

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Toray merupakan sebuah perusahaan yang sangat besar di Jepang yang bergerak dalam berbagai bidang, salah satu diantaranya adalah industri tekstil yang merupakan cikal bakal dari Toray Industri.

Nama Toray berasal dari *Toyo* yaitu nama Perusahaan *Rayon* yang merupakan produk awal dari perusahaan tersebut, dari keduanya digabung maka kemudian dikenal dengan nama *Toray*. Pada saat ini, Toray telah memperluas usahanya di berbagai negara seperti Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, China, Vietnam, dan juga USA.

Toray menanamkan modalnya di Indonesia dengan mendirikan anak perusahaan. Anak perusahaan di Indonesia umumnya bergerak dalam bidang serat sintetis dan tekstil, misalnya di Tangerang, PT. ITS, PT. ISTEM, PT. ACTEM, PT. OST, PT. PNR. Selain di Tangerang, juga mendirikan di daerah-daerah lain seperti di Purwakarta, PT. TEXTFIBRE (Cibinong), PT. CENTEX (Surabaya), PT. EASTERNEX dan di Jakarta, PT. JABATO (Jakarta Bali Tour) bergerak dalam bidang jasa transportasi untuk melayani orang-orang Jepang.

PT. ITS (Indonesia Toray Synthetics) didirikan pada tanggal 11 Oktober 1971 oleh Toyo Rayon Co. Ltd, PT. Poleko Trading Coy Indonesia dan Mitsui Ltd. Japan dengan bentuk perusahaannya adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan bentuk permodalan merupakan bentuk Penanaman Modal Asing (PMA) berdasarkan UU No. 1 Tahun 1967 tentang Penanaman Modal Asing (PMA) yang telah dibuat oleh

pemerintah. Modal awal yang dipakai adalah sebesar 54,8 Milion US \$ dengan kepemilikan saham terdiri dari Toray Industries Inc. (65%), Mitsui dan Co. Ltd (19,9%), PT. EASTERNEX (14,6%). Kemudian PT. ITS baru mulai memproduksi pada 15 Agustus 1973, dengan produksi awal berupa *Nylon Filament Yarn* dan *Polyester Staple Fibre* sebesar 184 ton/bulan. Kemudian pada 1 November 1974 mengalami peningkatan, untuk *Nylon Filament Yarn* menjadi 610 ton/bulan dan *Poylester Staple Fibre* 1220 ton/bulan.

Walaupun sudah beroperasi sejak tahun 1971, namun PT. ITS baru diresmikan oleh Bapak Presiden Soeharto pada tanggal 4 Agustus 1976, peresmian ini dilakukan setelah 5 (lima) tahun didirikan dan melakukan kegiatan produksi.

Untuk memudahkan kegiatan operasional, PT ITS mendirikan kantor pusat di Summitmas Tower lantai 3 no. 61 – 62 Jalan Jendral Sudirman, Jakarta. Baik dikantor pusat Jakarta maupun di pabrik Tangerang dipimpin oleh Presiden Direktur, tetapi di dalam segi operasional produksi pabrik dipimpin oleh Kepala Pabrik.

Dan pada bulan Juli 2004 karyawan dan kegiatan kantor pusat dialihkan ke Tangerang, menjadi satu lokasi dengan kegiatan pabrik.

4.1.2 Misi dan Tujuan Perusahaan

Sebagai perusahaan yang memelopori produksi benang dan serat sintetis (*Synthethics Fibre*), PT. ITS merupakan perusahaan pioner untuk hasil produksinya, dalam rangka mengisi pembangunan lima tahun pemerintah Indonesia. Dengan berdirinya dan berproduksinya pabrik tersebut maka kebutuhan benang nylon (*Nylon Filament Yarn*), serat polyester (*Polyester Staple Fiber*), dan benang polyester (*Polyester Filament Yarn*) yang semula biasanya di impor dari luar negeri maka secara

berangsur-angsur pembelian dari luar negeri dapat dikurangi. Sehingga hasil produksi pabrik ini merupakan penghematan devisa bagi negara Indonesia.

Sebagaimana diketahui bahwa untuk masa sekarang, produksi serat alam mengalami kendala yang besar dikarenakan adanya ketergantungan iklim, di mana untuk menghasilkan serat alam yang baik diperlukan kondisi iklim tertentu dan membutuhkan media pengembangbiakan area pertanian yang luas, dengan adanya kendala tersebut maka kebutuhan bahan baku tekstil baik kualitas maupun kuantitas jelas sulit untuk terpenuhi.

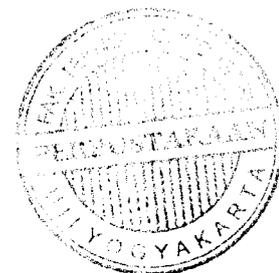
PT. ITS dalam hal ini berusaha memenuhi kekurangan kebutuhan bahan tekstil, khususnya kebutuhan dalam negeri dan umumnya di luar negeri. Disamping untuk membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran yang menjadi masalah terbesar di Indonesia, ini merupakan kebanggaan bagi perusahaan yang telah dapat memberikan sahamnya dalam rangka pembangunan Indonesia dan ikut serta dalam usaha-usaha pemerintah melaksanakan delapan jalur pemerataan bagi kemajuan ekonomi dan kesejahteraan rakyat serta negara Indonesia.

• 4.1.3 Unit – Unit Produksi

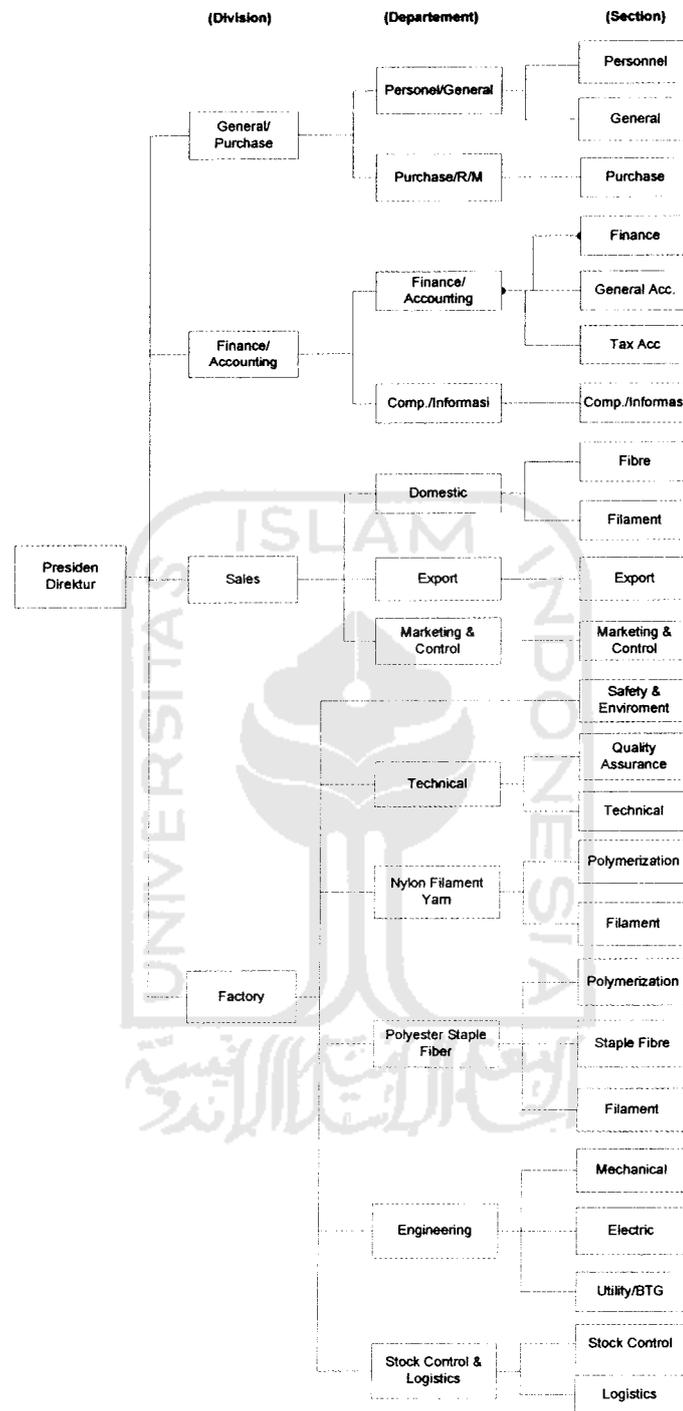
PT. ITS ini memiliki 3 unit produksi, yaitu :

1. Unit Produksi *Nylon Filament Yarn* (NFY).
2. Unit Produksi *Polyester Staple Fiber* (PSF).
3. Unit Produksi *Polyester Filament Yarn* (PFY).

Penelitian yang dilakukan merupakan bagian dari unit produksi *Nylon Filament Yarn* (NFY) yaitu divisi *Spinning OSP (One Stop Proccess)*.



4.1.4 Struktur Organisasi PT. ITS



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT. ITS

4.1.5 Tenaga Kerja

Setiap perusahaan tidak luput dari masalah ketenagakerjaan. Masalah personalia ini merupakan masalah yang cukup penting dalam perusahaan. Oleh karena itu perusahaan berusaha mengkoordinir karyawannya dengan sebaik-baiknya. Apalagi unit produksi NFY merupakan sistem produksi *continues* yang beroperasi 24 jam. Sistem produksi *continues* ini menyebabkan divisi *Spinning* OSP mempekerjakan tenaga kerja dengan 4 shift.

Adapun pembagian jam kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Shift A : pukul 06.00 – 14.00
2. Shift B : pukul 14.00 – 22.00
3. Shift C : pukul 22.00 – 06.00

Shift D digunakan untuk rotasi, sedangkan waktu istirahat tiap shift adalah 60 menit. Jumlah tenaga kerjanya di setiap shift sama yaitu 2 orang.

4.1.6 Data Produk yang Dihasilkan

Pada divisi *Spinning* OSP produk yang dihasilkan adalah benang *Drawn Yarn*. *Drawn Yarn* merupakan benang nylon yang terdiri dari beberapa filamen. Benang ini dihasilkan dari proses pemanasan (*extruder*) FD Chip menjadi polimer yang kemudian dicetak dengan *spinneret* dan kemudian digulung menjadi gulungan benang yang disebut *Drawn Yarn*.

Tabel 4.1 Tabel data produksi bulan Juni 2009 (dalam satuan *drawn yarn*)

Tanggal	D 50-48-2294
1	263
2	278
3	265
4	273

Lanjutan Tabel 4.1

5	263
6	277
7	270
8	263
9	278
10	264
11	258
12	270
13	271
14	265
15	273
16	265
17	278
18	263
19	258
20	255
21	258
22	263
23	265
24	272
25	263
26	257
27	258
28	260
29	261
30	277
Jumlah	7984

4.1.7 Data Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam memproduksi benang di PT. ITS meliputi bahan baku utama dan bahan baku penunjang antara lain :

1. Bahan baku utama

Bahan baku utama yang digunakan adalah FD Chip, karena bahan baku inilah yang akan dipanaskan (*extruder*) menjadi filament-filamen yang disebut multifilament. Dalam proses di OSP ini terdapat beberapa tipe denier *drawn yarn* yang disesuaikan dengan pesanan konsumen.

2. Bahan baku pendukung

Bahan pendukung yang digunakan adalah bobbin, Merupakan tempat untuk melilit benang menjadi gulungan benang. Bobbin ini terbuat dari besi atau kertas. Tapi umumnya pada proses OSP menggunakan bobbin kertas.

4.1.8 Mesin-Mesin Produksi

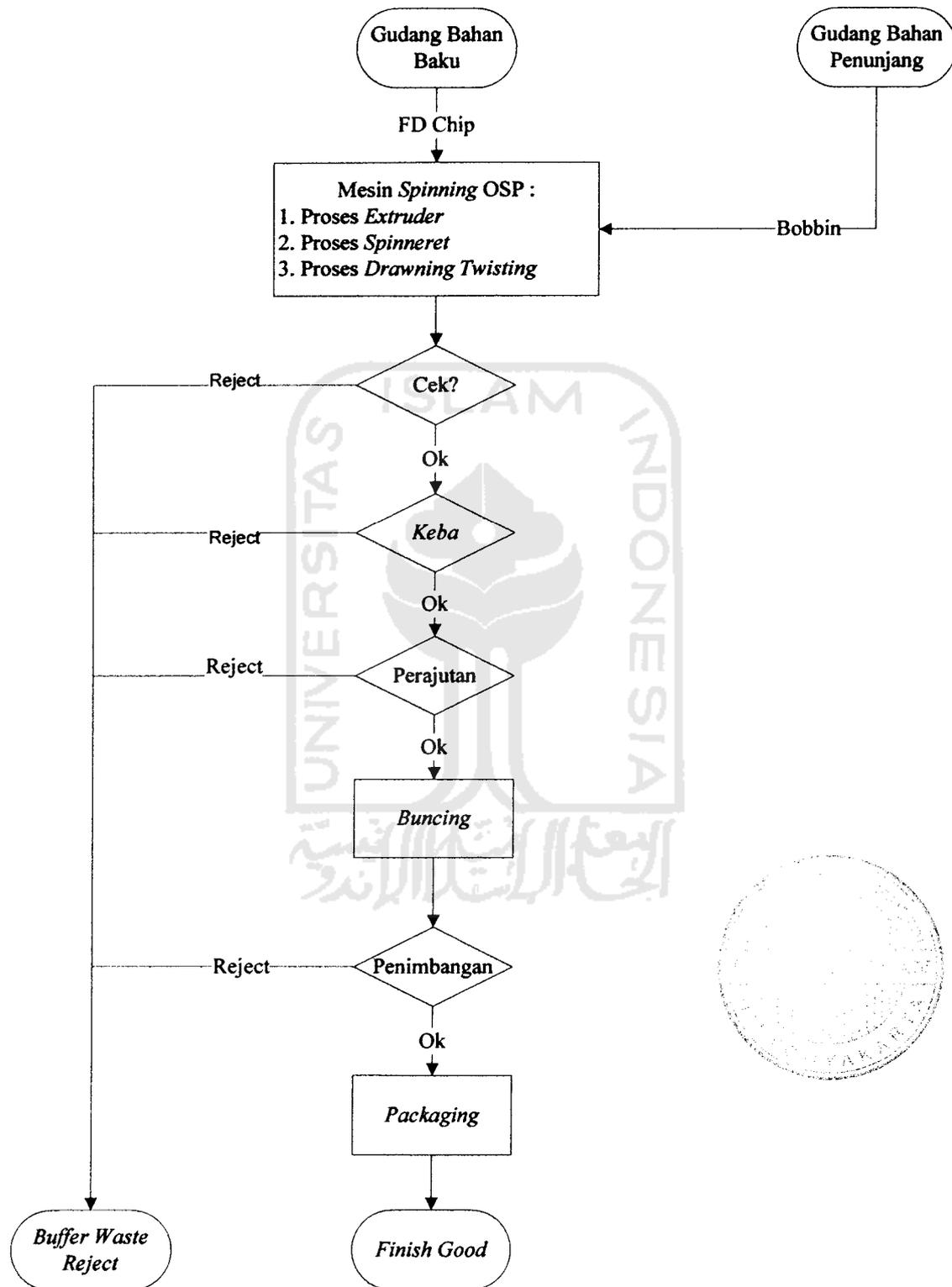
Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi, antara lain :

Tabel 4.2 Tabel Data Mesin Produksi

No	Jenis Mesin	Fungsi	Jumlah (unit)	Kapasitas (per unit)
1.	<i>Spinning</i> OSP	Mencairkan FD Chip menjadi polimer cair kemudian dicetak dan ditarik hingga menjadi benang jadi.	4	64 drum <i>drawn yarn</i> tiap mesin
2.	<i>Keba</i>	Uji standar kualitas benang keriting	2	1 drum <i>drawn yarn</i>
3.	<i>Ospirator</i>	Menyedot bagian mother yarn yang cacat	2	1 drum <i>drawn yarn</i>
4.	Perajutan	Untuk mengetahui kualitas benang setelah dirajut	1	1 drum <i>drawn yarn</i>
5.	Timbangan	Untuk menimbang berat <i>drawn yarn</i>	1	1 drum <i>drawn yarn</i>

4.1.9 Proses Produksi

Berikut ini adalah proses produksi dari multifilamen di divisi OSP :



Gambar 4.2 Alur Proses Produksi

Keterangan :

1. Mesin OSP

FD CHIP yang dihasilkan melalui proses polimerisasi ditransfer ke bagian *Spinning Process*, lalu FD CHIP kemudian ditampung di mesin *Vacum Dryer* yaitu alat pengering ruang hampa. Kemudian didorong menggunakan pompa ke *Chip Hoper Tank* lalu dialirkan pada mesin *Extruder*, mendapat panas ($\pm 250^{\circ} \text{C}$) dan langsung masuk ke *Cooling Box* ($\pm 20^{\circ} \text{C}$) hasilnya masih berupa *Filament Cair*.

