variabel Kemuluran Benang

No.	Rata –rata	Range	Simpangan baku	DPMO	Sigma
	X-bar	R	S=R/d2		
1	9,864	1,76	0,756664	66635	3,00
2	9,582	1,99	0,855546	48731	3,16
3	9,174	1,32	0,567498	646	4,72
4	9,676	2,19	0,941531	80354	2,90
5	9,628	2,31	0,993121	87085	2,86
6	9,558	1,85	0,795357	34914	3,31
7	9,628	1,99	0,855546	54406	3,10
8	9,48	2,08	0,894239	44746	3,20
9	9,592	2,04	0,877042	54245	3,11
10	9,642	2,21	0,950129	77284	2,92
11	9,502	1,97	0,846948	38484	3,27
12	9,78	1,78	0,765262	55443	3,09
13	9,642	1,92	0,825451	49970	3,15
14	9,608	2,11	0,907137	62618	3,03
15	9,664	2,07	0,88994	66706	3,00
16	9,634	2,08	0,894239	63392	3,03

No.	Rata –rata	Range	Simpangan baku	DPMO	Sigma
	X-bar	R	S=R/d2		
17	9,682	1,82	0,782459	46049	3,18
18	9,544	1,95	0,838349	41222	3,24
19	8,89	2,14	0,920034	14789	3,68
20	8,53	1,35	0,580396	10	5,76
21	8,44	2,09	0,898538	10547	3,81
22	8,962	1,86	0,799656	5421	4,05
23	9,152	1,91	0,821152	12226	3,75
24	9,69	1,76	0,756664	41701	3,23
25	9,306	2	0,859845	24478	3,47
26	9,114	1,89	0,812554	10154	3,82
27	9,69	1,79	0,769561	44353	3,20
28	9,552	2,17	0,932932	60920	3,05
29	9,866	1,54	0,662081	43376	3,21
30	9,858	1,98	0,851247	89871	2,84
31	9,804	1,97	0,846948	78958	2,91
32	8,952	2,48	1,066208	108718	2,73
33	9,038	1,86	0,799656	7081	3,95
34	9,842	1,78	0,765262	65114	3,01
35	9,66	2,13	0,915735	71885	2,96
36	9,6	2,03	0,872743	54374	3,10
37	9,694	1,92	0,825451	56807	3,08
38	9,114	1,84	0,791058	8562	3,88
proses	9,464	1,946	0,836426	34472	3,32



Gambar 4.15 Nilai DPMO Pengukuran Kemuluran Benang



Gambar 4.16 Nilai Sigma Pengukuran Kemuluran Benang

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola dari pengukuran variabel kemuluran benang pada benang *polyester rayon* yang belum stabil, masih bervariasi naik turun selama periode pengukuran, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pengukuran kemuluran benang belum dikelola secara tepat. Jika kualitas proses dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO kecacatan yang semakin menurun dan pola kapabilitas sigma akan mengalami peningkatan secara

terus menerus. Nilai DPMO sebesar 34.472 dan nilai sigma 3,32 merupakan ukuran kapabilitas proses yang dapat dijadikan baseline kinerja dalam meningkatkan pengendalian proses 6-sigma menuju kecacatan nol (*zero defect*).

Berikut tabel perhitungan analisis kemampuan proses pengukuran jenis nomor benang menggunakan distribusi normal baku z :

Tabel 4.10 Cara Memperkirakan DPMO dan Sigma Pengukuran kemuluran Benang

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
proses apa yang ingin anda ketahui?	-	Pengukuran kemuluran benang
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	11
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	7
Tentukan nilai spesifikasi target	T	9
Berapa nilai rata-rata (mean) proses	X-bar	9,464
Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,836426
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	32884
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	1589
Hitung DPMO dari proses	=(langkah 7) + (langkah 8)	34473

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
diatas		
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	3,32
Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 3,32- Sigma

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan:

$$\begin{aligned}
 \text{USL / DPMO} &= P \{z \geq (\text{USL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \geq (11 - 9,464) / 0,836426\} \times 1000000 \\
 &= P (z \geq 1,84) \times 1000000 \\
 &= (1 - P \leq 1,84) \times 1000000 \\
 &= \{1 - 0,967116\} \times 1000000 = 32884
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LSL / DPMO} &= P \{z \leq (\text{LSL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \leq (7 - 9,464) / 0,836426\} \times 1000000 \\
 &= P (z \leq -2,95) \times 1000000 \\
 &= (0,001589) \times 1000000 = 1589
 \end{aligned}$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kuantitatif pada lampiran 1.

3. Variabel pengukuran nomor benang
- a. Pengukuran nomor benang (satuan Ne)

Tabel 4.11 Pengolahan data variabel nomor benang

Proses : Pengukuran nomor benang pada mesin winding						Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014			Spesifikasi		
									USL = 31	T= 30	LSL = 29
No	Pengambilan sampel n=8 (satuan Ne)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X-bar	Range	S=R/d2
1	30,16	29,95	29,78	29,86	30,47	28,77	30,09	31,42	30,06	2,65	0,930804
2	30,28	30,32	30,36	30,3	31,59	28,88	30,28	30,37	30,30	2,71	0,951879
3	29,37	29,8	29,85	29,94	30,56	29,98	29,96	29,82	29,91	1,19	0,417984
4	28,96	29,7	29,53	30,53	29,65	29,76	29,93	29,88	29,74	1,57	0,551458
5	29,65	30,21	29,88	29,54	29,38	30,67	29,68	30,06	29,88	1,29	0,453109
6	29,52	29,86	29,75	29,56	30,15	29,44	29,57	30,45	29,79	1,01	0,354759
7	29,62	29,43	30,87	30,11	29,36	28,51	29,7	29,62	29,65	2,36	0,828943
8	29,33	29,45	29,49	29,65	29,77	30,53	29,98	28,67	29,61	1,86	0,653319
9	28,95	30,17	30,02	28,69	29,48	29,32	30,6	29,12	29,54	1,91	0,670882
10	29,76	29,94	30,17	29,68	30,98	29,85	29,77	28,72	29,86	2,26	0,793818
11	30,52	29,74	29,86	29,78	30,22	29,82	30,18	30,16	30,04	0,78	0,273973
12	30,08	29,82	30,91	30,24	30,17	30,28	30,38	30,08	30,25	1,09	0,382859
13	30,02	30,13	29,01	30,98	30,34	30,21	29,98	29,87	30,07	1,97	0,691956
14	29,86	29,45	30,13	30,47	30,26	30,77	30,18	29,45	30,07	1,32	0,463646
15	29,86	29,41	30,1	30,12	29,86	28,69	28,87	29,87	29,60	1,43	0,502283
16	29,78	30,17	30,08	30,91	29,62	30,26	28,81	29,73	29,92	2,1	0,737619
17	30,92	30,28	30,03	29,67	29,76	29,41	30,35	30,24	30,08	1,51	0,530383
18	30,22	30,56	30,43	29,54	30,8	31,05	30,27	29,87	30,34	1,51	0,530383
19	29,64	29,82	29,04	30,23	30,17	30,26	31,44	30,14	30,09	2,4	0,842993
20	30,29	29,87	29,21	29,78	30,25	31,32	30,38	30,21	30,16	2,11	0,741131
21	29,67	30,44	29,48	30,28	29,88	30,12	29,66	29,84	29,92	0,96	0,337197
22	29,86	30,15	30,33	30,92	30,67	28,42	30,71	30,28	30,17	2,5	0,878117
23	30,12	30,02	29,87	30,77	30,48	28,35	31,22	29,24	30,01	2,87	1,008079

Proses : Pengukuran nomor benang pada mesin winding						Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014						Spesifikasi		
												USL = 31	T= 30	LSL = 29
No	Pengambilan sampel n=8 (satuan Ne)													
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X-bar	Range	S=R/d2			
24	30,19	29,13	30,44	29,82	31,21	29,84	30,08	30,22	30,12	2,08	0,730594			
25	30,25	31,12	31,68	29,66	29,87	29,12	30,47	30,38	30,32	2,56	0,899192			
26	29,76	29,49	30,64	30,37	31,48	30,09	30,21	29	30,13	2,48	0,871092			
27	30,18	31,6	30,17	29,56	29,02	31,02	30,16	30,28	30,25	2,58	0,906217			
28	29,5	29,02	30,12	30,56	29,64	29,72	30,09	30,11	29,85	1,54	0,54092			
29	28,87	28,24	30,49	30,96	29,63	29,65	29,58	29,43	29,61	2,72	0,955392			
30	30,16	28,68	29,96	30,21	29,84	30,82	29,62	29,68	29,87	2,14	0,751668			
31	30,05	30,88	30,13	29,87	30,68	29,77	30,67	29,65	30,21	1,23	0,432034			
32	30,42	30,47	31,5	31,42	30,18	29,84	30,44	29,87	30,52	1,66	0,58307			
33	29,74	29,33	29,86	30,12	30,07	30,11	29,71	30,27	29,90	0,94	0,330172			
34	29,17	29,54	29,81	30,18	30,72	30,05	29,68	29,64	29,85	1,55	0,544433			
35	29,8	29,46	29,08	30,12	29,12	29,61	29,59	29,42	29,53	1,04	0,365297			
36	30,32	29,73	29,52	29,88	28,97	29,76	29,85	29,7	29,72	1,35	0,474183			
37	30,28	29,48	29,18	29,71	29,57	29,41	29,54	29,6	29,60	1,1	0,386372			
38	30,43	30,47	30,04	29,64	29,04	30,28	30,76	29,71	30,05	1,72	0,604145			
							Jumlah	1138,563	68,05					
							Proses	29,96217	1,790789	0,629009				

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata (mean) proses} = \bar{x} = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{113,563}{38} = 29,96217$$

$$\text{Range proses} = \bar{R} = \frac{\sum R}{\sum n} = \frac{68,05}{38} = 1,79$$

$$\text{Standar deviasi proses S} = \bar{R} / d2 = 1,79 / 2,847 = 0,629009$$

Nilai d2 untuk ukuran contoh n = 8 = 2,847

a. Menentukan DPMO dan nilai Sigma

Setelah diketahui simpangan baku dari rata-rata dan range tiap pengukuran diatas maka dapat dihitung nilai DPMO dan nilai Sigma yang dapat dihitung dengan menggunakan program microsoft excel dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Nilai DPMO (memiliki 2 batas spesifikasi atas dan bawah, diketahui USL = 30 dan LSL =29) :

$$=1000000-\text{normsdist}((30-\bar{x}/s)*1000000 + \text{normsdist} (29-\bar{x}/s)*1000000$$

Perhitungan nilai Sigma:

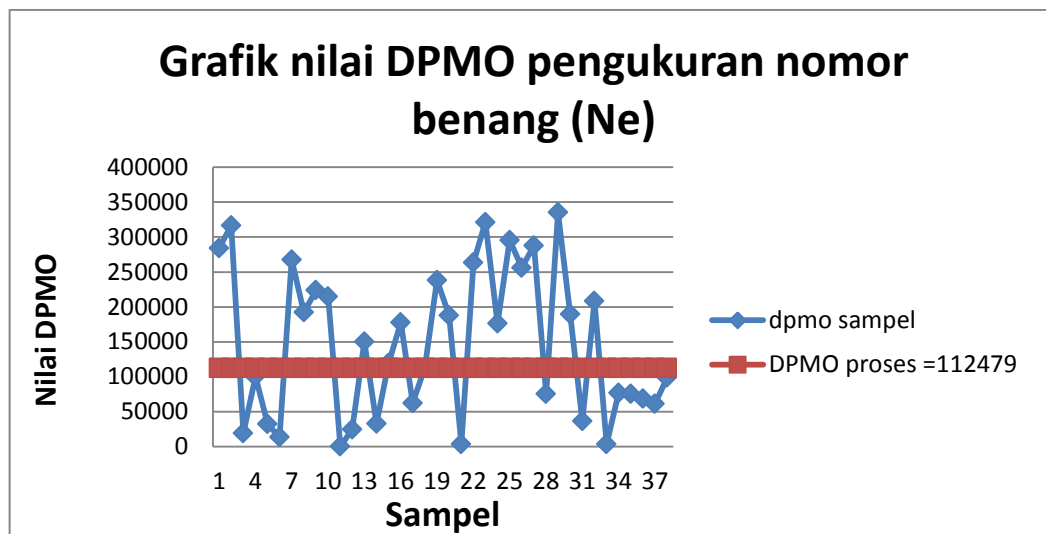
$$=\text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/1000000)+1,5$$

Hasil perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk variabel nomor benang Ne dapat dilihat pada tabel 4.19 dibawah ini:

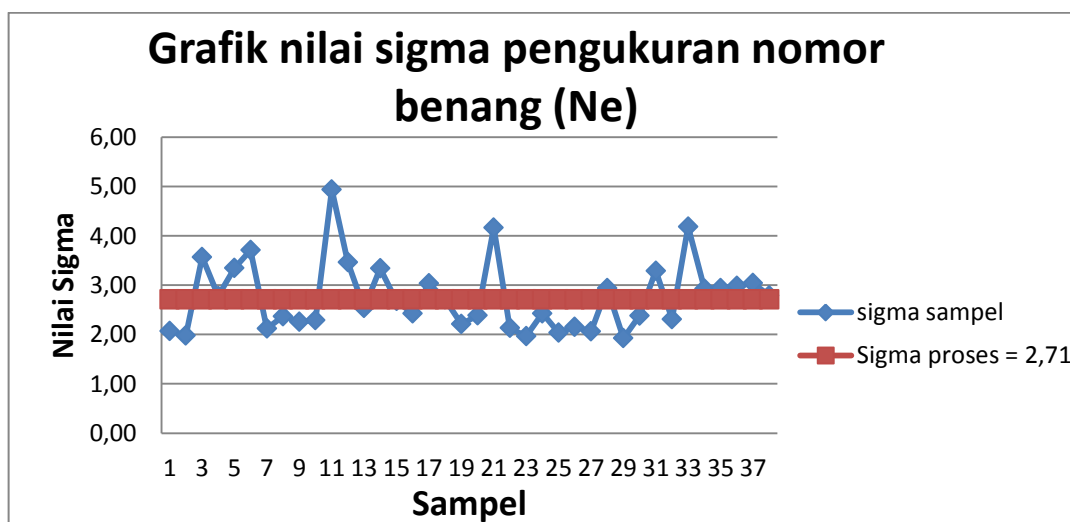
Tabel 4.12 Perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk variabel nomor benang Ne

No.	Rata-rata	Range	Simpangan baku	DPMO	Sigma
	X-bar	(R)	S=R/d2		
1	30,06	2,65	0,930804355	283755	2,07
2	30,30	2,71	0,951879171	316680	1,98
3	29,91	1,19	0,417983843	19293	3,57
4	29,74	1,57	0,551457675	100376	2,78
5	29,88	1,29	0,453108535	32442	3,35
6	29,79	1,01	0,354759396	13531	3,71
7	29,65	2,36	0,828942747	267619	2,12
8	29,61	1,86	0,653319283	192331	2,37
9	29,54	1,91	0,67088163	223805	2,26
10	29,86	2,26	0,793818054	214935	2,29
11	30,04	0,78	0,273972603	293	4,94
12	30,25	1,09	0,38285915	24878	3,46
13	30,07	1,97	0,691956445	150337	2,53

No.	Rata-rata	Range	Simpangan baku	DPMO	Sigma
	X-bar	(R)	$S=R/d2$		
14	30,07	1,32	0,463645943	33011	3,34
15	29,60	1,43	0,502283105	119725	2,68
16	29,92	2,1	0,737618546	177725	2,42
17	30,08	1,51	0,530382859	62452	3,03
18	30,34	1,51	0,530382859	113232	2,71
19	30,09	2,4	0,842992624	238338	2,21
20	30,16	2,11	0,741131015	187768	2,39
21	29,92	0,96	0,33719705	3836	4,17
22	30,17	2,5	0,878117316	263385	2,13
23	30,01	2,87	1,008078679	321223	196
24	30,12	2,08	0,730593607	176483	2,43
25	30,32	2,56	0,899192132	295581	2,04
26	30,13	2,48	0,871092378	256236	2,15
27	30,25	2,58	0,906217071	287658	2,06
28	29,85	1,54	0,540920267	75496	2,94
29	29,61	2,72	0,95539164	335165	1,93
30	29,87	2,14	0,751668423	189803	2,38
31	30,21	1,23	0,43203372	36673	3,29
32	30,52	1,66	0,583069898	208598	2,31
33	29,90	0,94	0,330172111	3608	4,19
34	29,85	1,55	0,544432736	76735	2,93
35	29,53	1,04	0,365296804	75359	2,94
36	29,72	1,35	0,474183351	68851	2,98
37	29,60	1,1	0,386371619	61531	3,04
38	30,05	1,72	0,604144714	98861	2,79
Proses	29,96	1,79	0,629009299	112479	2,71



Gambar 4.17 Nilai DPMO Pegukuran Nomor Benang Ne



Gambar 4.18 Nilai Sigma Pengukuran nomor Benang Ne

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola dari pengukuran variabel nomor benang Ne pada benang polyester rayon tipe Ne30 yang belum stabil, masih bervariasi naik turun selama periode pengukuran, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pengukuran jenis penomoran benang belum dikelola secara tepat. Jika kualitas proses dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO kecacatan yang semakin menurun dan pola kapabilitas sigma akan mengalami peningkatan secara terus menerus. Nilai DPMO sebesar 112.479 dan nilai sigma 2,71 merupakan ukuran kapabilitas proses yang dapat dijadikan baseline kinerja dalam meningkatkan pengendalian proses 6-sigma menuju kecacatan nol (*zero defect*).

Berikut tabel perhitungan analisis kemampuan proses pengukuran jenis nomor benang menggunakan distribusi normal baku z:

Tabel 4.13 Cara Memperkirakan DPMO dan Sigma Pengukuran Nomor Benang

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
proses apa yang ingin anda ketahui?	-	Pengukuran nomor benang
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	31
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	29
Tentukan nilai spesifikasi target	T	30
Berapa nilai rata-rata (mean) proses	X-bar	29,96217
Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,629009
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - \bar{X}) / S) \times 1000000$	49471
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - \bar{X}) / S) \times 1000000$	63008
Hitung DPMO dari proses	=(langkah 7) + (langkah 8)	112479
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,71

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,71- Sigma

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan tabel diatas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{USL / DPMO} &= P \{z \geq (\text{USL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \geq (31 - 29,96217) / 0,629009\} \times 1000000 \\
 &= P (z \geq 1,65) \times 1000000 \\
 &= (1 - P \leq 1,65) \times 1000000 \\
 &= (1 - 0,950529) \times 1000000 = 49471
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LSL / DPMO} &= P \{z \leq (\text{LSL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \leq (31 - 29,96217) / 0,629009\} \times 1000000 \\
 &= P (z \leq -1,53) \times 1000000 \\
 &= (0,063008) \times 1000000 = 63008
 \end{aligned}$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kuantitatif pada lampiran 1.

