



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PENGENDALIAN KUALITAS KANTONG SEMEN
DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK
MENGUNAKAN PETA KENDALI DEMERIT
DAN *FUZZY* DEMERIT**

**NANDA EKA PUTRI R
NRP 062116 4500 0017**

Dosen Pembimbing
Diaz Fitra Aksioma, M.Si.

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PENGENDALIAN KUALITAS KANTONG SEMEN
DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK
MENGUNAKAN PETA KENDALI DEMERIT
DAN *FUZZY* DEMERIT**

**NANDA EKA PUTRI R
NRP 062116 4500 0017**

**Dosen Pembimbing
Diaz Fitra Aksioma, M.Si.**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - SS 141501

**QUALITY CONTROL OF CEMENT BAGS
AT PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK
WITH DEMERIT AND *FUZZY* DEMERIT
CONTROL CHARTS**

**NANDA EKA PUTRI R
SN 062116 4500 0017**

**Supervisor
Diaz Fitra Aksioma, M.Si.**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN KUALITAS KANTONG SEMEN DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK MENGUNAKAN PETA KENDALI DEMERIT DAN FUZZY DEMERIT

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NANDA EKA PUTRI R.

NRP. 062116 4500 0017

Disetujui oleh Pembimbing:

Diaz Fitra Aksioma, M.Si.

NIP. 19870602 201212 2 002

()



Mengetahui,
Kepala Departemen

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001 

SURABAYA, JULI 2018

**PENGENDALIAN KUALITAS KANTONG SEMEN
DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK
MENGUNAKAN PETA KENDALI DEMERIT DAN
FUZZY DEMERIT**

Nama Mahasiswa : Nanda Eka Putri R.
NRP : 062116 4500 0017
Departemen : Statistika FMKSD-ITS
Dosen Pembimbing : Diaz Fitra Aksioma, M.Si.

ABSTRAK

PT. Industri Kemasan Semen Gresik (PT. IKSG) merupakan salah satu anak perusahaan dari PT. Semen Gresik Tbk. (persero) yang bergerak dalam bidang pembuatan kantong semen. Seiring perkembangannya, PT. IKSG selalu berupaya meningkatkan mutu layanan dan kualitas produknya. Dalam menentukan kualitas produk, perusahaan melakukan pengendalian berupa menghitung proporsi cacat setiap line yang dibandingkan dengan batas toleransi kebijakan perusahaan. Pengendalian kualitas yang telah dilakukan tersebut memiliki kesamaran dalam memutuskan apakah proses pembuatan kantong semen telah terkendali sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas secara statistika. Pengendalian kualitas yang dilakukan menggunakan peta kendali demerit dan fuzzy demerit. Hasil peta kendali demerit dan fuzzy demerit menunjukkan proses produksi kantong semen jenis pated di semua line selama periode Januari – Desember 2017 belum terkendali secara statistik. Peta kendali fuzzy demerit lebih sensitif dibandingkan dengan peta kendali demerit, dimana hal ini ditunjukkan oleh lebih banyaknya titik pengamatan out of control yang dapat ditangkap oleh peta kendali fuzzy demerit daripada peta kendali demerit. Adanya pengamatan out of control dominan disebabkan oleh faktor manusia dalam proses pembuatan adonan lem, penyetulan mesin dan bahan baku di awal produksi, kebersihan mesin, dan pemakaian mesin saat dilakukan perbaikan.

Kata Kunci: Kantong Semen, Pengendalian Kualitas, Peta Kendali Demerit, Peta Kendali Fuzzy Demerit

(halaman ini sengaja dikosongkan)

QUALITY CONTROL OF CEMENT BAGS AT PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK WITH DEMERIT AND FUZZY DEMERIT CONTROL CHARTS

Name : Nanda Eka Putri R.
Student Number : 062116 4500 0017
Department : Statistics
Supervisor : Diaz Fitra Aksioma, M.Si.

ABSTRACT

PT. Industri Kemasan Semen Gresik (PT IKSG) is one of the subsidiaries of PT. Semen Gresik Tbk. (Persero) engaged in the manufacture of cement bags. Along its development, PT. IKSG always strives to improve the quality of its services and product quality. In determining the quality of the product, the company calculated the proportion of defects in each line then compared it to the company's policy tolerance limits. Quality control that has been done by the company has a vagueness in deciding whether the process of making the cement bags has been controlled or not, so it is necessary to do statistical quality control. The quality control is performed by using demerit and fuzzy demerit control charts. The results of demerit and fuzzy demerit control charts show that the production process of pasted cement bags in all lines during the period January - December 2017 has not been statistically controlled. The demerit fuzzy control chart is more sensitive than the demerit control chart, which is indicated by more out of control observation points that can be captured by fuzzy demerit control charts rather than classical demerit control charts. The presence of out of control observations is caused by human factors in the process of making glue dough, setting the machine and materials at the beginning of production, cleanliness of the engine, and using the machine when it is being repaired.

Keywords: *Cement Bags, Demerit Control Charts, Fuzzy Demerit Control Charts, Quality Control*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengendalian Kualitas Kantong Semen di PT. Industri Kemasan Semen Gresik Menggunakan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy Demerit*”** dengan lancar dan tepat waktu.

Keberhasilan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu, Ayah, dan Keluarga Besar Penulis atas do'a, motivasi, dan kasih sayang yang begitu besar sehingga Penulis terus memiliki kekuatan dan semangat dalam menjalani proses perkuliahan dan penyelesaian Tugas Akhir.
2. Ibu Diaz Fitra Aksioma, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu, wawasan, perhatian, bimbingan, dan pengarahan dengan begitu baik dan penuh kesabaran selama menyelesaikan Tugas Akhir ini dan semoga senantiasa diberkahi oleh-Nya.
3. Bapak Sutomo selaku Kepala Bidang Jaminan Mutu PT. Industri Kemasan Semen Gresik (PT. IKSG) yang telah membantu penulis dalam perolehan data Tugas Akhir serta membimbing dalam melakukan analisis.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT dan Bapak Novri Suhermi, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, kritik, dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS dan Bapak Dr. Sutikno, S.Si., M.Si selaku Ketua Prodi S-1 Departemen Statistika yang telah memfasilitasi penulis selama menuntut ilmu di Departemen Statistika ITS.

6. Bapak Prof. Drs. Nur Iriawan, M.Ikom, Ph.D selaku dosen wali dan seluruh Bapak-Ibu dosen Statistika atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan, serta seluruh staf dan karyawan Departemen Statistika ITS atas pelayanannya selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan S-1 Lintas Jalur Statistika ITS PW 118 atas kebersamaan dalam menyelesaikan Tugas Akhir atas segala motivasi, bantuan dan semangatnya.

Semoga kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dibalas dengan kebaikan yang lebih oleh Allah SWT. Amin yaa Rabbal ‘alamiin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, pembaca, dan semua pihak.

Wassalamu’alaikum Warahmatullah Wabarokatuh.

Surabaya, Juli 2018

Nanda Eka Putri R.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Diagram Pareto.....	7
2.3 Peta Kendali Demerit.....	8
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.5 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit.....	15
2.5.1 Representasi Jumlah Demerit Per Unit Inspeksi	15
2.5.2 Penurunan Batas Kendali.....	15
2.5.3 Kaidah Keputusan.....	16
2.5.4 Pembuatan Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit.....	17
2.6 Proses Produksi Kantong Semen di PT. IKSG.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	25

3.2	Variabel Penelitian	25
3.3	Langkah Analisis.....	26
3.4	Diagram Alir	28

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Jenis Cacat Kantong Semen.....	29
4.2	Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali Demerit.....	34
4.3	Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit	46
4.4	Perbandingan Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Pareto.....	8
Gambar 2.2 Himpunan Klasik Muda, Paruh Baya, dan Tua..	12
Gambar 2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> Muda, Paruh Baya, dan Tua ...	13
Gambar 2.4 Kurva Segitiga (<i>Triangular</i>).....	14
Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan TFN.....	17
Gambar 2.6 Contoh Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i>	22
Gambar 2.7 Peta Proses Operasi	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Diagram Pareto Jenis Cacat pada <i>Line I</i>	30
Gambar 4.2 Diagram Pareto Jenis Cacat.....	32
Gambar 4.3 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line I</i>	37
Gambar 4.4 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line II</i>	38
Gambar 4.5 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line III</i>	39
Gambar 4.6 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line IV</i>	40
Gambar 4.7 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line V</i>	41
Gambar 4.8 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line VI</i>	42
Gambar 4.9 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line I</i>	49
Gambar 4.10 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line II</i>	50
Gambar 4.11 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line III</i>	51
Gambar 4.12 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line IV</i>	52

Gambar 4.13	Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line V</i>	53
Gambar 4.14	Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line VI</i>	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali Demerit	10
Tabel 2.2 Notasi dan Persamaan <i>Right Endpoint</i> Pembobot Linguistik TFN	20
Tabel 3.1 Variabel Penelitian Proses Produksi Kantong Semen	25
Tabel 3.2 Struktur Data Jumlah Cacat Kantong Semen.....	26
Tabel 4.1 Karakteristik Data Jenis Cacat Kantong Semen	29
Tabel 4.2 Persentase Jumlah Cacat Berdasarkan <i>Shift</i> Setiap <i>Line</i>	34
Tabel 4.3 Banyak Pengamatan <i>Out of Control</i> Berdasarkan <i>Shift</i>	43
Tabel 4.4 Banyak Pengamatan <i>Out of Control</i> dengan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit.....	56
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Keputusan dengan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit.....	57

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line I</i> di PT. IKSG Tahun 2017.....	63
Lampiran 2 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line II</i> di PT. IKSG Tahun 2017	64
Lampiran 3 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line III</i> di PT. IKSG Tahun 2017	65
Lampiran 4 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line IV</i> di PT. IKSG Tahun 2017	66
Lampiran 5 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line V</i> di PT. IKSG Tahun 2017.....	67
Lampiran 6 Data Kecacatan Kantong Semen Jenis <i>Pasted</i> pada <i>Line VI</i> di PT. IKSG Tahun 2017	68
Lampiran 7 <i>Output</i> Statistika Deskriptif.....	69
Lampiran 8 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line I</i>	70
Lampiran 9 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line II</i>	71
Lampiran 10 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line III</i>	71
Lampiran 11 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line IV</i>	72
Lampiran 12 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line V</i>	73
Lampiran 13 Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan <i>Fuzzy</i> Demerit <i>Line VI</i>	74
Lampiran 14 Peta Kendali <i>Fuzzy</i> Demerit Produksi Kantong Semen <i>Line I</i> Menggunakan <i>Left Endpoint</i>	75

- Lampiran 15** Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* II Menggunakan *Left Endpoint*..... 76
- Lampiran 16** Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* III Menggunakan *Left Endpoint* 77
- Lampiran 17** Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* IV Menggunakan *Left Endpoint* 78
- Lampiran 18** Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* V Menggunakan *Left Endpoint* 79
- Lampiran 19** Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* VI Menggunakan *Left Endpoint* 80
- Lampiran 20** Perbandingan Banyak Kasus *Out of Control* (OOC) dengan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit Menggunakan *Right* dan *Left Endpoint*..... 81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Industri Kemasan Semen Gresik (PT. IKSG) merupakan salah satu anak perusahaan dari PT. Semen Gresik Tbk. (persero) yang bergerak dalam bidang pembuatan kemasan atau kantong semen. Produk yang dihasilkan PT. IKSG meliputi beberapa kantong semen dan kemasan industri antara lain *Sewn Kraft*, *Pasted Woven*, dan *Pasted Kraft* yang didistribusikan pada beberapa perusahaan penghasil semen, baik PT. Semen Gresik Tbk. maupun perusahaan-perusahaan lain. Proses pembuatan kantong semen di PT. IKSG adalah dengan mengolah bahan baku kertas *kraft* menjadi produk jadi yang diproduksi pada *line* I hingga *line* VI. Seiring perkembangannya, PT. IKSG selalu berupaya untuk meningkatkan mutu layanan dan kualitas produknya.

PT. IKSG melakukan *monitoring* kualitas produk salah satunya dengan menjaga stabilitas proses pembuatan kantong semen. Dalam menentukan kualitas produk, perusahaan melakukan pengendalian kualitas pada dua bagian yaitu pada kualitas bahan baku kertas *kraft* yang dilakukan oleh bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) dan kualitas produk jadi kantong semen oleh bagian Jaminan Mutu. Pengendalian kualitas produk jadi berupa kantong semen selama ini hanya dilakukan dengan menghitung proporsi cacat setiap *line* yang dibandingkan dengan batas toleransi persentase kebijakan perusahaan yang kemudian dilakukan pembuatan grafik garis untuk melihat apakah terdapat peningkatan proporsi cacat selama satu tahun. Oleh karena itu, terdapat kesamaran dalam memutuskan apakah proses pembuatan kantong semen di PT. IKSG telah layak atau tidak, sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas secara statistika.

Metode statistika memiliki banyak cara yang diterapkan dalam pengendalian kualitas. Seperti yang dijelaskan oleh Montgomery (2009), pengendalian kualitas statistik bertujuan

untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Salah satu metode statistika yang sering digunakan adalah peta kendali yang terdiri dari dua macam yaitu peta kendali variabel dan atribut. Peta kendali variabel untuk karakteristik kualitas diperoleh melalui pengukuran, sedangkan peta kendali atribut untuk mengklasifikasikan suatu kualitas produk dalam kategori cacat atau tidak cacat.