Kemudian *filament* mendapat pelumasan (*Oil*) dan ditarik dengan menggunakan alat penggulung panas/*Hot Roller* fungsinya agar *filament* mendapatkan penarikan kembali, lalu selanjutnya digulung menggunakan 8 unit mesin *winder* dan menghasilkan 8 drum/unit *drawn yarn* yang siap dipasarkan. Pada proses ini dibutuhkan bobbin sebagai tempat melilit benang.

2. Proses Keba

Proses ini bertujuan untuk uji kontrol kualitas setiap *drawn yarn* dilihat dari bergelombangnya gulungan benang, serta untuk mencegah produk cacat sampai ke tangan konsumen yang dapat menyebabkan *claim/complain*.

3. Proses Ospirator

Setelah mother yarn diketahui cacatnya, kemudian masuk ke proses ospirator. Di proses ospirator *drawn yarn* di sedot untuk dibersihkan untuk menghilangkan cacat pada permukaan gulungan benang. Cacat yang sering terjadi diantaranya badform dan kotor yaitu *hand yogore* atau *oil yogore*.

4. Proses Perajutan

Proses ini bertujuan untuk uji kontrol kualitas setiap *drawn yarn* dilihat dari benang tersebut saat dirajut, serta untuk mencegah produk cacat sampai ke tangan konsumen yang dapat menyebabkan *claim/complain*.

5. Proses *Buncing*

Proses ini bertujuan untuk membuang sisa benang akibat dari proses *revo*.

6. Proses Penimbangan

Proses penimbangan dilakukan untuk mengukur berat *drawn yarn* dan diberi label. Proses ini bertujuan untuk mencegah berat benang yang tidak standar sampai ke tangan pelanggan yang dapat menyebabkan *claim/complain*.

7. Proses *Packaging*

Setelah proses uji kualitas selesai, maka benang langsung di *packing*.

4.1.10 Data Waktu Proses

Pengukuran terhadap data waktu proses dilakukan dengan cara pengamatan langsung dengan menggunakan alat bantu *stop watch* yang dilakukan sebanyak 30 kali pengamatan untuk masing-masing produk.

a. Proses Mesin OSP

Mesin ini memproduksi terus-menerus tanpa henti dan untuk memproduksi 64 *drawn yarn* dibutuhkan waktu selama 4.05 jam.

b. Proses *Keba*

Tabel 4.3 Tabel waktu proses *keba* (dalam detik)

2.53	2.45	2.13	2.45	2.64	2.37
2.50	2.47	2.58	2.59	2.29	2.38
2.28	2.38	2.47	2.13	2.24	2.30
2.20	2.26	2.41	2.49	2.32	2.29
2.16	2.47	2.16	2.37	2.21	2.40

c. Proses Ospirator

Tabel 4.4 Tabel waktu proses ospirator (dalam detik)

23.76	20.09	18.09	18.91	26.27	22.41
21.16	24.09	17.68	25.24	18.28	23.13

Lanjutan Tabel 4.4

17.08	25.63	18.68	24.23	23.59	21.04
25.94	19.84	17.95	19.91	19.95	25.27
22.20	25.82	24.23	25.14	20.73	24.73

d. Proses Perajutan

Tabel 4.5 Tabel waktu proses perajutan (dalam detik)

38.64	38.60	35.81	39.35	38.92	32.80
34.75	35.27	35.54	38.16	37.35	33.63
35.22	40.10	33.05	35.22	39.66	38.73
35.91	35.89	39.72	37.31	39.29	39.04
41.36	33.34	36.05	35.67	36.49	38.95

e. Proses *Buncing*Tabel 4.6 Tabel waktu proses *buncing* (dalam detik)

2.35	2.98	2.67	2.51	3.38	3.35
3.09	2.26	2.39	2.56	2.86	2.39
3.22	2.94	2.64	2.65	2.88	3.13
3.25	2.70	2.48	2.55	3.36	2.70
3.48	2.27	3.08	2.56	3.35	3.33

f. Proses Penimbangan

Tabel 4.7 Tabel waktu proses penimbangan (dalam detik)

2.98	3.38	2.51	2.35	2.67	3.35
2.26	2.86	2.56	3.09	2.39	2.39
2.94	2.88	2.65	3.22	2.64	3.13
2.70	3.36	2.55	3.25	2.48	2.70
2.27	3.35	2.56	3.48	3.08	3.33

g. Proses *Packaging*Tabel 4.8 Tabel waktu proses *packaging* (dalam detik)

18.90	14.44	11.91	13.94	15.01	14.52
13.86	13.21	16.34	16.64	18.28	12.05
18.51	16.37	14.30	15.37	16.19	16.80
11.49	14.08	15.00	16.30	12.20	13.06

Lanjutan Tabel 4.8

15.98	15.27	17.79	14.27	11.87	14.59
-------	-------	-------	-------	-------	-------

4.1.11 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah proses kegiatan untuk memastikan apakah kebijakan dalam hal mutu sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas harus tetap dijaga agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi pasar dan tercipta kepercayaan terhadap perusahaan dari pihak konsumen.

Maksud dan tujuan dari pengendalian kualitas adalah :

1. Agar barang hasil produksi mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan oleh PT. ITS.
2. Meminimumkan biaya produksi.
3. Meminimumkan biaya inspeksi.
4. Menghilangkan *complain* dan *claim*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kualitas produk adalah :

1. Bentuk *parn* (gulungan benang) harus proporsional.
2. Kekuatan tarik benang harus sesuai permintaan pelanggan.
3. Tidak kotor, tidak mudah putus, dan tidak berserabut.
4. Warnanya tidak belang.

Pengendalian kualitas produk yang dilakukan meliputi :

- a. Pengendalian kualitas bahan baku.
- b. Pengendalian kualitas pada waktu proses.
- c. Pengendalian kualitas produk jadi.

4.1.11.1 Kualitas yang Diinginkan Oleh Konsumen

Dalam segi kualitas produk yang dihasilkan, yang paling utama adalah kualitas barang. Konsumen sendiri menginginkan produk yang sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan, yaitu sesuai standar kualitas yang telah disepakati bersama antara konsumen dan perusahaan. Konsumen sendiri menginginkan produk yang dibeli tidak cacat, tidak mudah putus, dan barang dilihat secara visual masih bagus.

4.1.11.2 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Di PT. ITS dalam menjaga kualitas produknya telah dimulai dari proses pembelian bahan baku, dimana bahan baku yang dibeli dari supplier bahan baku ini banyak. Untuk menjaga kualitas bahan baku maka dari bagian *Quality Assurance* (QA) melakukan pengecekan barang yang datang yaitu dengan melakukan pengecekan dokumen yang menyertai baik itu mengenai kuantitas, jenis bahan baku maupun kualitasnya serta pengujian secara kimiawi maupun fisika secara sampling. Sehingga jika bahan baku yang datang tidak sesuai dengan standar mutu maka barang akan dikembalikan semuanya tanpa terkecuali.

4.1.11.3 Pengendalian Kualitas pada Waktu Proses Produksi

Dalam setiap proses produksi belum tentu selalu berjalan dengan lancar akan tetapi banyak kendala-kendala yang harus dihadapi. Untuk menjaga kualitas proses produksi maka manajer bagian produksi selalu melakukan pengecekan proses produksi pada setiap operator mesin secara berkala, hal ini dilakukan untuk memeriksa proses yang dilakukan operator sudah sesuai dengan standar operasi kerja yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Jika hasil pengecekan bagus maka produk yang dihasilkan tentunya bagus. Namun jika hasil pengecekan kurang sesuai dan

produk yang dihasilkan banyak yang cacat, maka operator perlu diberikan pendidikan mengenai proses produksi yang benar.

Pengawasan kualitas dilakukan pada setiap tahapan proses dan dalam sehari bagian QA akan mengambil sampel untuk tiap-tiap mesin secara bergilir untuk dilakukan pengujian kualitas di proses produksi.

Pengawasan proses juga dilakukan terhadap lingkungan kerja yang meliputi pengawasan terhadap kebersihan alat, pekerja dan tempat kerja. Selain itu juga pengawasan terhadap ruang produksi dan gudang yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi bahan atau produk selama proses produksi. Para pekerja diwajibkan menggunakan alat pelindung keselamatan saat bekerja.

4.1.11.4 Pengendalian Kualitas Produk Akhir

Pemeriksaan kualitas produk akhir dilakukan oleh bagian sorting sebelum di *packing*. Di bagian *packing* ini juga dicantumkan kode produksi, tanggal produksi, dan operator yang bertugas. Pengawasan dilakukan sesuai standarisasi perusahaan bagian QA (*Quality Assurance*). Sebelum produk dijual ke konsumen bagian QA melakukan inspeksi mutu melalui sampel secara random sehingga produk wajib ditahan di gudang minimal selama 7 hari sebelum dikirimkan ke konsumen.

4.1.12 Kondisi Lingkungan Stasiun Kerja

1. Banyak terdapat sisa-sisa benang yang berserakan di lantai.
2. Kondisi lantai licin akibat terkena cipratan *oil* dari mesin *extruder*.
3. Tingkat kebisingan pada ruang produksi adalah 97 dB.
4. Tingkat suhu dan kelembapan pada ruang produksi adalah 30°C dan 68%.

4.1.13 Metode Kerja

Metode yang digunakan berdasarkan prosedur kerja yang sudah ada. Yaitu dengan proses produksi terus-menerus, proses produksi yang dilakukan tanpa berhenti selama 24 jam dalam sehari. Mesin-mesin bekerja dari awal sampai barang tersebut menjadi barang yang diinginkan (barang baku menjadi barang jadi).

4.1.14 Data Biaya Pengeluaran Perusahaan dan Harga Jual Produk

1. Biaya listrik = \$ 20/hari
2. Biaya *oil* untuk benang pada proses *extruder* = \$ 7/hari
3. Upah operator = \$ 8/hari
4. Upah operator packaging = \$ 3/hari
5. Biaya pembelian FD Chip = \$ 5/unit
6. Biaya pembelian bobbin = \$ 0.5/unit

Harga jual per unit = \$ 15

Asumsi \$ 1 = Rp. 9600,00

4.2 Pengolahan Data

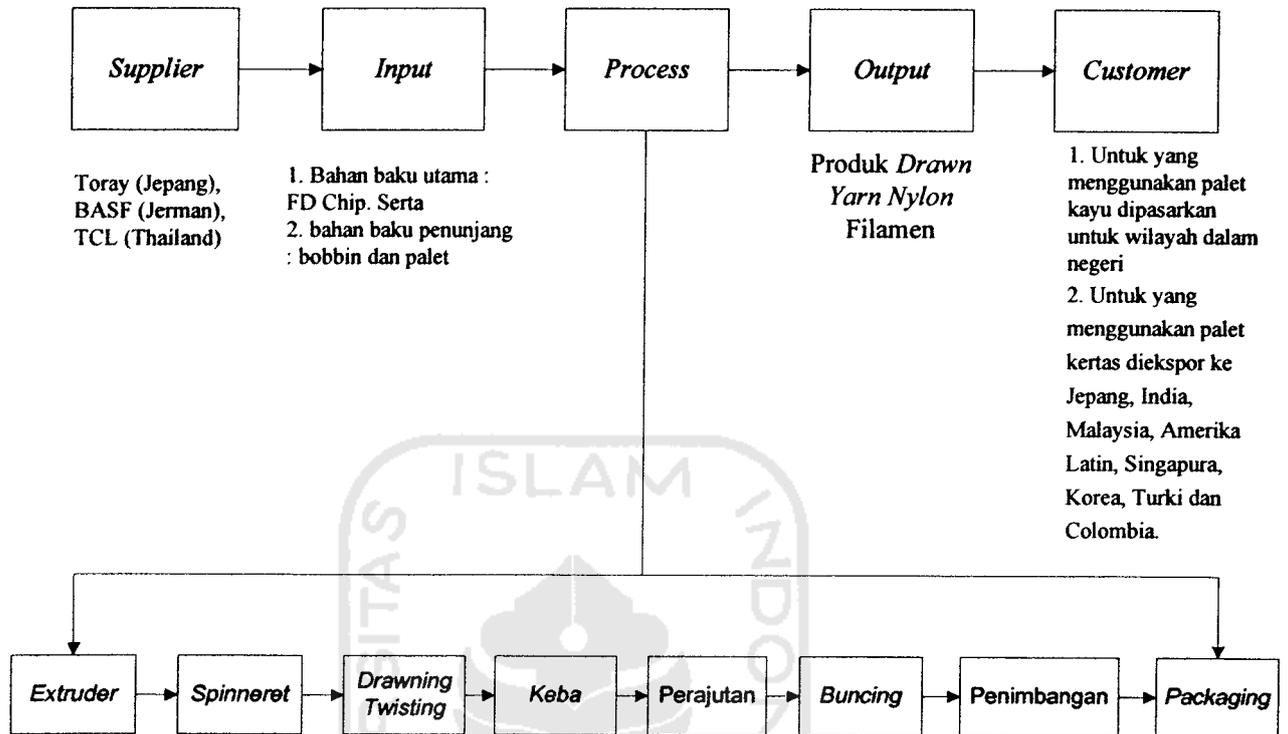
4.2.1 Analisa *Lean Sigma*

4.2.1.1 Tahap *Define*

Mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.

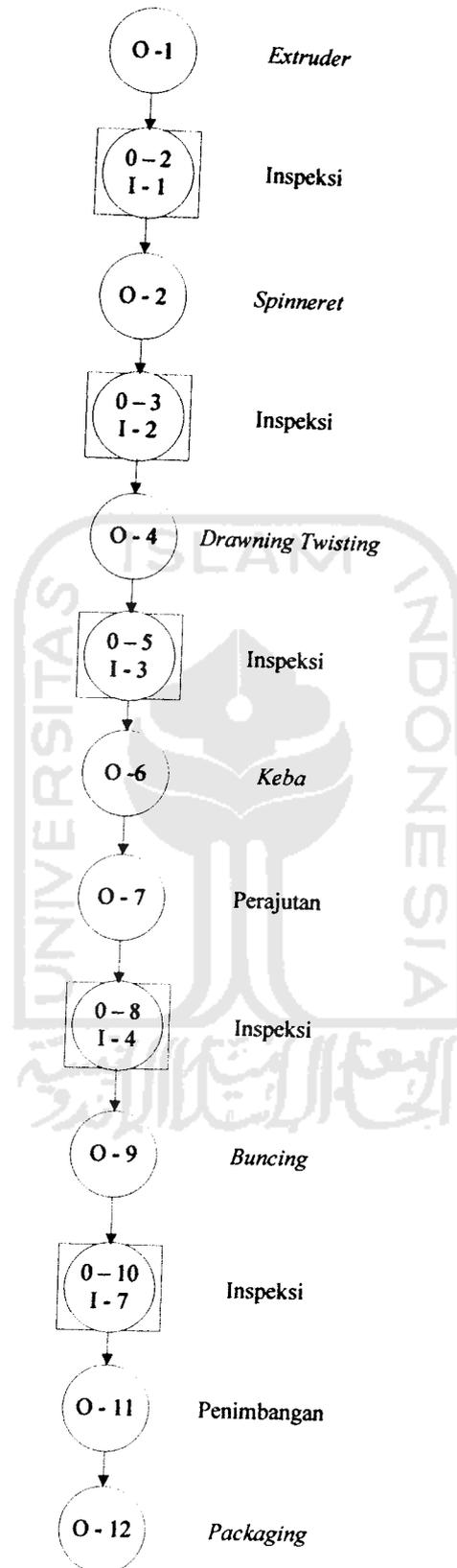
Mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan

1. Diagram SIPOC



Gambar 4.3 Diagram SIPOC

2. OPC (*Operation Process Chart*)



Gambar 4.4 *Operation Process Chart*

4.2.1.2 Tahap *Measure*

4.2.1.2.1 Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Identifikasi dilakukan terhadap kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi untuk menimbulkan kecacatan. Karakteristik kualitas yang dimaksud pada penelitian ini adalah karakteristik jenis cacat produk yang mempengaruhi suatu output.