4. Variabel pengukuran berat benang
- a. Pengukuran Variabel berat benang (kilogram)

Tabel 4.14 Data variabel pengukuran berat benang

Proses : Pengukuran berat benang pada mesin winding						Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014			Spesifikasi		
									USL = 1,90	T= 1,89	LSL = 1,88
No	Pengambilan sampel n=8 (satuan Kilogram)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X-bar	Range	S=R/d2
1	1,892	1,885	1,882	1,891	1,89	1,887	1,895	1,893	1,889	0,013	0,004566
2	1,892	1,895	1,884	1,887	1,883	1,892	1,89	1,9	1,890	0,017	0,005971
3	1,901	1,892	1,882	1,886	1,883	1,897	1,889	1,891	1,890	0,019	0,006674
4	1,88	1,89	1,888	1,887	1,892	1,895	1,885	1,88	1,887	0,015	0,005269
5	1,892	1,883	1,884	1,893	1,89	1,887	1,886	1,9	1,889	0,017	0,005971
6	1,89	1,886	1,893	1,9	1,883	1,89	1,891	1,88	1,889	0,02	0,007025
7	1,898	1,883	1,884	1,887	1,898	1,901	1,897	1,895	1,893	0,018	0,006322
8	1,895	1,887	1,893	1,896	1,895	1,883	1,89	1,882	1,890	0,014	0,004917
9	1,889	1,897	1,883	1,897	1,894	1,894	1,898	1,89	1,893	0,015	0,005269
10	1,898	1,895	1,892	1,887	1,882	1,893	1,895	1,89	1,892	0,016	0,00562
11	1,892	1,883	1,886	1,882	1,892	1,896	1,89	1,897	1,890	0,015	0,005269
12	1,892	1,893	1,887	1,884	1,89	1,884	1,898	1,893	1,890	0,014	0,004917
13	1,892	1,896	1,886	1,889	1,9	1,897	1,887	1,891	1,892	0,014	0,004917
14	1,901	1,892	1,89	1,897	1,895	1,897	1,886	1,889	1,893	0,015	0,005269
15	1,902	1,895	1,895	1,891	1,89	1,901	1,897	1,892	1,895	0,012	0,004215
16	1,889	1,885	1,883	1,891	1,898	1,882	1,89	1,899	1,890	0,017	0,005971
17	1,89	1,89	1,903	1,896	1,889	1,894	1,891	1,891	1,893	0,014	0,004917
18	1,892	1,895	1,897	1,9	1,885	1,885	1,887	1,887	1,891	0,015	0,005269
19	1,891	1,883	1,894	1,885	1,887	1,892	1,887	1,884	1,888	0,011	0,003864
20	1,886	1,887	1,895	1,892	1,893	1,897	1,896	1,884	1,891	0,013	0,004566
21	1,9	1,887	1,885	1,898	1,896	1,896	1,885	1,891	1,892	0,015	0,005269
22	1,892	1,89	1,883	1,891	1,886	1,888	1,898	1,885	1,889	0,015	0,005269
23	1,892	1,895	1,896	1,892	1,897	1,898	1,883	1,892	1,893	0,015	0,005269

Proses : Pengukuran berat benang pada mesin winding						Tanggal pengukuran : 1 Juli - 29 Agustus 2014			Spesifikasi		
									USL = 1,90	T= 1,89	LSL = 1,88
No	Pengambilan sampel n=8 (satuan Kilogram)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X-bar	Range	S=R/d2
24	1,892	1,881	1,884	1,89	1,883	1,886	1,894	1,892	1,888	0,013	0,004566
25	1,892	1,895	1,88	1,887	1,893	1,882	1,886	1,89	1,888	0,015	0,005269
26	1,9	1,901	1,89	1,895	1,889	1,892	1,887	1,895	1,894	0,014	0,004917
27	1,895	1,898	1,887	1,9	1,892	1,886	1,89	1,892	1,893	0,014	0,004917
28	1,892	1,886	1,898	1,902	1,887	1,883	1,896	1,891	1,892	0,019	0,006674
29	1,892	1,884	1,89	1,897	1,885	1,882	1,899	1,89	1,890	0,017	0,005971
30	1,895	1,888	1,89	1,885	1,892	1,897	1,9	1,896	1,893	0,015	0,005269
31	1,892	1,889	1,894	1,897	1,886	1,889	1,893	1,89	1,891	0,011	0,003864
32	1,897	1,895	1,892	1,895	1,886	1,883	1,89	1,893	1,891	0,014	0,004917
33	1,883	1,886	1,896	1,898	1,892	1,895	1,895	1,891	1,892	0,015	0,005269
34	1,89	1,894	1,891	1,887	1,884	1,889	1,892	1,896	1,890	0,012	0,004215
35	1,892	1,897	1,885	1,882	1,896	1,89	1,897	1,883	1,890	0,015	0,005269
36	1,896	1,902	1,9	1,892	1,888	1,895	1,89	1,887	1,894	0,015	0,005269
37	1,894	1,89	1,887	1,884	1,899	1,893	1,893	1,885	1,891	0,015	0,005269
38	1,893	1,891	1,902	1,894	1,899	1,888	1,891	1,894	1,894	0,014	0,004917
								Jumlah	71,86113	0,567	-
								Proses	1,891	0,015	0,005241

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata (mean) proses} = \bar{x} = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{71,86113}{38} = 1,891$$

$$\text{Range proses} = \bar{R} = \frac{\sum R}{\sum n} = \frac{0,567}{038} = 0,015$$

$$\text{Standar deviasi proses } S = \bar{R} / d2 = 0,004917 / 2,847 = 0,005241$$

Nilai d2 untuk ukuran contoh n = 8 = 2,847

b. Menentukan DPMO dan nilai Sigma

Setelah diketahui simpangan baku dari rata-rata dan range tiap pengukuran diatas maka dapat dihitung nilai DPMO dan nilai Sigma yang dapat dihitung dengan menggunakan program *microsoft excel* dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Nilai DPMO (memiliki 2 batas spesifikasi atas dan bawah, diketahui USL = 1,900 dan LSL = 1,880) :

$$=1000000-\text{normsdist}((30-\bar{x}/s)*1000000 + \text{normsdist}(29-\bar{x}/s)*1000000$$

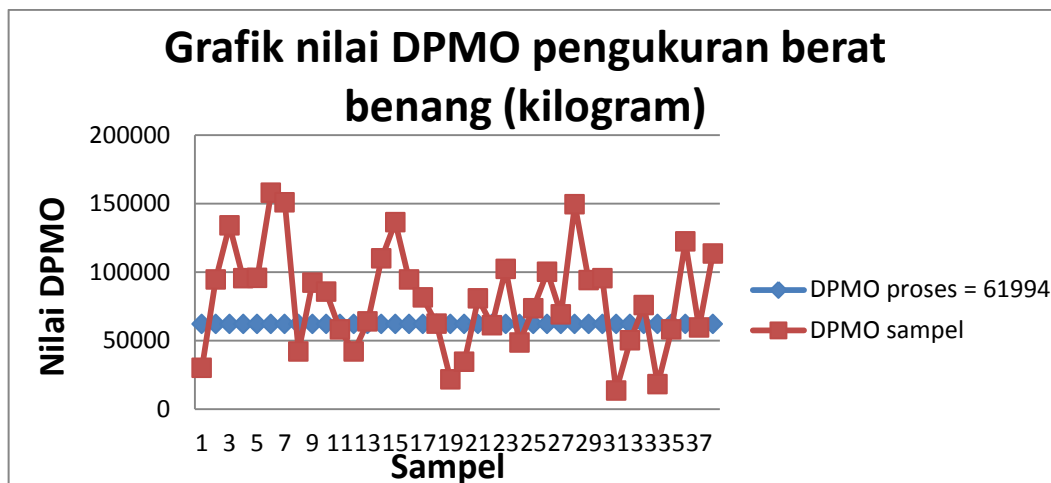
Perhitungan nilai Sigma:

$$= \text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/1000000)+1,5$$

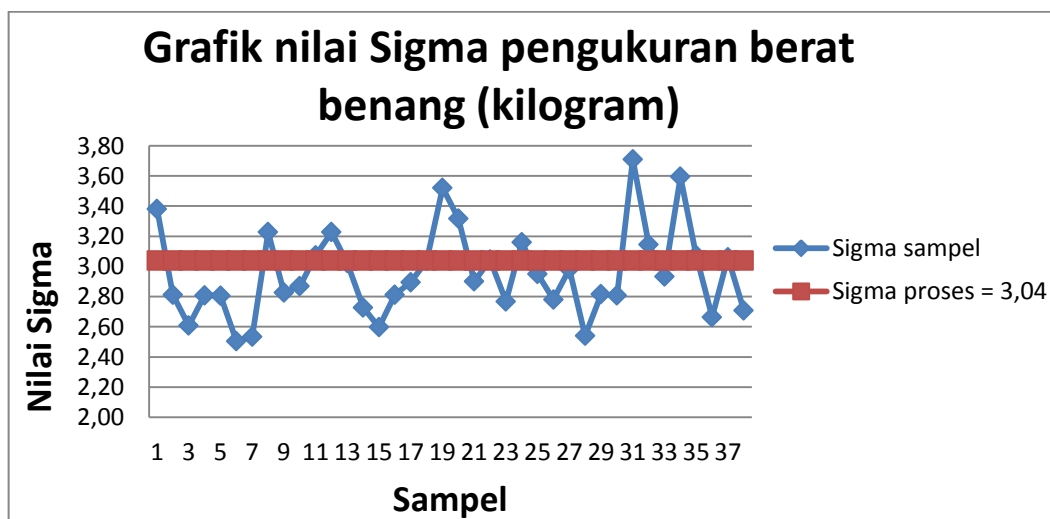
Tabel 4.15 Perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk variabel berat benang

No.	Rata-rata	Range	Simpangan baku	DPMO
	X-bar	(R)	S=R/d2	
1	1,889	0,013	0,004566	30016
2	1,890	0,017	0,005971	94640
3	1,890	0,019	0,006674	134092
4	1,887	0,015	0,005269	95405
5	1,889	0,017	0,005971	95792
6	1,889	0,02	0,007025	157786
7	1,893	0,018	0,006322	150740
8	1,890	0,014	0,004917	42061
9	1,893	0,015	0,005269	92164
10	1,892	0,016	0,00562	85572
11	1,890	0,015	0,005269	57978
12	1,890	0,014	0,004917	42061
13	1,892	0,014	0,004917	63878
14	1,893	0,015	0,005269	109865
15	1,895	0,012	0,004215	136392
16	1,890	0,017	0,005971	94640
17	1,893	0,014	0,004917	81397

No.	Rata-rata	Range	Simpangan baku	DPMO
	X-bar	(R)	$S=R/d2$	
18	1,891	0,015	0,005269	62208
19	1,888	0,011	0,003864	21615
20	1,891	0,013	0,004566	34541
21	1,892	0,015	0,005269	80687
22	1,889	0,015	0,005269	61149
23	1,893	0,015	0,005269	102335
24	1,888	0,013	0,004566	48476
25	1,888	0,015	0,005269	73624
26	1,894	0,014	0,004917	100215
27	1,893	0,014	0,004917	69119
28	1,892	0,019	0,006674	149302
29	1,890	0,017	0,005971	94064
30	1,893	0,015	0,005269	95405
31	1,891	0,011	0,003864	13564
32	1,891	0,014	0,004917	50075
33	1,892	0,015	0,005269	75832
34	1,890	0,012	0,004215	18118
35	1,890	0,015	0,005269	57978
36	1,894	0,015	0,005269	122292
37	1,891	0,015	0,005269	59456
38	1,894	0,014	0,004917	113412
Proses	1,891	0,015	0,005241	61994



Gambar 4.19 Grafik Nilai DPMO Pengukuran Berat Benang



Gambar 4.20 Grafik Nilai Sigma Pengukuran Berat Benang

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola dari pengukuran berat pada benang *polyester rayon* yang belum stabil, masih bervariasi naik turun selama periode pengukuran, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pengukuran berat benang belum dikelola secara tepat. Jika kualitas proses dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO kecacatan yang semakin menurun dan pola kapabilitas sigma akan mengalami peningkatan secara terus menerus. Nilai DPMO sebesar 61.994 dan nilai sigma 3,04 merupakan ukuran kapabilitas proses yang dapat dijadikan baseline kinerja dalam meningkatkan pengendalian proses 6-sigma menuju kecacatan nol (*zero defect*).

Berikut tabel perhitungan analisis kemampuan proses pengukuran berat benang menggunakan distribusi normal baku z :

Tabel 4.16 Cara Memperkirakan DPMO dan Sigma Pengukuran Berat Benang

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
proses apa yang ingin anda ketahui?	-	Pengukuran berat benang
Tentukan batas spesifikasi atas (USL)	USL	1,900
Tentukan batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	1,880
Tentukan nilai spesifikasi target	T	1,890
Berapa nilai rata-rata (mean) proses	X-bar	1,891
Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,005241
Hitung kemungkinan cacat diatas nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P(z \geq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	44565
Hitung kemungkinan cacat dibawah nilai LSL per sejuta kesempatan (DPMO)	$p(z \leq (USL - X\text{-bar}) / S) \times 1000000$	17429
Hitung DPMO dari proses diatas	=(langkah 7) + (langkah 8)	61994
Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	3,04

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Hitung kemampuan proses diatas dalam nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 3,04- Sigma

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan:

$$\begin{aligned}
 \text{USL / DPMO} &= P \{z \geq (\text{USL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \geq (1,900 - 1,891) / 00,005241\} \times 1000000 \\
 &= P (z \geq 1,70) \times 1000000 \\
 &= (1 - P \leq 1,70) \times 1000000 \\
 &= (1 - 0,955435) \times 1000000 = 44565
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LSL / DPMO} &= P \{z \leq (\text{LSL} - \bar{x}) / S\} \times 1000000 \\
 &= P \{z \leq (1,880 - 1,891) / 00,005241\} \times 1000000 \\
 &= P (z \leq -2,11) \times 1000000 \\
 &= 0,017429 \times 1000000 = 61994
 \end{aligned}$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kuantitatif pada lampiran 1.

4.2.2.2.2 Data Atribut

Data atribut merupakan data kualitas produk selama proses produksi yang tidak dapat diukur namun dapat dihitung sehingga karakteristik produk dapat dibedakan baik dari produk yang baik maupun produk yang tidak memenuhi standarisasi perusahaan. Setelah diketahui karakteristik potensial penyebab cacat maka dapat dihitung nilai DPMO dan nilai Sigma yang dapat dihitung dengan menggunakan program *microsoft excel* dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Nilai DPMO (memiliki 2 karakteristik potensial yaitu benang rewinding dan benang miss joiy):

$$= \text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{CTQ potensial} \times \text{jumlah produk}} \times 1000000$$

Selanjutnya hasil DPMO dikonversikan ke nilai sigma menggunakan rumus:

$$= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5$$

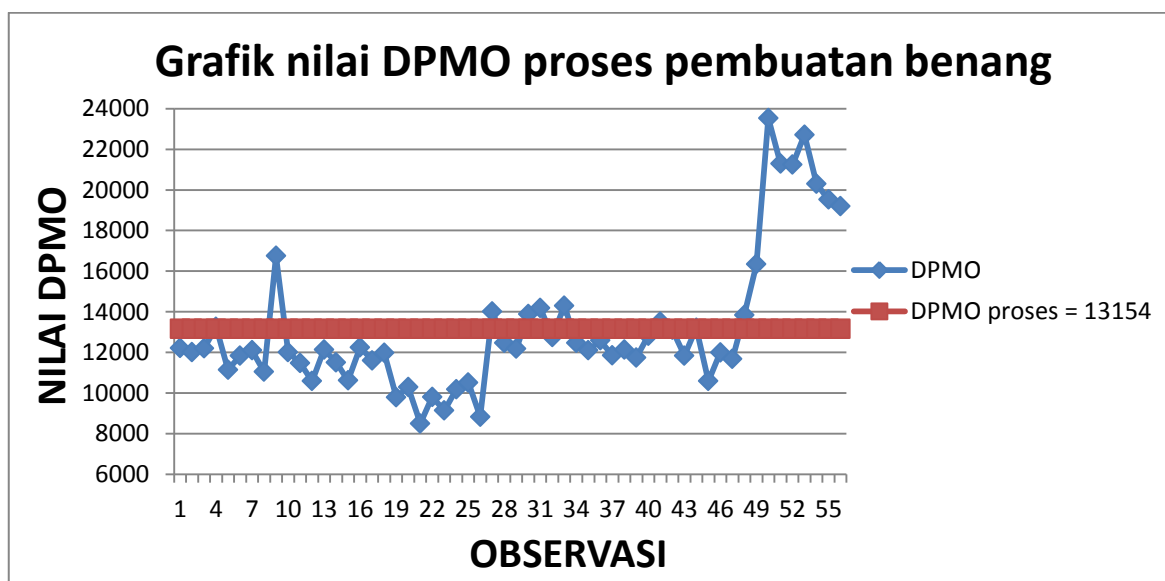
- a. Pengukuran banyaknya produk cacat benang *polyester rayon*