Penelitian yang dilakukan dikhususkan pada produksi kantong semen dengan jenis *pasted*. Pemilihan jenis *pasted* didasarkan pada jumlah pemesanan yang lebih tinggi daripada jenis kantong jahit. Adapun *monitoring* produk kantong semen cacat di PT. IKSG dilakukan pada tahapan inspeksi. Cacat yang terjadi dapat lebih dari satu cacat dan antarjenis cacat dapat dikategorikan menjadi kelas cacat yang berbeda menurut tingkat keparahan cacat yang ditimbulkan.

Pengendalian kualitas yang sesuai dilakukan dengan kejadian cacat yang terjadi pada kantong semen di PT. IKSG adalah peta kendali atribut. Oleh karena jenis cacat yang terjadi dapat lebih dari satu cacat dan antarjenis cacat memiliki pembobot tertentu berdasarkan tingkat keparahannya, maka analisis pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah peta kendali demerit. Peta kendali demerit biasa atau *classical demerit control chart* (CDCC) mengasumsikan bahwa beberapa cacat pada satu kategori diperlakukan sama dan pembobot yang digunakan adalah pembobot *crisp* yang dipilih secara subjektif. Bagaimanapun, pembobot jenis cacat yang dikategorikan pada satu kelas cacat mungkin tidak setara. Selain itu, penempatan pembobot yang asli dan *crisp* setiap kategori cukup sulit untuk diaplikasikan pada pengendalian kualitas proses produksi di banyak kasus. Apabila besar pembobot yang digunakan bernilai relatif atau tidak mutlak, maka pembobot tersebut dapat menyebabkan pengaruh yang signifikan pada performansi peta kendali demerit biasa. Untuk memperbaiki permasalahan ini, pembobot linguistik dapat

digunakan dalam mengatasi pembobot di setiap kategori cacat melalui *fuzzy set theory* (FST) (Jones, Woodall, & Conerly, 1999).

Tahapan inspeksi yang dilakukan oleh PT. IKSG mengamati empat jenis cacat pada kantong semen *pasted kraft*, yaitu cacat rusak, lengket *valve*, lengket *bottom* atas, dan lengket *bottom* bawah. Terdapat beberapa jenis cacat yang digolongkan pada cacat rusak, seperti cacat pada warna dan posisi logo perusahaan, serta kurang tepatnya bentuk kantong semen. Adanya beberapa jenis cacat pada satu kategori yang sama tersebut, apabila pembobot yang digunakan adalah pembobot *crisp*, maka dapat menyebabkan pengaruh yang signifikan pada performansi peta kendali demerit biasa. Selain itu, posisi cacat lengket *valve* dan lengket *bottom* atas yang saling berhimpit, dapat mengakibatkan proses pengeleman tercampur sehingga inspeksi yang dilakukan oleh operator menjadi kurang teliti. Oleh karena permasalahan tersebut, peta kendali *fuzzy* demerit atau *fuzzy demerit control chart* (FDCC) untuk pembobot akan lebih tepat digunakan pada penelitian ini untuk mendapatkan keputusan yang lebih akurat (Chen, 2005). Peta kendali *fuzzy* sangat sesuai digunakan untuk pengamatan yang menghasilkan informasi yang tidak pasti, kurang jelas, dan berdasarkan subjektivitas atau persepsi seseorang.

Pengendalian kualitas pada kantong semen sebelumnya pernah dilakukan oleh Fitrah Indra Cahyani (2015) menggunakan peta kendali *p* multivariat. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Bayu Tasman dan Benny Yulius (2016) mengenai kantong semen tipe *pasted bag* menggunakan peta kendali *p*. Kedua penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa proses masih belum terkendali secara statistik.

Penggunaan peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Ming Hung Shu, Chuang Chi Chiu, Thanh Lam Nguyen, dan Bi Min Hsu (2014). Dengan menempatkan pembobot yang bervariasi pada kelas-kelas keparahan cacat yang berbeda, peta kendali demerit dalam

beberapa hal memang efisien dalam mengungkap variasi abnormal dalam proses manufaktur. Namun, hal tersebut tidak berlaku ketika tingkat pembobotan dievaluasi sebagai bilangan *fuzzy* karena pengelompokan cacat linguistik. Penelitian tersebut mengusulkan *monitoring* proses dengan peta kendali *fuzzy* demerit. Dengan peta kendali *fuzzy* demerit, dapat dikatakan pengambilan kesimpulan akan lebih sensitif jika dibandingkan dengan peta kendali demerit.

1.2 Rumusan Masalah

Pengendalian kualitas proses produksi kantong semen yang dilakukan oleh bagian Jaminan Mutu di PT. IKSG selama ini hanya menggunakan perhitungan proporsi cacat per hari untuk setiap *line* yang kemudian dilakukan pembuatan grafik garis untuk melihat apakah terdapat peningkatan proporsi cacat, namun belum dilakukan pengendalian kualitas secara statistik yang dapat memberikan keputusan apakah proses telah terkendali secara statistik atau tidak. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, PT. IKSG ingin mengetahui apakah proses produksi masih dalam batas kendali atau tidak, dimana dalam penelitian ini peta kendali yang akan digunakan adalah peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit. Selain itu, juga akan diteliti mengenai jenis cacat dan penyebab cacat dominan pada proses produksi kantong semen. Dengan adanya penelitian ini, perusahaan mengharapkan dapat melakukan perbaikan agar proses produksi kantong semen senantiasa terkendali dan penyebab adanya kecacatan dapat diminimumkan.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dalam penelitian ini adalah menerapkan peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit pada proses produksi kantong semen di PT. IKSG. Adapun rincian tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik jenis cacat pada proses produksi kantong semen di PT. IKSG.
2. Menentukan stabilitas proses produksi kantong semen di PT. IKSG dengan peta kendali demerit.
3. Menentukan stabilitas proses produksi kantong semen di PT. IKSG dengan peta kendali *fuzzy* demerit.
4. Membandingkan hasil keputusan proses produksi kantong semen pada peta kendali demerit dan peta kendali *fuzzy* demerit.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari hasil penelitian pengendalian kualitas di PT. IKSG adalah sebagai berikut.

1. Memberikan tambahan informasi kepada PT. IKSG mengenai hasil analisis pengendalian kualitas statistika pada proses produksi kantong semen di PT. IKSG.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu PT. IKSG dalam meningkatkan kualitas proses produksi kantong semen.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan-batasan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Produk yang dilakukan analisis adalah produk kantong semen jenis *pasted*.
2. Data yang digunakan merupakan data kecacatan kantong semen dari bulan Januari – Desember 2017.
3. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan adalah *triangular*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

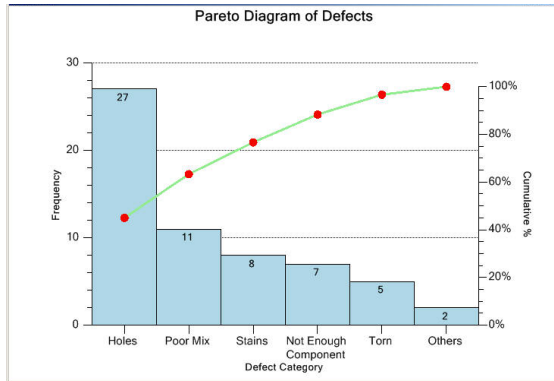
2.1 Statistika Deskriptif

Ada kalanya seorang praktisi ilmiah hanya ingin mendapatkan semacam ringkasan satu set data yang diwakili dalam sampel. Dengan kata lain, statistik inferensial tidak diperlukan. Sebaliknya, akan diperlukan satu set statistik tunggal atau biasa disebut dengan statistika deskriptif. Angka-angka dalam statistika deskriptif memberikan informasi ukuran pemusatan lokasi data, variabilitas dalam data, dan sifat umum dari distribusi pengamatan dalam sampel. Meskipun tidak ada metode statistik tertentu yang mengarah ke inferensi statistik, banyak yang bisa dipelajari dalam statistika deskriptif. Biasanya statistik deskriptif akan disertai dengan grafis. Beberapa statistik deskriptif yang cukup sering digunakan adalah rata-rata (*mean*), varians, serta nilai maksimum dan minimum (Walpole, Myres, Myres, & Ye, 2012).

2.2 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan salah satu dari tujuh alat *Statistical Process Control* (SPC) yang digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas. Menurut Montgomery (2009), diagram pareto berbentuk histogram frekuensi ketidaksesuaian atau cacat berdasarkan penyebab ketidaksesuaian dan diurutkan mulai dari frekuensi dari paling besar sampai paling kecil.

Secara visual diagram pareto dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1. Variabel yang diutamakan dalam perbaikan proses adalah variabel yang paling banyak menyebabkan proses tidak terkontrol. Prinsip diagram ini adalah 80/20 yang berarti sekitar 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang 20% persen saja.



Gambar 2.1 Diagram Pareto

Sumber: Kho, 2016

2.3 Peta Kendali Demerit

Peta kendali demerit merupakan peta kendali dimana jenis cacat dikategorikan menjadi beberapa kelas menurut tingkat kepentingan cacatnya (Ramadhani, Yuciana, & Suparti, 2014). Pola cacat produk secara umum berdasarkan bobot cacatnya dapat diberikan sebagai berikut (Montgomery, 2009).

1. Cacat kelas 1 (*Very Serious*), yaitu unit secara keseluruhan memiliki kecacatan yang tidak akan mudah diperbaiki, selain itu cacat pada unit dapat menyebabkan luka perseorangan atau kerusakan properti.
2. Cacat kelas 2 (*Serious*), yaitu unit akan meningkatkan biaya perawatan dan bisa mengalami cacat operasional kelas A sehingga mengurangi daya hidup produk.
3. Cacat kelas 3 (*Moderately Serious*), yaitu unit kemungkinan akan menyebabkan kegagalan dalam pelayanan, atau menimbulkan masalah yang tidak terlalu serius dibanding kegagalan operasional.
4. Cacat kelas 4 (*Minor*), yaitu unit memiliki ketidaksempurnaan dalam bentuk akhir, penampilan atau kualitas pekerjaan sehingga tidak akan menyebabkan kegagalan dalam pelayanan.

Jumlah cacat terboboti untuk masing-masing kelas dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 &\text{Jumlah cacat terboboti kelas 1 : } w_1c_1 \\
 &\text{Jumlah cacat terboboti kelas 2 : } w_2c_2 \\
 &\text{Jumlah cacat terboboti kelas 3 : } w_3c_3 \\
 &\text{Jumlah cacat terboboti kelas 4 : } w_4c_4
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

dimana c_1 , c_2 , c_3 , dan c_4 merupakan jumlah cacat untuk masing-masing kelas 1, 2, 3, dan 4, serta w_1 , w_2 , w_3 , dan w_4 masing-masing menunjukkan bobot cacat pada masing-masing kategori kelas cacat. Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung jumlah cacat terboboti untuk masing-masing subgrup pengamatan menggunakan persamaan berikut.

$$D_j = w_1c_{j1} + w_2c_{j2} + w_3c_{j3} + w_4c_{j4}; \quad j = 1, 2, \dots, m \tag{2.2}$$

Nilai rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j) untuk masing-masing subgrup pengamatan yang berjumlah m subgrup diperoleh dengan cara membagi jumlah cacat terboboti untuk masing-masing subgrup (D_j) dengan banyaknya sampel pada subgrup pengamatan (n_j) tersebut, dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$u_j = \frac{D_j}{n_j}; \quad j = 1, 2, \dots, m \tag{2.3}$$

Sedangkan jumlah rata-rata cacat per unit untuk jenis cacat terboboti secara keseluruhan (\bar{u}), diperoleh menggunakan persamaan:

$$\bar{u} = w_1\bar{u}_1 + w_2\bar{u}_2 + w_3\bar{u}_3 + w_4\bar{u}_4 \tag{2.4}$$

dimana nilai (\bar{u}) selanjutnya digambarkan sebagai *center line* (CL) pada peta kendali demerit. Sementara itu, nilai dari batas kendali dapat digambarkan sebagai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) sebagai:

$$\begin{aligned}
 UCL &= \bar{u} + 3\hat{\sigma}_u \\
 CL &= \bar{u} \\
 LCL &= \bar{u} - 3\hat{\sigma}_u
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

dengan nilai $\hat{\sigma}_u$ adalah:

$$\hat{\sigma}_u = \sqrt{\frac{w_1^2 \bar{u}_1 + w_2^2 \bar{u}_2 + w_3^2 \bar{u}_3 + w_4^2 \bar{u}_4}{n}}
 \tag{2.6}$$

dimana \bar{u}_1 , \bar{u}_2 , \bar{u}_3 , dan \bar{u}_4 menunjukkan rata-rata cacat per unit untuk kategori A, B, C, dan D yang diperoleh dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 \bar{u}_1 &= \frac{\sum_{j=1}^m c_{j1}}{\sum_{j=1}^m n_j} \\
 \bar{u}_2 &= \frac{\sum_{j=1}^m c_{j2}}{\sum_{j=1}^m n_j} \\
 \bar{u}_3 &= \frac{\sum_{j=1}^m c_{j3}}{\sum_{j=1}^m n_j} \\
 \bar{u}_4 &= \frac{\sum_{j=1}^m c_{j4}}{\sum_{j=1}^m n_j}
 \end{aligned}
 \tag{2.7}$$

dengan $j = 1, 2, \dots, m$.