Berikut ini adalah jenis-jenis produk yang menghasilkan ketidaksesuaian pada periode bulan Juni 2009 :

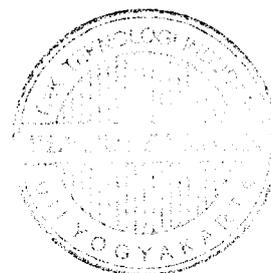
Tabel 4.9 Jenis-Jenis Produk Yang Menghasilkan Kecacatan

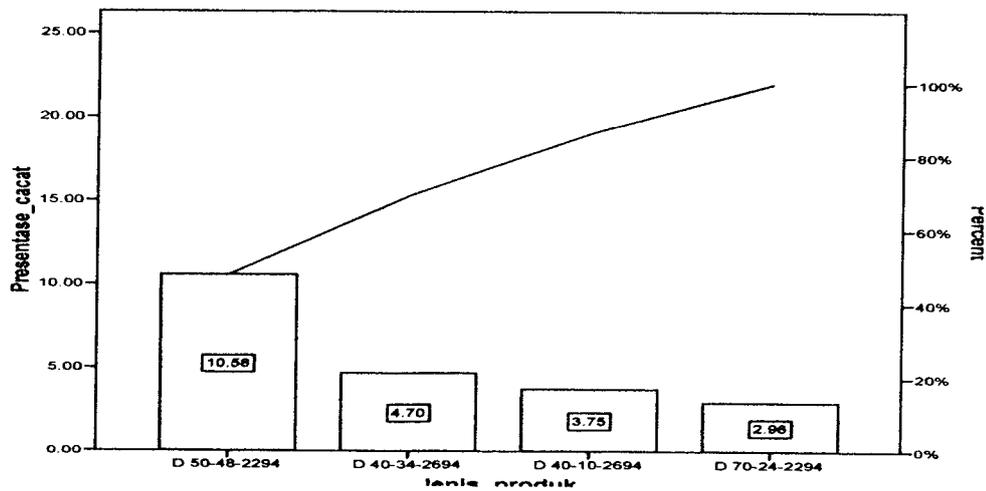
No	Jenis produk	Unit produksi/bulan	Jumlah cacat/bulan	Prosentase cacat (%)
1.	D 40-10-2694	1548	58	3.75
2.	D 40-34-2694	1894	89	4.70
3.	D 50-48-2294	7984	845	10.58
4.	D 70-24-2294	4251	126	2.96

Menentukan jenis produk dengan menghitung presentase kecacatan (%) dari masing-masing jenis produk dan menggunakan alat bantu diagram pareto untuk mengetahui jenis produk dengan tingkat kecacatan yang terbesar.

Adapun presentase ketidaksesuaian masing-masing jenis produk adalah :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ D 40-10-2694 : \% cacat} &= \frac{\sum \text{cacatproduk}}{\sum \text{unitproduksi}} \times 100\% \\
 &= \frac{58}{1548} \times 100\% \\
 &= 3.75\%
 \end{aligned}$$





Gambar 4.5 Diagram Pareto Tingkat Kecacatan Produk

Dari diagram pareto diatas dapat diketahui presentase cacat terbesar adalah benang *nylon* dengan tipe D 50-48-2294. Oleh karena itu, maka sasaran peningkatan kualitas akan difokuskan pada produk D 50-48-2294. Adapun karakteristik jenis cacat produk yang sering terjadi pada periode bulan Juni 2009 adalah sebagai berikut :

1. Benang putus

Biasanya cacat ini disebabkan karena kondisi mesin terutama *roller godet* yang abnormal dan ketidakteelitian operator dalam menyetting aliran benang pada *guide*.

2. Bentuk *drawn yarn* tidak proporsional

Biasanya cacat ini terjadi akibat kondisi *spilliter* yang abnormal dan ketidakteelitian operator dalam menyusun bobbin.

3. Benang kotor

Benang kotor disebabkan karena terkena cipratan *oil* pada mesin dan kekuranghatian operator dalam memindahkan produk dari satu proses ke proses selanjutnya. Selain itu dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan juga.

4. Benang tidak rata

Biasanya cacat ini disebabkan kondisi *spinneret* yang abnormal pada saat pencetakan benang atau pemasangan *spinneret* yang tidak sesuai SOP.

5. Benang berserabut

Biasanya cacat ini disebabkan karena ketidakteelitian operator dalam mensetiing aliran benang pada *guide*.

6. Berat benang tidak standar

Cacat ini disebabkan selain karena proses pencetakan benang yang buruk juga karena proses pelumasan benang yang kurang sempurna.

7. Benang keriting

Biasanya cacat ini disebabkan proses pencetakan benang yang buruk dan ketidakteelitian operator dalam menangani produk pada saat melakukan proses transfer.

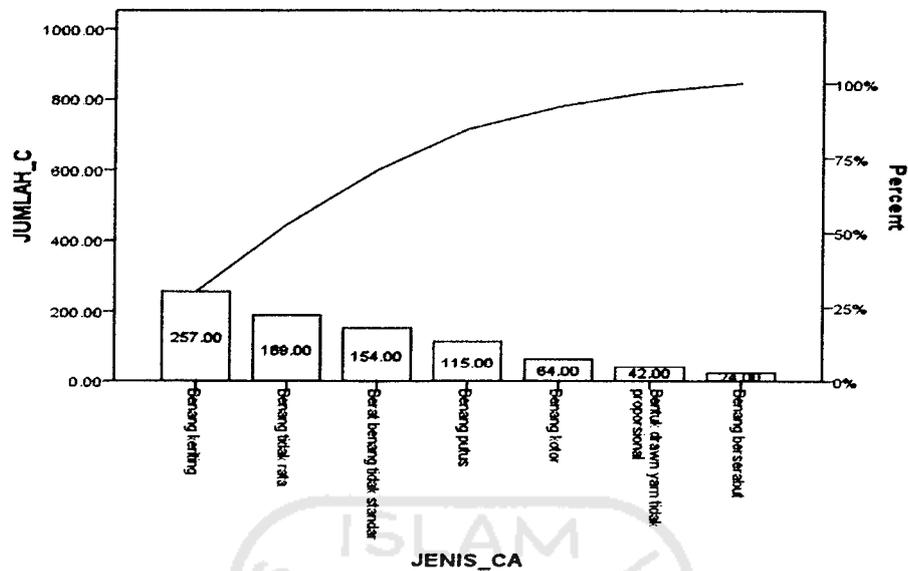
Adapun jumlah cacat berdasarkan jenis cacatnya dalam periode awal penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Jumlah Cacat Berdasarkan Jenis Cacat Benang D 50-48-2294

No.	Jenis cacat produk	Jumlah cacat
1.	Benang putus	115
2.	Bentuk <i>drawn yarn</i> tidak proposional	42
3.	Benang kotor	64
4.	Benang tidak rata	189
5.	Benang berserabut	24
6.	Berat benang tidak standar	154
7.	Benang keriting	257
Jumlah		845

Sumber : Departemen *Quality Assurance* OSP

Dari data di atas, jika menggunakan diagram pareto adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Diagram Pareto Jenis Penyebab Kecacatan Produk

Dari diagram pareto di atas terlihat bahwa jenis cacat terbanyak yaitu jenis cacat benang keriting (*keba*). Lima jenis cacat terbanyak lainnya yaitu benang tidak rata, benang berserabut, benang putus, dan benang kotor. Dari kelima jenis cacat terbanyak tersebut akan digunakan untuk menentukan karakteristik kualitas (CTQ) potensial dan akan dianalisis pada perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.11 Hasil Analisis Data CTQ Potensial Jenis Kegagalan

Urutan Jenis Kecacatan	Frekuensi	Frekuensi kumulatif	Presentase dari total (%)	Presentase Kumulatif (%)
Benang keriting	257	257	32.99	32.99
Benang tidak rata	189	446	24.26	57.25
Berat benang tidak standar	154	600	19.77	77.02
Benang putus	115	715	14.76	91.78
Benang kotor	64	779	8.22	100
Total	779		100.00	

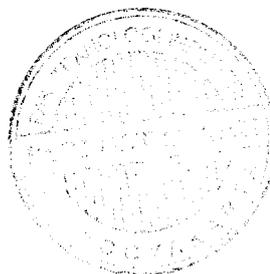
Berikut adalah CTQ potensial yang menyebabkan produk D 50-48-2294 mempunyai jenis cacat yang paling sering terjadi yaitu :

Tabel 4.12 Karakteristik Jenis Cacat Produk D 50-48-2294

Jenis cacat (CTQ potensial)	Proses
Benang keriting Benang tidak rata Berat benang tidak standar	<i>Spinneret</i>
Benang putus	<i>Drawing Twisting</i>
Benang kotor	<i>Sorting</i>

Keterangan :

1. Cacat benang tidak rata, keriting, dan berat benang tidak standar disebabkan karena proses pencetakan benang tidak berjalan baik dikarenakan kondisi *spinneret* yang sudah buruk.
2. Cacat benang putus disebabkan karena kekuatan tarik pada benang terlalu kuat pada saat proses *drawing twisting* dan jalur benang pada *guide* mesin tidak benar sehingga benang menjadi mudah putus.
3. Cacat benang kotor selain disebabkan karena terkena cipratan *oil* di mesin OSP juga disebabkan oleh tangan operator yang kotor yang tanpa disadari memegang produk sehingga benang menjadi kotor.



4.2.1.2.2 Data Atribut

Berikut ini adalah pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses dari hasil CTQ potensial.

1. Proses *Spinneret*

Tabel 4.13 Data Pengukuran Jumlah Cacat Pada Proses *Spinneret*

No	Ukuran Sampel	Jumlah Cacat (np)	Proporsi cacat (p)
1	64	4	0.063
2	64	6	0.094
3	64	8	0.125
4	64	6	0.094
5	64	5	0.078
6	64	10	0.156
7	64	6	0.094
8	64	7	0.109
9	64	12	0.188
10	64	10	0.156
11	64	4	0.063
12	64	6	0.094
13	64	9	0.141
14	64	8	0.125
15	64	4	0.063
16	64	5	0.078
17	64	6	0.094
18	64	8	0.125
19	64	7	0.109
20	64	5	0.078
21	64	7	0.109
22	64	5	0.078
23	64	6	0.094
24	64	10	0.156
25	64	8	0.125
Total	1600	172	

a. Uji kecukupan data

$$\sum X = 172$$

$$k = 95\% \approx 2$$

$$(\sum X)^2 = 29584$$

$$s = 5\%$$

$$\sum X^2 = 1292$$

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right] = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{25 \times 1292 - 29584}}{172} \right] = 12.12 \approx 13$$

Karena $N' < N$ yaitu $13 < 25$ maka data dianggap cukup.

b. Uji statistik proses kontrol

Perhitungan untuk sampel no.1 tabel 4.13

$$\% \text{ cacat (p)} = \frac{\text{cacat produk}}{\text{jumlah sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{4}{64} \times 100\% = 6.3\% = 0.063$$

$$\bar{p} = \frac{\text{total cacat}}{\text{jumlah sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{172}{1600} \times 100\% = 10.75\% = 0.1075$$

$$CL \ n\bar{p} = \frac{\text{total cacat}}{\text{banyaknya pengambilan sampel}}$$

$$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$CL \ n\bar{p} = \frac{172}{25} = 6.88$$

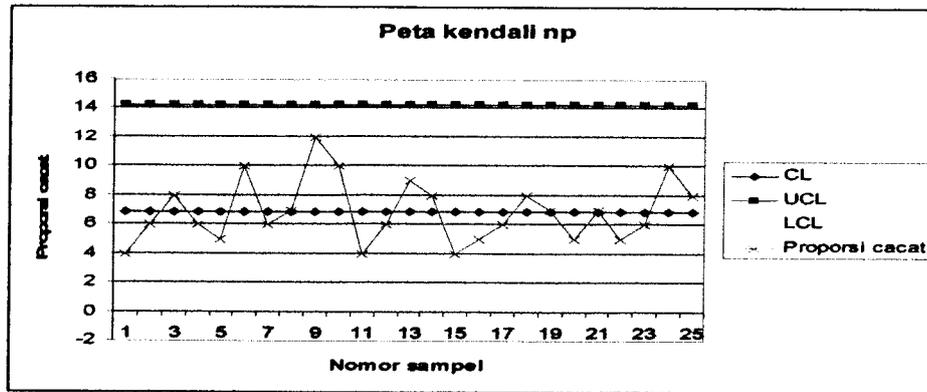
$$UCL = 6.88 + 3\sqrt{6.88(1-0.1075)} = 14.31$$

$$LCL = 6.88 - 3\sqrt{6.88(1-0.1075)} = -0.56$$

Untuk sampel selanjutnya juga dilakukan perhitungan seperti diatas.

Peta kendali proporsi kesalahan $n\bar{p}$ proses *spinneret* periode bulan juni 2009

adalah pada gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Peta Kendali \bar{np} Proses *Spinneret*

Dari hasil peta kendali \bar{np} pada proses *spinneret* periode bulan Juni 2009, dapat diketahui bahwa data-data diatas dalam keadaan terkendali.

2. Proses *Drawing Twisting*

Tabel 4.14 Data Pengukuran Jumlah Cacat Pada Proses *Drawing Twisting*

No	Ukuran Sampel	Jumlah Cacat (np)	Proporsi cacat (p)
1	64	3	0.05
2	64	3	0.04
3	64	3	0.05
4	64	1	0.02
5	64	3	0.05
6	64	2	0.04
7	64	2	0.02
8	64	4	0.07
9	64	3	0.04
10	64	3	0.05
11	64	4	0.06
12	64	3	0.04
13	64	1	0.02
14	64	4	0.06
15	64	1	0.02
16	64	3	0.05
17	64	3	0.04
18	64	3	0.05
19	64	4	0.06
20	64	3	0.05
21	64	4	0.06
22	64	1	0.02
23	64	3	0.05

Lanjutan Tabel 4.14

24	64	4	0.06
25	64	4	0.06
Total	1600	73	

a. Uji kecukupan data

$$\sum X = 73 \quad k = 95\% \approx 2$$

$$(\sum X)^2 = 5329 \quad s = 5\%$$

$$\sum X^2 = 227$$

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right] = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{25 \times 227 - 5329}}{73} \right] = 10.19 \approx 11$$

Karena $N' < N$ yaitu $11 < 25$ maka data dianggap cukup.

b. Uji statistik proses kontrol

Perhitungan untuk sampel no.1 tabel 4.14

$$\begin{aligned} \% \text{ cacat } (p) &= \frac{\text{cacat produk}}{\text{jumlah sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3}{64} \times 100\% = 0.05 \end{aligned}$$

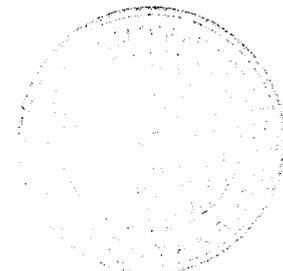
$$\bar{p} = \frac{\text{total cacat}}{\text{jumlah sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{73}{1600} \times 100\% = 0.045625$$

$$CL \bar{np} = \frac{\text{total cacat}}{\text{banyaknyapengambilansampel}}$$

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1-\bar{p})}$$

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1-\bar{p})}$$



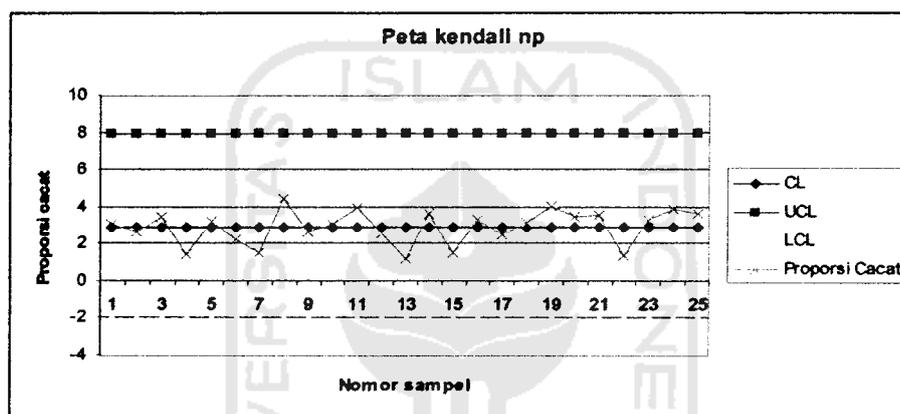
$$CL \bar{np} = \frac{73}{25} = 2.92$$

$$UCL = 2.92 + 3\sqrt{2.92(1 - 0.045625)} = 7.93$$

$$LCL = 2.92 - 3\sqrt{2.92(1 - 0.045625)} = -2.08$$

Untuk sampel selanjutnya juga dilakukan perhitungan seperti diatas.

Peta kendali proporsi kesalahan \bar{np} proses *drawing twisting* periode bulan juni 2009 adalah pada gambar 4.8 :



Gambar 4.8 Peta Kendali \bar{np} Proses *Drawing Twisting*

Dari hasil peta kendali \bar{np} pada proses *drawing twisting* periode bulan Juni 2009, dapat diketahui bahwa data-data diatas dalam keadaan terkendali.