Tabel 4.17 Pengukuran DPMO dan Sigma Data Atribut Benang

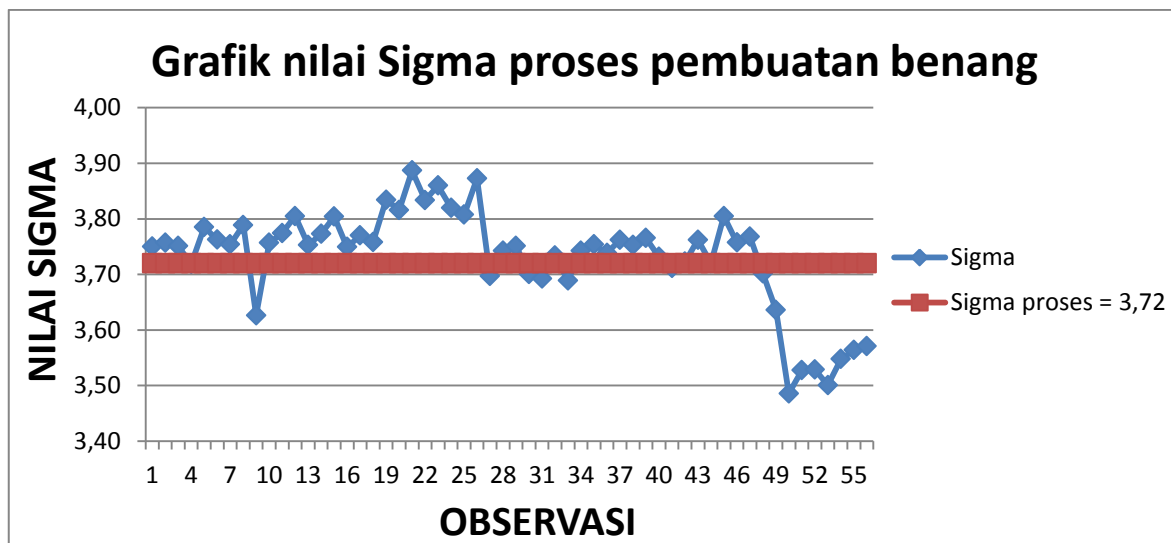
Tanggal pengukuran : 1 Juli 2014 - 31 Agustus 2014					
No.	Produksi / cone	jumlah cacat	CTQ potensial	DPMO	Sigma
1	5892	216	3	12220	3,75
2	7332	264	3	12002	3,76
3	7872	288	3	12195	3,75
4	7848	312	3	13252	3,72
5	7896	264	3	11145	3,79
6	7776	276	3	11831	3,76
7	7932	288	3	12103	3,75
8	7968	264	3	11044	3,79
9	5016	252	3	16746	3,63
10	7992	288	3	12012	3,76
11	8016	276	3	11477	3,77
12	7932	252	3	10590	3,80
13	7908	288	3	12140	3,75
14	7644	264	3	11512	3,77
15	7536	240	3	10616	3,80
16	7512	276	3	12247	3,75
17	7584	264	3	11603	3,77
18	7680	276	3	11979	3,76
19	7764	228	3	9789	3,83

Tanggal pengukuran : 1 Juli 2014 - 31 Agustus 2014					
No.	Produksi / cone	jumlah cacat	CTQ potensial	DPMO	Sigma
20	7776	240	3	10288	3,82
21	8004	204	3	8496	3,89
22	7752	228	3	9804	3,83
23	7440	204	3	9140	3,86
24	6684	204	3	10174	3,82
25	6468	204	3	10513	3,81
26	6344	168	3	8827	3,87
27	5424	228	3	14012	3,70
28	7380	276	3	12466	3,74
29	7224	264	3	12182	3,75
30	7200	300	3	13889	3,70
31	7332	312	3	14184	3,69
32	6588	252	3	12750	3,73
33	7272	312	3	14301	3,69
34	7380	276	3	12466	3,74
35	7272	264	3	12101	3,75
36	7308	276	3	12589	3,74
37	7092	252	3	11844	3,76
38	7248	264	3	12141	3,75
39	7152	252	3	11745	3,77
40	7488	288	3	12821	3,73
41	7704	312	3	13499	3,71
42	7320	288	3	13115	3,72
43	7096	252	3	11838	3,76
44	7272	288	3	13201	3,72
45	7932	252	3	10590	3,80
46	8004	288	3	11994	3,76
47	7536	264	3	11677	3,77
48	7224	300	3	13843	3,70

Tanggal pengukuran : 1 Juli 2014 - 31 Agustus 2014					
No.	Produksi / cone	jumlah cacat	CTQ potensial	DPMO	Sigma
49	7344	360	3	16340	3,64
50	7308	516	3	23536	3,49
51	6948	444	3	21301	3,53
52	7344	468	3	21242	3,53
53	7572	516	3	22715	3,50
54	7884	480	3	20294	3,55
55	8196	480	3	19522	3,56
56	8544	492	3	19195	3,57
proses	414156	16344	3	13154	3,72



Gambar 4.21 Nilai DPMO Data Atribut Benang



Gambar 4.22 Nilai Sigma Data Atribut Benang

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola dari pengukuran atribut kecacatan produk pada benang *polyester rayon* yang belum stabil, masih bervariasi naik turun selama periode pengukuran, sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kecacatan produk benang belum dikelola secara tepat. Jika kualitas proses dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO kecacatan yang semakin menurun dan pola kapabilitas sigma akan mengalami peningkatan secara terus menerus. Belum stabilnya nilai DPMO dan nilai Sigma pada data atribut dipengaruhi oleh ketidaksesuaian yang dihasilkan dari data variabel. Nilai DPMO sebesar 13.154 dan nilai sigma 3,72 merupakan ukuran kapabilitas proses yang dapat dijadikan baseline kinerja untuk menetapkan proyek six sigma berikutnya untuk meningkatkan produk yang bebas cacat menuju kecacatan nol (zero defect).

Tabel 4.18 Cara perhitungan DPMO dan kapabilitas untuk data atribut

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Proses apa yang ingin anda ketahui?	-	Pengukuran benang polester rayon
Berapa banyak unit produk yang diperiksa	-	414156

Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Berapa banyak unit produk yang cacat	-	16344
Hitung tingkat cacat (kegagalan) berdasarkan pada langkah 3	= Langkah 3/ langkah 2	0,039463
Tentukan CTQ potensial penyebab cacat (kegagalan)	Banyaknya karakteristik CTQ	3
Hitung peluang tingkat cacat (kegagalan) per karakteristik CTQ	= langkah 4 / langkah 5	0,013154
Hitung kemungkinan cacat per sejuta kesempatan (DPMO)	= langkah 6 x 1000000	13154
Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma	-	Kapabilitas sigma adalah 3,72

Perhitungan DPMO dan kapabilitas Sigma dari data produk benang *polyester rayon* untuk setiap periode waktu pengamatan dalam tabel 4.24 juga dapat menggunakan cara yang sama seperti pada tabel 4.25

4.2.3 Tahap *Analyze*

4.2.3.1 Menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses

1. Variabel pengukuran kekuatan helai benang

a. Stabilitas proses produksi

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variabel maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada masing-masing variabel dengan perhitungan batas-batas kontrol sebagai berikut:

$$LCL = \bar{x} - 1,5 Smaks$$

$$\text{Nilai sigma} = 3,78$$

$$LSL = 350$$

$$T = \bar{x} = 439,521$$

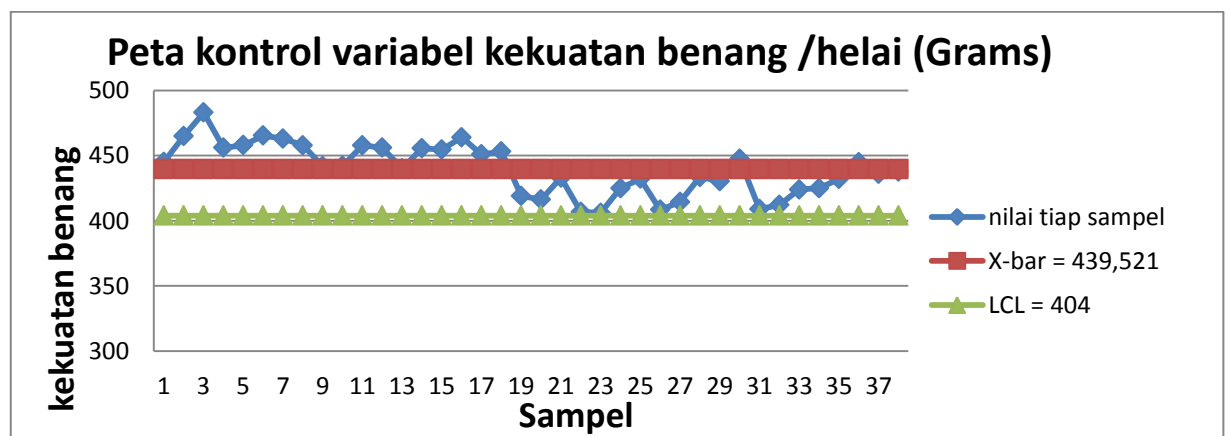
$$S = 39,179527$$

Perhitungan nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$Smaks = \left[\frac{1}{1 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times \text{absolute}(SL - T)$$

$$Smaks = \left[\frac{1}{1 \times 3,76} \right] \times (350 - 439,521) = 23,68$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks = 350 - 1,5 (23,68) = 439,521 - 35,52421 = 404$$



Gambar 4.23 Grafik peta kontrol kekuatan benang $\bar{x}$ berdasarkan *Six Sigma* motorola

Grafik pengendali kekuatan helai benang dalam keadaan stabil karena berada dalam batas pengendali sehingga dapat dihitung kapabilitas proses untuk mengetahui kemampuan proses menggunakan indeks Cpm dan Cpmk

b. Kapabilitas proses produksi

$$\text{Indeks Cpm} = \frac{(SL - T)}{3 \sqrt{X - \text{bar} - T)^2 + S^2}}$$

$$= \frac{\text{absolut}(350-439,521)}{\sqrt{(39,179527)^2}}$$

$$= \frac{89,521}{117,5386} = 0,76$$

Untuk satu batas spesifikasi Cpk= Cpmk

$$\text{Indeks Cpmk} = \text{absolut} \frac{SL-T}{3s}$$

$$= \frac{350 - 439,521}{3 (39,179527)}$$

$$= \frac{89,52105}{117,5386} = 0,76$$

2. Variabel pengukuran kemuluran benang

a. Stabilitas proses produksi

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variabel maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada masing-masing variabel dengan perhitungan batas batas kontrol sebagai berikut:

$$UCL = T + 1,5 Smaks$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks$$

$$\text{Nilai sigma} = 3,32$$

$$USL = 11$$

$$T = 9$$

$$LSL = 7$$

$$S = 0,836426$$

$$\bar{x} = 9,4641$$

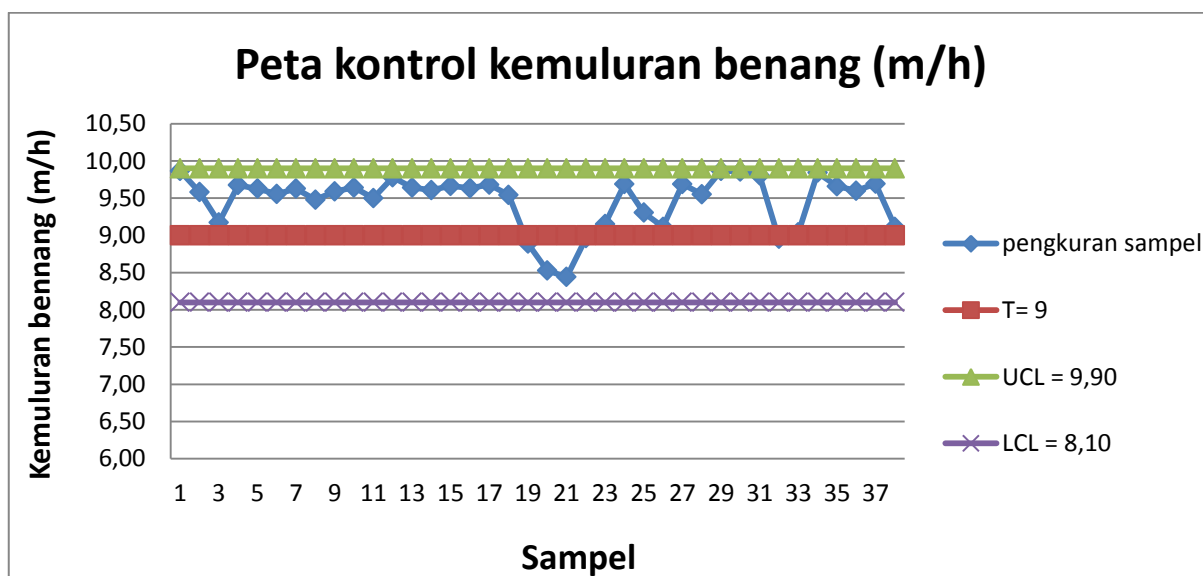
Perhitungan nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times 3,32} \right] \times (11 - 7) = 0,60241$$

$$UCL = T + 1,5 Smaks = 9 + 1,5 (0,60241) = 9 + 0,90 = 9,90$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks = 9 - 1,5 (0,60241) = 9 - 0,90 = 8,10$$



Gambar 4.24 Grafik peta kontrol kemuluran benang $\bar{x}$ berdasarkan six sigma motorola

Grafik pengedali kemuluran benang dalam keadaan stabil karena berada dalam batas pengendali sehingga dapat dihitung kapabilitas proses untuk mengetahui kemampuan proses menggunakan indeks Cpm dan Cpmk

c. Kapabilitas proses produksi

$$\begin{aligned} \text{Indeks Cpm} &= \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{\bar{X} - T)^2 + S^2}} \\ &= \frac{(11 - 7)}{6 \sqrt{(9,464 - 9)^2 + 0,836426^2}} \end{aligned}$$

$$= \frac{4}{5,73919} = 0,70$$

$$\text{Indeks Cpmk} = \frac{Cpk}{\sqrt{1 + (\bar{\bar{x}} - T)/S)^2}}$$

$$\begin{aligned} Cpk &= \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{\bar{x}}}{3S}, \frac{\bar{\bar{x}} - LSL}{3S} \right] \\ &= \text{minimum} \left[\frac{11 - 9,4641}{3(0,836426)}, \frac{9,4641 - 7}{3(0,836426)} \right] \\ &= \text{minimum} (0,612 ; 0,842) = 0,612 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cpmk &= \frac{0,612}{\sqrt{1 + (9,4641 - 9)/0,836426)^2}} \\ &= \frac{0,612}{\sqrt{1,1436}} = 0,54 \end{aligned}$$

3. Variabel pengukuran nomor benang

b. Stabilitas proses produksi

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variabel maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada masing-masing variabel dengan perhitungan batas batas kontrol sebagai berikut:

$$UCL = T + 1,5 Smaks$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks$$

$$\text{Nilai sigma} = 2,71$$

$$USL = 31$$

$$T = 30$$

$$LSL = 29$$

$$S = 0,6290093$$

$$\bar{x} = 29,9622$$

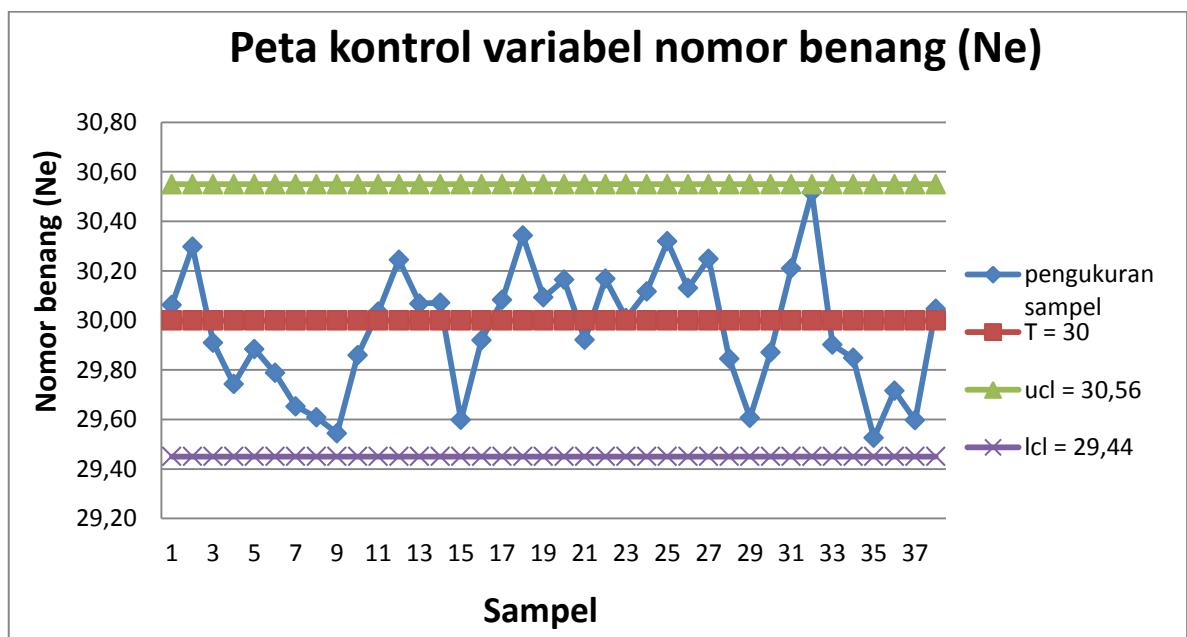
Perhitungan nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times 2,71} \right] \times (31 - 29) = 0,369004$$

$$UCL = T + 1,5 Smaks = 31 + 1,5 (0,369004) = 30 + 0,55 = 30,55$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks = 31 - 1,5 (0,369004) = 30 - 0,55 = 29,45$$



Gambar 4.25 Grafik peta kontrol nomor benang $\bar{x}$ berdasarkan Six Sigma motorola

Grafik pengendali nomor benang dalam keadaan stabil karena berada dalam batas pengendali sehingga dapat dihitung kapabilitas proses untuk mengetahui kemampuan proses menggunakan indeks Cpm dan Cpmk

c. Kapabilitas proses produksi

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks Cpm} &= \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{(31 - 29)}{6 \sqrt{(29,96217 - 30)^2 + 0,629009^2}} \\
 &= \frac{2}{3,78087479} = 0,53
 \end{aligned}$$

$$\text{Indeks Cpmk} = \frac{Cpk}{\sqrt{1 + (\bar{X} - T)^2 / S^2}}$$

$$\begin{aligned}
 Cpk &= \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{X}}{3S}, \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \right] \\
 &= \text{minimum} \left[\frac{31 - 29,9622}{3(0,629009)}, \frac{29,9622 - 29}{3(0,629009)} \right] \\
 &= \text{minimum} (0,55 ; 0,51) = 0,51
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cpmk &= \frac{0,51}{\sqrt{1 + (29,622 - 30)^2 / 0,629009^2}} \\
 &= \frac{0,51}{\sqrt{1,001807}} = 0,509
 \end{aligned}$$