Struktur data pada peta kendali demerit dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali Demerit

Subgrup	n	Kategori Cacat				Demerit (D_j)	u_j
		1	2	3	4		
1	n_1	c_{1A}	c_{1B}	c_{1C}	c_{1D}	D_1	u_1
2	n_2	c_{2A}	c_{2B}	c_{2C}	c_{2D}	D_2	u_2
3	n_3	c_{3A}	c_{3B}	c_{3C}	c_{3D}	D_3	u_3
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
j	n_j	c_{jA}	c_{jB}	c_{jC}	c_{jD}	D_j	u_j
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	n_m	c_{mA}	c_{mB}	c_{mC}	c_{mD}	D_m	u_m

Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali Demerit (Lanjutan)

Subgrup	n	Kategori Cacat				Demerit (D_j)	u_j
		1	2	3	4		
Jumlah		$\sum_{j=1}^m c_{j1}$	$\sum_{j=1}^m c_{j2}$	$\sum_{j=1}^m c_{j3}$	$\sum_{j=1}^m c_{j4}$		

Keterangan:

- c_{j1} : jumlah cacat kategori 1 pada pengamatan ke- j
 c_{j2} : jumlah cacat kategori 2 pada pengamatan ke- j
 c_{j3} : jumlah cacat kategori 3 pada pengamatan ke- j
 c_{j4} : jumlah cacat kategori 4 pada pengamatan ke- j
 D_j : jumlah cacat yang telah dilakukan pembobotan pada pengamatan ke- j
 u_j : jumlah rata-rata cacat per unit pada pengamatan ke- j dengan $j = 1, 2, \dots, m$

2.4 Logika Fuzzy

Pada tahun 1965, Lotfi A. Zadeh memperkenalkan teori himpunan *fuzzy* yang dapat digunakan untuk merepresentasikan masalah yang mengandung ketidakjelasan atau kesamaran (*vagueness*). Teori himpunan *fuzzy* merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial. Pada teori himpunan *fuzzy*, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan merepresentasikan derajat kedekatan suatu obyek terhadap atribut tertentu (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006).

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan numeris. Linguistik memiliki arti bahwa penamaan suatu grup menggunakan bahasa yang alami, dimana grup tersebut mewakili suatu keadaan tertentu, seperti: Muda, Paruh Baya, dan Tua. Sedangkan numeris memiliki arti suatu nilai (angka) yang

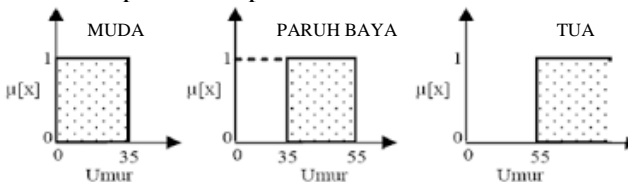
menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dan sebagainya. Selain itu ada beberapa istilah yang perlu diketahui dalam logika *fuzzy*, antara lain variabel *fuzzy* dan himpunan *fuzzy*. Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang menjadi pokok bahasan dalam suatu sistem *fuzzy*, contoh: umur, temperatur, dan lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan himpunan *fuzzy* adalah suatu kelompok yang mewakili kondisi tertentu dalam variabel *fuzzy* (Kusumadewi, 2003).

Pada dasarnya, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik (*crisp*). Pada teori himpunan klasik (*crisp*), keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan, A, hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A. Suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu elemen (x) dalam suatu himpunan A, sering dikenal dengan nama nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan, dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Pada himpunan klasik, hanya ada dua nilai keanggotaan, yaitu $\mu_A(x) = 1$ untuk x merupakan anggota A, dan $\mu_A(x) = 0$ untuk x bukan anggota dari A (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006).

Contoh: Misalkan diketahui variabel umur yang dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Muda, dimana umur < 35 tahun
2. Paruh Baya, dimana $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun
3. Tua, dimana umur > 55 tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan Muda, Paruh Baya, dan Tua dapat dilihat pada Gambar 2.2.

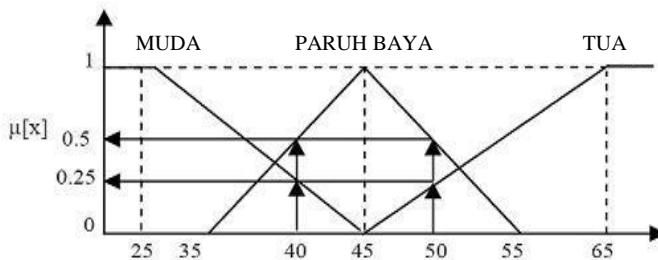


Gambar 2.2 Himpunan Klasik Muda, Paruh Baya, dan Tua
 Sumber: Isnain, 2012

Berdasarkan himpunan klasik beberapa kesimpulan yang dapat dibuat adalah:

- apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan Muda ($\mu_{Muda}(34)=1$)
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan Tidak Muda ($\mu_{Muda}(35)=0$)
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan Paruh Baya ($\mu_{Parobaya}(35)=1$)

Keputusan yang didapat dari penggunaan himpunan klasik menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan adanya perubahan kecil saja, sehingga pemakaian himpunan klasik dianggap kurang bijaksana dalam penentuan suatu variabel. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengatasi hal tersebut. Pada himpunan *fuzzy*, seseorang dapat masuk dalam dua himpunan yang berbeda, misal Muda dan Paruh Baya, berdasarkan seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut yang dapat dilihat dari nilai keanggotaan. Ilustrasi dari penggunaan himpunan *fuzzy* ditunjukkan pada Gambar 2.3.

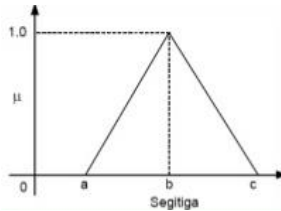


Gambar 2.3 Himpunan *Fuzzy* Muda, Paruh Baya, dan Tua
Sumber: Isnain, 2012

Berdasarkan himpunan *fuzzy* beberapa kesimpulan yang dapat dibuat adalah:

- apabila seseorang berusia 40 tahun, maka ia termasuk dalam himpunan Muda ($\mu_{Muda}(40) = 0,25$), namun ia juga termasuk dalam himpunan Paruh Baya ($\mu_{ParuhBayu}(40) = 0,5$)
- apabila seseorang berusia 50 tahun, maka ia termasuk dalam himpunan Paruh Baya ($\mu_{ParuhBayu}(50) = 0,25$), namun ia juga termasuk dalam himpunan Tua ($\mu_{Tua}(50) = 0,5$)

Dalam himpunan *fuzzy* dikenal istilah fungsi keanggotaan (*membership function*), yaitu suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan, namun yang sering digunakan adalah representasi kurva *triangular*. Kurva *triangular* merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kurva Segitiga (*Triangular*)
Sumber: Isnain, 2012

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.8)$$

Sumbu vertikal pada Gambar 2.4 mewakili derajat keanggotaan (μ) sedangkan sumbu horizontal mewakili observasi.

2.5 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit

Peta kendali *fuzzy* berperan dalam pengendalian kualitas yang mengandung kesamaran (*vagueness*) seperti pada kecacatan produk. Penggunaan pembobot *fuzzy* dapat lebih menggambarkan klasifikasi kecacatan suatu produk. Salah satu peta kendali yang menggunakan konsep *fuzzy* adalah *fuzzy demerit*. Setiap bobot linguistik dapat digambarkan sebagai bilangan *fuzzy* atau *fuzzy number* (FN), dengan demikian peta kendali *fuzzy* demerit dapat dibangun dari *fuzzy set theory* (FST). Pada subbab ini akan dibahas mengenai representasi jumlah demerit per unit inspeksi dan penurunan batas kendali (Chen, 2005).

2.5.1 Representasi Jumlah Demerit Per Unit Inspeksi

Bobot linguistik pada suatu kategori ke- i dinyatakan sebagai FN, \tilde{w}_i , dengan fungsi keanggotaan kontinu positif $\mu_{\tilde{w}_i}$. Jumlah demerit pada unit inspeksi ke- j dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\tilde{D}_j = \sum_{i=1}^k \tilde{w}_i c_{ji} \quad (2.9)$$

Dengan menggunakan operasi aritmatik pada FN, maka akan diperoleh bukti bahwa statistik *fuzzy* demerit \tilde{D}_j merupakan FN (Kaufmann & Gupta, 1985).

2.5.2 Penurunan Batas Kendali

Dengan mengaplikasikan prinsip perluasan, *fuzzy* sampel *mean* dan *fuzzy* sampel varians dari jumlah demerit pada tiap unit inspeksi dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\tilde{\bar{D}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \tilde{D}_j \quad (2.10)$$

$$\tilde{S}^2 = \text{Var}(\tilde{D}) = \sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \bar{c}_i \quad (2.11)$$

Sehingga batas kendali *fuzzy* dengan L -sigma dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
U\tilde{C}L &= \tilde{D} + L\sqrt{\sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \tilde{c}_i} \\
\tilde{C}L &= \tilde{D} \\
L\tilde{C}L &= \max\left(\tilde{D} - L\sqrt{\sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \tilde{c}_i}, 0\right)
\end{aligned} \tag{2.12}$$

2.5.3 Kaidah Keputusan

Statistik *fuzzy* demerit \tilde{D}_j dan batas kendali *fuzzy* demerit diturunkan berdasarkan subbab sebelumnya. Untuk melakukan *monitoring* proses, maka penting untuk membandingkan statistik *fuzzy* demerit \tilde{D}_j dengan batas-batas kendalinya untuk menentukan kondisi proses produksi. Beberapa metode dalam membandingkan *fuzzy number* telah banyak disarankan dalam literatur, dimana setiap metode memiliki kelebihan maupun kekurangan masing-masing. Dalam kasus *classical control chart*, metode *fuzzy ranking* menggunakan α -cuts (α_c) diperkenalkan (Adamo, 1980).

Untuk membandingkan dua FN, yaitu \tilde{A} dan \tilde{B} pada suatu nilai α_c , dengan $0 \leq \alpha_c \leq 1$, dan menentukan α -cuts yang sesuai ${}^{\alpha_c}\tilde{A} = [a, b]$ dan ${}^{\alpha_c}\tilde{B} = [c, d]$. Maka hubungan dari \tilde{A} dan \tilde{B} dapat ditulis sebagai berikut.

$$\tilde{A} \leq \tilde{B} \text{ jika } {}^{\alpha_c}_R\tilde{A} = b \leq {}^{\alpha_c}_R\tilde{B} = d \tag{2.13}$$

Dengan kata lain, hubungan antara dua FN dapat ditentukan dengan membandingkan *right endpoint* dari interval tertutup yang dihasilkan oleh α -cuts yang bergantung pada nilai α -cuts yang dipilih, dimana biasanya akan dipilih α -cuts $> 0,5$. Maka untuk menilai suatu proses, dapat membandingkan ${}^{\alpha_c}_R\tilde{D}_j$ dengan ${}^{\alpha_c}_R U\tilde{C}L$ dan ${}^{\alpha_c}_R L\tilde{C}L$ secara berurutan.

2.5.4 Pembuatan Peta Kendali *Fuzzy Demerit*

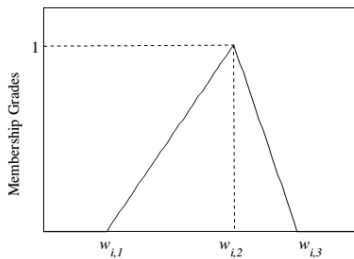
Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan peta kendali *fuzzy demerit* adalah sebagai berikut.

1. *Pemilihan bobot linguistik cacat.* Cacat yang terjadi pada inspeksi akan diklasifikasikan ke dalam k kategori cacat yang berbeda berdasarkan bagaimana tingkat kecacatan produk. Setiap bobot linguistik digambarkan dengan *triangular fuzzy number* (TFN) positif, dimana fungsi keanggotaan pembobot linguistik ke- i \tilde{w}_i yang dinotasikan koordinat vektor $(w_{i,1}/w_{i,2}/w_{i,3})$ dapat didefinisikan sebagai berikut berdasarkan Gambar 2.4.

$$\mu_{\tilde{w}_i}(x) = \begin{cases} \frac{x - \tilde{w}_{i,1}}{\tilde{w}_{i,2} - \tilde{w}_{i,1}} & ; \tilde{w}_{i,1} \leq x \leq \tilde{w}_{i,2} \\ \frac{\tilde{w}_{i,3} - x}{\tilde{w}_{i,3} - \tilde{w}_{i,2}} & ; \tilde{w}_{i,2} \leq x \leq \tilde{w}_{i,3} \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.14)$$

2. *Perhitungan ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$, ${}^{\alpha_c} U\tilde{C}L$, dan ${}^{\alpha_c} L\tilde{C}L$.* Jika pembobot linguistik ke- i digambarkan dengan TFN positif \tilde{w}_i , maka ${}^{\alpha_c} \tilde{w}_j$ dapat diperoleh dengan interval tertutup sebagai berikut.

$${}^{\alpha_c} \tilde{w}_i = \left[w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1}); w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}) \right] \quad (2.15)$$



Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan TFN

Sumber: Chen, 2005

Selanjutnya dengan menggunakan operasi aritmatika pada interval tertutup, ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$ dapat diperoleh berdasarkan perhitungan berikut.

$${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j = \left[\sum_{i=1}^k c_{ji} \left(w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1}) \right); \right. \\ \left. \sum_{i=1}^k c_{ji} \left(w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}) \right) \right] \quad (2.16)$$

Selanjutnya untuk memperoleh ${}^{\alpha_c} U\tilde{C}L$, dan ${}^{\alpha_c} L\tilde{C}L$, α -cuts dari $\tilde{C}L$, dan deviasi standar fuzzy $\sqrt{\sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \bar{c}_i}$ perlu dihitung terlebih dahulu.