4.2.1.2.3 Data Variabel

Penelitian dilakukan pada proses *spinneret*, kemudian yang akan diteliti adalah berat benang dan kerataan benang, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat uji kualitas. Spesifikasi untuk masing-masing jenis kualitas yaitu berat benang 7000 ± 25 gram dan kerataan benang 8 ± 2 mm. Adapun pengumpulan data pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Berat benang dengan berat 7000 ± 25 gram

Tabel 4.15 Data Pengukuran Berat Benang D 50-48-2294

Contoh sampel	Pengukuran pada unit contoh (n=5) dalam gram					Perhitungan yang perlu		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	Rata-rata (\bar{X})	Range (R)
1	7015	6995	7021	7012	7014	35057	7011.40	26
2	6978	7005	6994	7008	6981	34966	6993.20	30
3	7010	6982	6984	7015	6985	34976	6995.20	33
4	6987	6985	7016	6979	6994	34961	6992.20	37
5	7010	7010	7006	6979	6998	35003	7000.60	31
6	6979	7008	6987	7021	6987	34982	6996.40	42
7	6982	6992	6990	6998	6990	34952	6990.40	16
8	7014	7000	7013	6992	7013	35032	7006.40	22
9	6993	7014	7008	6980	7008	35003	7000.60	34
10	7020	6990	6995	6978	7001	34984	6996.80	42
11	7014	7013	7005	7014	6982	35028	7005.60	32
12	6998	7008	6982	6990	6985	34963	6992.60	26
13	7015	7001	6985	7013	7005	35019	7003.80	30
14	7012	6998	6995	7008	6982	34995	6999.00	30
15	7015	6992	6978	7001	6985	34971	6994.20	37
16	6978	6980	7014	7020	6995	34987	6997.40	42
17	7010	6978	6981	7014	7005	34988	6997.60	36
18	6987	7014	7010	6998	6987	34996	6999.20	27
19	7015	6981	6987	6979	7015	34977	6995.40	36
20	7010	6985	7015	6982	7015	35007	7001.40	33
21	6987	7010	7010	7014	7010	35031	7006.20	27
22	7015	6987	7010	6993	6985	34990	6998.00	30
23	6978	7015	7000	7020	6995	35008	7001.60	42
24	7010	7010	7022	7014	6978	35034	7006.80	44
25	7016	6987	6984	6979	6985	34951	6990.20	37
						Jumlah	17497.20	822
						Rata-rata	6998.89	32.88

Peta kendali R

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = \bar{R}D_4$$

$$LCL = \bar{R}D_3$$

Dengan menggunakan rumus diatas dilakukan perhitungan sebagai berikut :

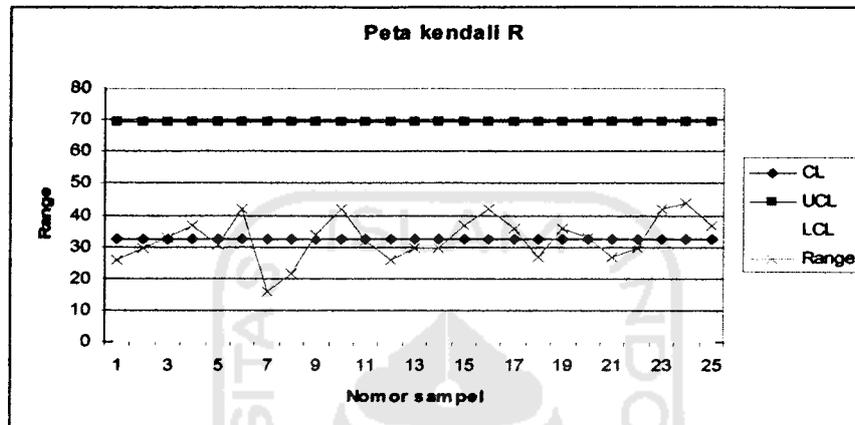
$$\bar{R} = \frac{822}{25} = 32.88$$

$$CL = 32.88$$

$$UCL = 32.88(2.114) = 69.50832$$

$$LCL = 47.14(0) = 0$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas maka kita dapat mengplotkan data ke dalam peta kendali R adalah sebagai berikut :



Gambar 4.9 Peta Kendali R Untuk Berat Benang D 50-48-2294

Dari peta kendali R dapat dilihat bahwa data range masih dalam keadaan terkendali, sehingga dapat dilanjutkan untuk membuat peta kendali \bar{X} .

Peta kendali \bar{X}

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

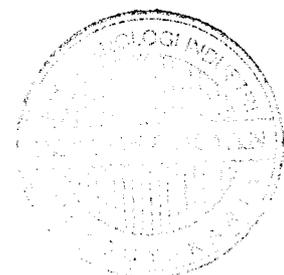
$$LCL_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Dengan menggunakan rumus diatas dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{17497.20}{25} = 6998.89$$

$$CL = 6998.89$$

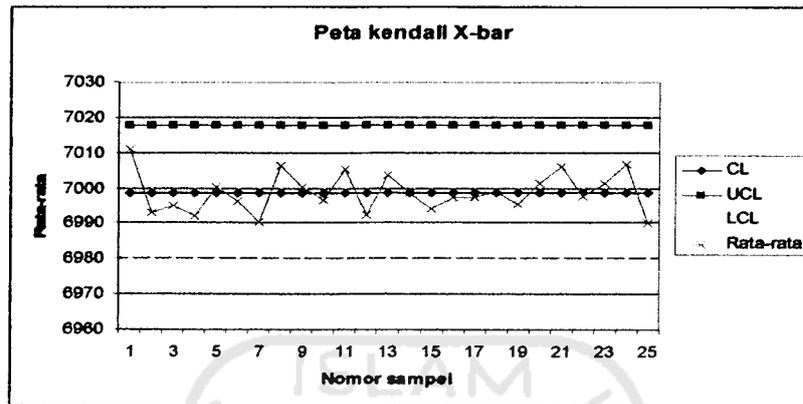
$$UCL_x = 6998.89 + (0.577)32.88 = 7017.86176$$



$$LCL_x = 6998.89 - (0.577)32.88 = 6979.91824$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas untuk semua data maka kita dapat

mengplotkan data ke dalam peta pengendali \bar{X} sebagai berikut :



Gambar 4.10 Peta Kendali \bar{X} Untuk Berat Benang D 50-48-2294

Peta kendali \bar{X} menunjukkan bahwa data dalam keadaan terkendali atau data yang dikumpulkan telah stabil. Sehingga dapat dilanjutkan untuk menghitung DPMO dan Tingkat *Sigma*.

2. Kerataan benang dengan simpangan 8 ± 2 mm

Tabel 4.16 Data Pengukuran Kerataan Benang D 50-48-2294

Contoh sampel	Pengukuran pada unit contoh (n=5) dalam mm					Perhitungan yang perlu		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	Rata-rata (\bar{X})	Range (R)
1	7	6	8	9	10	40	8	4
2	9	9	8	9	8	43	8.6	1
3	6	9	10	8	7	40	8	4
4	8	8	9	7	9	41	8.2	2
5	6	7	9	6	8	36	7.2	3
6	10	8	8	9	10	45	9	2
7	9	9	7	8	9	42	8.4	2
8	8	8	6	9	8	39	7.8	3
9	7	7	7	8	7	36	7.2	1
10	6	8	9	10	6	39	7.8	4
11	8	7	8	9	7	39	7.8	2
12	8	6	9	8	6	37	7.4	3
13	9	9	9	7	9	43	8.6	2

Lanjutan Tabel 4.16

14	10	8	8	6	8	40	8	4	
15	10	7	7	10	8	42	8.4	3	
16	8	6	8	8	7	37	7.4	2	
17	9	8	7	7	6	37	7.4	3	
18	9	7	6	6	7	35	7	3	
19	9	9	9	9	7	43	8.6	2	
20	8	10	8	8	6	40	8	4	
21	7	9	7	9	9	41	8.2	2	
22	6	9	10	10	8	43	8.6	4	
23	9	8	9	10	9	45	9	2	
24	8	8	9	8	8	41	8.2	1	
25	7	7	8	8	7	37	7.4	1	
							Jumlah	200.2	64
							Rata-rata	8.008	2.56

Peta kendali R

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = \bar{R}D_4$$

$$LCL = \bar{R}D_3$$

Dengan menggunakan rumus diatas dilakukan perhitungan sebagai berikut :

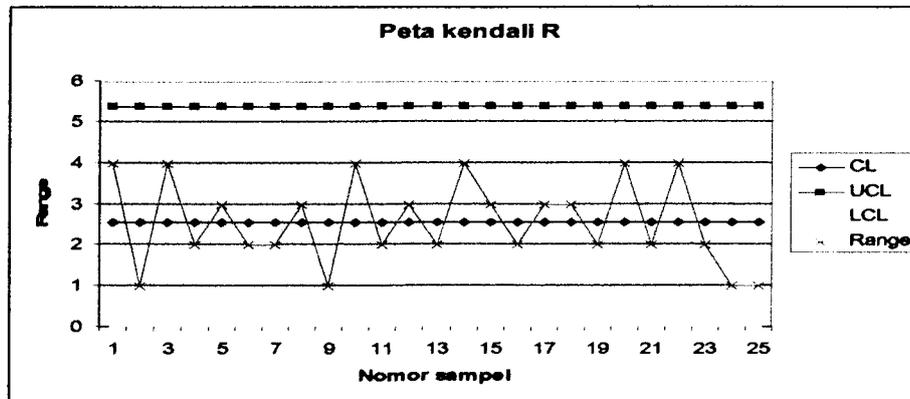
$$\bar{R} = \frac{64}{25} = 2.56$$

$$CL = 2.56$$

$$UCL = 2.56(2.114) = 5.41$$

$$LCL = 2.56(0) = 0$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas maka kita dapat mengplotkan data ke dalam peta kendali R adalah sebagai berikut :



Gambar 4.11 Peta Kendali R Untuk Kerataan Benang D 50-48-2294

Dari peta kendali R dapat dilihat bahwa data range masih dalam keadaan terkendali, sehingga dapat dilanjutkan untuk membuat peta kendali \bar{X} .

Peta kendali \bar{X}

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Dengan menggunakan rumus diatas dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{200.2}{25} = 8.008$$

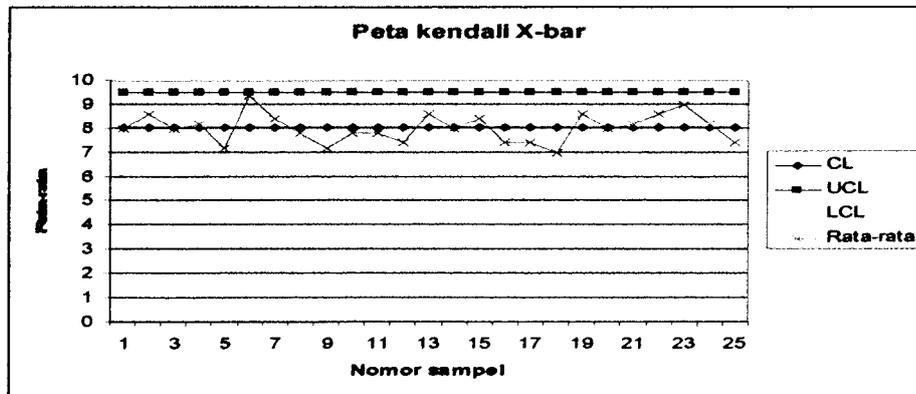
$$CL = 8.008$$

$$UCL_x = 8.008 + (0.577)2.56 = 9.48512$$

$$LCL_x = 8.008 - (0.577)2.56 = 6.53088$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas untuk semua data maka kita dapat

mengplotkan data ke dalam peta pengendali \bar{X} sebagai berikut :



Gambar 4.12 Peta Kendali \bar{X} Untuk Kerataan Benang D 50-48-2294

Peta kendali \bar{X} menunjukkan bahwa data dalam keadaan terkendali atau data yang dikumpulkan telah stabil. Sehingga dapat dilanjutkan untuk menghitung DPMO dan Tingkat *Sigma*.

4.2.1.2.4 Menentukan Baseline Kinerja (DPMO dan Tingkat *Sigma*) Data Atribut

4.2.1.2.4.1 Proses *Spinneret* Periode Juni 2009

Tabel 4.17 Nilai DPMO dan Tingkat *Sigma* Proses *Spinneret*

Jumlah sampel	Jumlah cacat	Banyak CTQ potensial	DPMO	<i>Sigma</i>
1600	172	3	35833.33	3.30

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \frac{\text{jumlahcacat}}{\text{jumlahsampel} \times \text{banyakCTQpotensial}} \times 1000000 \\ &= \frac{172}{1600 \times 3} \times 1000000 = 35833.33 \end{aligned}$$

Konversi DPMO ke dalam nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola:

$$\text{Tingkat sigma} = 3.30$$

Diketahui rata-rata kesempatan untuk gagal adalah sebesar 35833.33 kegagalan per sejuta atau berada pada tingkat *sigma* 3.30.

4.2.1.2.4.2 Proses *Drawing Twisting* Periode Bulan Juni 2009

Tabel 4.18 Nilai DPMO dan Tingkat *Sigma* Proses *Drawing Twisting*

Jumlah sampel	Jumlah cacat	Banyak CTQ potensial	DPMO	<i>Sigma</i>
1600	73	1	45625	3.18

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah sampel} \times \text{banyak CTQ potensial}} \times 1000000 \\ &= \frac{73}{1600 \times 1} \times 1000000 = 45625 \end{aligned}$$

Konversi DPMO ke dalam nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola:

Tingkat *sigma* = 3.18

Diketahui rata-rata kesempatan untuk gagal adalah sebesar 45625 kegagalan per sejuta atau berada pada tingkat *sigma* 3.18.

4.2.1.2.5 Menentukan *Baseline* Kinerja (DPMO dan Tingkat *Sigma*) Data Variabel

4.2.1.2.5.1 Berat Benang (spesifikasi 7000 ± 25 gram)

Spesifikasi target (T) = 7000 dengan batas toleransi ± 25 gram

USL = 7025 gram

LSL = 6975 gram

Nilai rata-rata (*mean*) proses = $\bar{X} = 6998.89$

Standar deviasi proses = $S = \bar{R} / d_2 = 32.88 / 2.326 = 14.136$

Perhitungan kegagalan di atas nilai USL per satu juta kesempatan adalah :

$$= p \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000$$

$$\begin{aligned}
&= P \left[Z \geq \left(\frac{7025 - 6998.89}{14.136} \right) \right] \times 1000000 \\
&= P (Z \geq 1.85) \times 1000000 = [1 - P(Z \leq 1.85)] \times 1000000 \\
&= (1 - 0.96784) \times 1000000 = 32160
\end{aligned}$$

Perhitungan kegagalan di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan adalah :

$$\begin{aligned}
&= p \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000 \\
&= P \left[Z \leq \left(\frac{6975 - 6998.89}{14.136} \right) \right] \times 1000000 \\
&= P (Z \leq -1.69) \times 1000000 \\
&= (0.04550) \times 1000000 = 45500
\end{aligned}$$

DPMO yang dihasilkan oleh proses diatas adalah :

$$= 32160 + 45500 = 77660$$

Hasil konversi nilai DPMO kedalam nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola adalah 2.92.

4.2.1.2.5.2 Kerataan Benang (spesifikasi 8 ± 2 mm)

Spesifikasi target (T) = 8 dengan batas toleransi ± 2 mm

USL = 10 mm

LSL = 6 mm

Nilai rata-rata (*mean*) proses = $\bar{X} = 8.008$

Standar deviasi proses = $S = \bar{R} / d_2 = 2.56 / 2.326 = 1.1$

Perhitungan kegagalan di atas nilai USL per satu juta kesempatan adalah :

$$= p \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000$$

$$\begin{aligned}
&= P\left[Z \geq \left(\frac{10 - 8.088}{1.1}\right)\right] \times 1000000 \\
&= P(Z \geq 1.81) \times 1000000 = [1 - P(Z \leq 1.81)] \times 1000000 \\
&= (1 - 0.96485) \times 1000000 = 35150
\end{aligned}$$

Perhitungan kegagalan di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan adalah :

$$\begin{aligned}
&= P\left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{S}\right)\right] \times 1000000 \\
&= P\left[Z \leq \left(\frac{6 - 8.008}{1.1}\right)\right] \times 1000000 \\
&= P(Z \leq -1.83) \times 1000000 \\
&= (0.03369) \times 1000000 \\
&= 33690
\end{aligned}$$

DPMO yang dihasilkan oleh proses diatas adalah :

$$= 35150 + 33690 = 68840$$

Hasil konversi nilai DPMO kedalam nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola adalah 2.99.