4. Variabel pengukuran berat benang

a. Stabilitas proses produksi

Untuk mengetahui stabilitas proses produksi pada data variabel maka dapat menggunakan peta kontrol dengan spesifikasi target dan nilai sigma pada masing-masing variabel dengan perhitungan batas batas kontrol sebagai berikut:

$$UCL = T + 1,5 Smaks$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks$$

$$\text{Nilai sigma} = 2,71$$

$$USL = 1,900$$

$$T = 1,890$$

$$LSL = 1,880$$

$$S = 0,005241$$

$$\bar{x} = 1,891$$

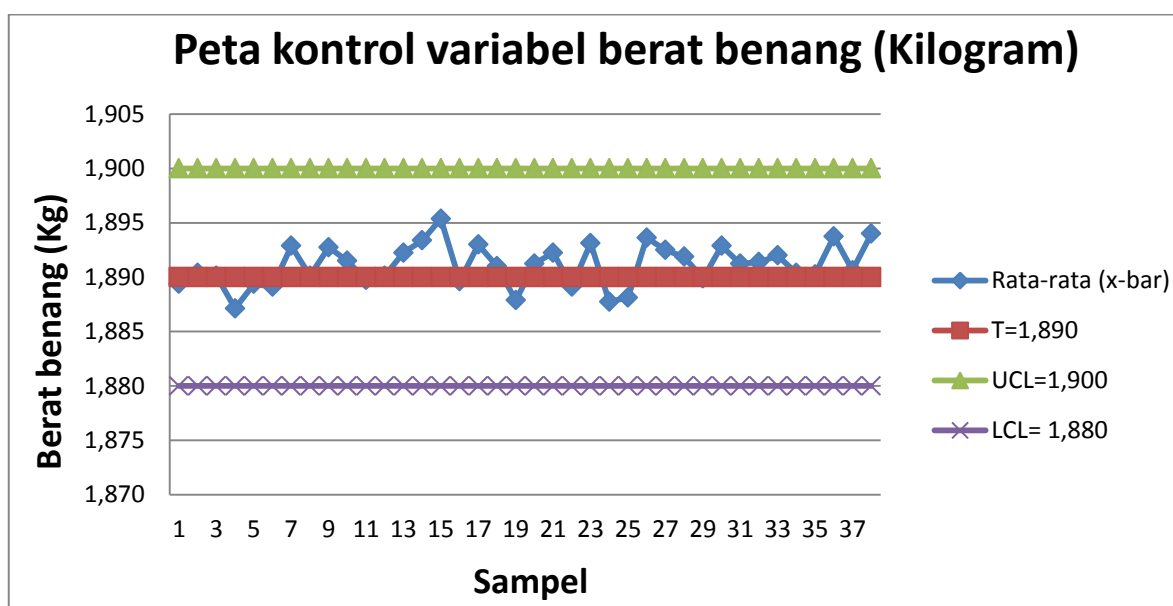
Perhitungan nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

$$Smaks = \left[\frac{1}{2 \times 3,04} \right] \times (1,900 - 1,880) = 0,003289$$

$$UCL = T + 1,5 Smaks = 1,89 + 1,5 (0,003289) = 1,89 + 0,0045 = 1,895$$

$$LCL = T - 1,5 Smaks = 1,89 - 1,5 (0,003289) = 1,89 - 0,0045 = 1,885$$



Gambar 4.26 Grafik peta kontrol berat benang $\bar{x}$ berdasarkan *six sigma motorola*

Grafik pengendali nomor benang dalam keadaan stabil karena berada dalam batas pengendali sehingga dapat dihitung kapabilitas proses untuk menganalisis kemampuan proses menggunakan indeks Cpm dan Cpmk

b. Kapabilitas proses produksi

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks Cpm} &= \frac{(USL-LSL)}{6\sqrt{\bar{X}-T)^2+S^2}} \\
 &= \frac{(1,900-1,880)}{6\sqrt{(1,891-1,89)^2+0,005241^2}} \\
 &= \frac{0,02}{0,032109276} = 0,62
 \end{aligned}$$

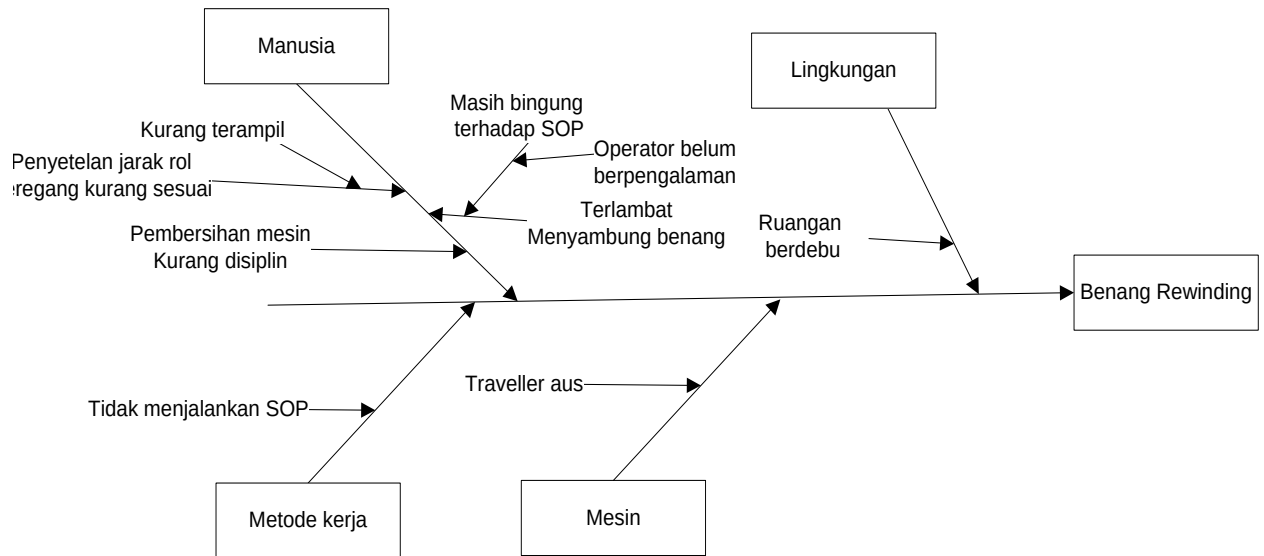
$$\text{Indeks Cpmk} = \frac{Cpk}{\sqrt{1+(\bar{\bar{x}}-T)/S)^2}}$$

$$\begin{aligned}
 Cpk &= \text{minimum} \left[\frac{USL-\bar{x}}{3S}, \frac{\bar{x}-LSL}{3S} \right] \\
 &= \text{minimum} \left[\frac{1,900-1,891}{3(0,05241)}, \frac{1,891-1,880}{3(0,05241)} \right] \\
 &= \text{minimum} (0,567 ; 0,705) = 0,567
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cpmk &= \frac{0,567}{\sqrt{1+(1,891-1,89)/0,05241)^2}} \\
 &= \frac{0,567}{\sqrt{1,021098}} = 0,555
 \end{aligned}$$

4.2.3.2 Menganalisis Faktor Penyebab Produk Cacat

Dari faktor penyebab produk cacat yang paling berpengaruh terhadap kualitas benang polester rayon maka dapat dianalisis menggunakan diagram sebab akibat. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang menyebabkan benang cacat rewinding yang merupakan presentase cacat terbesar menggunakan diagram fishbone :



Gambar 4.27 Diagram sebab akibat cacat benang rewinding

Analisis dari diagram sebab akibat diatas adalah sebagai berikut:

1. Faktor mesin

a. Keausan *traveller*

Traveller terbuat dari pipa baja yang berfungsi sebagai pengantar benang setelah proses peregangan yang bergerak naik turun sekaligus membuat antihan benang dari putaran *traveller* yang terputarkan oleh *spindle* pada saat proses pengantihan sebelum benang digulung ke bobbin. Pengecekan dan penggantian *traveller* dilakukan secara *preventif* setiap hari yaitu sebelum mesin beroperasi. *Traveller* berputar tanpa pelumas, satu-satunya pelumas yang didapat *traveller* adalah lilin yang berasal dari serat benang. Oleh sebab itu keausan *traveller* yang terjadi sebelum waktunya juga dipegaruhi oleh lilin yang dihasilkan dari serat benang, semakin halus serat benang maka lilin yang dihasilkan juga semakin banyak. *Traveller* dapat mengalami keausan atau terbakar sebelum dilakukan penggantian, hal tersebut dapat terlihat ketika *maintenance* melakukan penggantian didapatkan kondisi *traveller* yang aus atau terbakar. Kondisi *traveller* yang normal adalah *traveller* yang tidak mengalami penipisan ketika hendak diganti. Data keausan *traveller* pada bulan Juli dan Agustus 2014 berdasarkan pengecekan *maintenance* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.19 Daftar keausan traveller bulan Juli 2014 – Agustus 2014

Tanggal pengecekan	Kondisi dan ketebalan traveller	Standar ketebalan Traveller	Penyebab	Akibat
10 Juli 2014	<i>Traveller</i> aus (0,45 cm)	0,5 cm	Kandungan serat 5, 2 mikrogram/inch	Terdapat benang tidak rata saat proses penggintiran
8 Agustus 2014	<i>Traveller</i> aus (0,45 cm)		Kandungan serat 5,1 mikrogram/inch	
9 Agustus 2014	<i>Traveler</i> terbakar (0,4 cm)		Kandungan serat 5,8 mikrogram/inch	
10 Agustus 2014	<i>Traveller</i> aus (0,45 cm)		Kandungan serat 5, 2 mikrogram/inch	
13 Agustus 2014	<i>Traveller</i> aus (0,45 cm)		Kandungan serat 5,3 mikrogram/inch	
28 Agustus 2014	<i>Traveller</i> aus (0,45 cm)		Kandungan serat 5 mikrogram/inch	

Tabel 4.21 Daftar tingkat kehalusan serat

Mikro gram / inch	Tingkat kehalusan
Kurang dari 3 mikro gram / inch	Sangat halus
3 – 4 mikro gram / inch	Halus
4 – 4,9 mikro gram / inch	Cukup
5 – 5,9 mikro gram / inch	Kasar

2. Faktor manusia

a. Pembersihan mesin kurang disiplin

Pembersihan mesin *ring spinning* dilakukan setiap hari sebelum mesin beroperasi. Pembersihan mesin dilakukan untuk membersihkan *fly waste* atau bulu-bulu benang dari sisa-sisa benang yang menempel. Dari sisa-sisa benang tersebut maka operator bertugas membersihkan pembersihan pada mesin *ring spinning* pada bagian *draft zone*, *top cleaner*, *bobbin holder*, *spindle*, *pneumafil* yang buntu dan *dijackey pulley*. Sementara untuk menjaga kebersihan mesin saat produksi berlangsung operator diharuskan untuk menjaga kebersihan, *top roll* dan *bottom roll* guna mencegah terjadinya *lapping*. *Lapping* yaitu tekanan kontak menjadi tinggi dan tegangan gulungan yang berlebih atau kurang stabil akan menyebabkan komposisi didalam naik dan diameter gulungan juga ikut naik sehingga gulungan benang akan mengembang dan tidak padat. Pembersihan mesin yang kurang disiplin dari operator dan kurangnya pengawasan dari pihak perusahaan mengakibatkan banyak ditemukannya *fly waste* yang menempel pada benang pada saat produksi sedang berlangsung

Berikut ini merupakan tabel kesalahan operator yang kurang menjaga kebersihan pada mesin *ring spinning* :

Tabel 4.21 Kesalahan operator dari segi kebersihan mesin ring spinning

Tanggal pengecekan	Pekerja	Pengumpulan data	Kesalahan	Akibat
9 Juli 2014	Operator mesin ring spinning	Data laporan harian kepala shift	Terjadi <i>lapping</i> 5 kali karena top roll dan bottom roll tidak bersihkan	Terdapat gulungan benang yang gembos dan gulungan tidak rata
			Pnemumafil tidak dibersihkan sehingga saluran menjadi buntu	Terdapat benang tidak rata karena sambungan tidak sempurna
7 Agustus 2014	Operator mesin ring spinning	Data laporan harian kepala shift	Terjadi <i>lapping</i> 3 kali karena top roll dan bottom roll tidak bersihkan	Terdapat gulungan benang gembos dan gulungan tidak rata
	Doffer mesin ring spinning		Spindle kotor karena tidak dibersihkan	Terdapat benang berbulu karena banyak fly waste yang menempel
12 Agustus 2014	Operator mesin ring spinning	Data laporan harian kepala shift	Terjadi <i>lapping</i> 3 kali karena top roll dan bottom roll tidak bersihkan	Terdapat gulungan benang gembos dan tidak rata
	Doffer mesin ring spinning		Spindle kotor karena tidak dibersihkan	Terdapat benang berbulu karena banyak fly waste yang menempel
27 Agustus 2014	Operator mesin ring spinning	Data laporan harian kepala shift	Terjadi <i>lapping</i> 2 kali karena top roll dan bottom roll tidak bersihkan	Terdapat gulungan benang gembos dan tidak rata

Tabel 4.22 Pengecekan mesin *ring spinning*

Lampu menyala	Simbol	Bentuk kesalahan
Merah	ED (End Down)	Operator telat sambung benang
Kuning	NG (Neck Glegen)	Ada roving ,spindle normal dan part lengkap tetapi tidak berproduksi
Kuning	MK (Mekanik)	salah part mesin yang tidak ada / part tidak lengkap
Hijau	RK (Roving Kosong)	Tidak ada spare roving
Merah berkedip – kedip	LP (Lapping)	Top roll dan bottom roll kotor dan tidak dibersihkan

b. Penyetelan jarak rol peregang kurang sesuai

Salah satu faktor yang sangat menentukan mutu hasil benang terutama yang menimbulkan ketidakrataan benang adalah kualitas kerataan benang yang dihasilkan dari benang roving saat proses penyetelan jarak pasangan rol peregang. Penyebab kesalahan jarak rol peregang pada mesin *roving* disebabkan karena pekerja yang kurang terampil dalam menentukan peyetelan jarak karena bergantung pada bahan baku yang diproses. Sementara jika kualitas kerataan benang yang dihasilkan oleh mesin roving bagus maka kualitas kerataan benang selanjutnya ditentukan pada penyetelan jarak rol peregang pada mesin *ring spinning*. Berikut ini merupakan bentuk kesalahan operator mesin *roving* dan operator *ring spinning* dalam penyetelan jarak yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.23 Daftar kesalahan settinggan mesin *roving* dari segi operator

Tanggal	Proses serat	Kesalahan setting gauge	Kesalahan setting jarak regangan	Penyebab	Akibat
9 Juli 2014	Proses serat 35 mm	Settingan <i>gauge</i> 50 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 55 mm	Ketrampilan operator kurang	Hasil serat mengembang
7 Agustus 2014	Proses serat 42 mm	Settingan gauge 52 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 58 mm		Hasil serat mengembang
9 Agustus 2014	Proses serat 35 mm	Settingan gauge 49 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 57 mm		Hasil serat bergelombang
11 Agustus 2014	Proses serat 48 mm	Settingan gauge 57 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 63 mm		Hasil serat mengembang
16 Agustus 2014	Proses serat 42 mm	Settin gauge 43 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 57 mm		Hasil serat mengembang
19 Agustus 2014	Proses serat 38 mm	Settingan gauge 53 mm	Jarak titik jepit pada daerah regangan belakang 61mm		Hasil serat mengembang

Nilai standar penyetelan jarak antara titik jepit (*setting*) yang disarankan oleh PT. Industri Sandang Nusantara adalah penyetelan jarak antara titik jepit (*setting*) daerah regangan utama pada mesin roving sistem regangan 3 diatas 3 untuk proses serat 28 – 51 mm dengan alat setting gauge adalah 48 – 58 mm. Sedangkan penyetelan jarak antara titik jepit (*setting*) pada daerah regangan belakang minimal 50 mm.

Tabel 4.24 Akibat dari kesalahan settingan pada mesin ring spinning

Tanggal pengecekan	Panjang cradle apron	Break draft	Panjang staple	Kesalahan setting roll depan	Kesalahan setting roll belakang	Penyebab	Akibat
7 Agustus 2014	60 mm	1,4	60 mm	Jarak jepit pada regangan depan 62 mm	Jarak jepit pada regangan belakang 54 mm	Operator kurang teliti	Terdapat benang yang menebal
14 Agustus 2014	60 mm	1,3	44 mm	Jarak jepit regangan depan 65 mm	Jarak jepit regangan belakang 67 mm	Ketrampilan operator kurang teliti	Terdapat benang yang menebal

Penyetelan jarak antara roll pada daerah utama ditentukan oleh ukuran cradle apron atas dan jaraknya tetap. Sedangkan penyetelan jarak pada daerah belakang pada daerah regangan pendahuluan dan bahan baku yang diolah. Bila regangan pendahuluan rendah (*low break draft*) yaitu mencapai 1,4 maka tidak diperlukan untuk menyesuaikan penyetelan terhadap panjang *staple*. Sedangkan bila regangan pendahuluan tinggi (*high break draft*) aitu lebih dari 2 maka penyetelan daerah belakang harus disesuaikan dengan pajang staple. Berikut ini tabel penyetelan yang dsarankan oleh PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap:

Tabel 4.25 Standar settingan pada mesin ring spinning

Penyetelan (mm)	Regangan rendah (sampai 1,4)	Regangan tinggi (lebih dari 2)
	Cradle apron atas (60 mm)	Untuk panjang staple sampai 60 mm
H	67	67
V	70	L+2

Keterangan: $L = \text{panjang staple} + 2\text{mm}$

H = titik jepit rol depan

V = titik jepit rol belakang

c. Penyambungan benang terlambat

Penyambungan benang yang terlambat disebabkan karena operator baru yang masih mengalami kesulitan dalam memahami SOP sehingga kurangnya waktu dalam melakukan penyambungan benang. Penyambungan benang tidak hanya dilakukan secara tepat tetapi juga harus dilakukan secara tepat karena pneumafil sebagai alat penyedot benang bekerja terus menerus.. Berikut ini merupakan tabel dari jumlah keterlambatan penyambungan benang pada mesin *ring spinning*:

Tabel 4.26 Daftar jumlah terlambat penyambungan benang pada mesin ring spinning

Tanggal pengecekan	Pekerja	Sumber data	Jumlah terlambat penyambungan	Akibat	Penyebab kesalahan
9 Juli 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>	Data harian kepala shift dan wawancara dengan operator	22 kali	Terdapat hasil benang yang tidak rata saat proses penggulungan ke cop	Pekerja masih bingung terhadap SOP karena belum berpengalaman (masa kerja dibawah 1 tahun)
7 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		28 kali		
9 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		18 kali		
11 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		17 kali		Pekerja kurang sigap dalam melakukan penyambungan secara cepat
16 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		20 kali		
19 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		15 kali		
27 Agustus 2014	Operator mesin <i>ring spinning</i>		23 kali		

Data perbandingan jumlah keterlambatan penyambungan benang operator baru dengan operator lama dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.27 Jumlah perbandingan telat sambung benang operator baru dan operator lama