Oleh karena ${}^{\alpha_c} \tilde{C}L = \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \tilde{D}_j \right) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m {}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$, maka :

$${}^{\alpha_c} \tilde{C}L = \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k c_{ji} \left(w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1}) \right); \right. \\ \left. \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k c_{ji} \left(w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}) \right) \right] \quad (2.17) \\ = \left[\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1}) \right); \right. \\ \left. \sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}) \right) \right]$$

Dengan cara yang sama, α -cuts dari $\sqrt{\sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \bar{c}_i}$ diturunkan pada Persamaan (2.18) jika \bar{c}_i adalah bilangan ril lebih besar sama dengan 0 untuk semua i adalah :

$$\begin{aligned}
\alpha_c \left(\sqrt{\sum_{i=1}^k \tilde{w}_i^2 \bar{c}_i} \right) &= \sqrt{\sum_{i=1}^k \left(\alpha_c \tilde{w}_i \right)^2 \bar{c}_i} \\
&= \left[\sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right)^2} \right. \\
&\quad \left. \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,3} - \alpha_c \left(w_{i,3} - w_{i,2} \right) \right)^2} \right]
\end{aligned} \tag{2.18}$$

Maka nilai $\alpha_c U\tilde{C}L$ dan $\alpha_c L\tilde{C}L$ dapat dihitung dengan persamaan (2.19) dan (2.20) berikut.

$$\begin{aligned}
\alpha_c U\tilde{C}L &= \left[\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right) + \right. \\
&\quad \left. L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right)^2} \right. \\
&\quad \left. \sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right) + \right. \\
&\quad \left. L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,3} - \alpha_c \left(w_{i,3} - w_{i,2} \right) \right)^2} \right]
\end{aligned} \tag{2.19}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_c L\tilde{C}L &= \left[\max \left(\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right) - \right. \right. \\
&\quad \left. \left. L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right)^2}, 0 \right); \right. \\
&\quad \left. \max \left(\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,1} + \alpha_c \left(w_{i,2} - w_{i,1} \right) \right) - \right. \right. \\
&\quad \left. \left. L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i \left(w_{i,3} - \alpha_c \left(w_{i,3} - w_{i,2} \right) \right)^2}, 0 \right) \right]
\end{aligned} \tag{2.20}$$

3. *Kaidah keputusan setiap sampel inspeksi.* Untuk sampel inspeksi ke- j yang dikumpulkan, \tilde{D}_j dibandingkan dengan batas kendali fuzzy $U\tilde{C}L$ dan $L\tilde{C}L$. Berdasarkan kaidah

keputusan pada Persamaan (2.13), perbandingan dapat dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai *right endpoint*. Jika $\alpha_c \tilde{D}_j > \alpha_c U\tilde{C}L$ atau $\alpha_c \tilde{D}_j < \alpha_c L\tilde{C}L$, maka peta kendali akan memberikan sinyal *out of control*. Notasi dan persamaan *right endpoint* untuk pembobot linguistik dengan TFN dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Notasi dan Persamaan *Right Endpoint* Pembobot Linguistik TFN

Notasi	Persamaan
$\alpha_c \tilde{D}_j$	$\sum_{i=1}^k c_{ji} (w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}))$
$\alpha_c U\tilde{C}L$	$\sum_{i=1}^k \bar{c}_i (w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1})) + L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i (w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}))^2}$
$\alpha_c L\tilde{C}L$	$\sum_{i=1}^k \bar{c}_i (w_{i,1} + \alpha_c (w_{i,2} - w_{i,1})) - L \sqrt{\sum_{i=1}^k \bar{c}_i (w_{i,3} - \alpha_c (w_{i,3} - w_{i,2}))^2}$

2.6 Proses Produksi Kantong Semen di PT. IKSG

Proses produksi kantong semen di PT. IKSG jenis kantong *pasted* secara umum dapat dikategorikan menjadi dua tahapan utama yaitu pembuatan *tube* dan proses *bottoming*. Adapun masing-masing rincian prosesnya dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Proses *Tubing*

Proses *tubing* atau sering disebut dengan pembuatan *tube* merupakan proses pembuatan kantong setengah jadi. Empat tahapan proses produksi pada pembuatan *tube* adalah sebagai berikut.

a. Pembuatan Cap Perusahaan

Gulungan-gulungan kertas *kraft* yang memiliki berat 600 – 900 kg diletakkan di atas *paper roll* dengan menggunakan *electric knoight*, kemudian lembar kertas terluar dimasukkan ke *printing unit* untuk dicetak dengan cap perusahaan. Lembaran lainnya berikut dengan lembaran yang telah dicetak cap perusahaan

dimasukkan pada *edge position controller* dan *web draw unit*. Di sini masing-masing posisi dan tegangan lembaran kertas diatur secara otomatis agar nantinya tetap atau tidak terjadi perubahan. Hal ini untuk mencegah terjadi kegagalan pada saat pembuatan perforasi, pengeleman, dan pembentukan kantong.

b. Pembuatan Perforasi

Masing-masing kertas *roll* yang telah diatur posisinya tersebut, kemudian dimasukkan pada *perforating unit*. Di sini masing-masing lembar kertas dibuat lubang perforasi yang disesuaikan dengan panjang kantong yang akan dibuat. Lubang-lubang ini berpola seperti garis putus-putus.

c. Pengeleman *Longitudinal*

Dilakukan pengeleman sepanjang badan kantong pada *longitudinal pasting unit*.

d. Proses *Forming*

Masing-masing lembar kertas disatukan dan dibetuk menjadi *tube* pada *tear of unit*. *Tube* yang telah jadi masing-masing ditumpuk dengan *stacking conveyor* sesuai jumlah yang ditentukan dan dipindahkan atau dikirim dengan *belt conveyor* ke mesin *bottomer*.

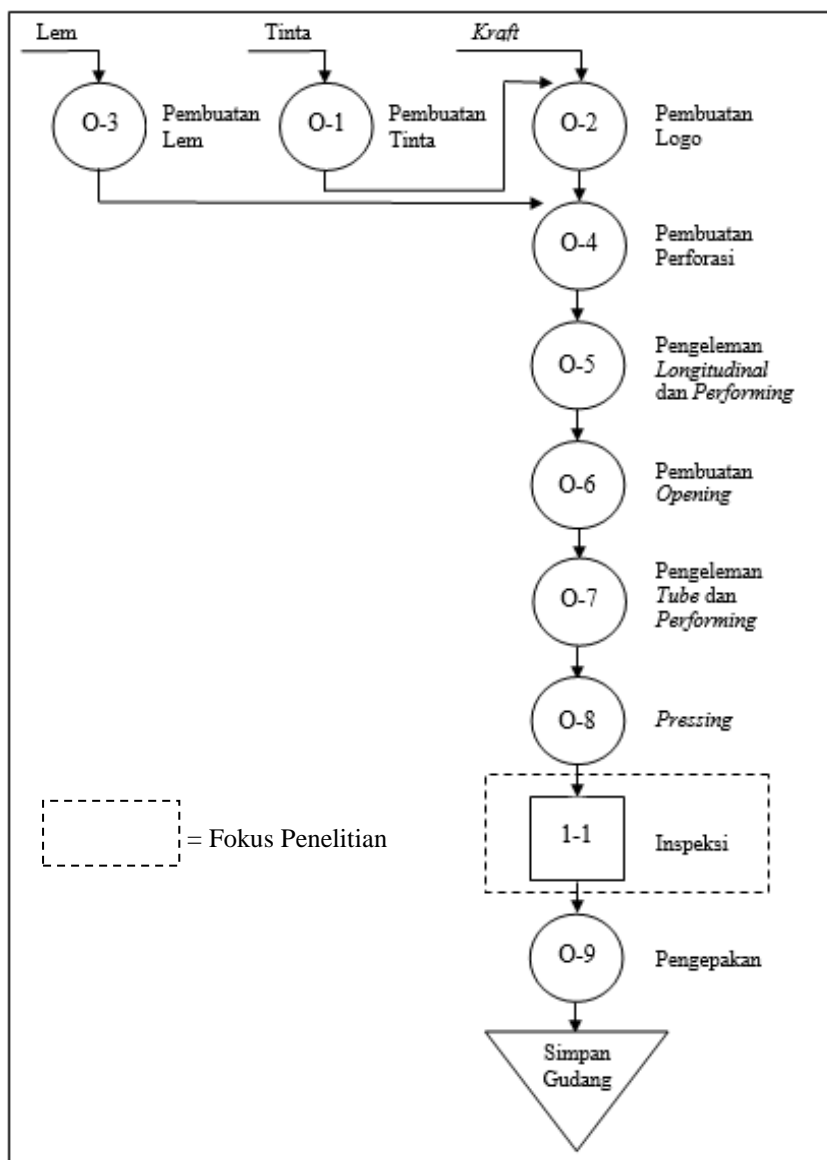
2. Proses *Bottoming*

Tumpukan-tumpukan *tube* yang berada di atas *belt conveyor* dipindahkan dan disusun di atas *rotary tube feeder* (250 *tube*) menggunakan *ribber sucer*. Tumpukan tersebut diambil dan dimasukkan ke bagian *tube align unit* secara beruntun satu per satu. Pada *tube align unit*, *tube* tersebut diatur kelurusan kedua sisinya dengan bantalan *stoper pas timing belt*, kemudian kedua sisi *tube* diberikan lipatan *diagonal*. Pembuatan ini dilakukan untuk memudahkan pembukaan dan penutupan bagian atas dan bagian bawah kantong.

- a. Pembuatan *Opening*
Lembaran *tube* ditarik dan dibuka pada bagian atas dan bawah. Di sini dilakukan pembuatan lubang katup rongga udara sebagai tempat masuknya semen dan diberikan lapisan kertas *valve*.
 - b. Proses Pengeleman dan *Forming*
Tube diberikan lem di bagian atas dan bawah kantong (*bottom* atas dan *bottom* bawah) dan dibentuk menjadi kantong *pasted* di *bottoming forming unit*.
 - c. Proses *Pressing*
Kantong-kantong yang telah terbentuk dan diberikan lem kemudian bagian bawahnya dibalik dari kedudukan vertikal ke horisontal, lalu dipres dengan *belt conveyor*. Proses ini dilakukan untuk mencegah *tube* terbuka kembali.
3. Inspeksi, Pengepakan dan Penyimpanan Kantong
Kantong jadi kemudian dilakukan inspeksi, ditumpuk, dan dikirim ke bagian penyimpanan kantong kertas sebelum dilakukan pengepakan semen di *packing house*. Adapun contoh bentuk serta keterangan bagian kantong jenis *pasted* yang telah jadi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh Kantong Semen Jenis *Pasted*



Gambar 2.7 Peta Proses Operasi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari bagian Jaminan Mutu di PT. IKSG pada tahapan inspeksi kantong semen. Jam kerja di perusahaan terbagi menjadi 3 *shift* yaitu *shift* pagi, siang, dan malam, dimana pengambilan sampel dilakukan pada setiap *shift*. Untuk setiap *shift* dilakukan pengambilan sampel sebanyak satu palet yang kemudian palet tersebut akan diperiksa oleh operator. Pengambilan sampel untuk pemeriksaan produk cacat dilakukan pada semua *line* yaitu *line* I hingga *line* VI dan data yang digunakan pada penelitian ini diambil pada bulan Januari – Desember 2017.

3.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan data pada proses produksi kantong semen pada tahapan inspeksi yang memiliki empat karakteristik jenis cacat. Keterangan keempat jenis cacat disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian Proses Produksi Kantong Semen

Jenis Cacat	Keterangan
Rusak	Warna <i>print</i> logo tidak sempurna, <i>print</i> logo melenceng, <i>print</i> logo hanya sebagian, <i>bottom</i> kantong semen tidak lurus atau menceng, kantong semen brodol
Lengket <i>Valve</i> (LV)	Lengket pada bagian <i>valve</i> atau corong tempat masuknya semen, dapat berupa lengket di tengah <i>valve</i> maupun di ujung <i>valve</i>
Lengket <i>Bottom</i> Atas (LBA)	Lengket pada bagian <i>bottom</i> atas kantong
Lengket <i>Bottom</i> Bawah (LBB)	Lengket pada bagian <i>bottom</i> bawah kantong

Setiap jenis cacat pada Tabel 3.1 memiliki efek dan akibat yang berbeda-beda sesuai keparahan cacat yang ditimbulkan pada kantong semen. Oleh karena itu, perlu adanya pembobotan untuk masing-masing jenis cacat yang dapat merepresentasikan keparahan cacat yang diakibatkan. Pembobotan yang diberikan pada setiap jenis cacat sesuai dengan kebijakan perusahaan (*based on expert*) adalah sebagai berikut.

1. Cacat rusak sebesar 95%.
2. Lengket *valve* sebesar 65%.
3. Lengket *bottom* atas sebesar 25%.
4. Lengket *bottom* bawah sebesar 15%.