4.2.1.3 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini akan dilakukan beberapa hal yaitu menentukan stabilitas dan kapabilitas proses, menentukan target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan menuju proyek *Six Sigma*, mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan.

4.2.1.3.1 Menentukan Stabilitas Proses

4.2.1.3.1.1 Berat benang D 50-48-2294 (spesifikasi 7000 ± 25 gram)

Untuk mengetahui apakah proses produksi berada di dalam stabilitas, dapat menggunakan peta kontrol dengan cara mendefinisikan batas-batas pengendalian dengan berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola.

$$UCL = T + 1.5 S_{\max}$$

$$LCL = T - 1.5 S_{\max}$$

$$\text{Nilai } \sigma = 2.70$$

$$UCL = 7025 \text{ gram}$$

$$LCL = 6975 \text{ gram}$$

$$T = 7000 \text{ gram}$$

Dari data diatas dapat dicari nilai maksimum S_{\max} yaitu :

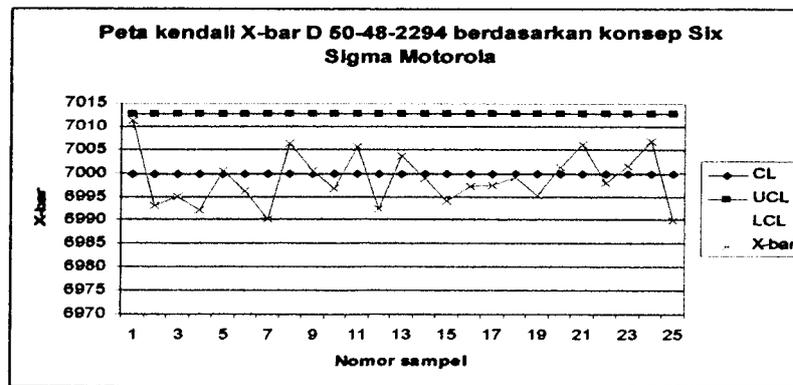
$$\begin{aligned} S_{\max} &= \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (UCL - LCL) \\ &= \left[\frac{1}{2 \times 2.92} \right] \times (7025 - 6975) = 8.562 \end{aligned}$$

$$UCL = T + 1.5 S_{\max} = 7000 + 1.5 (8.562) = 7012.843$$

$$LCL = T - 1.5 S_{\max} = 7000 - 1.5 (8.562) = 2381.222$$

Peta pengendali \bar{x} berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola adalah sebagai berikut :





Gambar 4.13 Peta Kendali \bar{x} Berat Benang Berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola

4.2.1.3.1.2 Kerataan benang D 50-48-2294 (spesifikasi 8 ± 2 mm)

Untuk mengetahui apakah proses produksi berada di dalam stabilitas, dapat menggunakan peta kontrol dengan cara mendefinisikan batas-batas pengendalian dengan berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola.

$$UCL = T + 1.5 S_{\max}$$

$$LCL = T - 1.5 S_{\max}$$

$$\text{Nilai } \sigma = 2.99$$

$$UCL = 10 \text{ mm}$$

$$LCL = 6 \text{ mm}$$

$$T = 8 \text{ mm}$$

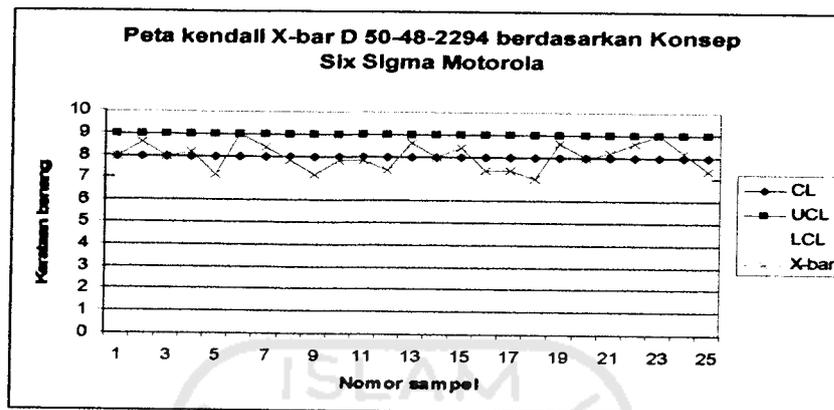
Dari data diatas dapat dicari nilai maksimum S_{\max} yaitu :

$$\begin{aligned} S_{\max} &= \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (UCL - LCL) \\ &= \left[\frac{1}{2 \times 2.99} \right] \times (10 - 6) = 0.67 \end{aligned}$$

$$UCL = T + 1.5 S_{\max} = 8 + 1.5 (0.67) = 9.005$$

$$LCL = T - 1.5 S_{\max} = 8 - 1.5 (0.67) = 6.995$$

Peta pengendali \bar{x} berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola adalah sebagai berikut :



Gambar 4.14 Peta Kendali \bar{x} Kerataan Benang Berdasarkan Konsep *Six Sigma*

Motorola

4.2.1.3.2 Menentukan Kapabilitas Proses

4.2.1.3.2.1 Berat Benang D 50-48-2294 (spesifikasi 7000 ± 25 gram)

$$\begin{aligned} Cpm &= (UCL-LCL) / \left\{ 6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2} \right\} \\ &= (7025 - 6975) / \left\{ 6\sqrt{(6998.89 - 7000)^2 + 14.136^2} \right\} \\ &= 50 / (6 \sqrt{201.058596}) = 0.588 \end{aligned}$$

Karena $Cpm < 1.00$ yaitu $0.588 < 1.00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

$$\begin{aligned} Cpk &= \text{minimum} \left[\frac{Xbar - LCL}{3S}, \frac{UCL - Xbar}{3S} \right] \\ &= \text{minimum} \left[\frac{6998.89 - 6975}{3 \times 14.136}, \frac{7025 - 6998.89}{3 \times 14.136} \right] \\ &= \text{minimum} (0.563, 0.616) \end{aligned}$$

$$= 0.563$$

$$\begin{aligned} C_{pmk} &= \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \{(Xbar - T)/S\}^2}} \\ &= \frac{0.563}{\sqrt{1 + \{(6998.89 - 7000)/14.136\}^2}} \\ &= 0.561 \end{aligned}$$

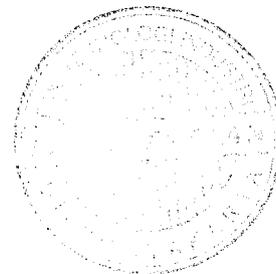
4.2.1.3.2.2 Kerataan Benang D 50-48-2294 (spesifikasi 8 ± 2 mm)

$$\begin{aligned} C_{pm} &= (UCL - LCL) / \left\{ 6 \sqrt{(x - bar - T)^2 + S^2} \right\} \\ &= (10 - 6) / \left\{ 6 \sqrt{(8.008 - 8)^2 + 1.1^2} \right\} \\ &= 4 / (6 \sqrt{1.210064}) = 0.61 \end{aligned}$$

Karena $C_{pm} < 1.00$ yaitu $0.61 < 1.00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

$$\begin{aligned} C_{pk} &= \text{minimum} \left[\frac{Xbar - LCL}{3S}, \frac{UCL - Xbar}{3S} \right] \\ &= \text{minimum} \left[\frac{8.008 - 6}{3 \times 1.1}, \frac{10 - 8.008}{3 \times 1.1} \right] \\ &= \text{minimum} (0.608, 0.604) \\ &= 0.604 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pmk} &= \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \{(Xbar - T)/S\}^2}} \\ &= \frac{0.604}{\sqrt{1 + \{(8.008 - 8)/1.1\}^2}} \\ &= 0.604 \end{aligned}$$



4.2.1.3.3 Perhitungan Biaya Total Produksi

4.2.1.3.3.1 Biaya Produksi

Perhitungan biaya produksi difokuskan pada produk benang *nylon D 50-48-2294* karena memiliki persentase kecacatan yang paling besar, yaitu sebesar 10.58%. Biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan meliputi biaya tenaga listrik, biaya pembelian *oil* untuk benang pada mesin *extruder*, biaya upah operator dan operator *packaging*, serta biaya pembelian FD Chip dan bobbin .

Biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya listrik sebulan} + \text{Biaya } oil \text{ sebulan} + \text{Upah operator sebulan} + \text{Upah} \\
 &\quad \text{operator packaging sebulan} + \text{Biaya pembelian FD Chip} + \text{Biaya pembelian} \\
 &\quad \text{bobbin} \\
 &= (\$ 20 \times 30 \text{ hari}) + (\$ 7 \times 30 \text{ hari}) + (\$ 8 \times 30 \text{ hari}) + (\$ 3 \times 30 \text{ hari}) + (\$ 5 \times \\
 &\quad (7984 + 845) \text{ unit}) + (\$ 0.5 \times (7984 + 845) \text{ unit}) \\
 &= \$ 49699.5
 \end{aligned}$$

4.2.1.3.3.2 Biaya Kegagalan Kualitas

Perhitungan biaya kegagalan dalam penelitian ini difokuskan pada produk benang *nylon D 50-48-2294* yang tidak memenuhi spesifikasi (cacat). Perhitungan biaya kegagalan kualitas untuk produk tersebut dilakukan pada bagian *buffer reject* untuk mengetahui seberapa banyak terjadinya produk cacat dalam sebulan.

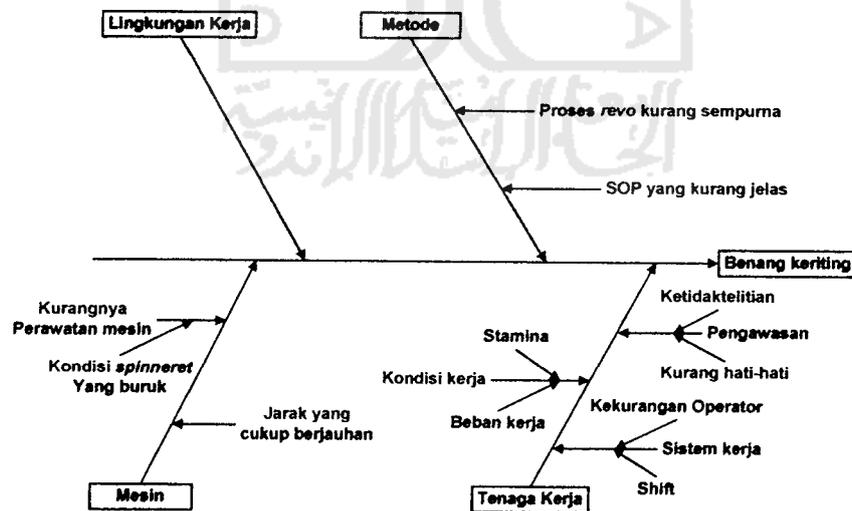
$$\begin{aligned}
 \text{Biaya kegagalan kualitas} &= \text{Jumlah produk cacat} + \text{Harga jual} \\
 &= 845 \text{ unit} \times \$ 15 \\
 &= \$ 12675
 \end{aligned}$$

4.2.1.3.4 Mengidentifikasi Sumber-Sumber serta Akar Penyebab Kecacatan

Jenis kecacatan produk yang terjadi pada produk D 50-48-2294 adalah benang keriting/bergelombang, benang tidak rata, benang berserabut dan benang putus, jenis-jenis cacat tersebut terjadi pada tahap proses yang antara lain disebabkan oleh beberapa faktor seperti lingkungan kerja, metode kerja, mesin, tenaga kerja dan material. Tetapi pada produk D 50-48-2294 ini faktor material tidak menyebabkan terjadinya kecacatan, karena sebelum dilakukan produksi, material yang akan dipakai telah dilakukan inspeksi terlebih dahulu. Dan dari faktor-faktor tersebut dapat diidentifikasi sumber dan akar penyebab kecacatan dan pemborosan, sehingga dapat digambarkan pada diagram sebab akibat adalah sebagai berikut :

4.2.1.3.5 Diagram Sebab Akibat Untuk Produk Cacat

1. Benang keriting

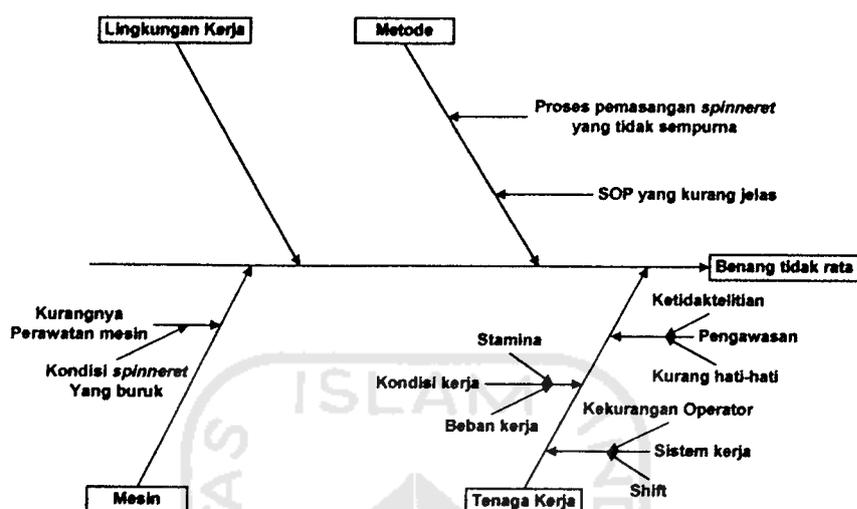


Gambar 4.15 Diagram Sebab Akibat Cacat Benang Keriting

Dari diagram di atas, dapat diketahui bahwa penyebab cacat yang paling utama adalah kondisi mesin yang buruk dan tidak jelasnya SOP (*Standar Operation*

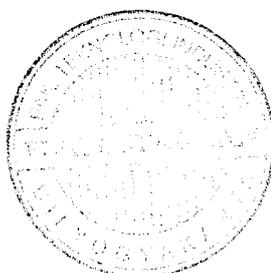
Process) yang ada. Hal ini menyebabkan para pekerja menjadi kurang hati-hati dan kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya.

2. Benang tidak rata

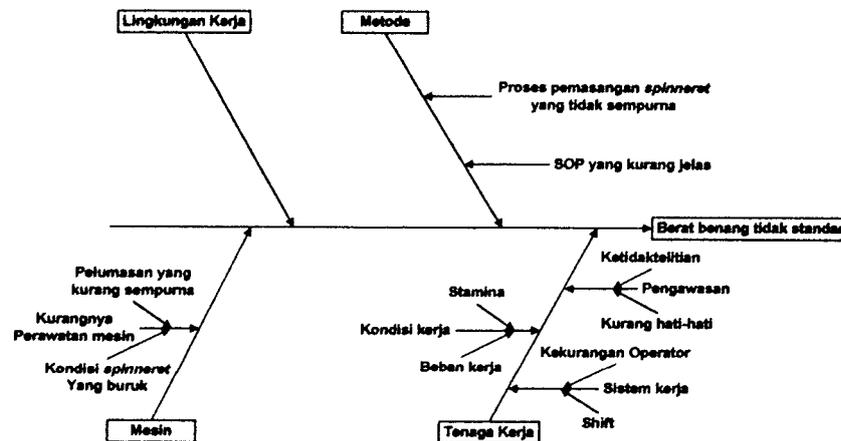


Gambar 4.16 Diagram Sebab Akibat Cacat Benang Tidak Rata

Benang tidak rata dapat disebabkan karena proses pencetakan benang yang tidak sempurna, dimana pencetakan benang dilakukan dilakukan dengan spesifikasi tertentu, yaitu dengan spesifikasi 8 ± 2 mm. Jadi bila ukuran produk di luar batas spesifikasi tersebut, maka akan menjadi barang cacat dan akan dilakukan *recycle*. Selain itu, ketidakjelasan SOP menjadi salah satu penyebab dari cacat jenis ini. Karena operator menjadi kurang hati-hati dan kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya.