Operator	Masa kerja	Sumber data	Kesalahan perhari
Yadi	8 bulan	Kepala shift	Terlambat melakukan penyambungan sebanyak 21 kali
Dedi	10 bulan	Kepala shift	Terlambat melakukan penyambungan sebanyak 25 kali
Iwan	3 tahun	Kepala shift	Terlambat melakukan penyambungan sebanyak 8 kali
Supri	5 tahun	Kepala shift	Terlambat melakukan penyambungan sebanyak 7 kali

3. Faktor metode kerja

Kesalahan dalam melakukan metode kerja karena tidak sesuai dengan SOP (*Standard Operational Procedure*) berdampak pada kualitas benang yang tidak maksimal. Pekerja pada mesin *ring spinning* yang tidak melakukan SOP karena pekerjaan yang dilakukan cukup banyak dan harus dilakukan secara cepat membuat pekerja melanggar prosedur kerja untuk mempersingkat waktu. Kurangnya pengawasan dari kepala regu mengakibatkan ketidakdisiplinan para pekerja dalam menjalankan tugasnya. Kesalahan pekerja pada mesin *ring spinning* yang tidak menjalankan SOP dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.28 Daftar bentuk kesalahan pekerja pada mesin *ring spinning*

Pekerja	Kesalahan	Akibat	Penyebab kesalahan
Operator mesin <i>ring spinning</i>	- Melakukan penyambungan benang double roving	Terdapat hasil benang yang menebal saat penggulangan pada cop	- Pekerja tergesa-gesa dalam melakukan pekerjaan karena banyaknya tugas yang masih harus dilaksanakan
Operator mesin <i>ring spinning</i>	- Membersihkan lappingan dengan pisau saat mesin berjalan	Terdapat benang tidak rata saat penggulangan pada cop	
Operator mesin <i>ring spinning</i>	- Melakukan penyambungan lewat samping	Terdapat hasil benang yang menebal saat penggulangan pada cop	- Kurangnya pengawasan secara intensif dari perusahaan
Operator mesin <i>ring spinning</i>	Penyaluran roving dilakukan menyilang	Terdapat benang tidak rata pada penggulangan cop karena Penyambungan benang menjadi tidak rata	

4. Faktor lingkungan

Menurut (Sedarmayanti, 2001) lingkungan kerja merupakan suatu keadaan yang terdapat disekitar tempat kerja dan dapat mempengaruhi kinerja karyawan baik secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan hasil pengamatan di PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap dari hasil proses produksi benang, berdampak pada kondisi ruangan produksi yang berdebu .karena banyak terdapat sisa *fly waste* dari proses pembentukan benang. Berikut adalah data pengukuran tingkat konsentrasi debu menggunakan HVS (*High Volume Sampler*) pada tahun 2014 yang dilakukan PT. Industri Sandang Nusantara dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.29 Tingkat konsentrasi debu lokasi

Tempat/lokasi	Tingkat kebisingan dBA
Mesin blowing	10,5523 mg/m ³
Mesin carding	11,2340 mg/m ³
Mesin drawing	13,6624 mg/m ³
Mesin roving / speed	21,8756 mg/m ³
Mesin ring spinning	20,178864 mg/m ³
Mesin winding	12,8733 mg/m ³

Nilai Ambang Batas (NAB) kadar debu lingkungan kerja menurut Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja nomor SE.01/MEN/1997 tentang Nilai Ambang Batas di udara tempat kerja yaitu sebesar 10 mg/m³ udara dalam masa paparan kerja 8 jam. Untuk tempat kerja yang melebihi nilai ambang batas maka perusahaan mewajibkan untuk melakukan pengendalian dari konsentrasi debu yang mengganggu pekerja. Perusahaan sebenarnya sudah memberikan alat pelindung diri personal yaitu masker. Namun tidak semua pekerja menggunakan masker ketika bekerja karena mereka kurang merasa nyaman atau pengap jika menggunakan masker tersebut.

4.2.4 Tahap *Improve*

4.2.4.1 Metode TRIZ

Berdasarkan hasil analisis diagram sebab akibat dari penyebab cacat benang rewinding maka dapat diformulasikan masalah sebagai upaya perbaikan menggunakan metode TRIZ dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menformulasikan masalah

Dari identifikasi diagram sebab akibat cacat benang rewinding disebabkan karena faktor mesin, manusia, metode kerja dan lingkungan. Dari penyebab

tersebut maka dapat diformulasikan masalah untuk dilakukan perbaikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.37 Formulasi masalah

No	Permasalahan yang akan diperbaiki
1	Keausan <i>traveller</i> yang terjadi sebelum dilakukan penggantian
2	Pekerja mesin <i>ring spinning</i> kurang disiplin dalam membersihkan mesin
3	Keterampilan operator yang kurang dalam penyetelan jarak rol peregang pada mesin <i>roving</i> menyebabkan ketidakrataan benang <i>roving</i>
4	Pekerja yang belum berpengalaman kurang memahami SOP
5	Pekerja mesin <i>ring spinning</i> melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan SOP

2. Menentukan *Improving features* sebagai perbaikan awal

Pada tahap kedua penyelesaian masalah menggunakan metode TRIZ, yaitu menentukan *improving features* sebagai perbaikan awal dari masalah yang terjadi dengan memilih salah satu dari 39 *engineering parameter* dari TRIZ *Improving feature* dari permasalahan diatas dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.31 *Improving feature* (perbaikan awal)

No	Perbaikan awal	<i>Improving Feature</i>
1	Peningkatan tindakan dalam mencegah terjadinya keausan <i>traveller</i>	<i>Loss of substance (23)</i>
2	Meningkatkan kedisiplinan dan pengawasan operator dalam membersihkan mesin. <i>ring spinning</i> .	<i>Manufacturing precision (29)</i>
3	Meningkatkan keterampilan operator pada mesin <i>roving</i> .	<i>Reability (27)</i>
4	Operator baru mampu menjalankan SOP secara cepat dan tepat.	<i>Adaptability or versatility (35)</i>

No	Perbaikan awal	Improving Feature
5	Meningkatkan kedisiplinan dan pengawasan pekerja mesin <i>ring spinning</i> dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan SOP	<i>Maufacturing precision (29)</i>

3. Setelah menentukan *Improving features*, tahap berikutnya adalah *worsening feature* yang merupakan dampak dari solusi awal perbaikan ketika hal itu dilakukan. Berikut ini adalah *worsening features* dari kontradiksi perbaikan awal:

Tabel 4.32 *Worsening feature* (Dampak dari perbaikan awal)

No.	Dampak dari perbaikan awal	Worsening Feature
1	Membutuhkan durasi waktu untuk melakukan pengecekan dan penggantian traveller	<i>Loss of time (25)</i>
2	Membutuhkan sejumlah orang dan langkah-langkah dalam melakukan kegiatan untuk meningkatkan kedisiplinan	<i>Ease of operation (33)</i>
3	Membutuhkan sejumlah tindakan (energi) untuk meningkatkan kemampuan pekerja	<i>Energy spent by moving object (19)</i>
4	Membutuhkan sejumlah tindakan (energi) untuk meningkatkan kemampuan pekerja	<i>Energy spent by moving object (19)</i>
5	Membutuhkan sejumlah orang dan langkah-langkah dalam melakukan kegiatan untuk meningkatkan kedisiplinan	<i>Ease of operation (33)</i>

4.2.4.2 Kontradiksi Berdasarkan TRIZ *Inventive Principles*

Tahap berikutnya adalah mencari *inventive principles* berdasarkan hasil dari kontradiksi *improving feature* dan *worsening feature* pada Matriks kontradiksi. Pertemuan dari tiap elemen akan menghasilkan beberapa *inventive principles* yang merupakan dasar dari usulan untuk solusi masalah kualitas benang. Berikut ini adalah hasil persimpangan *inventive principles* pada matrix kontradiksi:

Table 4.40 Persimpangan *Inventive principles* pada matrix kontradiksi

<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	<i>Inventive principles</i>
<i>Loss of substance (23)</i>	<i>Loss of time (25)</i>	15,18,35,10
<i>Manufacturing precision (29)</i>	<i>Ease of operation (33)</i>	1,32,35,23
<i>Reability (27)</i>	<i>Energy spent by moving object (19)</i>	21,11,27,19
<i>Adaptability (35)</i>	<i>Energy spent by moving object (19)</i>	19,35,29,13
<i>Manufacturing precision (29)</i>	<i>Ease of operation (33)</i>	1,32,35,23
<i>Ease of repair (34)</i>	<i>Reability (27)</i>	11,10,1,16

BAB V

PEMBAHASAN.

5.1 Tahap *Define*

5.1.1 Penjelasan Diagram SIPOC

Dalam menjalankan aktivitas produksinya PT. Industri Sandang Nusantara bekerjasama dengan perusahaan dari dalam negeri dan luar negeri untuk pembelian bahan baku serta pemasaran produk benang. Aktivitas proses produksi benang dijelaskan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Proceses-Output-Customer*).

Supplier bahan baku pembuatan benang seperti kapas pada saat ini 5% didatangkan dari dalam negeri seperti daerah Kediri, Asembagus, dan Lombok sedangkan sisanya masih menggunakan kapas import dari negara Australia, Amerika Serikat dan Cina. Bahan baku serat sintetis (*polyester*) dan serat semi sintetis (*rayon*) semua dicukupi dari dalam negeri. Sebelum diproses bahan baku ini terlebih dahulu dibuka dan didiamkan minimal 1x24 jam. Selanjutnya bahan baku tersebut diproses ke mesin *blowing* yang bertugas mencampur bahan baku menjadi lap yaitu kapas yang dicampur menyerupai permadani. Kapas yang sudah dicampur diproses pada mesin *carding* yang bertugas membuat lap dari mesin blowing menjadi sliver yaitu benang besar (seperti sumbu kompor) yang terdiri dari serat panjang. Selanjutnya sliver diproses pada mesin *drawing* untuk memperkecil ukuran sliver melalui *calendar roller* sesuai grains yang dibutuhkan. Setelah diproses pada mesin *drawing*, *sliver* ditarik melalui creel pada gear box yang akan dipress dan dilakukan pengintiran pada mesin *ring spinning*. Benang yang sudah digintir digulung pada bobbin hingga menjadi benang. Pada tahap finishing benang diseleksi pada mesin *winding* untuk menghilangkan benang yang tebal tipis dan berbulu yang selanjutnya akan dipotong sebelum dilakukan pengulungan. Produk benang yang sudah jadi akan dipacking yang selanjutnya akan dikirim menuju customer. Pemasaran distribusi produk meliputi daerah import seperti Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sedangkan distribusi ekspor meliputi Malaysia, Singapura, Taiwan, Korea, RRC, Hongkong, Jepang dan Negara Eropa lainnya.

5.2 Tahap *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan penetapan karakteristik kualitas kunci yang menjadi prioritas utama perbaikan dari ketidaksesuaian produk benang. Dari data perbandingan jumlah produksi dan jumlah cacat produk didapat bahwa jenis benang polyester rayon memiliki persentase cacat lebih besar yaitu 3,95% dibandingkan jenis benang polyester dengan presentase cacat 3,53%. Oleh karena itu fokus penelitian sebagai prioritas perbaikan kualitas dilakukan pada benang *polyester rayon* yang memiliki presentase cacat paling besar.

Dari hasil penelitian didapatkan tiga karakteristik cacat benang polyester data atribut meliputi benang rewinding, benang miss & joiy dan benang abnormal. Dari 3 jenis cacat tersebut dilakukan pengukuran melalui diagram pareto diperoleh presentase dari jenis cacat benang yang terjadi sebesar 49,7% dari benang rewinding, 39,5% dari benang miss & joiy, jenis cacat benang abnormal memiliki presentase kecacatan sebesar 10,8%. Dengan demikian penetapan karakteristik potensial penyebab cacat terdapat tiga CTQ (*Critical to Quality*) potensial yaitu benang rewinding, benang miss & joiy, dan benang abnormal untuk dianalisis selanjutnya. Sementara pada data variabel untuk menentukan ketidaksesuaian produk maka dilakukan penelitian pada pengukuran nomor benang, berat benang, kekuatan benang perhelai, ketidakrataan benang dan kemuluran benang.

5.3 Tahap *Analyze*

5.3.1 Hubungan Nilai Sigma Data Atribut dan Data Variabel

Dari perhitungan sebelumnya telah diperoleh nilai sigma pada pengukuran data variabel cukup bervariasi dengan masing-masing nilai sigma 3,78 pada variabel kekuatan benang perhelai mesin *ring spinning*, nilai sigma 3,32 pada variabel kemuluran benang mesin *ring spinning*, nilai sigma 2,71 pada variabel nomor benang mesin *winding* dan nilai sigma 3,04 pada variabel berat benang mesin *winding*. Sementara pada data atribut produk cacat benang *polyester* diperoleh nilai sigma sebesar 3,56. Hal ini berarti besarnya nilai atribut tingkat output benang dipengaruhi oleh ketidaksesuaian dari pengukuran diluar batas spesifikasi standar perusahaan yang dihasilkan oleh data

variabel. Semakin banyak data variabel yang tidak memenuhi spesifikasi target maka akan berpengaruh pada banyaknya jumlah cacat yang dihasilkan pada data atribut. Jika nilai sigma dari data variabel semakin besar maka nilai sigma dari data atribut juga akan semakin besar.

5.3.2 Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses

Untuk mengetahui sejauh mana stabilitas proses produksi dari tiap variabel maka digunakan peta kontrol dari spesifikasi target dan nilai sigma tiap variabel. Selanjutnya jika data variabel dianggap stabil maka kita dapat menghitung kapabilitas proses dengan indeks Cpm dan indeks Cpmk untuk mengetahui kemampuan dari masing-masing proses.

Hasil ringkasan perhitungan stabilitas dan kapabilitas dari perhitungan sebelumnya dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Hasil perhitungan Stabilitas dan Kapabilitas Proses

No.	Variabel	Spesifikasi	Stabilitas	Cpm	Cpmk
1.	Kekuatan perhelai benang	≥ 350	Stabil	0,76	0,76
2.	kemuluran benang	9 ± 2	Stabil	0,7	0,57
3.	Nomor benang	30 ± 1	Stabil	0,53	0,51
4.	Berat benang	$1,89 \pm 0,1$	Stabil	0,62	0,55

Berdasarkan tabel diatas dengan spesifikasi dan target masing masing pada tiap variabel didapatkan grafik pengendali dari perhitungan sebelumnya dimana setiap variabel berada dalam batas pengendalian sehingga semua variabel dalam keadaan stabil.

Dari hasil perhitungan grafik pengendali *X-bar* pada perhitungan sebelumnya dari tiap variabel menggunakan Standar deviasi maksimum dan nilai sigma pada masing-masing variabel maka diketahui bahwa proses berada dalam keadaan stabil karena masih didalam batas pengendalian. Selain kita melihat grafik *X-bar* dari kelima variabel tersebut kita juga perlu menguji apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas

toleransi standar deviasi maksimum (*Smaks*), maka kita perlu melakukan pengujian hipotesis seperti dibawah ini:

Diketahui variabel pengukuran nomor benang adalah sebagai berikut:

Nilai sigma = 2,71

USL = 31

T = 30

LSL = 29

S = 0,6290093

Perhitungan nilai batas toleransi maksimum adalah:

$$S_{maks} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL})$$

$$S_{maks} = \left[\frac{1}{2 \times 2,71} \right] \times (31 - 29) = 0,369004$$

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{maks} = 31 + 1,5 (0,369004) = 30 + 0,55 = 30,55$$

$$\text{LCL} = T - 1,5 S_{maks} = 31 - 1,5 (0,369004) = 30 - 0,55 = 29,45$$

1. Melakukan pengujian hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{maks})^2 = (0,369004)^2 = 0,136164$$

$$H_1 : \sigma^2 < (S_{maks})^2 = (0,369004)^2 = 0,136164$$

2. Nilai statistik penguji :

$$\chi^2_{hitung} = \frac{(n-1) s^2}{(S_{maks})^2} = \frac{(n-1) s^2}{0,136164} = \frac{(304-1) 0,6290093^2}{0,136164} = 880,4292$$

3. Menentukan tingkat signifikansi $\alpha = 5 \%$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$ dengan melihat tabel χ^2 didapat $\chi^2_{0,05;(304-1)} = 341,395$

4. Membandingkan χ^2_{hitung} dan χ^2_{tabel}

$$\chi^2_{hitung} = 880,4292 > \chi^2_{tabel} = 341,395$$

5. Membuat kesimpulan

Karena nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ maka kita dapat menerima H_0 yang berarti bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, variasi pengukuran nomor benang Ne dalam proses pembuatan benang *polyester rayon* pada tingkat 2,71 sigma lebih besar daripada batas toleransi maksimum standar deviasi yang diharuskan pada tingkat 2,71 sigma. Hal ini berarti kita harus serius melakukan reduksi terhadap variasi proses yang ada.

Dengan demikian untuk ketiga variabel yang lain juga dilakukan pengujian dan perhitungan yang sama seperti pada pengujian jenis nomor benang maka didapatkan kesimpulan pengujian bahwa $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ dengan masing-masing nilai χ^2_{hitung} pada variabel berat benang sebesar 769,3841, variabel kekuatan benang perhelai sebesar 517,3885 dan pada variabel kemuluran benang sebesar 364,3615. Dengan demikian memberikan informasi bahwa nilai rata-rata proses bervariasi melebihi batas toleransi maksimum standar deviasi pada tingkat sigma yang ditetapkan.

Sementara untuk hasil analisis peta kontrol X-bar pada konsep *six sigma motorola* yang telah dihitung nilai-nilai individual sangat bervariasi, terbukti dari pengujian terhadap variasi proses yang menerima H_0 , berarti variasi proses melebihi batas toleransi maksimum standar deviasi S_{maks} yang diizinkan pada tingkat sigma.

Untuk nilai Cpm pada tabel diatas dimana untuk variabel nomor benang, berat benang, kekuatan helai benang, dan kemuluran benang berada dibawah nilai $Cpm < 1$ yang berarti kapabilitas proses sangat rendah dan dianggap tidak mampu untuk memenuhi spesifikasi target kualitas variabel benang. Sedangkan pada kriteria (*rule of thumb*) dalam program peningkatan six sigma nilai $Cpm < 1$ maka suatu proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*).

Perhitungan indeks Cpmk keempat variabel pada tabel diatas juga didapatkan nilai $Cpmk < 1$ maka dapat disimpulkan bahwa proses dianggap tidak mampu memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi banyak menghasilkan kegagalan karena banyak produk benang yang dihasilkan akan berpeluang besar keluar dari batas spesifikasi yang diinginkan

pelanggan. Berdasarkan kenyataan ini maka perusahaan harus melakukan pembenahan mendasar dan komprehensif agar mampu menerapkan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* serta harus mampu mengarahkan proses untuk lebih mendekat pada nilai spesifikasi target.