Adapun struktur data dari penelitian tentang jenis kecacatan yang terdapat pada proses produksi kantong semen dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Jumlah Cacat Kantong Semen

Pengamatan (j)	Sampel (n)	Jenis Cacat (i)			
		Cacat Rusak	LV	LBA	LBB
1	n_1	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}
2	n_2	c_{21}	c_{22}	c_{23}	c_{24}
3	n_3	c_{31}	c_{32}	c_{33}	c_{34}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	n_m	c_{m1}	c_{m2}	c_{m3}	c_{m4}

3.3 Langkah Analisis

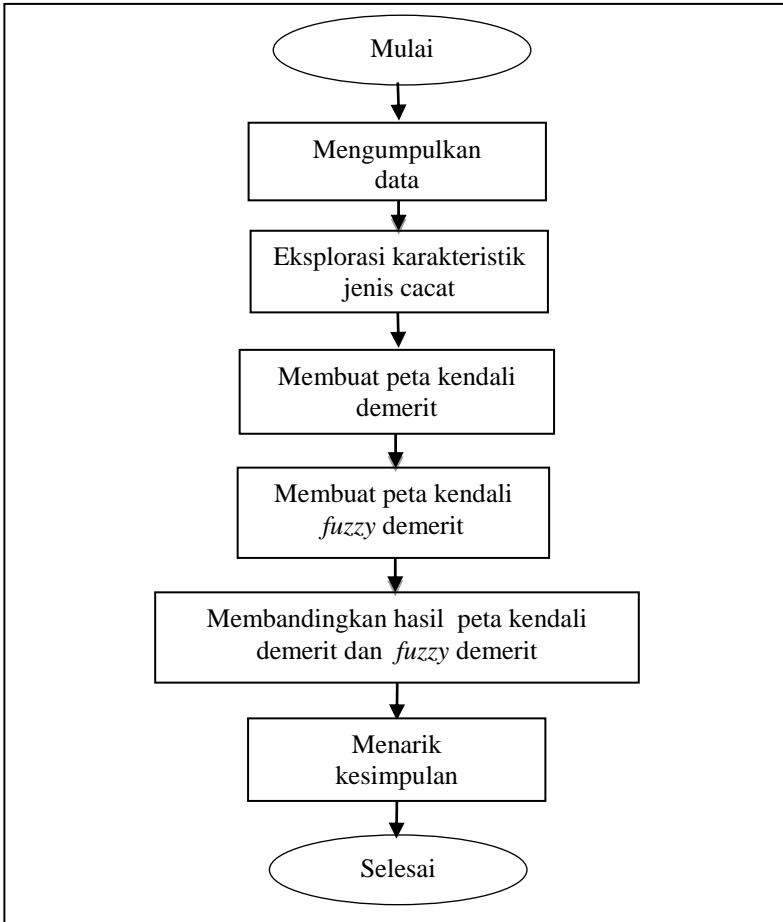
Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengendalian kualitas statistika dengan menggunakan peta demerit dan *fuzzy* demerit. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengeksplorasi data jenis cacat pada proses produksi kantong semen menggunakan statistika deskriptif.
2. Menentukan jenis cacat paling dominan pada proses produksi kantong semen menggunakan diagram pareto.
3. Membuat peta kendali demerit dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Memberikan pembobot untuk setiap jenis cacat kantong semen sesuai tingkat keparahannya.
 - b. Menghitung jumlah cacat terboboti untuk setiap subgrup menggunakan Persamaan (2.2).
 - c. Menghitung rata-rata cacat per unit pemeriksaan untuk setiap subgrup menggunakan Persamaan (2.3).
 - d. Menghitung jumlah rata-rata cacat per unit untuk setiap jenis cacat terboboti secara keseluruhan berdasarkan Persamaan (2.4).
 - e. Menghitung *upper control limit*, *center line*, dan *lower control limit* dengan Persamaan (2.5).
 - f. Membuat peta kendali demerit.
4. Membuat peta kendali *fuzzy* demerit dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Memberikan pembobot linguistik setiap jenis cacat kantong semen.
 - b. Menghitung pembobot *fuzzy* ${}^{\alpha_c} \tilde{w}_j$ dan statistik *fuzzy* demerit ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$ dengan Persamaan (2.15) dan (2.16).
 - c. Menghitung batas kendali *fuzzy* ${}^{\alpha_c} \tilde{CL}$, ${}^{\alpha_c} \tilde{UCL}$ dan ${}^{\alpha_c} \tilde{LCL}$ menggunakan Persamaan (2.17), (2.19), dan (2.20) dengan menggunakan *right endpoint* yang dirangkum dalam Tabel 2.2.
 - d. Membuat peta kendali *fuzzy* demerit.
 5. Membandingkan hasil keputusan yang diperoleh pada peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit.
 6. Melakukan penarikan kesimpulan dan saran.

3.4 Diagram Alir

Diagram alir dari langkah analisis data pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Jenis Cacat Kantong Semen

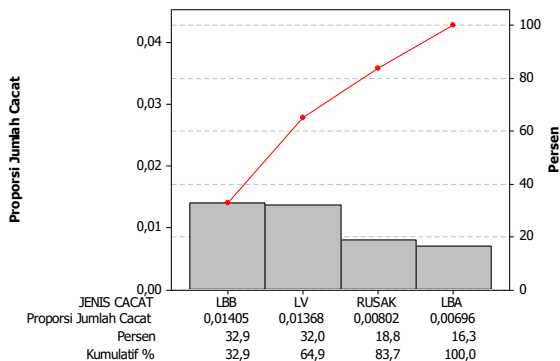
Bagian Jaminan Mutu di PT. IKSG melakukan inspeksi kecacatan kantong semen pada tahapan inspeksi pada semua *line* yang beroperasi yaitu *line* I hingga *line* VI. Jenis-jenis cacat yang diamati adalah cacat rusak, cacat lengket *bottom* atas (LBA), cacat lengket *bottom* bawah (LBB), dan cacat lengket *valve* (LV). Karakteristik jenis cacat proses produksi kantong semen di PT. IKSG untuk setiap *line* dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Eksplorasi Karakteristik Jenis Cacat Kantong Semen

<i>Line</i>	Jenis Cacat	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
I	LBA	20,88	158,19	3	121
	LBB	42,11	965,47	8	400
	LV	41,01	879,22	4	286
	Rusak	24,05	447,10	2	461
II	LBA	95,70	21271,84	5	1293
	LBB	100,36	14996,07	2	934
	LV	50,59	1046,73	15	216
	Rusak	24,88	172,52	7	131
III	LBA	29,06	415,29	4	135
	LBB	83,26	11846,19	7	827
	LV	44,48	1280,50	7	351
	Rusak	23,72	296,11	2	256
IV	LBA	28,16	3122,20	3	1259
	LBB	40,73	1187,73	4	510
	LV	36,46	1053,57	1	442
	Rusak	20,14	112,50	0	143
V	LBA	31,57	7807,14	0	1336
	LBB	40,77	1619,58	2	471
	LV	29,31	882,17	0	418
	Rusak	16,76	57,82	0	76
VI	LBA	7,77	26,81	0	50
	LBB	14,97	64,39	0	66
	LV	16,96	196,51	0	165
	Rusak	11,80	51,24	0	147

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa setiap jenis cacat kantong semen jenis *pasted* di semua *line* pada tahun 2017, baik cacat LBA, LBB, LV, dan rusak, memiliki varians yang tinggi. Tingginya nilai varians setiap jenis cacat tersebut mengindikasikan bahwa penyebaran jumlah kasus cacat yang terjadi pada produk kantong semen jenis *pasted* pada tahun 2017 adalah jauh berbeda dari inspeksi satu dengan lainnya. Jenis cacat LBB merupakan jenis cacat dengan keragaman paling tinggi pada *line* I dan III, sedangkan keragaman tertinggi di *line* II, IV, dan V adalah jenis cacat LBA.

Karakteristik jenis cacat proses produksi kantong semen di PT. IKSG juga dapat digambarkan dengan diagram pareto. Karakteristik masing-masing jenis cacat untuk *line* I dapat dilihat dengan diagram pareto pada Gambar 4.1 berikut.



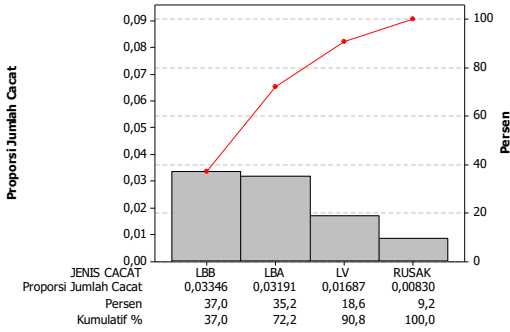
Gambar 4.1 Diagram Pareto Jenis Cacat pada *Line* I

Gambar 4.1 merupakan diagram pareto yang menjelaskan proporsi jumlah cacat untuk setiap jenis cacat pada *line* I di PT. IKSG. Garis horizontal menunjukkan jenis-jenis cacat, sedangkan garis vertikal menunjukkan proporsi jumlah cacat untuk masing-masing jenis cacat tersebut. Selain itu, diagram pareto pada Gambar 4.1 juga memberikan informasi mengenai persentase kumulatif proporsi jumlah cacat pada setiap jenis cacat. Diagram pareto pada proses produksi kantong semen pada *line* I

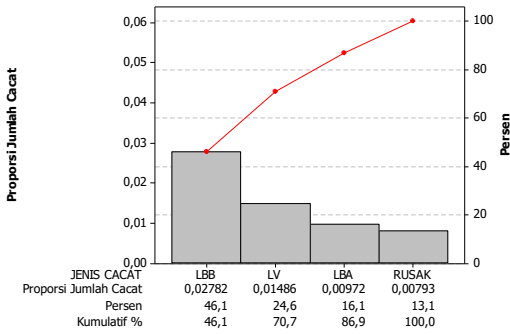
menunjukkan kasus jenis cacat lengket *bottom* bawah (LBB) menjadi kasus jenis cacat yang paling banyak terjadi. Proporsi jumlah cacat pada jenis cacat lengket *bottom* bawah sebesar 0,01405 atau sebesar 32,9% dari total jenis cacat secara keseluruhan. Di urutan selanjutnya, jenis cacat lengket *valve* (LV) merupakan jenis cacat kedua terbanyak yang sering ditemukan pada *line* I, yaitu dengan proporsi jumlah cacat sebesar 0,01368 atau sebesar 32%. Tingginya kedua jenis cacat tersebut sering kali terjadi karena bahan baku lem yang tidak sesuai standar perusahaan, sehingga menyebabkan lem terlalu boros dan encer. Sementara itu, sisa persentasi jenis cacat pada *line* I dikarenakan oleh jenis cacat rusak dan lengket *bottom* atas (LBA) dengan persentase jumlah cacat masing-masing sebesar 18,8% dan 16,3%.

Tidak jauh berbeda dengan *line* I, berdasarkan diagram pareto Gambar 4.2 (a), (b), (c), dan (d) jenis cacat paling dominan yang sering terjadi pada *line* II, III, IV, dan V adalah jenis cacat lengket *bottom* bawah dengan persentase masing-masing proporsi jenis cacat sebesar 37%, 46,1%, 32,6%, dan 34,5%. Adapun pada *line* VI, jenis cacat paling dominan adalah jenis cacat lengket *valve* sebesar 32,9%, sedangkan jenis cacat lengket *bottom* bawah menempati peringkat kedua dengan persentase sebesar 29,1%. Hal tersebut dapat dilihat dari diagram pareto jenis cacat *line* VI pada Gambar 4.2 (e).

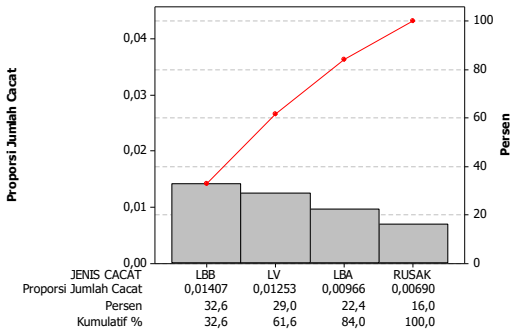
Jenis cacat yang paling jarang ditemukan pada proses produksi kantong semen adalah jenis cacat rusak, dimana pada *line* II, III, IV, dan V, cacat rusak menempati urutan terakhir pada diagram pareto dengan persentase masing-masing proporsi jenis cacat sebesar 9,2%, 13,1%, 16%, dan 14,1%. Rendahnya persentase jenis cacat rusak tersebut dapat dilihat pada diagram pareto Gambar 4.2 (a), (b), (c), dan (d). Adapun berdasarkan Gambar 4.1 dan 4.2 (e) pada *line* I dan VI, jenis cacat rusak berada pada urutan ketiga dengan persentase masing-masing proporsi jenis cacat sebesar 18,8% dan 22,9%.



(a) Line II

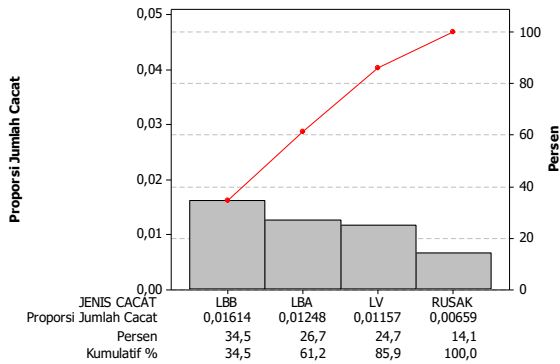


(b) Line III

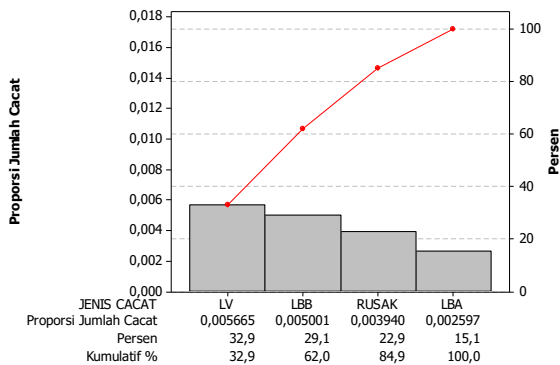


(c) Line IV

Gambar 4.2 Diagram Pareto Jenis Cacat



(d) Line V



(e) Line VI

Gambar 4.2 Diagram Pareto Jenis Cacat (Lanjutan)

Selain eksplorasi data jenis cacat proses produksi kantong semen dengan diagram pareto, karakteristik masing-masing jenis cacat juga dapat dilakukan berdasarkan *shift* yang ditampilkan pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 menunjukkan persentase jumlah kecacatan setiap *shift* dan *line*. Total persentase jumlah cacat pada masing-masing *line* berdasarkan Tabel 4.2 tidak selalu berada pada salah satu *shift* tertentu. *Line* I, III, dan VI memiliki total persentase jumlah cacat tertinggi pada *shift* I, *line* V memiliki total persentase jumlah cacat tertinggi pada *shift* II, sedangkan

line II dan IV memiliki total persentase jumlah cacat tertinggi pada *shift* III. Hal tersebut mengindikasikan bahwa *shift* tidak memengaruhi jumlah cacat yang terjadi karena baik *shift* I, II, maupun III sama-sama memiliki total persentase jumlah cacat tertinggi.