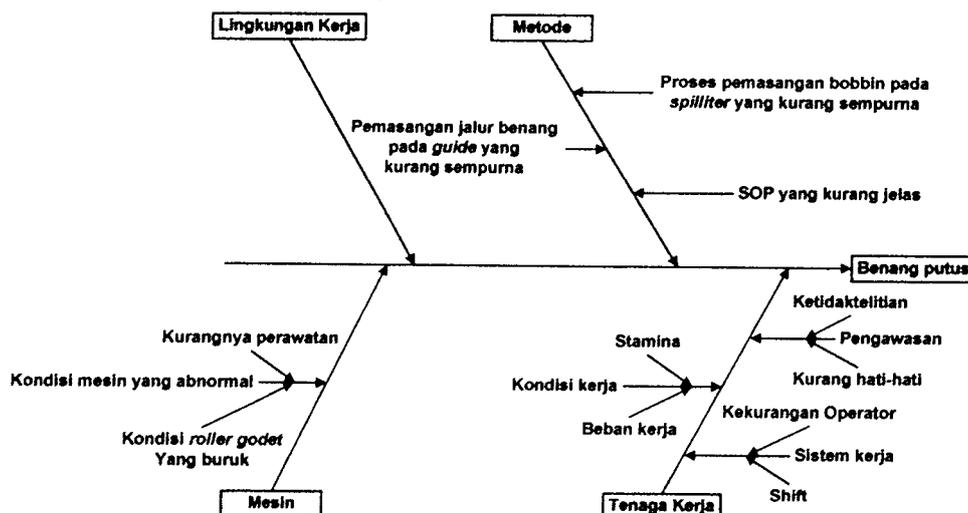
3. Berat benang tidak standar



Gambar 4.17 Diagram Sebab Akibat Cacat Berat Benang Tidak Standar

Berat benang tidak standar dapat disebabkan karena proses pencetakan benang yang tidak sempurna, dimana pencetakan benang dilakukan dengan spesifikasi tertentu, yaitu dengan spesifikasi 7000 ± 25 gram. Jadi bila berat produk di luar batas spesifikasi tersebut, maka akan menjadi barang cacat dan akan dilakukan *recycle*. Selain itu, ketidakjelasan SOP menjadi salah satu penyebab dari cacat jenis ini. Karena operator menjadi kurang hati-hati dan kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya.

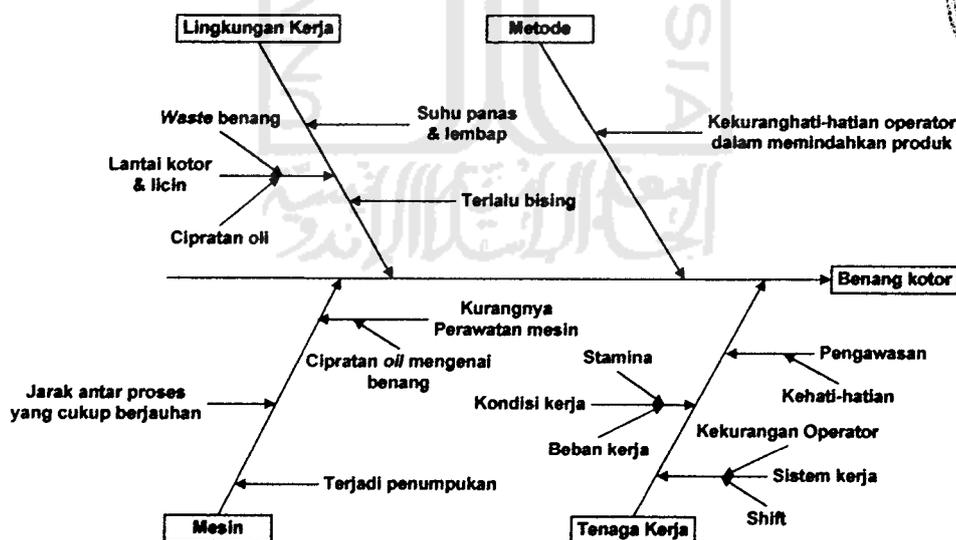
4. Benang putus



Gambar 4.18 Diagram Sebab Akibat Cacat Benang Putus

Faktor penyebab yang disebabkan tenaga kerja pada cacat benang putus, salah satunya adalah ketidakteelitian dari operator dalam melakukan proses pemasangan jalur benang pada *guide* dan pemasangan bobbin pada *spilliter* yang berakibat benang menjad mudah putus. Ketidakteelitian ini bisa disebabkan karena faktor kelelahan, dimana para pekerja yang ada bekerja selama 8 jam dengan waktu istirahat hanya 1 jam dan juga kejenuhan operator dalam bekerja karena melakukan kegiatan yang sama setiap hari serta kurang komunikasinya antar operator saat pergantian shift. Selain itu, tidak jelasnya SOP dan kondisi mesin yang abnormal menjadi faktor penyebab cacat jenis ini. Akibatnya, terdapat cacat benang putus, karena perusahaan menilai produk yang dimaksud tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan sehingga perlu dilakukan *recycle*.

5. Benang kotor



Gambar 4.19 Diagram Sebab Akibat Cacat Benang Kotor

Berdasarkan diagram di atas, dapat diketahui bahwa penyebab utama dari cacat ini adalah faktor lingkungan dimana benang menjadi kotor selain diakibatkan oleh *oil* dari mesin OSP juga disebabkan karena kekuranghati-hatian

operator dalam memindahkan produk dari satu proses ke proses selanjutnya yang tanpa disadari bahwa tangan operator tersebut kotor dan juga karena jarak antar proses yang cukup berjauhan menyebabkan produk semakin rentan terhadap perubahan lingkungan.

4.2.1.4 Tahap *Improve*

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat menentukan tindakan selanjutnya dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* dengan menggunakan metode *Lean*, yaitu dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi seluruh pemborosan. Berikut adalah tahapan untuk mengidentifikasi pemborosan berdasarkan prinsip *lean* yaitu :

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan prespektif pelanggan

Dalam mengidentifikasi nilai produk berdasarkan prespektif pelanggan sebaiknya mengetahui apa yang diinginkan pelanggan pada produk yang akan dipesan. Dan pada dasarnya pelanggan menginginkan produk yang berkualitas baik. Pada PT. ITS khususnya departement NFY pada periode bulan Juni 2009 pelanggan memesan produk benang nylon D 50-48-2294, dengan spesifikasi seperti berikut :

Pelanggan memesan benang *nylon* dengan 48 filamen dan berwarna putih mengkilap dengan berat 7.5 kg. Selain itu pelanggan juga menghendaki produk benang *nylon* yang dipesannya mempunyai tingkat kualitas yang baik dikarenakan dengan mempunyai tingkat kualitas tersebut perusahaan akan terus mendapat kepercayaannya dari pelanggan dan tidak akan dirugikan apabila pelanggan puas dengan hasil produksi.

Diluar spesifikasi diatas yang dapat dipenuhi oleh perusahaan, pada kenyataanya keinginan pelanggan tidak sepenuhnya dapat terpenuhi dikarenakan adanya *defect* (cacat). Dan cacat yang dihasilkan disebabkan bukan terletak pada materialnya tetapi

pada saat tahap proses, dikarenakan sebelum masuk pada proses produksi, material yang akan dipakai telah melalui tahap pengendalian *raw material* terlebih dahulu.

Dan berdasarkan hasil dari perhitungan CTQ yang telah dilakukan jenis cacat yang sering muncul pada saat proses produksi adalah benang keriting, benang berserabut, benang tidak rata, benang putus, dan benang kotor dimana keempat jenis cacat tersebut masuk dalam proses produksi *Spinning* OSP. Erat hubungannya antara keinginan konsumen dengan cacat yang ada pada proses produksi *Spinning* OSP, yaitu pada tingkat kualitas apakah benang tersebut baik atau cacat.

2. Mengidentifikasi aliran proses

Didapatkan dari hasil identifikasi diatas aliran proses yang dapat diidentifikasi adalah aliran proses pada proses *spinnret* dan proses *drawing twisting*. Dikarenakan pada proses tersebut terdapat banyak cacat yang sering muncul dan berhubungan dengan tingkat kualitas produk yang diinginkan pelanggan yaitu produk benang yang berkualitas baik. Berikut adalah aliran proses pada masing-masing proses yaitu :

a.. Proses *Spinneret*

Proses *spinneret* adalah proses pencetakan benang (*filament*) dari polimer cair setelah *raw material* (FD Chip) melewati proses *extruder*, dan berikut adalah aliran proses pada proses *spinneret* :

- a. FD Chip yang telah dipanaskan di proses *extruder* dikirim ke *spinneret* untuk dicetak.
- b. Diperiksa apakah posisi *spinneret* telah benar atau belum? Jika belum maka harus segera dilakukan *action*.
- c. Pencetakan *filament* benang.
- d. Pendinginan benang dengan suhu sekitar $\pm 20^{\circ}$ C.
- e. Pemasangan benang pada *guide*.

- f. Diperiksa apakah benang telah di berada di jalurnya atau belum? Jika belum jalur benang maka harus segera dilakukan *action*.
- g. Pelumasan (*oiling*) benang, dimaksudkan untuk mengurangi listrik sintetis pada benang akibat bergesakan dengan *guide*.

a. Proses *Drawing Twisting*

Sedangkan proses *drawing twisting* adalah proses penggulangan benang pada bobbin setelah melalui proses *spinneret*. Berikut adalah aliran proses pada proses *drawing twisting* :

- a. Bobbin dipasang pada *winder*.
- b. Diperiksa apakah pemasangan bobbin pada *winder* telah sempurna belum? Jika belum maka harus segera dilakukan *action*.
- c. Set-up kekuatan tarik benang (*roller godet*).
- d. Diperiksa apakah penyettingan *rolet godet* telah sempurna belum? Jika belum maka harus segera dilakukan *action*.
- e. Benang secara otomatis akan tergulung pada bobbin.
- f. Setelah waktu proses selesai, mesin secara otomatis akan berputar dan diganti dengan bobbin yang baru.
- g. Produk *drawn yarn* yang sudah jadi kemudian diperiksa secara visual apakah terdapat cacat atau tidak.

3. Menghilangkan aktivitas pemborosan yang tidak bernilai tambah

Pemborosan (*waste*) merupakan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah dari semua aktivitas sepanjang aliran proses. Oleh karena itu sebelum menentukan aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *Non-value added activities* (NVA) dilakukan terlebih dahulu identifikasi pemborosan terhadap aliran proses pada proses *spinneret* dan proses *drawing twisting*.

4. Mengidentifikasi pemborosan (*waste*)

Identifikasi pemborosan pada proses *spinneret* dan proses *drawing twisting* dilakukan berdasarkan "*Seven plus One*" *Types of Waste* yaitu tujuh jenis pemborosan berdasarkan jenis-jenisnya dan akar penyebabnya. Jenis pemborosan pada proses *spinneret* dan proses *drawing twisting* didapatkan dari identifikasi yang berdasarkan nilai DPMO adalah jenis pemborosan pada *process*. Berikut adalah akar penyebab pemborosan pada proses *spinneret* dan proses *drawing twisting* :

a. Proses *Spinneret*

Untuk tipe pemborosan *process* pada proses *spinneret* berdasarkan perhitungan *baseline* kinerja didapatkan nilai DPMO sebesar 35833.33 dengan nilai *sigma* 3.30 sehingga dapat diketahui bahwa jumlah *defect* yang terjadi pada proses *spinneret* mengakibatkan adanya penambahan aktivitas yang tidak efisien (pemborosan).

b. Proses *Drawing Twisting*

Untuk tipe pemborosan *process* pada proses *drwaning twisting* berdasarkan perhitungan *baseline* kinerja didapatkan nilai DPMO sebesar 46875 dengan nilai *sigma* 3.18 sehingga dapat diketahui bahwa jumlah *defect* yang terjadi pada proses *drawing twisting* mengakibatkan adanya penambahan aktivitas yang tidak efisien (pemborosan).

5. Analisa penyebab terjadinya pemborosan

Setelah mengidentifikasi pemborosan, maka perlu menentukan tindakan perbaikan dengan menggunakan metode 5W + 2H (*What, Why, Where, When, Who, How, dan How Much*). Sehingga dapat diketahui akar penyebab dan usulan perbaikan yang akan diajukan pada perusahaan. Adapun tindakan menggunakan 5W + 2H adalah sebagai berikut :

1. *What?* (Apa masalah yang menyebabkan pemborosan dan *defect*)?

Masalah yang menyebabkan pemborosan terjadi dikarenakan adanya penambahan aktivitas pengerjaan ulang (*rework*) pada tiap proses dan *defect*. Penambahan aktivitas tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Terdapat pemasangan ulang terhadap posisi *spinneret* pada mesin.
- b. Terdapat pengerjaan ulang pemasangan benang pada *guide*.
- c. Terdapat pemasangan ulang terhadap posisi bobbin pada *winder*.
- d. Terdapat penyettingan *roller godet* kembali.

Selain itu, pada aliran proses produksi ini juga terjadi pemborosan berupa *overproduction* yaitu berupa adanya penumpukan barang pada proses *sorting*. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan kapasitas pada masing-masing proses sehingga aliran produksi kurang seimbang. Di samping itu, pada proses ini terjadi kekurangan operator sehingga produk yang ada harus menunggu untuk diproses dan terjadi penumpukan. Bentuk pemborosan lain adalah jauhnya jarak antara proses yang satu dengan yang lainnya, sehingga akan memakan waktu untuk mengirim produk dari satu proses ke proses lainnya.

Kemudian adanya *defect* benang tidak rata, benang keriting, berat benang tidak satandar, dan benang putus juga menjadi salah satu bentuk pemborosan yang ada pada proses. Cacat-cacat ini tentu akan memerlukan perbaikan sehingga akan memakan waktu dan biaya lagi. Dan dampak akibat pemborosan-pemborosan ini tentu dapat merugikan perusahaan.

2. *Where?* (Dimana terjadinya penambahan aktivitas pemborosan)?

Penambahan aktivitas pemborosan terjadi pada proses *spinneret* dan proses *drawing twisting*. Berikut adalah aktivitas tambahan berdasarkan masing-masing proses :

a. Proses *spinneret*

Pada proses ini hanya terdapat dua macam pemborosan yaitu adanya pengerjaan ulang pemasangan *spinneret* pada mesin dan pengerjaan ulang pemasangan benang pada *guide*.

b. Proses *drawing twisting*

Pada proses ini hanya terdapat dua macam pemborosan yaitu pengerjaan ulang pemasangan bobbin pada *winder* dan penyettingan *roller godet* kembali.

3. *Who?* (Siapa penanggung jawab pada proses tersebut)?

Yang menjadi penanggung jawab pada setiap proses adalah operator dan mekanik, dimana mempunyai tugas untuk menset-up mesin dan mengawasi jalannya mesin sesuai dengan SOP yang sudah ada. Dikarenakan cacat terbesar disebabkan oleh penyettingan mesin yang kurang pas atau tidak sesuai SOP akibat beban kerja yang cukup tinggi dan kondisi mesin yang *abnormal*.

4. *When?* (Kapan pemborosan tersebut terjadi)?

Pemborosan terjadi apabila di dalam proses *spinneret* dan proses *drawing twisting*, mesin tidak dapat bekerja secara maksimal sehingga menyebabkan terjadi pemborosan (*waste*) yang berupa aktivitas tambahan dan *defect* (produk cacat).

5. *Why?* (Kenapa terjadi penambahan aktivitas pada proses *spinneret* dan proses *drawing twsiting*)?

Penambahan aktivitas pada proses *spinneret* dan proses *drawing twsiting* dikarenakan oleh beberapa penyebab seperti berikut :

a. Proses *spinneret*

Penyebab pemasangan ulang *spinneret* dan pengerjaan ulang pemasangan benang pada *guide* terjadi dikarenakan adanya penyetelan atau setting

spinneret dan aliran benang yang tidak pas, sehingga mengakibatkan cacat pada benang yaitu benang tidak rata dan benang keriting akibat kondisi maupun posisi *spinneret* yang buruk, sedangkan cacat benang berserabut terjadi akibat bergesekan dengan benda asing selain *guide*.

b. Proses *drawing twisting*

Penyebab terjadinya pemasangan ulang bobbin pada *winder* akibat operator kurang teliti sehingga menyebabkan benang tidak tergulung sempurna ke bobbin, sedangkan penyettingan ulang pada *roller godet* dikarenakan kondisi *roller godet* yang sudah buruk sehingga dapat menyebabkan benang menjadi mudah putus.

6. *How?* (Bagaimana perbaikan tersebut dilaksanakan)?