Berdasarkan tabel 2.3 pada siklus hidup proses industri diatas berarti PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap berada pada posisi no.2 dimana pada situasi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian proses dalam keadaan stabil tetapi tidak mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan pelanggan atau belum bisa mencapai tingkat kegagalan menuju *zero defect*. Pada kondisi ini sistem industri berada dalam status antara menuju peningkatan kualitas global. Untuk menuju kondisi pada no.3 yaitu pada proses industri yang memiliki stabilitas dan kemampuan proses yang dianggap mampu dan kompetitif untuk bersaing dipasar global maka perlu dilakukan pembenahan yang merupakan target dari program *Six Sigma*.

5.4 Pembahasan Metode TRIZ

5.4.1 Pengambilan Solusi Ideal Berdasarkan Hasil *Inventive Principles* dari TRIZ

Dari permasalahan-permasalahan penyebab kualitas benang untuk mencari solusi dalam upaya perbaikan maka penyelesaian masalah tidak hanya mengutamakan terhadap peningkatan atau perbaikan tetapi juga mempertimbangkan dampak dari perbaikan tersebut. Setelah penyelesaian kontradiksi dari tiap parameter dari TRIZ maka tahapan terakhir adalah mencari solusi ideal atau solusi terbaik dari alternatif yang muncul dengan memilih prinsip dan sub prinsip yang sesuai dan mungkin dapat diterapkan oleh perusahaan. Prinsip yang dapat dipakai adalah prinsip yang muncul pada persimpangan matrik *improving features* dan *worsening features*. Hasil dari solusi ideal pada permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Keausan *traveller* yang terjadi sebelum dilakukan penggantian

Dari masalah tersebut telah didapatkan *inventive principles* yaitu prinsip 15 *Dynamics*, 18 *Mechanical vibration*, 35 *Parameter changes*, 10 *Preliminary action*. Dari keempat prinsip tersebut yang memungkinkan untuk digunakan pada kasus ini adalah prinsip 10 *Preliminary Action* pada subprinsip A yaitu Lakukan, sebelum diperlukan, perubahan

yang dibutuhkan suatu objek atau sistem, baik lengkap maupun sebagian. Dari prinsip tersebut maka pihak laboratorium dapat memberikan informasi ketika pengujian serat kapas pada kategori kasar sehingga pihak maintenance dapat dengan melakukan pengecekan *traveller* setelah shift 2 selesai dari awalnya dilakukan pengecekan dan penggantian sehari sekali sebelum shift 1 untuk melihat kondisi *traveller* apakah memungkinkan untuk dipakai pada shift 3 atau tidak. Jika *traveller* menimbulkan gejala keausan dan tidak memungkinkan untuk dipakai maka segera melakukan penggantian sebelum *traveller* mengalami keausan atau terbakar.

2. Pekerja mesin *ring spinning* kurang disiplin dalam membersihkan mesin

Dari masalah tersebut telah didapatkan *inventive principles* yaitu prinsip 1 *Segmentation* (segmentasi), 32 *Color changes* (pengubah warna), 35 *Parameter changes* (transformasi), dan prinsip 23 *Feedback* (umpan balik). Dari keempat prinsip tersebut yang memungkinkan untuk digunakan pada kasus ini adalah prinsip 23 *Feedback* pada subprinsip A yaitu mengenalkan umpan balik (merujuk kembali, pengecekan silang) untuk meningkatkan proses atau tindakan. Dari prinsip tersebut maka perusahaan dapat melakukan pengecekan kembali melalui kepala regu dan kepala shift untuk mengetahui secara langsung kinerja operator yaitu melihat apakah pembersihan mesin sudah dilakukan secara tepat atau belum. Jika pembersihan mesin belum dilakukan secara tepat maka kepala shift hendaknya memberikan teguran atau sanksi sesuai dengan peraturan perusahaan.

3. Keterampilan operator yang kurang dalam penyetelan jarak rol peregang pada mesin roving

Dari masalah tersebut telah didapatkan *inventive principles* yaitu prinsip 21 *Skipping* (pencepatan perlakuan), 11 *Beforhand Cushioning* (pengamanan), 27 *Cheap Short Living Object* (murah atau sekali pakai), dan prinsip 19 *Periodic action* (periodisasi). Dari keempat prinsip tersebut yang memungkinkan untuk digunakan pada kasus ini adalah prinsip 19 *Periodic action* pada sub prinsip A yaitu daripada tindakan terus-menerus, gunakan periodik atau tindakan berdenyut dan sub prinsip C gunakan jeda antara dorongan untuk melakukan tindakan berbeda. Dari prinsip tersebut maka perusahaan dapat melakukan pelatihan diluar jam kerja perusahaan untuk meningkatkan kemampuan dalam penyetingan mesin guna meminimalisir kesalahan yang terjadi

ketika proses produksi sedang berlangsung. Setelah melakukan pelatihan tersebut, pihak perusahaan dapat melakukan tindakan periodik yaitu melakukan diskusi seminggu sekali untuk memantau perkembangan pekerja sebagai bahan evaluasi untuk tindakan selanjutnya.

4. Operator baru mampu belum menjalankan SOP secara tepat

Dari masalah tersebut telah didapatkan *inventive principles* yaitu prinsip 19 *Periodic action* (periodisasi), 35 *Parameter Changes* (transformasi), 29 *Pneumatic and Hydraulics* (pemakaian sistem peumatik), dan prinsip 13 *The Other Way Round* (pembalikan). Dari keempat prinsip tersebut yang memungkinkan digunakan oleh perusahaan pada kasus ini adalah prinsip 19 *Periodic action* sub prinsip A yaitu daripada tindakan terus-menerus, gunakan periodik atau tindakan berdenyut dan sub prinsip C gunakan jeda antara dorongan untuk melakukan tindakan berbeda. Dari prinsip tersebut maka perusahaan dapat memberikan pelatihan terhadap operator baru diluar jam kerja untuk mengetahui keluhan operator mengenai kesulitan dalam penyambungan benang yang terlambat sehingga dapat dilakukan pembekalan untuk meningkatkan kemampuan operator baru. Setelah melakukan pelatihan tersebut, pihak perusahaan dapat melakukan tindakan periodik yaitu melakukan diskusi seminggu sekali untuk memantau perkembangan pekerja sebagai bahan evaluasi untuk tindakan selanjutnya.

5. Pekerja mesin *ring spinning* melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan SOP

Dari masalah tersebut telah didapatkan *inventive principles* yaitu prinsip 1 *Segmentation* (segmentasi), 32 *Color changes* (pengubah warna), 35 *Parameter changes* (transformasi), dan prinsip 23 *Feedback* (umpan balik). Dari keempat prinsip tersebut yang memungkinkan untuk digunakan pada kasus ini adalah prinsip 23 *Feedback* pada subprinsip A yaitu mengenalkan umpan balik (merujuk kembali, pengecekan silang) untuk meningkatkan proses atau tindakan. Dari prinsip tersebut maka perusahaan dapat melakukan pengawasan secara intensif saat proses produksi berlangsung melalui kepala regu dan kepala shift untuk mengecek kinerja operator yaitu melihat apakah prosedur kerja sudah dilakukan secara tepat atau belum. Jika prosedur kerja belum dilakukan secara tepat maka kepala shift hendaknya memberikan teguran atau sanksi sesuai dengan peraturan perusahaan. Sebaliknya jika operator melakukan prosedur kerja secara

benar hendaknya kepala shift memberikan penilaian dan *rewards* pada pekerja sebagai motivasi dari prestasi yang telah dicapai.

Pada tahap perbaikan selanjutnya setelah mendapatkan solusi dari metode TRIZ maka pengembangan rencana tindakan perbaikan jenis cacat benang rewinding dapat menggunakan metode 5W-1H (*What, Why, Where, When, Who, and How*) yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5.2 Usulan perbaikan 5W + 1H untuk cacat benang rewinding

What (Apa?)	Cacat benang rewinding
Why (Mengapa?)	1. Keausan <i>traveller</i> sebelum diganti 2. Pembersihan mesin <i>ring spinning</i> kurang disiplin 3. Penyetelan jarak rol peregang mesin <i>roving</i> kurang sesuai 4. Penyambungan benang terlambat 5. Melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan SOP
Where (Dimana?)	1. Di mesin <i>ring spinning</i> 2. Di mesin <i>ring spinning</i> 3. Dibagian mesin <i>roving</i> 4. Dibagian mesin <i>ring spinning</i> 5. Dibagian mesin <i>ring spinning</i>
When (Kapan?)	1. Setelah shift 2 selesai 2. Sebelum dan sesudah pembersihan mesin 3. Pelatihan dilakukan awal tahun 2015 dan diskusi dilakukan Seminggu sekali diluar jam kerja 4. Pelatihan dilakukan awal tahun 2015 dan diskusi dilakukan Seminggu sekali diluar jam kerja 5. Ketika proses produksi berlangsung
Who (siapa?)	1. <i>Maintenance</i> 2. Kepala regu dan kepala shift mesin <i>ring spinning</i> 3. Kepala bagian produksi mesin <i>roving</i> 4. Kepala bagian produksi mesin <i>ring spinning</i>

What (Apa?)	Cacat benang rewinding
	5. Kepala regu dan kepala shift mesin mesin <i>ring spinning</i>
<i>How</i> (Bagaimana?)	1. Pihak laboratorium memberikan informasi ketika pengujian serat kapas pada kategori kasar sehingga pihak mainenance dapat merubah pengecekan mesin dengan melakukan pengecekan <i>traveller</i> setelah shift 2 selesai dari awalnya dilakukan pengecekan dan penggantian sehari sekali sebelum shift 1 untuk melihat kondisi traveller apakah memungkinkan untuk dipakai pada shift 3 atau tidak. Jika tidak memungkinkan untuk dipakai maka <i>traveller</i> diganti 2. Melakukan pengecekan kembali dari kepala shift dan kepala regu untuk melihat pembersihan mesin sudah dilakukan secara tepat atau belum. 3. Melakukan pelatihan diluar jam kerja perusahaan dan melakukan diskusi seminggu sekali untuk memantau perkembangan pekerja sebagai bahan evaluasi 4. memberikan pelatihan terhadap operator baru diluar jam kerja untuk mengetahui keluhan operator mengenai kesulitan dalam penyambungan benang yang terlambat sehingga dapat dilakukan pembekalan untuk meningkatkan kemampuan operator baru dan melakukan pertemuan evaluasi untuk melihat perkembangan operator. 5. Melakukan pengawasan intensif kinerja operator yaitu melihat apakah prosedur kerja sudah dilakukan secara tepat atau belum. Jika prosedur kerja belum dilakukan secara tepat maka kepala shift hendaknya memberikan teguran atau sanksi sesuai dengan peraturan perusahaan. Sebaliknya jika operator melakukan prosedur kerja secara benar hendaknya kepala shift memberikan penilaian pada pekerja dan <i>rewards</i> sebagai motivasi dari prestasi yang telah dicapai.

5.5 Tahap *Control*

Tahap *Control* merupakan tahapan operasional terakhir dalam *Six Sigma* dimana pada tahapan ini dilakukan pendokumentasian dan penyebaran informasi serta penyebaran perbaikan tindakan yang dijadikan pedoman dalam meningkatkan kualitas produk. Pengontrolan dilakukan dengan menjaga variasi proses agar tetap dalam keadaan stabil. Untuk menjaga agar keadaan proses stabil maka diperlukan pengendalian terhadap timbulnya pengaruh dari dalam dan luar sistem produksi. Sementara untuk meningkatkan kapabilitas proses dalam menurunkan proporsi cacat maka dibutuhkan pengontrolan dari informasi dan tindakan perbaikan dari solusi yang diberikan pada tahap *Improve*. Dengan adanya pengontrolan tersebut diharapkan mampu mengurangi tingkat kecacatan produk dan meningkatkan nilai sigma pada PT. Industri Sandang Nusantara Cilacap.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengumpulan dan pengolahan data analisis six sigma yang telah dilakukan pada bab – bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan bahwa cacat yang paling dominan pada produk benang *polyester rayon* adalah benang rewinding.

1. Faktor – faktor yang menjadi penyebab kecacatan produk benang *polyester rayon* adalah faktor mesin, faktor manusia, faktor metode kerja dan faktor lingkungan.
 - a. Faktor mesin disebabkan karena keausan *traveller* yang terjadi sebelum waktunya atau sebelum penggantian *traveller* dilakukan. Keausan *traveller* disebabkan karena tingkat kehalusan serat yang kasar sehingga kandungan lilin yang terdapat pada serat kapas juga terlalu sedikit. Hal tersebut berdampak pada keausan *traveller* mengingat lilin yang dihasilkan dari serat kapas merupakan sebagai satu – satunya pelumas yang didapat *traveller*.
 - b. Faktor manusia disebabkan karena penyetelan jarak rol peregang pada mesin roving yang kurang sesuai karena penyetelan jarak rol peregang bergantung pada bahan baku yang diolah merupakan salah satu faktor penyebab dari ketidaksesuaian penyetelan jarak rol sehingga berdampak dari kualitas benang yang dihasilkan. Selain itu faktor manusia juga disebabkan karena terlambat dalam melakukan penyambungan benang dan kebersihan mesin *ring spinning* yang kurang disiplin.
 - c. Faktor metode kerja disebabkan karena pekerja yang melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan (*Standar Operating Procedure*) karena beban kerja yang berat membuat pekerja tergesa – gesa dan melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan prosedur guna mempersingkat waktu. Kurangnya pengawasan dari kepala regu juga merupakan salah satu faktor yang mendorong pekerja melanggar SOP (*Standar Operating Procedure*).
2. Dari faktor penyebab kecacatan tersebut maka perbaikan yang perlu dilakukan dalam memperbaiki kualitas produk benang *polyester rayon* adalah:

- a. Faktor mesin yaitu pihak laboratorium perlu memberikan informasi ketika pengujian serat kapas pada kategori kasar sehingga pihak maintenance dapat merubah pengecekan mesin dengan melakukan pengecekan traveller setelah shift 2 selesai dari awalnya dilakukan pengecekan dan penggantian sehari sekali sebelum shift 1 untuk melihat kondisi traveller apakah memungkinkan untuk dipakai pada shift 3 atau tidak. Jika tidak memungkinkan untuk dipakai maka *traveller* diganti.
- b. Faktor manusia yaitu melakukan pelatihan dan diskusi untuk memantau perkembangan kemampuan pekerja dan sebagai bahan evaluasi untuk tindakan selanjutnya. Sementara dalam hal menjaga kebersihan mesin dan tidak menjalankannya prosedur SOP dilakukan pengecekan sebelum dan sesudah pelaksanaan proses untuk meningkatkan kedisiplinan pekerja.
- c. Pada faktor metode kerja yaitu melakukan pengawasan secara intensif untuk memantau kinerja karyawan dalam menjalankan pekerjaan yang sesuai dengan prosedur serta memberikan penilaian dan *rewards* bagi para pekerja sebagai motivasi dari prestasi yang telah dicapai.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode *Six Sigma* dengan rincian biaya yang mencakup biaya pemborosan dari produk cacat dan biaya perbaikan'
2. Secara umum penyebab terjadinya kecacatan produk berasal dari faktor manusia. Oleh karena itu perusahaan dapat melakukan usaha – usaha perbaikan seperti: melakukan pengawasan saat proses produksi, memberikan pelatihan kepada para pekerja, membuat daftar pengecekan baru serta memberikan penilaian kerja baru, dan *reward* dengan tujuan untuk memotivasi pekerja menjadi lebih baik.
3. Perusahaan dapat menggunakan pengontrolan secara statistik khususnya mengenai variasi proses data variabel pengukuran benang menggunakan nilai sigma dan standar deviasi maksimum karena hasil analisisnya lebih sensitif dalam pengontrolan kualitas yang telah dilakukan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, B. (2013). Perbaikan kualitas baju dengan pendekatan metode six sigma sebagai dasar peningkatan kualitas. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ahyari, A.(1998). *Manajemen produksi: perencanaan sistem produksi*. BPFE, Jilid 1. Edisi keempat. Yogyakarta.
- Alisjahbana, J. (2005). Evaluasi pengendalian kualitas total produk pakaian wanita pada perusahaan konveksi.*Jurnal Ventura*. Vol. 8, No. 1.
- Altshuller, G. (1999). The innovation algorithma triz, systematic innovation and technical creativity. *Technical Inovation Center Inc*. Worcester, MA.
- Ariani, D. W.(2004).*Pengendalian kualitas statistik (pendekatan kuantitatif dalam manajemen kualitas)*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Arief, R.,& Benni B. (2010).Evaluasi kapabilitas proses pembuatan produk ballast close type menggunakan pedekatan six sigma. Universitas Widyatama. Jakarta.
- Ari S.,Prudens F. O., &Yudelen M.I. (2008). Penerapan six sigma untuk peningkatan kualitas produk bimoli classic pt. Salim ivomas pratama. *Universitas Diponegoro*. Semarang.
- Assauri, S. (1998). *Manajemen operasi dan produksi*. LP FE UI.Jakarta.
- Boy, I. P. (2010). Penerapan metode *six sigma* untuk menurunkan kecacatan produk frypan. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sidoarjo.
- Brue, G. (2002).*Six sigma for managers*. Canary. Jakarta.
- Crosby, P. B.(1979). *Quality is free: the art of making quality certain*. New York.
- Dedi, D. (2007). “Studi aplikasi pengendalian mutu produksi kantong semen pada unit sewing bag divisi pabrik kantong pt. Semen padang”. *Universitas Sumatera Utara*. Sumatera Utara.