Tabel 4.2 Persentase Jumlah Cacat Berdasarkan *Shift* Setiap *Line*

<i>Line</i>	<i>Shift</i>	Jenis Cacat (%)				Total
		LBA	LBB	LV	Rusak	
I	I	0,71	1,47	1,39	0,85	4,42
	II	0,69	1,37	1,35	0,78	4,19
	III	0,68	1,36	1,37	0,77	4,19
II	I	2,89	2,95	1,60	0,78	8,22
	II	2,83	3,21	1,66	0,84	8,55
	III	3,94	3,95	1,82	0,87	10,59
III	I	0,98	2,80	1,45	0,84	6,08
	II	0,98	2,80	1,50	0,71	5,98
	III	0,95	2,74	1,53	0,83	6,04
IV	I	0,89	1,39	1,22	0,68	4,17
	II	0,95	1,35	1,26	0,70	4,26
	III	1,03	1,39	1,22	0,67	4,31
V	I	1,17	1,52	1,11	0,66	4,47
	II	1,23	1,65	1,17	0,66	4,72
	III	1,30	1,59	1,16	0,64	4,69
VI	I	0,30	0,55	0,58	0,42	1,86
	II	0,24	0,48	0,57	0,37	1,67
	III	0,23	0,46	0,55	0,39	1,63

Keterangan: *Shift* yang diarsir merupakan *shift* dengan total persentase jumlah cacat tertinggi untuk setiap *line*

4.2 Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali Demerit

Peta kendali demerit digunakan ketika jenis cacat dikategorikan menjadi beberapa kelas berdasarkan tingkat keparahan cacatnya. Pada produksi kantong semen di PT. IKSG, cacat yang ditemukan pada produk kantong semen dapat diurutkan berdasarkan tingkat keparahan cacatnya. Jenis cacat rusak merupakan jenis cacat yang menyebabkan kerusakan paling

parah. Selanjutnya pada cacat paling parah urutan kedua, ketiga, dan keempat secara berurutan adalah jenis cacat lengket *valve*, cacat lengket *bottom* atas, dan cacat lengket *bottom* bawah.

Dengan menggunakan nilai pembobot yang sudah dijelaskan pada subbab 3.2, maka dapat dilakukan perhitungan jumlah cacat terboboti untuk masing-masing sugrup sesuai Persamaan (2.2). Perhitungan jumlah cacat terboboti pada *line* I dapat dilihat pada langkah berikut.

$$D_1 = 0,15(36) + 0,25(21) + 0,65(66) + 0,95(19) = 71,6$$

⋮

$$D_{721} = 0,15(15) + 0,25(16) + 0,65(19) + 0,95(21) = 38,55$$

Nilai D_j tersebut kemudian digunakan untuk menghitung rata-rata cacat per unit pemeriksaan setiap subgrup menggunakan Persamaan (2.3), yaitu:

$$u_1 = \frac{71,6}{2977} = 0,02389$$

⋮

$$u_{721} = \frac{38,55}{3000} = 0,01285$$

Setelah dilakukan perhitungan jumlah cacat terboboti hingga rata-rata cacat per unit pada setiap subgrup, maka selanjutnya dapat dihitung nilai \bar{u} pada setiap kelas dengan menggunakan Persamaan (2.7) sebagai berikut.

$$\bar{u}_1 = \frac{17346}{2161616} = 0,0080$$

$$\bar{u}_2 = \frac{29569}{2161616} = 0,0136$$

$$\bar{u}_3 = \frac{15055}{2161616} = 0,0069$$

$$\bar{u}_4 = \frac{30359}{2161616} = 0,0140$$

Kemudian nilai \bar{u} pada setiap kelas tersebut digunakan untuk menghitung nilai CL , UCL , dan LCL sesuai Persamaan (2.5) sehingga didapatkan:

$$UCL = 0,020363 + 3(0,002143) = 0,02679$$

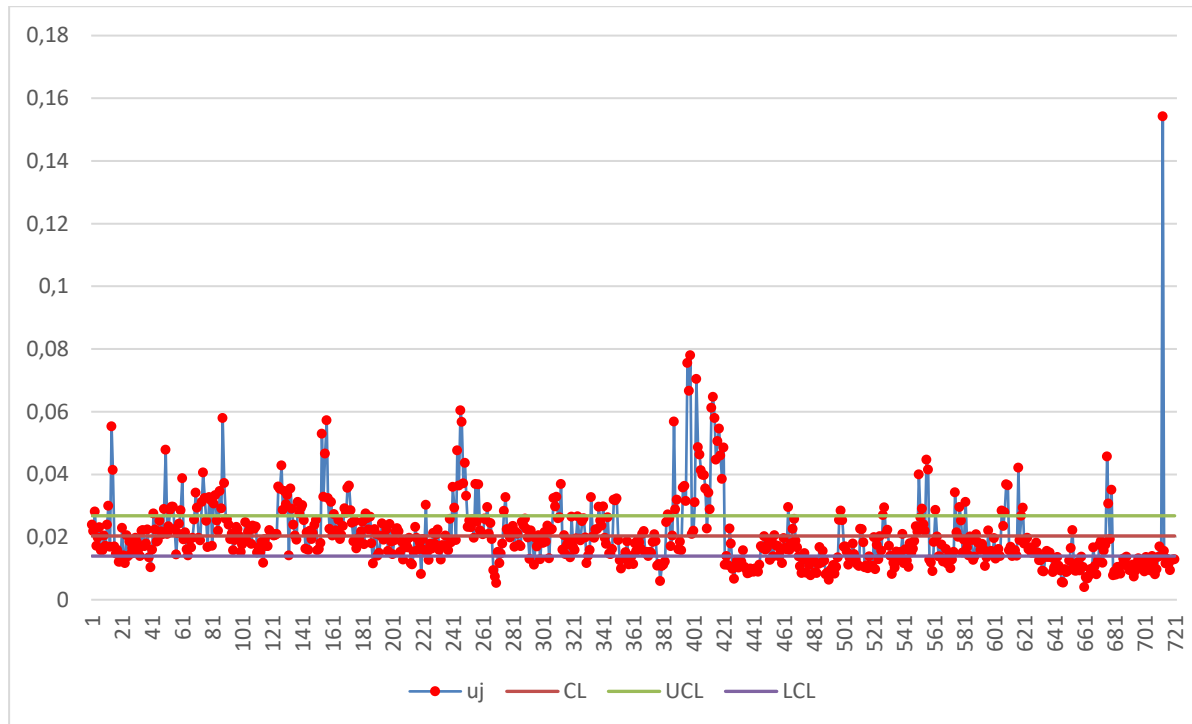
$$CL = 0,020363$$

$$LCL = 0,020363 - 3(0,002143) = 0,01393$$

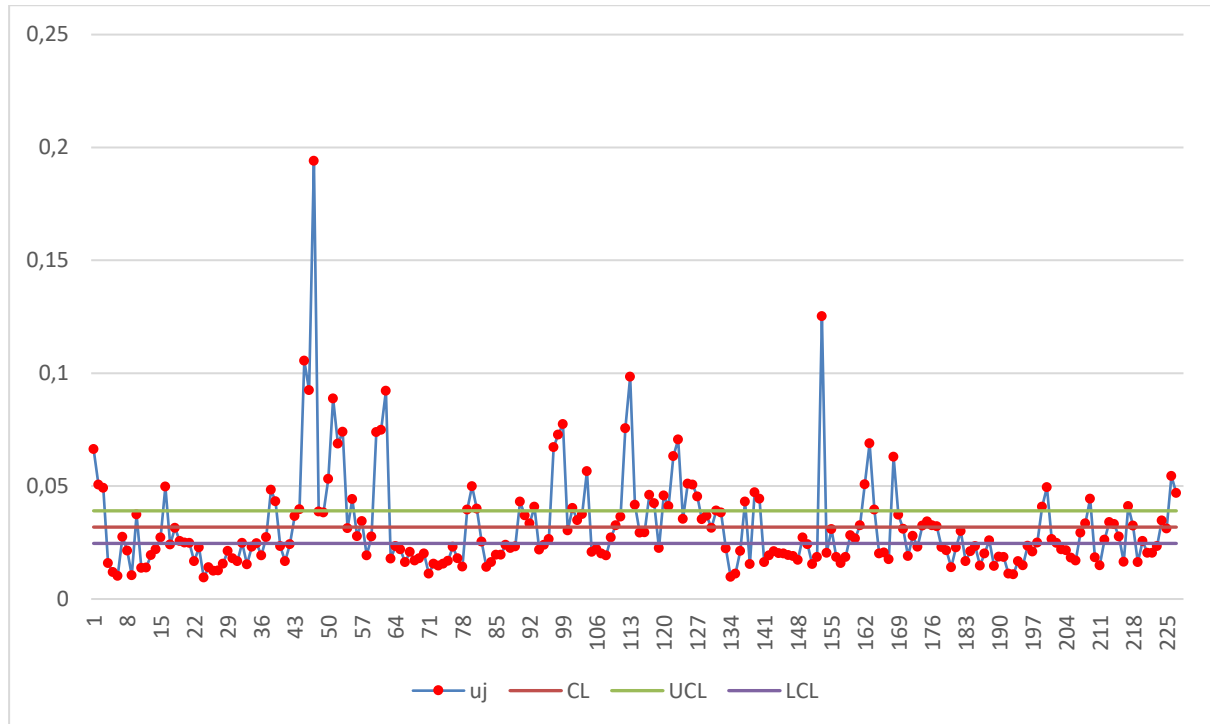
yang selanjutnya nilai-nilai tersebut digunakan untuk membentuk peta kendali demerit *line* I seperti pada Gambar 4.3. Adapun perhitungan peta kendali demerit untuk *line* II, III, IV, V, dan VI selanjutnya adalah sama seperti perhitungan peta kendali demerit pada *line* I.

Gambar 4.3 menunjukkan peta kendali demerit untuk *monitoring* proses produksi kantong semen di *line* I selama bulan Januari hingga Desember 2017. Garis horizontal pada peta kendali mewakili subgrup pengamatan, dimana subgrup pengamatannya adalah *shift*. Titik merah pada peta kendali merupakan nilai u_j yang menunjukkan nilai rata-rata cacat per unit pemeriksaan. Selain itu, garis merah mewakili *center line*, garis hijau mewakili batas atas 3 sigma, serta garis ungu mewakili batas bawah 3 sigma peta kendali demerit.

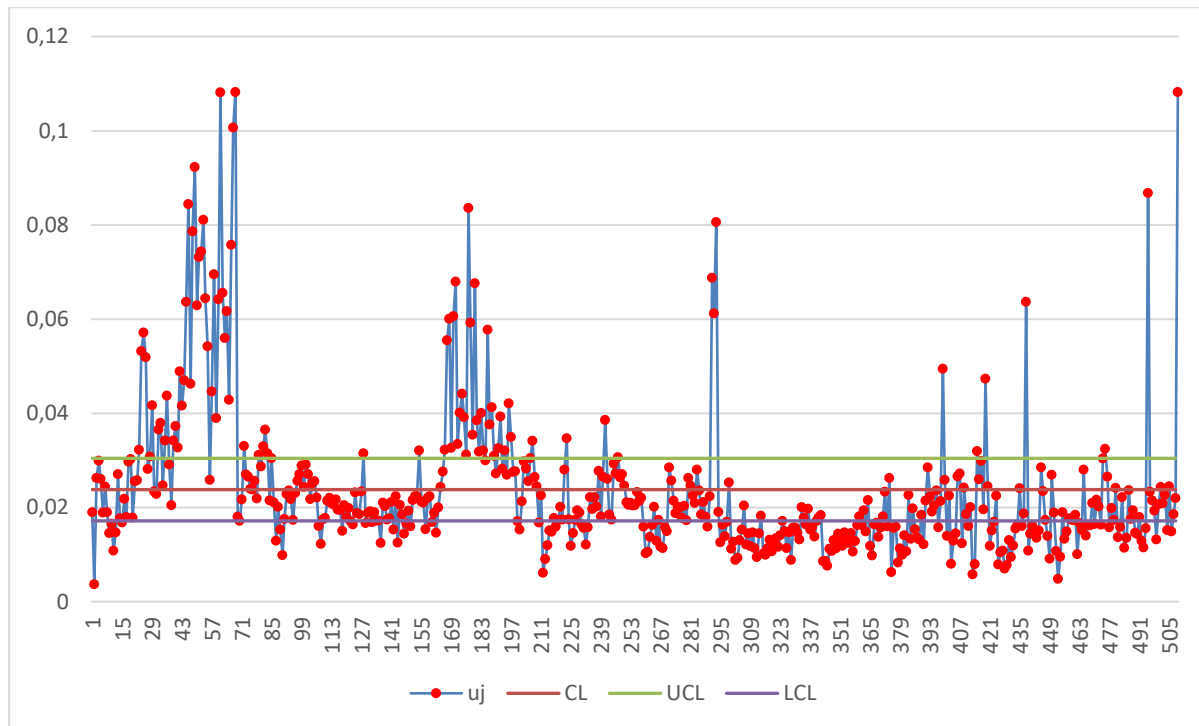
Terlihat pada Gambar 4.3 beberapa titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Terdapat 327 titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* dari total 721 pengamatan, sedangkan sebanyak 394 pengamatan berada di dalam batas kendali atau dengan kata lain dinyatakan *in control*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses produksi pada 394 pengamatan tersebut tidak ditemukan adanya masalah, sedangkan 327 pengamatan lainnya yang dinyatakan *out of control* mengindikasikan adanya masalah pada proses produksi kantong semen di *line* I pada tahun 2017 yang menyebabkan keberlangsungan produksi masih belum terkendali secara statistik sehingga banyak ditemukan produk cacat yang tidak dapat ditoleransi berdasarkan tingkat keparahannya.