Untuk saran perbaikan kualitas dilaksanakan dengan memberikan usulan perbaikan ke perusahaan. Berikut adalah usulan perbaikan yang akan diberikan ke perusahaan :

a. Untuk Mesin

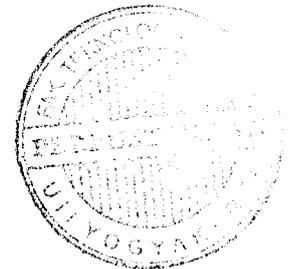
- i. Dilakukan *maintenance* mesin baik periodik maupun *overhaul* dengan lebih tepat waktu.
- ii. Dilakukan modifikasi mesin pada rumah *spinneret* sehingga dapat lebih cepat dan lebih pas saat pergantian *spinneret* serta pemberian tanda pada *roller godet* sehingga lebih mudah terdeteksi jika terjadi abnormal.
- iii. Perlu dilakukannya *relayout* mesin pada proses *sorting*. Jarak antara satu proses dengan proses lainnya pada bagian *sorting* menyebabkan aliran lini produksi menjadi kurang seimbang sehingga terjadi penumpukan pada satu proses dan hanya akan memperlama waktu produksi.

b. Untuk Tenaga Kerja

- i. Melakukan koordinasi antar operator sebelum maupun sesudah pergantian shift. Hal ini dilakukan agar operator mengetahui permasalahan yang terjadi pada stasiun kerjanya sebelum dia bekerja.
- ii. Melakukan penambahan operator guna menurunkan beban kerja. Ini dilakukan agar tidak terjadi penumpukan di satu proses sehingga mampu mengurangi pemborosan waktu dan biaya produksi.

c. Untuk Metode Kerja

- i. Penyempurnaan SOP untuk menghilangkan pemborosan dan resiko terjadinya *defect* tanpa mengesampingkan prosedur keselamatan kerja.
- ii. Perubahan *value stream* pada proses *spinneret* dan *drawing twisting* yaitu menjadi :
 1. FD Chip yang telah dipanaskan di proses *extruder* dikirim ke *spinneret* untuk dicetak.
 2. Pemasangan *spinneret* pada mesin.
 3. Pencetakan *filament* benang.
 4. Pendinginan benang dengan suhu sekitar $\pm 20^0$ C.
 5. Pemasangan benang pada *guide*.
 6. Pelumasan (*oiling*) benang, dimaksudkan untuk mengurangi listrik sintetis pada benang akibat bergesakan dengan *guide*.
 7. Bobbin dipasang pada *winder*.
 8. Set-up kekuatan tarik benang (*roller godet*).
 9. Benang secara otomatis akan tergulung pada bobbin.
 10. Setelah waktu proses selesai, mesin secara otomatis akan berputar dan diganti dengan bobbin yang baru.



11. Produk *drawn yarn* yang sudah jadi kemudian diperiksa secara visual apakah terdapat cacat atau tidak.

12. Dilakukan proses *revo* (proses pengecekan mesin dan aliran benang secara keseluruhan).

iii. Operator saat melakukan *action* diwajibkan didampingi oleh minimal seorang operator agar jika suatu saat terjadi kecelakaan kerja dapat segera dilakukan pertolongan pertama.

d. Untuk Lingkungan

i. Selalu menjaga kebersihan lingkungan, suhu dan kelembapan udara di area stasiun kerja.

ii. Selalu membuang *waste* benang pada tempat yang telah disediakan.

iii. Selalu merapikan alat-alat kerja pada tempatnya setelah digunakan.

7. *How Much?* (Berapakah biayanya)?

Dari hasil perhitungan diatas diketahui bahwa biaya produksi dan biaya kegagalan kualitas yang harus ditanggung perusahaan adalah sebesar \$ 49699.5 dan \$ 12675 atau jika dijumlahkan sebesar \$ 62374.5. Sehingga setiap unit harus menanggung biaya total produksi sebesar \$ 7.812/unit.

4.2.1.5 Tahap *Control*

Tahap ini merupakan tahap operasional terakhir dimana pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses. Setelah memberikan usulan perbaikan ke perusahaan sebaiknya dilakukan kontrol terhadap usulan-usulan tersebut.

Sesuai dengan hasil dari analisa di atas maka kontrol untuk usulan perbaikan yang diajukan ke perusahaan adalah dibuatnya lembar *maintenance* periodik check

dan lembar *overhaul* periodik check untuk mesin, penyempurnaan dan pemberian SOP secara tertulis yang jelas saat melakukan *action*, dibuatnya lembar pengecekan suhu dan kelembapan udara secara berkala, serta lembar data produk cacat harian. Dengan adanya kontrol tersebut maka dapat diketahui tingkat variansi terjadinya cacat produk pada proses dan sebagai bahan pertimbangan kebijakan peningkatan kualitas.

4.2.2 Metode Simulasi

4.2.2.1 Distribusi Data Stat Fit

Distribusi data dilakukan untuk mencari distribusi data input yang sesuai dengan menggunakan Stat Fit sebagai *tool* pembantu dari *Software* ProModel. Contoh tahapan pencarian distribusi yang sesuai untuk waktu proses adalah sebagai berikut:

1. Diketahui data waktu proses *keba* (dalam detik) :

Tabel 4.19 Tabel Waktu Proses *Keba*

2.53	2.45	2.13	2.45	2.64	2.37
2.50	2.47	2.58	2.59	2.29	2.38
2.28	2.38	2.47	2.13	2.24	2.30
2.20	2.26	2.41	2.49	2.32	2.29
2.16	2.47	2.16	2.37	2.21	2.40

2. Melakukan tes kecukupan data dan keseragaman data :

- a. Tes kecukupan data

$$\sum X = 70.92 \quad k = 95\% \approx 2$$

$$(\sum X)^2 = 5029.65 \quad s = 5\%$$

$$\sum X^2 = 168.24$$

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{30 \times 168.24 - 5029.65}}{70.92} \right]^2 = 5.57$$

Untuk perhitungan data pengamatan pada masing-masing proses selanjutnya dengan cara yang sama diperoleh hasilnya terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.20 Tabel Kecukupan Data

Proses	Jumlah Data Pengamatan (N)	Jumlah Data Teoritis (N')	Keterangan (N' < N) Artinya data cukup
1. <i>Keba</i>	30	5.57	data cukup
2. <i>Ospirator</i>	30	27.56	data cukup
3. <i>Perajutan</i>	30	6.1	data cukup
4. <i>Buncing</i>	30	27.77	data cukup
5. <i>Penimbangan</i>	30	27.77	data cukup
6. <i>Packaging</i>	30	28.62	data cukup

b. Tes keseragaman data

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

$$\bar{X} = 2.36$$

$$SD = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}}{n-1}$$

$$SD = 0.14$$

$$UCL = \bar{X} + 2 \times SD$$

$$= 2.36 + 2 \times 0.14 = 2.64$$

$$LCL = \bar{X} - 2 \times SD$$

$$= 2.36 - 2 \times 0.14 = 2.08$$

Untuk perhitungan data pengamatan pada masing-masing proses selanjutnya dengan cara yang sama diperoleh hasilnya terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.21 Tabel Keseragaman Data

Proses	\bar{X}	UCL	LCL	Keterangan
1. <i>Keba</i>	2.36	2.64	2.08	Data Seragam
2. <i>Ospirator</i>	22.04	27.92	16.16	Data Seragam
3. <i>Perajutan</i>	36.99	41.63	32.35	Data Seragam
4. <i>Buncing</i>	2.85	3.61	2.09	Data Seragam
5. <i>Penimbangan</i>	2.85	3.61	2.09	Data Seragam
6. <i>Packaging</i>	14.95	19.01	10.89	Data Seragam

3. Memasukkan data tersebut ke *tools* ProModel yaitu Stat Fit, untuk mencari distribusi waktu yang sesuai :

Interval	Points
1	2.53
2	2.45
3	2.13
4	2.45
5	2.64
6	2.37
7	2.5
8	2.47
9	2.58
10	2.59
11	2.29
12	2.38
13	2.28
14	2.38
15	2.47
16	2.13
17	2.24
18	2.3
19	2.2

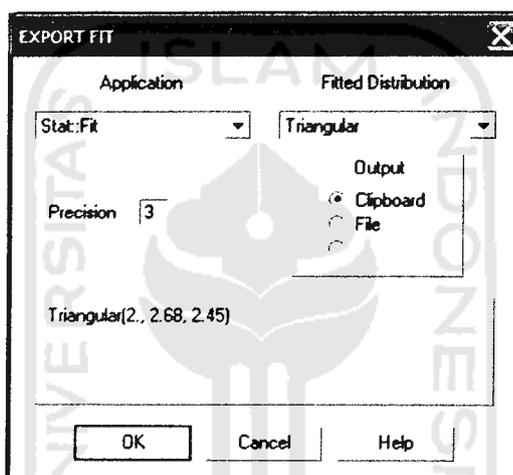
Gambar 4.20 Data Waktu Proses *Keba* Pada Stat Fit

Dari data tersebut, didapatkan distribusi yang sesuai, dengan menggunakan *Auto Fit* dan distribusi yang digunakan akan di *Export Fit* terlebih dahulu untuk selanjutnya akan digunakan pada *software* ProModel.

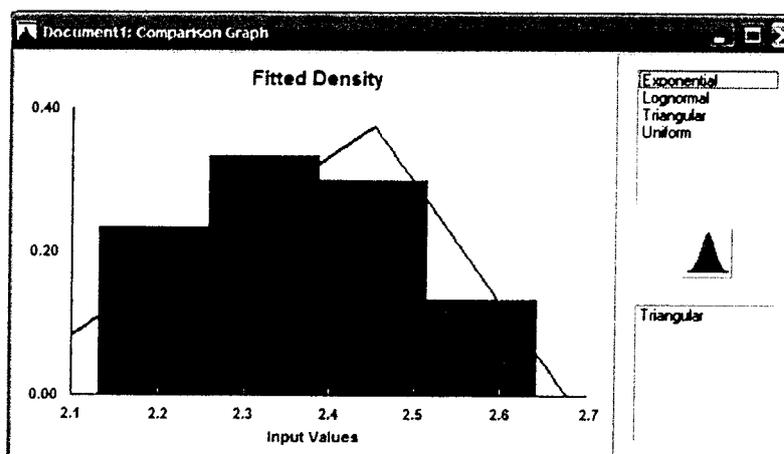
Document1: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Triangular(2., 2.68, 2.45)	98.2	do not reject
Lognormal(2., -1.1, 0.441)	45.3	do not reject
Uniform(2., 2.64)	1.58	reject
Exponential(2., 0.364)	3.17e-002	reject

Gambar 4.21 Distribusi Data Proses *Keba* Pada Stat FitGambar 4.22 *Export Fit* Pada Stat Fit

4. Dari Hasil Stat Fit, diketahui bahwa distribusi data yang dimiliki oleh waktu proses *keba* adalah Triangular dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.23 Grafik Distribusi Triangular (2., 2.68, 2.45)

5. Setelah diketahui distribusi yang sesuai, maka nilai distribusi tersebut dimasukkan ke dalam *logic simulation* pada software ProModel.

Berikut adalah hasil pengolahan Stat Fit untuk semua proses :

Tabel 4.22 Tabel Uji Distribusi Waktu Proses

No.	Proses	Distribusi
1.	<i>Keba</i>	Triangular (2., 2.68, 2.45)
2.	Ospirator	Uniform (17., 26.3)
3.	Perajutan	Lognormal (32., 1.46, 0.617)
4.	<i>Buncing</i>	Lognormal (2., - 0.283, 0.503)
5.	Penimbangan	Lognormal (2., - 0.283, 0.503)
6.	<i>Packaging</i>	Triangular (11., 19.8, 14.2)

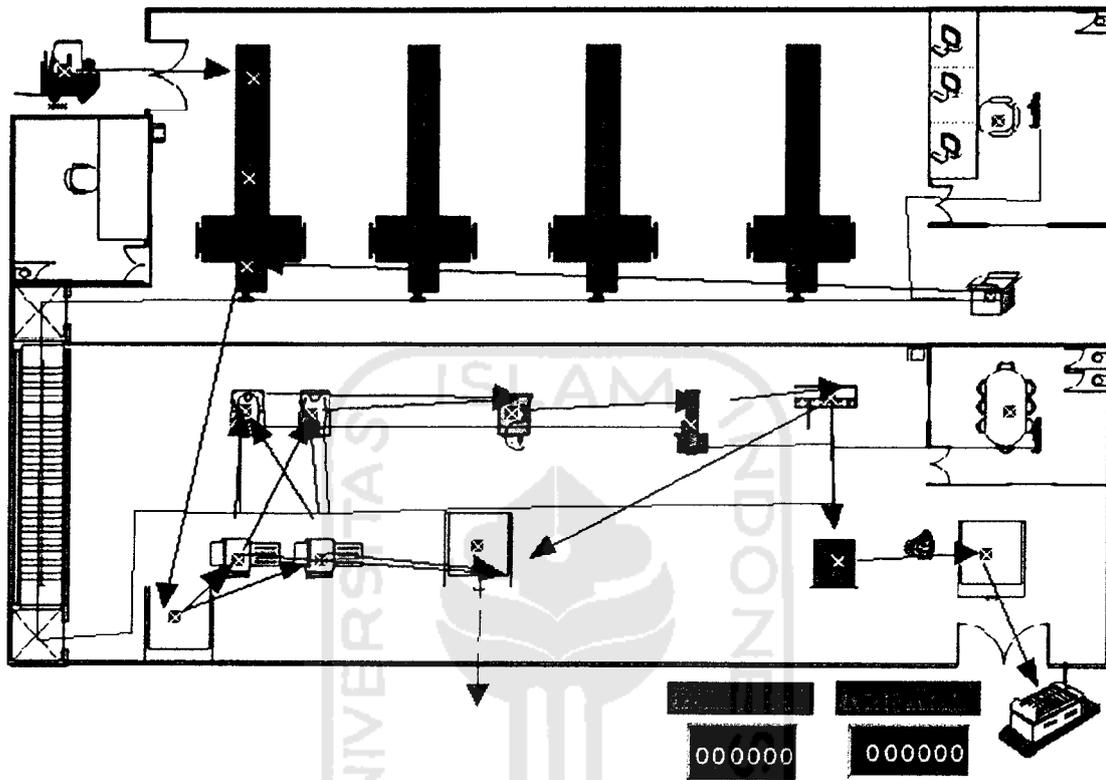
4.2.2.2 Membangun Model Simulasi Menggunakan *Software ProModel 7.0*

Dalam tahap pembangunan model simulasi ini diperlukan identifikasi bagian-bagian model simulasi yakni sebagai berikut :

1. Entitas adalah bahan baku yang diproses, yang diidentifikasi sebagai FD chip, bobbin, dan *drawn yarn*.
2. Atribut adalah jenis part yang mengalami beberapa proses yang berbeda, misalkan waktu kedatangan, waktu proses dan waktu transfer.
3. Variabel sistem diidentifikasi sebagai total produk baik dan beban kerja.
4. Sumber daya sistem adalah pekerja yang menangani/memproses entitas.
5. *Path Network* adalah alur/jalur untuk *resource* bergerak dan berpindah.
6. Kejadian (*event*) adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada 3 (tiga) kejadian umum dalam simulasi ini, yaitu *Arrival* (kedatangan), *Departure* (entitas meninggalkan sistem), dan *The End* (simulasi berhenti)
7. Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama

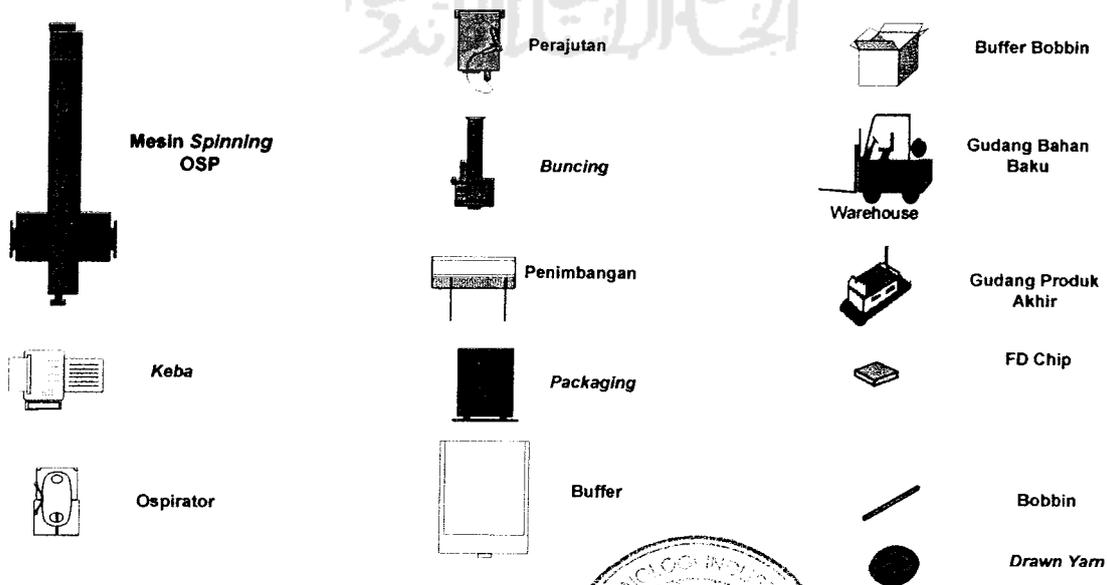
pula, tetapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah untuk membangkitkan waktu antar kedatangan dan pelayanan.