- Deming, W.E. (1982). *Out of the crisis – quality, productivity and competitive position*. Cambridge University Press.
- Dewi, Shanty Kusuma. 2012. Minimasi Defect Produk Benang dengan Konsep Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.13, No.1.
- Eko, O.S. (2012). “ Pengontrolan kualitas pada proses pengemasan semen (packaging) PT. Semen gresik (persero) tbk, di tuban berbasis metode six sigma”. *Institut Teknologi Surabaya*. Surabaya.
- Elliot, J. (1993). *Action research for educational change*. Philadelphia: Open University. United State.
- Feigenbaum, A. V. (2002). *Kendali mutu terpadu*. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta
- Feigebaum, A.V.(1991). *Total quality control*’. McGraw-Hill. New York.
- Firdaus, A. (2007). “Proses pembuatan semen pada pt holcim indonesia tbk”. *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*. Banten.
- Gaspersz, Vincent. 2001. *Statistical Process Control*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V. (2002). *Pedoman implementasi program six sigma terintegrasi dengan iso 9001:2000 mbnqa dan haccp*. PT.Gramedia Pustaka Utama.Jakarta.
- Gasperz, V. (2005). *Total quality management*. PT. Gramedia Pustaka Utama.Jakarta.
- Harry dan Schroeder. 2000. Konsep Dasar Six Sigma. (online) <http://qualityengineering.wordpress.com/tag/konsep-six-sigma/>
- Heizer, J., & Barry, R. (2006). *Operation management*. Salemba Empat. Jakarta.
- Ilham, M.N. (2012). “Analisis pengendalian kualitas produk dengan menggunakan statistical processing control (spc) pada pt. Bosowa media grafika (tribun timur)”. *Universitas Hasanuddin Makassar*. Makassar.
- Joko, S. (2011). Aplikasi six sigma dmaic dan kaizen sebagai metode pengendalian dan perbaikan kualitas produk. *Institut Sains & Teknologi AKPRIND*. Yogyakarta.

- Juran, J.M. (1962). *Quality control handbook*: Mc Graw Hill. New York.
- Juran, J.M. (1989). *Juran on leadership for quality*. Mc Graw Hill. New York.
- Nakagawa, T. (2004). Approaches to application of TRIZ in Japan. *ETRIA World Conference*, Nov. 12-14-2004. Japan.
- Kemper, B.P., Koning, S., Luijben, T.C., & Does, R. J. (2011). *Quality quandaries: cost and quality in postal service*. Quality Engineering. United State.
- Mangala, D.(2005). *Mengenal six sigma secara sederhana*. Erlangga. Jakarta.
- Pande, P. S.(2000). *The six sigma way*. The McGraw – Hill Compaines, Inc.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Ronald R. C. (2002). *The six sigma way : bagaimana ge motorola, dan perusahaan terkenal lainnya mengesah kerja mereka*. Andi. Yogyakarta.
- Pyzdek, T. (2002). *The six sigma handbook*. Salemba empat.Jakarta.
- Sedarmayanti. (2001). *Sumber daya manusia dan produktivitas kerja*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Sugiyono. (2004). *Metode penelitian bisnis*. Penerbit CV. Alfabeta. Bandung.
- Yamit, Z. (2002). *Manajemen kualitas produk dan jasa*. Penerbit Ekonesia. Yogyakarta.
- Yeoh, T. S. (2009). *Systematic innovation in manufacturing*. Jakarta.
- Yudith, S. P. (2012).Usulan peningkatan kualitas dengan meminimasi jumlah produk cacat menggunakan metode *six sigma* dan *triz*. Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- Zhang, J., Kay, C. T., & Kah,H. C. (2003). 40 inventive principles with applications in service operation management. *Journal of operational research society*, 49: 1085-1094.

LAMPIRAN

A. Tabel Distribusi Normal

z	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09
-3,40	0,000337	0,000325	0,000313	0,000302	0,000291	0,000280	0,000270	0,000260	0,000251	0,000242
-3,30	0,000483	0,000467	0,000450	0,000434	0,000419	0,000404	0,000390	0,000376	0,000362	0,000350
-3,20	0,000687	0,000664	0,000641	0,000619	0,000598	0,000577	0,000557	0,000538	0,000519	0,000501
-3,10	0,000968	0,000936	0,000904	0,000874	0,000845	0,000816	0,000789	0,000762	0,000736	0,000711
-3,00	0,001355	0,001306	0,001264	0,001223	0,001183	0,001144	0,001107	0,001070	0,001035	0,001001
-2,90	0,001866	0,001807	0,001750	0,001695	0,001641	0,001589	0,001538	0,001489	0,001441	0,001395
-2,80	0,002555	0,002477	0,002401	0,002327	0,002256	0,002186	0,002118	0,002052	0,001988	0,001926
-2,70	0,003467	0,003364	0,003264	0,003167	0,003072	0,002980	0,002890	0,002803	0,002718	0,002635
-2,60	0,004661	0,004527	0,004397	0,004269	0,004145	0,004025	0,003907	0,003793	0,003681	0,003573
-2,50	0,006210	0,006037	0,005868	0,005703	0,005543	0,005388	0,005234	0,005085	0,004940	0,004799
-2,40	0,008198	0,007976	0,007760	0,007549	0,007344	0,007143	0,006947	0,006756	0,006569	0,006387
-2,30	0,010724	0,010444	0,010170	0,009903	0,009642	0,009387	0,009137	0,008894	0,008656	0,008424
-2,20	0,013903	0,013553	0,013209	0,012874	0,012545	0,012224	0,011911	0,011604	0,011304	0,011011
-2,10	0,017864	0,017429	0,017003	0,016586	0,016177	0,015778	0,015386	0,015003	0,014629	0,014262
-2,00	0,022750	0,022216	0,021692	0,021178	0,020675	0,020182	0,019699	0,019226	0,018763	0,018309
-1,90	0,028716	0,028067	0,027429	0,026803	0,026190	0,025588	0,024998	0,024419	0,023852	0,023295
-1,80	0,035930	0,035148	0,034379	0,033625	0,032884	0,032157	0,031443	0,030742	0,030054	0,029379
-1,70	0,044565	0,043633	0,042716	0,041815	0,040929	0,040059	0,039204	0,038364	0,037538	0,036727
-1,60	0,054799	0,053699	0,052616	0,051551	0,050503	0,049471	0,048457	0,047460	0,046479	0,045514
-1,50	0,066807	0,065522	0,064256	0,063008	0,061780	0,060571	0,059380	0,058208	0,057053	0,055917
-1,40	0,080757	0,079270	0,077804	0,076359	0,074934	0,073529	0,072145	0,070781	0,069437	0,068112
-1,30	0,096801	0,095098	0,093418	0,091759	0,090123	0,088508	0,086915	0,085344	0,083793	0,082264
-1,20	0,115070	0,113140	0,111233	0,109349	0,107488	0,105650	0,103835	0,102042	0,100273	0,098525
-1,10	0,135666	0,133500	0,131357	0,129238	0,127143	0,125072	0,123024	0,121001	0,119000	0,117023
-1,00	0,158655	0,156248	0,153864	0,151505	0,149170	0,146859	0,144572	0,142310	0,140071	0,137857
-0,90	0,184060	0,181411	0,178786	0,176186	0,173609	0,171056	0,168528	0,166023	0,163543	0,161087
-0,80	0,211855	0,208970	0,206108	0,203269	0,200454	0,197662	0,194894	0,192150	0,189430	0,186733
-0,70	0,241964	0,238852	0,235762	0,232695	0,229650	0,226627	0,223627	0,220650	0,217695	0,214764
-0,60	0,274253	0,270931	0,267629	0,264347	0,261086	0,257846	0,254627	0,251429	0,248252	0,245097
-0,50	0,308538	0,305026	0,301532	0,298056	0,294598	0,291160	0,287740	0,284339	0,280957	0,277595
-0,40	0,344778	0,340903	0,337243	0,333598	0,329969	0,326355	0,322758	0,319178	0,315614	0,312067
-0,30	0,382089	0,378281	0,374484	0,370700	0,366928	0,363169	0,359424	0,355691	0,351973	0,348268
-0,20	0,420740	0,416834	0,412936	0,409046	0,405165	0,401294	0,397432	0,393580	0,389739	0,385908
-0,10	0,460172	0,456205	0,452242	0,448283	0,444330	0,440382	0,436441	0,432505	0,428576	0,424655
0,00	0,500000	0,496011	0,492022	0,488033	0,484047	0,480061	0,476078	0,472097	0,468119	0,464144

B. Tabel Koefisien Kontrol

Ukuran Contoh (n)	Koefisien Untuk Batas Kontrol X-Bar	Koefisien untuk Batas Kontrol R		Koefisien Untuk Simpangan Baku, s
	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1,880	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,574	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,114	2,326
6	0,483	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	0,308	0,223	1,777	3,078
11	0,285	0,256	1,744	3,173
12	0,266	0,283	1,717	3,258
13	0,249	0,307	1,693	3,336
14	0,235	0,328	1,672	3,407
15	0,223	0,347	1,653	3,472
16	0,212	0,363	1,637	3,532
17	0,203	0,378	1,622	3,588
18	0,194	0,391	1,608	3,640
19	0,187	0,403	1,597	3,689
20	0,180	0,415	1,585	3,735

C. Tabel Nilai DPMO dan Sigma

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.216	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	540	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32	Catatan : Tabel konversi ini mencakup pergeseran 1,5-sigma untuk semua nilai z	
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

D. Tabel Chi-kuadrat

	P										
DF	0.995	0.975	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.0000393	0.000982	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	9.550	10.828
2	0.0100	0.0506	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	12.429	13.816
3	0.0717	0.216	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	14.796	16.266
4	0.207	0.484	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860	16.924	18.467
5	0.412	0.831	7.289	9.236	11.070	12.833	13.388	15.086	16.750	18.907	20.515
6	0.676	1.237	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	20.791	22.458
7	0.989	1.690	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	22.601	24.322
8	1.344	2.180	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955	24.352	26.124
9	1.735	2.700	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	26.056	27.877
10	2.156	3.247	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	27.722	29.588
11	2.603	3.816	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757	29.354	31.264
12	3.074	4.404	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.300	30.957	32.909
13	3.565	5.009	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	32.535	34.528
14	4.075	5.629	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	34.091	36.123
15	4.601	6.262	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	35.628	37.697
16	5.142	6.908	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267	37.146	39.252
17	5.697	7.564	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	38.648	40.790
18	6.265	8.231	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	40.136	42.312
19	6.844	8.907	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	41.610	43.820
20	7.434	9.591	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997	43.072	45.315
21	8.034	10.283	26.171	29.615	32.671	35.479	36.343	38.932	41.401	44.522	46.797
22	8.643	10.982	27.301	30.813	33.924	36.781	37.659	40.289	42.796	45.962	48.268
23	9.260	11.689	28.429	32.007	35.172	38.076	38.968	41.638	44.181	47.391	49.728
24	9.886	12.401	29.553	33.196	36.415	39.364	40.270	42.980	45.559	48.812	51.179
25	10.520	13.120	30.675	34.382	37.652	40.646	41.566	44.314	46.928	50.223	52.620
26	11.160	13.844	31.795	35.563	38.885	41.923	42.856	45.642	48.290	51.627	54.052
27	11.808	14.573	32.912	36.741	40.113	43.195	44.140	46.963	49.645	53.023	55.476
28	12.461	15.308	34.027	37.916	41.337	44.461	45.419	48.278	50.993	54.411	56.892
29	13.121	16.047	35.139	39.087	42.557	45.722	46.693	49.588	52.336	55.792	58.301
30	13.787	16.791	36.250	40.256	43.773	46.979	47.962	50.892	53.672	57.167	59.703
31	14.458	17.539	37.359	41.422	44.985	48.232	49.226	52.191	55.003	58.536	61.098
32	15.134	18.291	38.466	42.585	46.194	49.480	50.487	53.486	56.328	59.899	62.487
33	15.815	19.047	39.572	43.745	47.400	50.725	51.743	54.776	57.648	61.256	63.870
34	16.501	19.806	40.676	44.903	48.602	51.966	52.995	56.061	58.964	62.608	65.247
35	17.192	20.569	41.778	46.059	49.802	53.203	54.244	57.342	60.275	63.955	66.619
36	17.887	21.336	42.879	47.212	50.998	54.437	55.489	58.619	61.581	65.296	67.985
37	18.586	22.106	43.978	48.363	52.192	55.668	56.730	59.893	62.883	66.633	69.346
38	19.289	22.878	45.076	49.513	53.384	56.896	57.969	61.162	64.181	67.966	70.703
39	19.996	23.654	46.173	50.660	54.572	58.120	59.204	62.428	65.476	69.294	72.055

	P										
DF	0.995	0.975	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
40	20.707	24.433	47.269	51.805	55.758	59.342	60.436	63.691	66.766	70.618	73.402
41	21.421	25.215	48.363	52.949	56.942	60.561	61.665	64.950	68.053	71.938	74.745
42	22.138	25.999	49.456	54.090	58.124	61.777	62.892	66.206	69.336	73.254	76.084
43	22.859	26.785	50.548	55.230	59.304	62.990	64.116	67.459	70.616	74.566	77.419
44	23.584	27.575	51.639	56.369	60.481	64.201	65.337	68.710	71.893	75.874	78.750
45	24.311	28.366	52.729	57.505	61.656	65.410	66.555	69.957	73.166	77.179	80.077
46	25.041	29.160	53.818	58.641	62.830	66.617	67.771	71.201	74.437	78.481	81.400
47	25.775	29.956	54.906	59.774	64.001	67.821	68.985	72.443	75.704	79.780	82.720
48	26.511	30.755	55.993	60.907	65.171	69.023	70.197	73.683	76.969	81.075	84.037
49	27.249	31.555	57.079	62.038	66.339	70.222	71.406	74.919	78.231	82.367	85.351
50	27.991	32.357	58.164	63.167	67.505	71.420	72.613	76.154	79.490	83.657	86.661
51	28.735	33.162	59.248	64.295	68.669	72.616	73.818	77.386	80.747	84.943	87.968
52	29.481	33.968	60.332	65.422	69.832	73.810	75.021	78.616	82.001	86.227	89.272
53	30.230	34.776	61.414	66.548	70.993	75.002	76.223	79.843	83.253	87.507	90.573
54	30.981	35.586	62.496	67.673	72.153	76.192	77.422	81.069	84.502	88.786	91.872
55	31.735	36.398	63.577	68.796	73.311	77.380	78.619	82.292	85.749	90.061	93.168
56	32.490	37.212	64.658	69.919	74.468	78.567	79.815	83.513	86.994	91.335	94.461
57	33.248	38.027	65.737	71.040	75.624	79.752	81.009	84.733	88.236	92.605	95.751
58	34.008	38.844	66.816	72.160	76.778	80.936	82.201	85.950	89.477	93.874	97.039
59	34.770	39.662	67.894	73.279	77.931	82.117	83.391	87.166	90.715	95.140	98.324
60	35.534	40.482	68.972	74.397	79.082	83.298	84.580	88.379	91.952	96.404	99.607
61	36.301	41.303	70.049	75.514	80.232	84.476	85.767	89.591	93.186	97.665	100.888
62	37.068	42.126	71.125	76.630	81.381	85.654	86.953	90.802	94.419	98.925	102.166
63	37.838	42.950	72.201	77.745	82.529	86.830	88.137	92.010	95.649	100.182	103.442
64	38.610	43.776	73.276	78.860	83.675	88.004	89.320	93.217	96.878	101.437	104.716
65	39.383	44.603	74.351	79.973	84.821	89.177	90.501	94.422	98.105	102.691	105.988
66	40.158	45.431	75.424	81.085	85.965	90.349	91.681	95.626	99.330	103.942	107.258
67	40.935	46.261	76.498	82.197	87.108	91.519	92.860	96.828	100.554	105.192	108.526
68	41.713	47.092	77.571	83.308	88.250	92.689	94.037	98.028	101.776	106.440	109.791
69	42.494	47.924	78.643	84.418	89.391	93.856	95.213	99.228	102.996	107.685	111.055
70	43.275	48.758	79.715	85.527	90.531	95.023	96.388	100.425	104.215	108.929	112.317
71	44.058	49.592	80.786	86.635	91.670	96.189	97.561	101.621	105.432	110.172	113.577
72	44.843	50.428	81.857	87.743	92.808	97.353	98.733	102.816	106.648	111.412	114.835
73	45.629	51.265	82.927	88.850	93.945	98.516	99.904	104.010	107.862	112.651	116.092
74	46.417	52.103	83.997	89.956	95.081	99.678	101.074	105.202	109.074	113.889	117.346
75	47.206	52.942	85.066	91.061	96.217	100.839	102.243	106.393	110.286	115.125	118.599
76	47.997	53.782	86.135	92.166	97.351	101.999	103.410	107.583	111.495	116.359	119.850
77	48.788	54.623	87.203	93.270	98.484	103.158	104.576	108.771	112.704	117.591	121.100
78	49.582	55.466	88.271	94.374	99.617	104.316	105.742	109.958	113.911	118.823	122.348
79	50.376	56.309	89.338	95.476	100.749	105.473	106.906	111.144	115.117	120.052	123.594
80	51.172	57.153	90.405	96.578	101.879	106.629	108.069	112.329	116.321	121.280	124.839
81	51.969	57.998	91.472	97.680	103.010	107.783	109.232	113.512	117.524	122.507	126.083