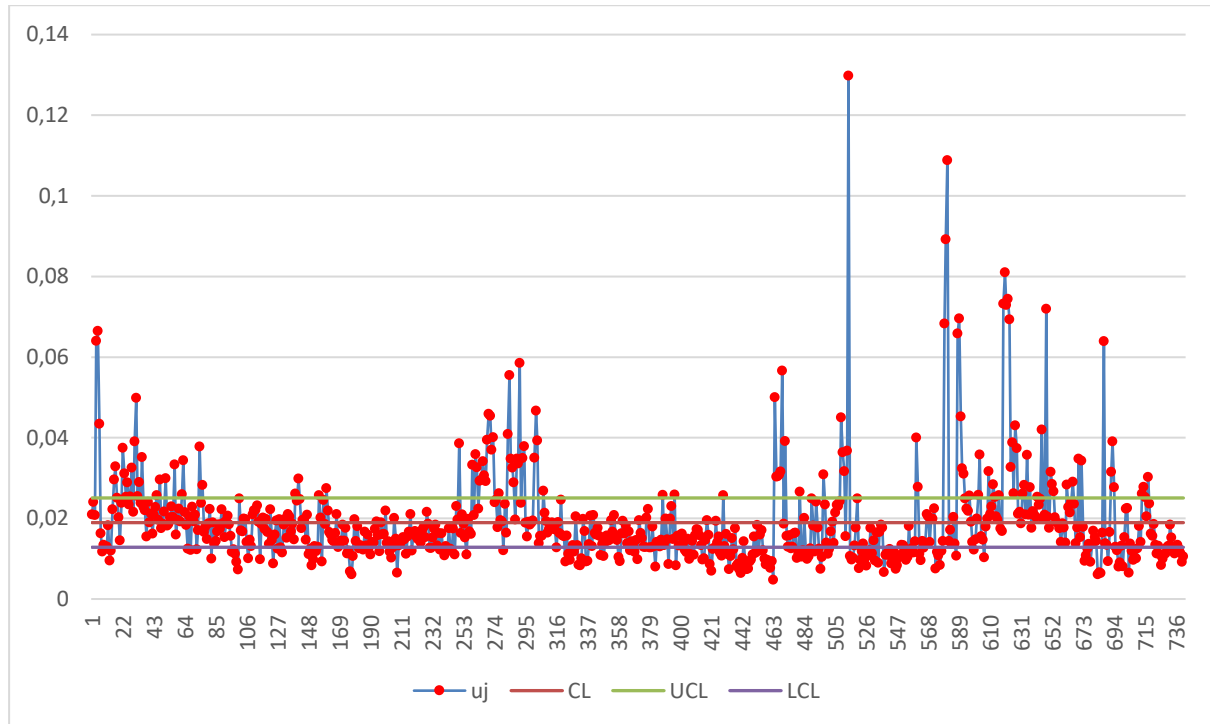
Gambar 4.3 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line I*



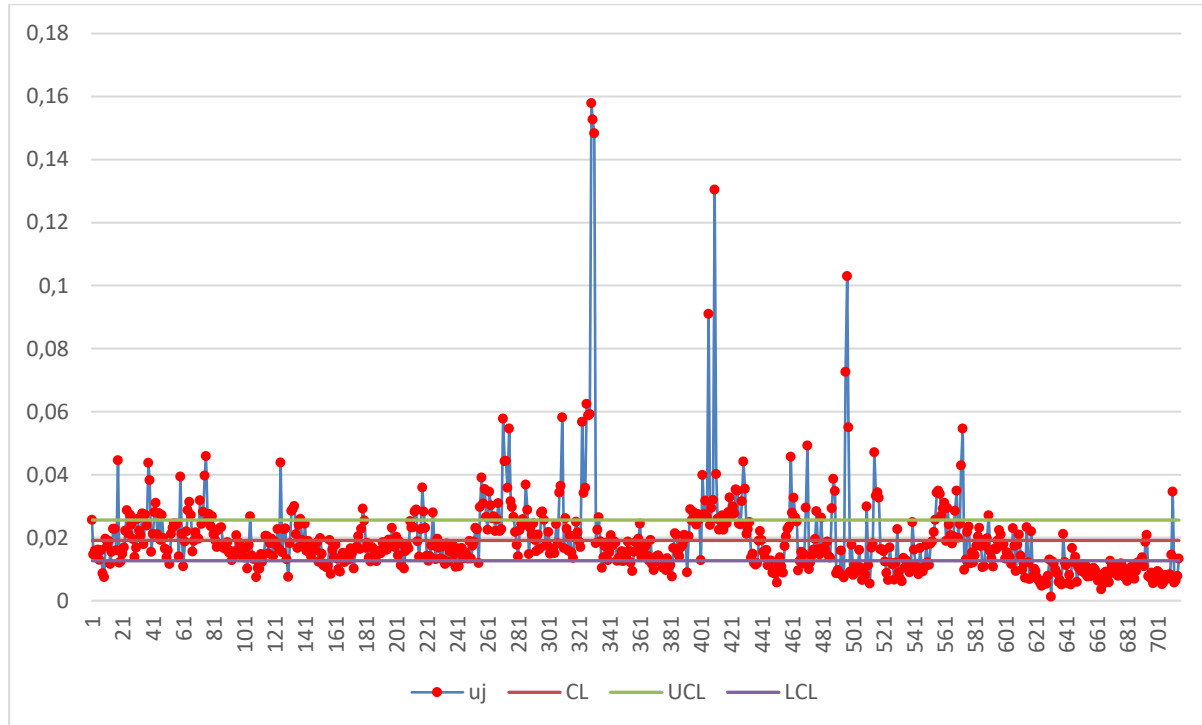
Gambar 4.4 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line II*



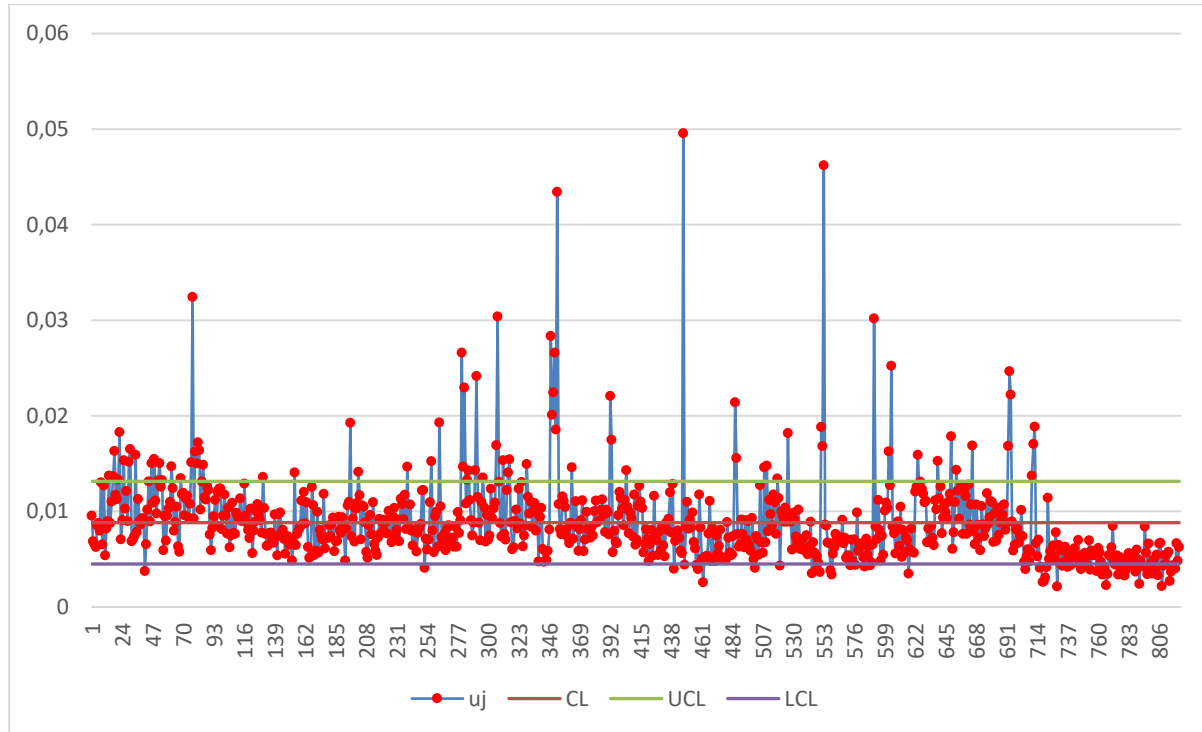
Gambar 4.5 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line III*



Gambar 4.6 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line IV*



Gambar 4.7 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line V*



Gambar 4.8 Peta Kendali Demerit Produksi Kantong Semen *Line VI*

Peta kendali demerit untuk *line* II, III, IV, V, dan VI pada Gambar 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8 juga menunjukkan proses produksi kantong semen di PT. IKSG yang masih belum terkendali secara statistik karena banyak titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Terdapat 166 titik pengamatan dari 227 total pengamatan yang dinyatakan *out of control* di *line* II sepanjang tahun 2017. Begitu pula dengan *line* III, IV, V, dan VI, masing-masing terdapat 276, 324, 338, dan 143 titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* dari total 508, 741, 715, dan 821 pengamatan. Adapun pendistribusian banyak titik *out of control* berdasarkan *shift* dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Banyak Pengamatan *Out of Control* Berdasarkan *Shift*

<i>Shift</i>	<i>LINE</i>						Total
	I	II	III	IV	V	VI	
I	114	57	97	97	114	48	527
II	109	57	90	118	117	44	535
III	104	52	89	109	107	51	512

Shift dengan pengamatan *out of control* paling banyak berdasarkan Tabel 4.3 adalah *shift* II. Pendistribusian banyak pengamatan *out of control* dengan peta kendali demerit berbeda dengan pendistribusian total persentase jumlah cacat berdasarkan *shift* pada Tabel 4.2. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya pembobot yang diberikan sesuai tingkat keparahan cacatnya dalam pembuatan peta kendali demerit. Misalkan pada *line* IV, *shift* III memiliki persentase jumlah cacat tertinggi. Namun berdasarkan tingkat keparahan cacatnya, *shift* II menghasilkan titik *out of control* paling banyak di *line* IV. Di antara keenam *line*, masih terdapat tiga *line* yang memiliki titik *out of control* dan total persentase jumlah cacat tertinggi pada *shift* yang sama, yaitu *line* I, III, dan V.

Gambar 4.4 pada peta kendali demerit *line* II menunjukkan proses produksi pada *line* tersebut cenderung paling tidak stabil daripada kelima *line* lainnya. Hal tersebut dapat dilihat pada titik pengamatan *out of control* tertinggi yaitu pada subgrup ke-47 yang menghasilkan rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j)

hingga mencapai nilai 0,19407. Sedangkan pada kelima *line* yang lain, titik pengamatan *out of control* tertinggi adalah masing-masing sebesar 0,15415 pada *line* I, 0,10822 pada *line* III, 0,1298 pada *line* IV, 0,15268 pada *line* V, dan 0,04957 pada *line* VI. Peta kendali demerit *line* VI pada Gambar 4.8 dengan nilai rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j) tertinggi yang paling rendah daripada *line* yang lain, memperlihatkan bahwa proses produksi di *line* VI pada tahun 2017 dapat dikatakan lebih terkendali. Tingginya nilai *out of control* pada *line* II dapat disebabkan oleh kondisi mesin yang sudah tua dan sangat jarang digunakan. *Line* II hanya dipergunakan saat permintaan kantong terlalu tinggi dan kelima *line* lain tidak mampu memproduksi sesuai banyaknya permintaan. Oleh karena *line* II hampir tidak pernah digunakan, maka jumlah cacat yang dihasilkan menjadi tinggi karena *adjustment* atau penyesuaian pada mesin tidak lagi dilakukan oleh operator. Adapun mesin yang beroperasi di *line* VI adalah mesin-mesin baru sehingga proses produksi kantong semen pada *line* tersebut lebih terkendali.

Adanya rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j) yang sangat tinggi di setiap *line*, disebabkan oleh banyak ditemukannya cacat produk jenis cacat rusak dan lengket *bottom* atas yang *outlier* sehingga mengakibatkan variasi proses tinggi. Pada *line* I, subgrup ke-713 terdapat 461 kasus cacat rusak. Dengan pembobotan dan jumlah cacat yang tinggi di jenis cacat tersebut, menyebabkan nilai rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j) menjadi sangat tinggi dan berada di luar batas kendali. Berbeda dengan *line* I, pada *line* II, IV, dan V rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_j) yang tinggi dikarenakan oleh jenis cacat lengket *bottom* atas. Terdapat 1293 kasus lengket *bottom* atas pada *line* II subgrup ke-47, 1259 pada *line* IV subgrup ke-514, serta 1336, 1221, dan 1233 kasus pada *line* V subgrup ke-329, 330, dan 331.