Keseluruhan pembangunan model awal dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.24 Gambar Simulasi Model Awal

Keterangan :



Tabel 4.23 Tabel Entitas dan Atribut Simulasi Model Awal

No.	Proses	Entitas	Atribut
1.	Gudang bahan baku	FD Chip	Waktu kedatangan = tiap 8 jam Waktu transfer = ± 180 detik
2.	Buffer bobbin	Bobbin	Waktu kedatangan = tiap 8 jam Waktu transfer = ± 42 detik
3.	Mesin <i>Spinning</i> OSP	FD Chip Bobbin <i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = 4.05 jam Waktu transfer = ± 34.2 detik
4.	<i>Keba</i>	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi triangular (2., 2.68, 2.45) Waktu transfer = ± 5.4 detik
5.	Ospirator	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi uniform (17., 26.3) Waktu transfer = ± 7.8 detik
6.	Perajutan	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi lognormal (32., 1.46, 0.617) Waktu transfer = ± 6.6 detik
7.	<i>Buncing</i>	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi lognormal (2., -0.283, 0.503) Waktu transfer = ± 9 detik
8.	Penimbangan	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi lognormal (2., -0.283, 0.503) Waktu transfer = ± 9.6 detik
9.	<i>Packaging</i>	<i>Drawn yarn</i>	Waktu proses = berdistribusi triangular (11., 19.8, 14.2) Waktu transfer = ± 8.5 detik
10.	Gudang produk akhir	<i>Drawn yarn</i>	Waktu transfer = ± 15 menit

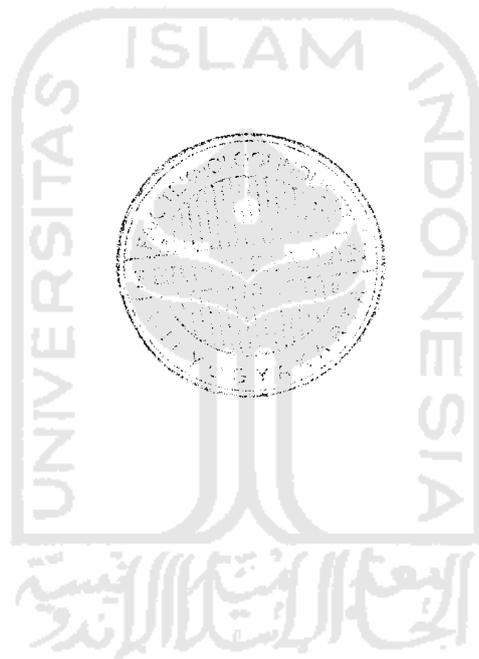
4.2.2.3 Menjalankan Program

Dengan menggunakan software ProModel 7.0, model yang telah dibuat tersebut dijalankan (*run*) dengan panjang replikasi sama dengan 30 hari jam kerja dimana output yang dihasilkan dengan belum mengetahui fase *steady state*.

4.2.2.4 Penentuan Fase *Steady State*

Simulasi sistem yang dilakukan merupakan sistem *non-terminating*, maka harus diketahui fase *steady state* karena pada fase itulah data output simulasi sudah mendekati stabil dan menjadi *valid* untuk diambil outputnya. Fase *steady state* dapat diketahui dari hasil simulasi sistem yang telah dijalankan. Perhitungan yang

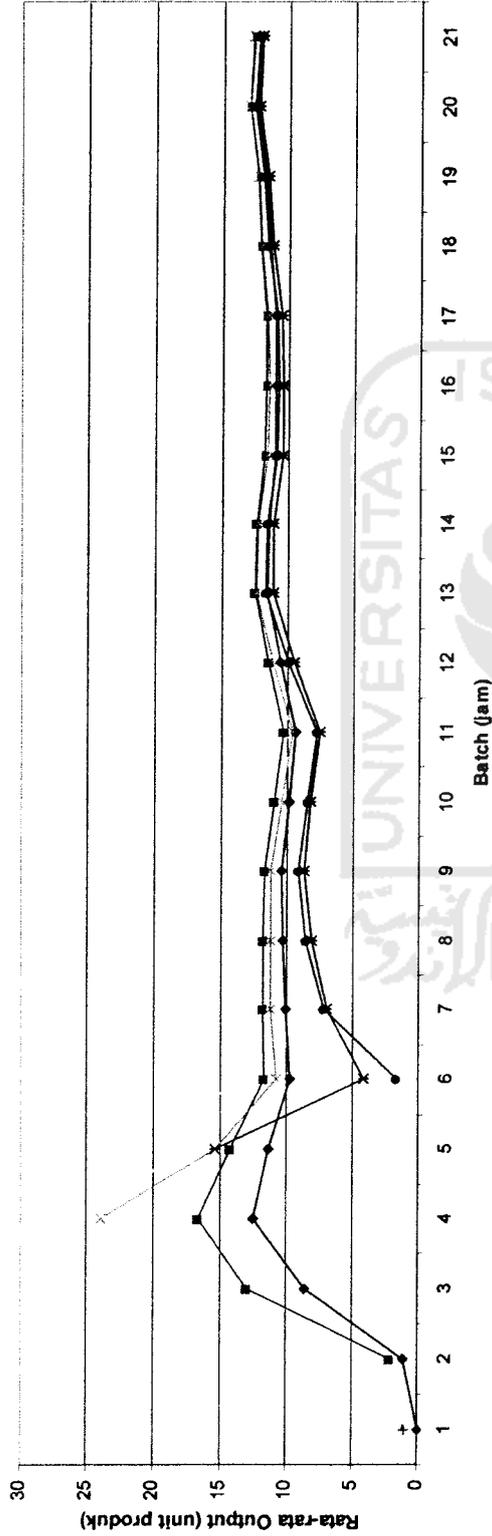
digunakan untuk membantu dalam menentukan fase tersebut adalah dengan menggunakan *batch-mean method*, yang mana parameter yang digunakan adalah *total exit*/hasil produksi dari output simulasi ProModel. Ukuran *batch* yang dianalisa adalah tiap satuan shift dari lamanya tiap replikasi simulasi. Sedangkan analisa penentuan *batch* yang diamati adalah 1 hari. Sehingga *batch* yang terjadi adalah 21 *batch*. *Deletion* atau penghapusan sebagai tanda fase *transient* dilakukan sejumlah 5 penghapusan *batch*, yang kemudian dianalisa titik kapan *steady state* terjadi. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.24.



Tabel 4.24 Tabel data relatif *output* produksi tiap *batch*

Replikasi	Batch (jam)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	2	24	23	8	2	12	11	11	6	4	21	24	11	4	10	12	21	15	24	26
2	0	2	22	26	2	2	13	13	11	6	4	23	25	11	4	10	12	19	16	24	0
3	0	2	25	23	10	2	12	11	12	5	4	24	23	11	4	11	11	19	16	22	0
4	0	2	24	24	5	2	13	10	12	6	2	23	25	10	4	9	13	21	16	25	0
5	0	3	23	24	7	2	13	11	11	6	4	24	24	11	4	11	12	20	17	23	21
6	0	2	24	25	0	2	13	11	12	6	4	25	22	9	5	11	11	17	16	24	24
7	0	3	23	24	7	1	12	12	10	6	4	24	24	10	5	11	12	19	17	24	0
8	0	2	24	24	10	1	14	11	12	5	5	23	22	12	4	12	12	19	17	22	0
9	0	2	25	24	9	2	13	12	11	6	5	22	25	11	4	10	11	21	15	25	0
10	0	2	25	23	10	1	13	12	10	6	4	25	24	11	4	11	11	21	15	24	0
Rata-rata	0.0	2.2	23.9	24.0	6.8	1.7	12.8	11.4	11.2	5.8	4.0	23.4	23.8	10.7	4.2	10.6	11.7	19.7	16.0	23.7	7.1
Deletion 0	0.0	1.1	8.7	12.5	11.4	9.8	10.2	10.4	10.4	10.0	9.4	10.6	11.6	11.6	11.1	11.0	11.1	11.6	11.8	12.4	12.1
Deletion 1		2.2	13.1	16.7	14.2	11.7	11.9	11.8	11.8	11.1	10.4	11.6	12.6	12.4	11.9	11.8	11.8	12.2	12.4	13.0	12.7
Deletion 2			23.9	24.0	18.2	14.1	13.8	13.4	13.1	12.2	11.3	12.5	13.5	13.3	12.6	12.5	12.4	12.9	13.0	13.6	13.3
Deletion 3				24.0	15.4	10.8	11.3	11.3	11.3	10.5	9.7	11.2	12.5	12.3	11.7	11.6	11.6	12.1	12.4	13.0	12.7
Deletion 4					15.4	4.3	7.1	8.2	8.8	8.3	7.7	9.6	11.2	11.2	10.5	10.5	10.6	11.3	11.6	12.3	12.0
Deletion 5						1.7	7.3	8.6	9.3	8.6	7.8	10.0	11.8	11.6	10.9	10.9	10.9	11.6	11.9	12.7	12.4

BATCHMEAN GRAFIK



Gambar 4.25 Gambar Grafik Fase Warm Up – Steady State

Dari grafik yang telah ditampilkan di atas, dapat dianalisa bahwa fase *warm up* terjadi saat grafik *deletion* terlihat fluktuatif, maka dari 5 penghapusan yang dilakukan fase *steady state* terjadi setelah *batch* ke 6. Dimana grafik hampir mendekati suatu kestabilan. Dengan telah ditentukannya fase *steady state* maka pengambilan data dilakukan dengan memasukkan fase *warming up* selama 6 jam.

4.2.2.5 Output Hasil Simulasi Model Awal

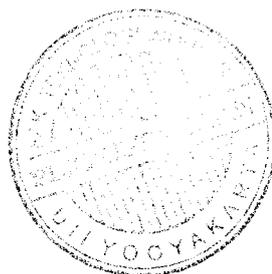
Hasil simulasi model awal adalah sebagai berikut :

Tabel 4.25 Tabel Hasil Simulasi Model Awal

Periode (hari)	Jumlah Produk Cacat (unit)	Total Produk (unit)	Periode (hari)	Jumlah Produk Cacat (unit)	Total Produk (unit)
1.	31	270	16.	34	267
2.	39	262	17.	26	275
3.	37	264	18.	45	256
4.	42	259	19.	35	266
5.	34	267	20.	33	268
6.	33	268	21.	31	270
7.	30	271	22.	45	256
8.	35	266	23.	27	274
9.	28	273	24.	28	273
10.	32	269	25.	42	259
11.	22	279	26.	39	262
12.	35	266	27.	31	270
13.	23	278	28.	27	274
14.	38	263	29.	32	269
15.	29	272	30.	34	267

4.2.2.6 Validasi Output Simulasi Model Awal

Program yang dijalankan dapat digunakan untuk menguji sensitifitas hasil dari model terhadap perubahan kecil pada parameter masukan, jika hasilnya berubah maka suatu estimasi yang baik harus diambil. Data dari hasil simulasi dapat dibandingkan dengan data sistem nyata untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah sesuai. Dengan menggunakan metode uji dua rata-rata dan uji dua variansi, jika hasilnya baik maka program simulasi dinyatakan valid dan model dianggap merupakan representasi dari sistem nyatanya.



Tabel 4.26 Tabel Perbandingan Total Produk Model Simulasi Dengan Sistem Nyata

Periode (hari)	Sistem Nyata (unit)	Simulasi (unit)	Periode (hari)	Sistem Nyata (unit)	Simulasi (unit)
1	263	270	16	265	267
2	278	262	17	278	275
3	265	264	18	263	256
4	273	259	19	258	266
5	263	267	20	255	268
6	277	268	21	258	270
7	270	271	22	263	256
8	263	266	23	265	274
9	278	273	24	272	273
10	264	269	25	263	259
11	258	279	26	257	262
12	270	266	27	258	270
13	271	278	28	260	274
14	265	263	29	261	269
15	273	272	30	277	267

Tabel 4.27 Tabel *Descriptive Statistic* Sistem Nyata dan Hasil Simulasi

<i>Descriptive Statistic</i>	Simulasi	Sistem Nyata
<i>Mean</i>	267.767	266.133
<i>Standard Deviation</i>	5.894	7.06
<i>Sample Variance</i>	34.739	49.844
<i>Minimum</i>	256	255
<i>Maximum</i>	279	278
<i>Sum</i>	8033	7984
<i>Count</i>	30	30
<i>Confidence Level (95%)</i>	2.109	2.526

a. Uji Dua Rata-Rata

Simulasi:

Nyata:

$$\bar{x}_1 = 267.767$$

$$\bar{x}_2 = 266.133$$

$$v_1 = 5.894$$

$$v_2 = 7.06$$

$$v_1^2 = 34.739$$

$$v_2^2 = 49.844$$

Jika μ_1 = rata-rata dari sistem simulasi dan μ_2 = rata-rata dari sistem nyata, kemudian

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ = tidak ada perbedaan yang signifikan antara sistem simulasi dan nyata

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 =$ ada perbedaan yang signifikan antara sistem simulasi dan nyata

$\alpha = 0.05,$

Untuk populasi dengan $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, dimana σ tidak diketahui, maka

$$S_p = \frac{(n_1 - 1)v_1^2 + (n_2 - 1)v_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \sqrt{\frac{(30 - 1)34.739 + (30 - 1)49.844}{30 + 30 - 2}}$$

$$S_p = 6.503$$

$$T_{\text{hit}} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$= \frac{267.767 - 266.133}{6.503 \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{30}}}$$

$$= 0.973$$

Dengan $\alpha = 0.05$ maka diperoleh nilai t sebagai berikut :

$$t_{\alpha/2} = t_{0.05/2} = 1.96$$

Oleh karena $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$ yaitu $-1.96 < 0.973 < 1.96$, maka H_0 diterima sehingga diambil kesimpulan bahwa kedua populasi memiliki rata-rata yang sama.

b. Uji Dua Variansi

Jika, $\sigma_1^2 =$ variansi dari sistem simulasi

$\sigma_2^2 =$ variansi dari sisten nyata, maka dapat dibuat hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara sistem simulasi dengan sistem nyata.

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ artinya ada perbedaan yang signifikan antara sistem simulasi dengan sistem nyata.

H_0 tidak ditolak apabila $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) \leq F \leq f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$

Dengan rumus :

$$F = \frac{(v_1^2 / \sigma_1^2)}{(v_2^2 / \sigma_2^2)} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \times \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

Karena $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$ maka rumus di atas berubah menjadi :

$$F = \frac{v_1^2}{v_2^2} \text{ dengan } v_1^2 > v_2^2$$

Maka diperoleh nilai F dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{49.844}{34.739} = 1.435$$

Dengan $\alpha = 0,05$ dan $v_1 = n_1 - 1$ serta $v_2 = n_2 - 1$,

maka diperoleh nilai $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) = 0.476$ dan $f_{\alpha/2}(v_1, v_2) = 2.101$

Karena $f_{1-\alpha/2}(v_1, v_2) \leq F \leq f_{\alpha/2}(v_1, v_2)$, yaitu $0.476 \leq 1.435 \leq 2.101$, maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua variansi. Sehingga dari uji statistik di atas, model simulasi yang telah dijalankan dapat menjadi representasi dari sistem nyata.

4.2.2.7 Membangun Model Skenario (*Desain of Experiment*)

Model skenario dibuat bertujuan untuk menganalisa kualitas proses produksi yang sudah ada. Relay layout fasilitas produksi dan penambahan operator ditentukan berdasarkan seberapa efektif dan efisien proses produksi itu berlangsung. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil *report* yaitu total produk baik, produk cacat, dan beban kerja operator dari model simulasi yang dibuat.

1. Skenario 1

Dari hasil *report* model awal, jumlah produk cacat masih cukup tinggi sehingga menyebabkan total produk baik menjadi berkurang, maka pada skenario 1 akan dilakukan *relayout* beberapa fasilitas produksi guna melancarkan aliran proses.

2. Skenario 2

Setelah dilakukan perubahan model pada skenario 1, jumlah produk cacat sudah mulai berkurang namun beban kerja operator masih cukup tinggi sehingga pada skenario 2 dilakukan penambahan operator guna menurunkan beban kerja dan diharapkan dapat menurunkan jumlah produk cacat.

Tabel 4.28 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi

Ukuran	Model Awal	Model Skenario 1	Model Skenario 2
Jumlah Produk Baik (unit)	8033	8074	8119
Jumlah Produk Cacat (unit)	997	956	911
Beban Kerja Operator	85.99%	74.47%	55.46%
Total Biaya (Lokasi, Tenaga Kerja, Bahan Baku)	\$ 65238.87	\$ 50342.43	\$ 50503.69
Biaya Total Produksi Per Unit Produk	\$ 8.121	\$ 6.235	\$ 6.220