	P										
DF	0.995	0.975	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
82	52.767	58.845	92.538	98.780	104.139	108.937	110.393	114.695	118.726	123.733	127.324
83	53.567	59.692	93.604	99.880	105.267	110.090	111.553	115.876	119.927	124.957	128.565
84	54.368	60.540	94.669	100.980	106.395	111.242	112.712	117.057	121.126	126.179	129.804
85	55.170	61.389	95.734	102.079	107.522	112.393	113.871	118.236	122.325	127.401	131.041
89	58.389	64.793	99.991	106.469	112.022	116.989	118.495	122.942	127.106	132.273	135.978
90	59.196	65.647	101.054	107.565	113.145	118.136	119.648	124.116	128.299	133.489	137.208
91	60.005	66.501	102.117	108.661	114.268	119.282	120.801	125.289	129.491	134.702	138.438
92	60.815	67.356	103.179	109.756	115.390	120.427	121.954	126.462	130.681	135.915	139.666
93	61.625	68.211	104.241	110.850	116.511	121.571	123.105	127.633	131.871	137.127	140.893
94	62.437	69.068	105.303	111.944	117.632	122.715	124.255	128.803	133.059	138.337	142.119
95	63.250	69.925	106.364	113.038	118.752	123.858	125.405	129.973	134.247	139.546	143.344
96	64.063	70.783	107.425	114.131	119.871	125.000	126.554	131.141	135.433	140.755	144.567
97	64.878	71.642	108.486	115.223	120.990	126.141	127.702	132.309	136.619	141.962	145.789
98	65.694	72.501	109.547	116.315	122.108	127.282	128.849	133.476	137.803	143.168	147.010
99	66.510	73.361	110.607	117.407	123.225	128.422	129.996	134.642	138.987	144.373	148.230
100	67.328	74.222	111.667	118.498	124.342	129.561	131.142	135.807	140.169	145.577	149.449
101	68.146	75.083	112.726	119.589	125.458	130.700	132.287	136.971	141.351	146.780	150.667
102	68.965	75.946	113.786	120.679	126.574	131.838	133.431	138.134	142.532	147.982	151.884
103	69.785	76.809	114.845	121.769	127.689	132.975	134.575	139.297	143.712	149.183	153.099
104	70.606	77.672	115.903	122.858	128.804	134.111	135.718	140.459	144.891	150.383	154.314
105	71.428	78.536	116.962	123.947	129.918	135.247	136.860	141.620	146.070	151.582	155.528
106	72.251	79.401	118.020	125.035	131.031	136.382	138.002	142.780	147.247	152.780	156.740
107	73.075	80.267	119.078	126.123	132.144	137.517	139.143	143.940	148.424	153.977	157.952
108	73.899	81.133	120.135	127.211	133.257	138.651	140.283	145.099	149.599	155.173	159.162
109	74.724	82.000	121.192	128.298	134.369	139.784	141.423	146.257	150.774	156.369	160.372
110	75.550	82.867	122.250	129.385	135.480	140.917	142.562	147.414	151.948	157.563	161.581
111	76.377	83.735	123.306	130.472	136.591	142.049	143.700	148.571	153.122	158.757	162.788
112	77.204	84.604	124.363	131.558	137.701	143.180	144.838	149.727	154.294	159.950	163.995
113	78.033	85.473	125.419	132.643	138.811	144.311	145.975	150.882	155.466	161.141	165.201
114	78.862	86.342	126.475	133.729	139.921	145.441	147.111	152.037	156.637	162.332	166.406
121	84.686	92.446	133.861	141.315	147.674	153.338	155.051	160.100	164.814	170.647	174.816
122	85.520	93.320	134.915	142.398	148.779	154.464	156.183	161.250	165.980	171.831	176.014
123	86.356	94.195	135.969	143.480	149.885	155.589	157.314	162.398	167.144	173.015	177.212
124	87.192	95.070	137.022	144.562	150.989	156.714	158.445	163.546	168.308	174.198	178.408
125	88.029	95.946	138.076	145.643	152.094	157.839	159.575	164.694	169.471	175.380	179.604
250	196.161	208.098	268.599	279.050	287.882	295.689	298.039	304.940	311.346	319.227	324.832
300	240.663	253.912	320.397	331.789	341.395	349.874	352.425	359.906	366.844	375.369	381.425
350	285.608	300.064	372.051	384.306	394.626	403.723	406.457	414.474	421.900	431.017	437.488

E. Standar Operation Kepala Shift

Pelaksanaan kegiatan kepala shift
1. Memberikan pengarahan dan bimbingan pada waktu apel masuk bekerja 2. Mengontrol dan mengecek lokasi departemen produksi 3. Membantu intruksi dan laporan produksi dari shift sebelumnya dari buku laporan 4. Mengecek layout dan parameter proses produksi serta kodefikasi proses yang sedang berjalan 5. Memberikan motivasi pada karyawan bawahannya agar target produksi tercapai 6. Mengadakan evaluasi untuk meningkatkan efisiensi produksi 7. Bersama-sama kepala regu menjaga iklim kerja yang sejuk dan terkoordinir 8. Memberikan laporan rinci kepada pemimpin tentang tidak tercapainya target produksi yang ditetapkan masalahnya 9. Mengontrol semua unit produksi agar senantiasa berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan 10. Mengatur jadwal libur untuk karyawan shift yang menjadi tanggung jawabnya 11. Mengatur jam istirahat kepala regu dan doffer 12. Menjaga kerjasama dengan shift yang lain 13. Memberikan laporan kepada pemimpin bilamana ada kegiatan yang akan merugikan perusahaan 14. Menjaga semua aset perusahaan yang ada di departemen 15. Memperbaiki penyimpangan ringan yang terjadi di unit mesin produksi 16. Melakukan serah terima dengan shift berikutnya 17. Mengecek hasil pencatatan produksi yang sudah dibuat kepala regu

Pelaksanaan kegiatan kepala regu

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Persiapan kerja <ul style="list-style-type: none"> Memimpin apel karyawan sebelum mulai bekerja Mengatur karyawan yang absen Membaca intruksi yang dibaca oleh pemimpin 2. Mengontrol departemen yang menjadi tanggung jawabnya antara lain: <ul style="list-style-type: none"> Jenis produksi Kodefikasi proses Layout proses Kondisi mesin produksi Bersama – sama dengan kepala shift mengaplikasi intruksi yang diterima oleh pemimpin Mengatasi kerusakan ringan yang terjadi Mengatur jam istirahat operator dan <i>doffer</i> Mengecek hasil produksi mesin setiap satu jam sekali Mengecek kegiatan rutin operator yang harus dilaksanakan Memberikan teguran kepada operator / <i>doffer</i> bilamana melakukan kesalahan dalam bekerja Mencapai target produksi yang sudah ditentukan Membuat laporan produksi dalam buku laporan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Stop mesin Hasil produksi yang sudah dicapai Jumlah karyawan Menjaga semua aset perusahaan didepartemen |
|--|

Standar operation mesin roving

1. Check kondisi proses pada mesin atau can ada perubahan atau tidak.
2. Check kondisi mesin setelah check kondisi mesin lalu persiapkan peralatan kerja, celemek, masker, stick dan lain-lain
3. Check tanda yang ada dimesin ada perubahan atau tidak dan juga kondisi material yang akan diproses
4. Check stop motion dan tekanan *pressure*
5. Posisi power ON, maka lampu merah akan menyala berarti aliran listrik tidak masuk
6. Sebelum mesin dijalankan cek terlebih dahulu *bobbin* apakah sudah terpasang dengan benar atau belum, sehingga tidak kocak / lepas pada waktu mesin dijalankan.
7. Lihat kanan kiri dan belakang mesin apakah ada orang yang membenahi mesin, bila sudah siap maka mesin mulai di start
8. Tekan tombol slow untuk menjalankan mesin dan mesin akan berjalan beberapa saat slow kemudian secara otomatis akan berpindah posisi *fast speed*
9. Membersihkan bagian-bagian mesin :*Draft zone*, *Creel* dan *Body mesin*
10. Mengambil *sliver feeding* yang pecah atau tipis (apabila menemukan sliver tipis atau pecah yang diambil/diputus kemudian disambung lagi dengan cara yang benar
11. Perhatikan roving hasil doffingan, ada yang rusak atau tidak (gembos, ada slub) apabila menemukan roving demikian langsung lapor atasan untuk diambil tindakan
12. Serah terima pekerjaan/ informasi shift berikutnya

Standar Operating Procedure Operator mesin ring spinning

1. Persiapkan alat yang dipakai selama bekerja
2. Sebelum bekerja lakukan *checking* mesin yang akan dijaga
3. Lakukan keliling mesin seperti petunjuk training sampai dibagian blower supaya mengambil *pneumafil* agar hisapan kuat dan *pneumafil* tidak buntu
4. Jika terjadi *lapping*, *arm* diangkat *top roll* yang *lapping* diambil dan diganti dengan yang bersih bila *lapping* di *bottom roll*, agar dibersihkan terlebih dahulu dan *arm* diangkat
5. Pada saat keliling bila terjadi banyak putus segera disambung dengan cara yang benar, bila ada *lapping* cukup diangkat *arm*nya, lanjutkan keliling dulu sesuai jalur baru kemudian mengatasi *lapping*
6. Bersihkan bagian atas mesin dengan stick untuk menjaga kualitas, yakni *draft zone*, *top cleaner*, *bobbin holder*, *pneumafil* yang buntu serta di *jackey pulley*
7. Jangan membuang waste dilantai, simpan waste sesuai dengan jenisnya pada tempat yang telah disediakan
8. Jaga kebersihan lingkungan anda
9. Tidak boleh menyambung lewat samping (*over cost*)
10. Tidak boleh membersihkan lappingan pada *top roll* dengan pisau/cutter pada saat mesin jalan
11. Tidak boleh membiarkan lappingan pada *bottom roll* dan *roll bearing*
12. Tidak boleh memutar atau memindahkan *top roll* antara front dan back/middle
13. Tidak boleh menyambung double roving
14. *Arm* yang tidak ada distance clipnya harus diangkat
15. Tidak boleh menyalurkan roving saling menyilang

Doffer ring spinning

1. Siapkan cop untuk doffing yang bersih dan penataan searah
2. Sebelum doffing lakukan keliling mesin yang akan doffing saat mesin distart tidak terlalu banyak yang stop
3. Pemakaian warna cop harus sama dengan yang di doffing (jangan sampai salah campur)
4. Waktu doffing (doffing time) tidak boleh lebih dari 3 menit agar terhindar dari kehilangan produksi (untuk mempertinggi efisiensi produksi)
5. Waktu memancing dilarang ada double pancingan karena akan menyebabkan benang tidak bisa diproses hingga habis dimesin winding
6. Keliling mesin untuk melihat mesinyang mau di doffing sehingga tidak sampai stop bersamaan
7. Pada waktu mencabut bobbin berisi benang, jangan diputus sebelum bobbin kosong terpasang dengan tangan kanan untuk menghindari benang putus pada saat distart hingga loose time penyambungan benang habis doffing bisa ditekan
8. Sebelum mesin ditinggalkan / diserahkan ke operator semua spindle harus sudah terpancing tidak ada yang idle
9. Bersihkan spindle yang kotor karena lilitan sisa benang yang diambil pneuma dalam blower sebelum start

Penyambungan benang pada mesin ring spinning

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Spindle dihentikan 2. Bobbin (cop) diangkat dengan tangan kiri, tangan kanan mengambil ujung benang dan memasukkan di lappet 3. Tangan kiri memegang pertengahan benang (antara lappet dan gulungan benang) 4. Luruskan terlebih dahulu benang yang akan disambung 5. Benang yang berada ditangan sebelah kanan dipegang dengan ibu jari dan telunjuk kemudian benang digulung pada jari manis dan kelingking sebanyak 2 kali 6. Setelah tergulung jepit benang oleh kelingking lalu ibu jari dan telunjuk yang asalnya memegang benang dilepas kemudian memegang benang yang berasal dari bobbin 7. setelah terpegang oleh ibu jari dan telunjuk jari tengah memutus benang yang ditangan, sehingga panjangnya benang yang akan disambung tidak terlalu panjang kurang lebih sampai 3 cm 8. Spindle dijalankan (dengan melepas rem) kemudian ujung benang (sesudah diputus) disambungkan ke lapisa roving yang keluar dari front roll sambil sedikit diberi puntiran. |
|--|

Cara pancing benang

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Pegang cap dan ambil ujungnya 2. Memasukkan ke ring (posisi ring dihentikan / dipasang oleh jari teunjuk tagan kiri) sambil ujung benang dari cop yang ditangan tadi dililitkan / diikatkan berputarnya spindle / arn bobbin 3. Setelah beberapa saat, ring dilepas dan benang yang ada ditangan (cop) diangkat/ ditarik ke atas dimasukkan ke balloning dan lappet, lalu suapkan pancingan ke top roll (lakukan penyambungan pada ujung benang yang telah diputus melalui bagian bawah top roll) |
|---|

Laporan cacat benang Pabrik 1 bulan Juli 2014							
Tanggal 1 Juli s/d 26 Juli 2014				Pabrik 1			
Tgl	JULI 2014						
	Produksi	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding
	cone	cone	Cone	Cone	%	%	%
1	5892	0	96	120	0,00	1,63	2,04
2	7332	0	132	132	0,00	1,80	1,80
3	7872	0	132	156	0,00	1,68	1,98
4	7848	0	144	168	0,00	1,83	2,14
5	7896	0	132	132	0,00	1,67	1,67
6	7776	0	132	144	0,00	1,70	1,85
7	7932	0	132	156	0,00	1,66	1,97
8	7968	0	132	132	0,00	1,66	1,66
9	5016	0	108	144	0,00	2,15	2,87
10	7992	0	132	156	0,00	1,65	1,95
11	8016	0	132	144	0,00	1,65	1,80
12	7932	0	120	132	0,00	1,51	1,66
13	7908	0	144	144	0,00	1,82	1,82
14	7644	0	120	144	0,00	1,57	1,88
15	7536	0	108	132	0,00	1,43	1,75
16	7512	0	120	156	0,00	1,60	2,08
17	7584	0	108	156	0,00	1,42	2,06
18	7680	0	120	156	0,00	1,56	2,03
19	7764	0	96	132	0,00	1,24	1,70
20	7776	0	108	132	0,00	1,39	1,70
21	8004	0	96	108	0,00	1,20	1,35
22	7752	0	108	120	0,00	1,39	1,55
23	7440	0	96	108	0,00	1,29	1,45
24	6684	0	84	120	0,00	1,26	1,80
25	6468	0	96	108	0,00	1,48	1,67
26	6344	0	84	84	0,00	1,32	1,32
Jumlah/ rata-rata	193568	0	3012	3516	0,00	1,56	1,83

Laporan cacat benang Pabrik 1 bulan Juli 2014							
Tanggal 1 Juli s/d 26 Juli 2014				Pabrik 2			
tgl	JULI 2014						
	Produksi	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding
	cone	cone	Cone	cone	%	%	%
1	5304	48	60	72	0,90	1,13	1,36
2	6660	60	144	90	0,90	2,16	1,35
3	6636	36	84	192	0,54	1,27	2,89
4	6732	0	120	234	0,00	1,78	3,48
5	6744	0	108	228	0,00	1,60	3,38
6	6660	0	96	180	0,00	1,44	2,70
7	6444	0	84	108	0,00	1,30	1,68
8	6672	0	120	186	0,00	1,80	2,79
9	4272	0	60	120	0,00	1,40	2,81
10	6720	48	120	180	0,71	1,79	2,68
11	6612	0	108	192	0,00	1,63	2,90
12	6576	0	84	186	0,00	1,28	2,83
13	6588	0	96	186	0,00	1,46	2,82
14	6372	0	120	204	0,00	1,88	3,20
15	6552	54	96	186	0,82	1,47	2,84
16	6564	0	108	174	0,00	1,65	2,65
17	6756	0	108	150	0,00	1,60	2,22
18	6768	0	96	156	0,00	1,42	2,30
19	7092	0	60	180	0,00	0,85	2,54
20	7128	0	72	180	0,00	1,01	2,53
21	7020	54	60	150	0,77	0,85	2,14
22	7032	0	48	168	0,00	0,68	2,39
23	7020	0	60	150	0,00	0,85	2,14
24	6648	0	78	132	0,00	1,17	1,99
25	5496	0	72	66	0,00	1,31	1,20
26	4899	0	60	0	0,00	1,22	0,00
Jumlah /rata-rata	167967	300	2322	4050	0,18	1,39	2,38

Laporan cacat benang Pabrik 1 bulan Juli 2014							
Tanggal 1 Juli s/d 26 Juli 2014				Pabrik 1			
tgl	JULI 2014						
	Produksi	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding
	cone	cone	Cone	Cone	%	%	%
1	5424	0	120	108	0,00	2,21	1,99
2	7380	0	156	120	0,00	2,11	1,63
3	7224	0	132	132	0,00	1,83	1,83
4	7200	0	144	156	0,00	2,00	2,17
5	7332	0	156	156	0,00	2,13	2,13
6	6588	0	108	144	0,00	1,64	2,19
7	7272	0	96	216	0,00	1,32	2,97
8	7380	0	96	180	0,00	1,30	2,44
9	7272	0	72	192	0,00	0,99	2,64
10	7308	0	96	180	0,00	1,31	2,46
11	7092	0	72	180	0,00	1,02	2,54
12	7248	0	84	180	0,00	1,16	2,48
13	7152	0	96	156	0,00	1,3	2,18
14	7488	0	108	180	0,00	1,4	2,40
15	7704	0	132	180	0,00	1,71	2,34
16	7320	0	108	180	0,00	1,48	2,46
18	7096	0	96	156	0,00	1,35	2,20
19	7272	0	98	190	0,00	1,35	2,61
20	7932	0	108	144	0,00	1,36	1,82
21	8004	0	120	168	0,00	1,50	2,10
22	7536	0	108	156	0,00	1,43	2,07
23	7224	48	108	144	0,66	1,50	1,99
24	7344	180	180	0	2,45	2,45	0
25	7308	264	108	144	3,61	1,48	1,97
26	6948	192	96	156	2,76	1,38	2,25
27	7344	194	86	188	2,64	1,17	2,56
28	7572	216	132	168	2,85	1,74	2,22
29	7884	204	156	120	2,59	1,98	1,52
30	8196	228	108	144	2,78	1,32	1,76
31	8544	228	144	120	2,67	1,69	1,40
Jumlah/ rata-rata	220.558	1.754	3.424	4.638	0,77	1,56	2,11

Laporan cacat benang Pabrik 1 bulan Juli 2014							
Tanggal 1 Juli s/d 26 Juli 2014				Pabrik 2			
tgl	JULI 2014						
	Produksi	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding	Abnormal	Miss & Joiy	Rewinding
	cone	cone	cone	cone	%	%	%
1	5204	0	60	72	0,00	1,15	1,38
2	6694	0	144	90	0,00	2,15	1,34
3	6524	0	84	192	0,00	1,29	2,94
4	6843	0	120	234	0,00	1,75	3,42
5	6731	0	108	228	0,00	1,60	3,39
6	6943	0	96	180	0,00	1,38	2,59
7	635	0	84	108	0,00	1,32	1,70
8	6673	0	120	186	0,00	1,80	2,79
9	5875	0	60	120	0,00	1.02	2,04
10	6742	0	120	180	0,00	1,78	2,67
11	6842	0	96	192	0,00	1,58	2,81
12	6734	0	108	186	0,00	1,25	2,76
13	6755	0	108	186	0,00	1,42	2,75
14	6372	0	96	204	0,00	1,88	3,20
15	6552	0	60	186	0,00	1,47	2,84
16	6478	0	72	174	0,00	1,67	2,69
18	7032	0	60	150	0,00	1,54	2,13
19	6796	0	48	156	0,00	1,41	2,30
20	7067	0	60	180	0,00	0,85	2,55
21	7084	0	72	180	0,00	1,02	2,54
22	6948	0	60	150	0,00	0,86	2,15
23	7210	0	48	168	0,00	0,67	2,33
24	7020	0	60	150	0,00	0,85	2,14
25	6648	0	78	132	0,00	1,17	1,99
26	6047	0	72	66	0,00	1,19	1,09
27	6421	0	60	15	0,00	0,93	0,23
28	6836	28	48	47	0,41	0,70	0,69
29	6940	56	55	67	0,81	0,79	0,97
30	5870	76	62	64	1,29	1,06	1,09
31	6045	24	37	58	0,40	0,61	0,96
Jumlah /rata-rata	198307	184	2524	4301	0,09	1,277	2,14