Kasus *out of control* yang terjadi di proses produksi kantong semen PT. IKSG secara umum disebabkan oleh faktor manusia atau operator. Berikut merupakan penyebab-penyebab utama pada masing-masing jenis kecacatan kantong semen.

1. Kesalahan pada hasil *printing* logo perusahaan disebabkan oleh beberapa hal, di antaranya:
 - a. Operator yang kurang tepat dalam melakukan *setting* awal mesin.
 - b. Adanya perubahan akibat penggantian klise.
 - c. Ketidaksesuaian pengaturan tinta yang mulai habis.
2. Bagian *bottom* kantong semen tidak lurus atau menceng serta kantong semen brodol disebabkan oleh operator yang kurang tepat dalam melakukan *setting* awal mesin.
3. Jenis cacat lengket baik lengket *valve*, *bottom* atas, dan *bottom* bawah dapat disebabkan oleh:
 - a. Viskositas Lem Tidak Sesuai
Apabila operator tidak cermat dalam mencampurkan bahan baku air dan lem sesuai standar perbandingan, maka dapat menyebabkan viskositas lem tidak sesuai rentang yang diperbolehkan perusahaan sehingga berakibat pada adonan lem yang menjadi lebih cair.
 - b. Kebersihan Mesin Tidak Dijaga
Apabila operator tidak membersihkan mesin sesuai jadwal, maka lem yang menempel pada mesin semakin lama akan mengerak dan menyebabkan cacat lengket.
 - c. *Setting* Awal Ketebalan *Ruber Set* Lem Terlalu Lebar
Operator bagian pemeliharaan sering kali menyetel tebal *ruber set* terlalu lebar sehingga menyebabkan mesin lengket dan kemudian akan mengakibatkan cacat lengket pada kantong. Solusi dari penyebab ini adalah dilakukan pemotongan pada *ruber set* sesuai lebar standar
 - d. Kesalahan *Setting* Awal Ketebalan Lem.
Penyetelan ketebalan lem yang terlalu tinggi berakibat pada lengketnya mesin *bottomer*. Dengan kecepatan tinggi di mesin *bottomer*, lem yang terlalu banyak menempel pada mesin akan menghasilkan *splash* yang kemudian akan mengakibatkan cacat lengket.

4. Banyaknya kasus yang *outlier* di beberapa subgrup disebabkan oleh adanya pemakaian mesin saat dilakukan perbaikan. Mesin-mesin yang berada dalam masa perbaikan tersebut tetap beroperasi seperti biasa sehingga berisiko menyebabkan jumlah cacat pada kantong semen lebih besar.

4.3 Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali *Fuzzy Demerit*

Peta kendali *fuzzy* berperan dalam pengendalian kualitas yang mengandung kesamaran (*vagueness*) seperti pada kecacatan produk. Salah satu peta kendali yang menggunakan konsep *fuzzy* adalah *fuzzy demerit*. Setiap bobot linguistik dapat digambarkan sebagai bilangan *fuzzy* atau *fuzzy number* (FN). Oleh karena itu, pembobot pada keempat jenis cacat dalam penelitian ini akan digambarkan dengan *triangular fuzzy number* (TFN) untuk membuat peta kendali *fuzzy demerit*. Pembuatan peta kendali *fuzzy demerit* pada *line I* sesuai tinjauan pustaka yang dijelaskan pada bab II dapat dilakukan dengan tiga langkah berikut.

1. *Pemilihan bobot linguistik cacat*. Misalkan fungsi keanggotaan untuk pembobot linguistik setiap cacat didefinisikan sebagai bilangan *fuzzy* dalam koordinat vektor:

$$\text{"Rusak": } \tilde{w}_1 = (0 / 0,15 / 0,25),$$

$$\text{"LV": } \tilde{w}_2 = (0,15 / 0,25 / 0,65),$$

$$\text{"LBA": } \tilde{w}_3 = (0,25 / 0,65 / 0,95),$$

$$\text{"LBB": } \tilde{w}_4 = (0,65 / 0,95 / 1)$$

2. *Perhitungan* ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$, ${}^{\alpha_c} U\tilde{C}L$, dan ${}^{\alpha_c} L\tilde{C}L$. Sebelum melakukan perhitungan, perlu ditentukan terlebih dahulu α -cuts yang akan digunakan, dimana nilai α -cuts lebih dari 0,5 biasanya direkomendasikan. Pada penelitian ini nilai α -cuts yang dipakai sebesar 0,8. Dengan Persamaan (2.15), maka ${}^{\alpha_c} \tilde{w}_j$ dapat diperoleh sebagai interval tertutup sebagai berikut.

$${}^{\alpha_c} \tilde{w}_1 = [0, 12; 0, 17]$$

$${}^{\alpha_c} \tilde{w}_2 = [0, 23; 0, 33]$$

$${}^{\alpha_c} \tilde{w}_3 = [0, 57; 0, 71]$$

$${}^{\alpha_c} \tilde{w}_4 = [0, 89; 0, 96]$$

Selanjutnya dengan menggunakan operasi aritmatika pada interval tertutup, ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j$ dapat diperoleh berdasarkan Persamaan (2.16) berikut.

$$\begin{aligned} D_1 &= [0, 12(36) + 0, 23(21) + 0, 57(66) + 0, 89(19); \\ &\quad 0, 17(36) + 0, 33(21) + 0, 71(66) + 0, 96(19)] \\ &= [63, 68; 78, 15] \\ &\quad \vdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{721} &= [0, 12(15) + 0, 23(16) + 0, 57(19) + 0, 89(21); \\ &\quad 0, 17(15) + 0, 33(16) + 0, 71(19) + 0, 96(21)] \\ &= [35; 41, 48] \end{aligned}$$

Dengan menggunakan $L=3$, maka nilai ${}^{\alpha_c} U\tilde{C}L$ dan ${}^{\alpha_c} L\tilde{C}L$ dengan persamaan (2.19) dan (2.20) dapat diperoleh :

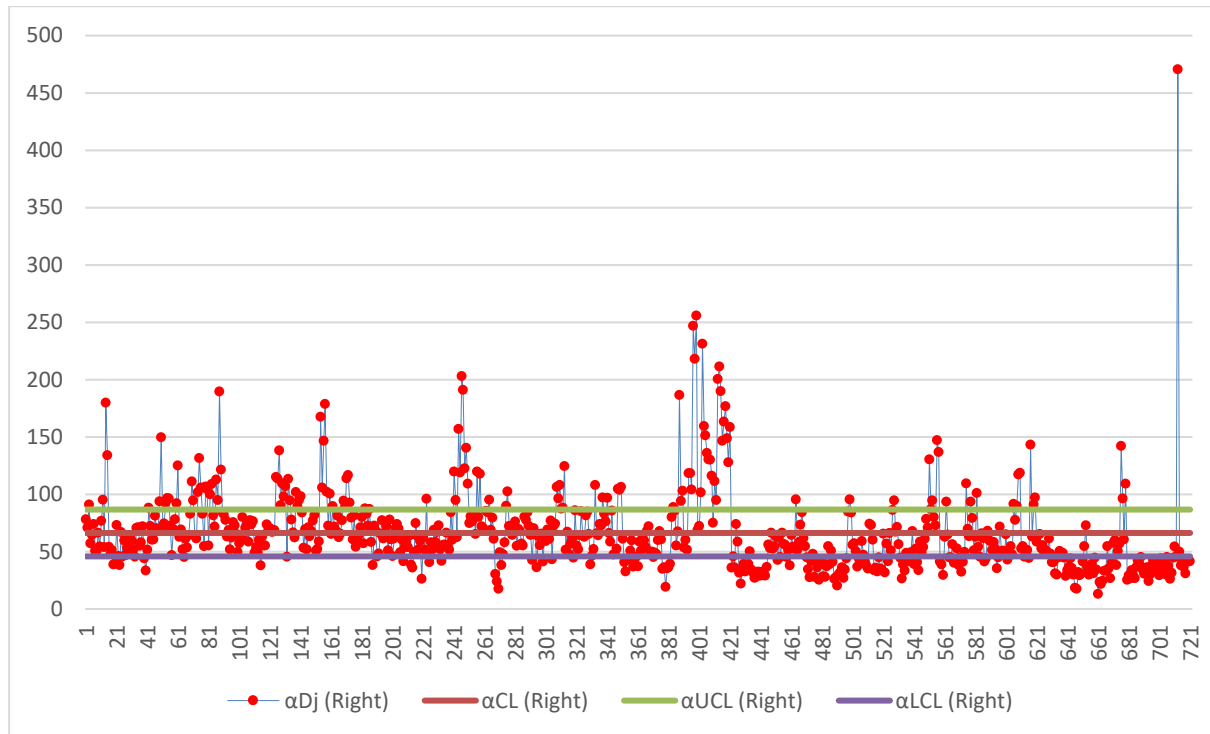
$$\begin{aligned} {}^{\alpha_c} U\tilde{C}L &= [54, 6435 + 3(5, 839); 66, 2626 + 3(6, 8071)] \\ &= [72, 1600; 86, 6834] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}^{\alpha_c} L\tilde{C}L &= [\max(54, 6435 - 3(5, 839), 0); \\ &\quad \max(66, 2626 - 3(6, 8071), 0)] \\ &= [37, 1270; 45, 8413] \end{aligned}$$

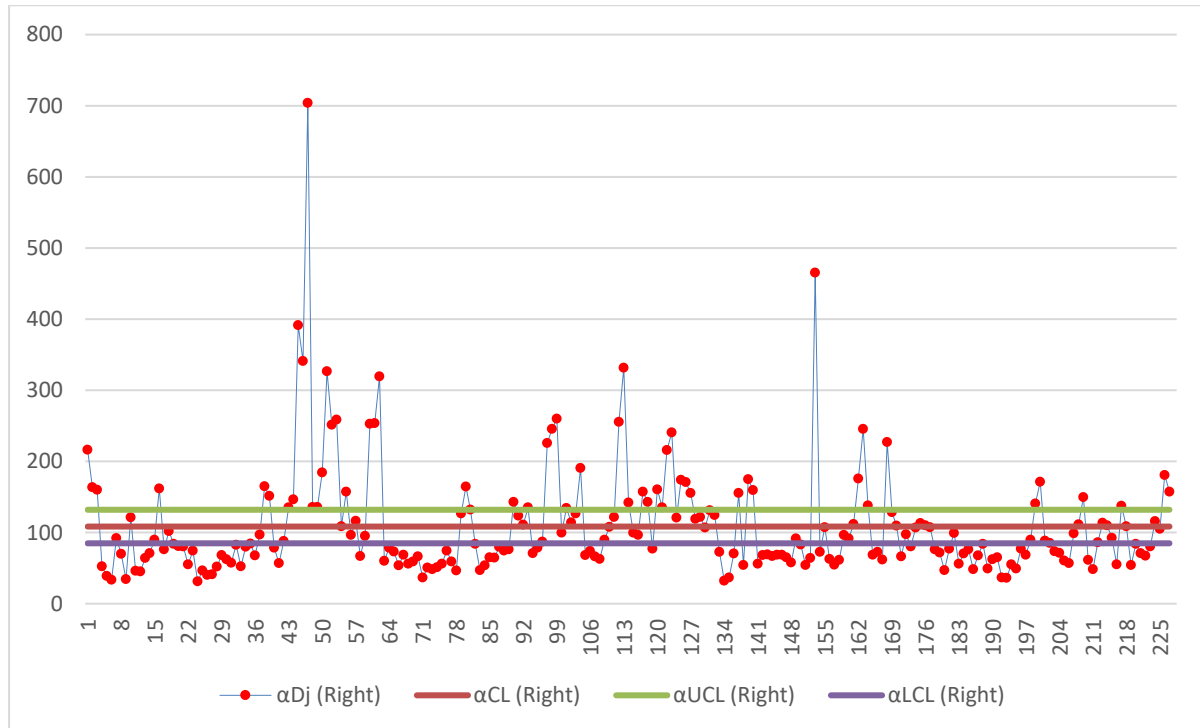
3. *Kaidah keputusan setiap sampel inspeksi.* Setelah \tilde{D}_j diperoleh berdasarkan perhitungan, selanjutnya \tilde{D}_j dibandingkan dengan batas kendali fuzzy $U\tilde{C}L$ dan $L\tilde{C}L$. Berdasarkan kaidah keputusan pada Persamaan (2.13), perbandingan dapat dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai *right endpoint*. Jika ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j > {}^{\alpha_c} U\tilde{C}L$ atau ${}^{\alpha_c} \tilde{D}_j < {}^{\alpha_c} L\tilde{C}L$, maka peta kendali akan memberikan sinyal *out of control*.

Pemilihan *right endpoint* yang digunakan pada pembuatan peta kendali *fuzzy* demerit dikarenakan oleh keputusan perusahaan dalam menggunakan pembobot yang cenderung tinggi untuk setiap jenis cacat. Selain itu, penggunaan *right endpoint* juga dapat mengantisipasi adanya kejadian jumlah cacat yang tinggi, sehingga dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan. Apabila pembobot *fuzzy* yang digunakan berdasarkan *left endpoint*, maka peta kendali akan cenderung menghasilkan batas kendali yang lebih rendah sehingga tidak dapat mengantisipasi adanya kejadian jumlah cacat yang tinggi. Peta kendali *fuzzy* demerit dengan *left endpoint* juga tidak sensitif dalam mendeteksi kasus *out of control* pada pengamatan yang memiliki jumlah cacat terboboti kecil, sehingga jumlah kasus *out of control* yang diperoleh cenderung lebih sedikit daripada peta kendali demerit biasa.

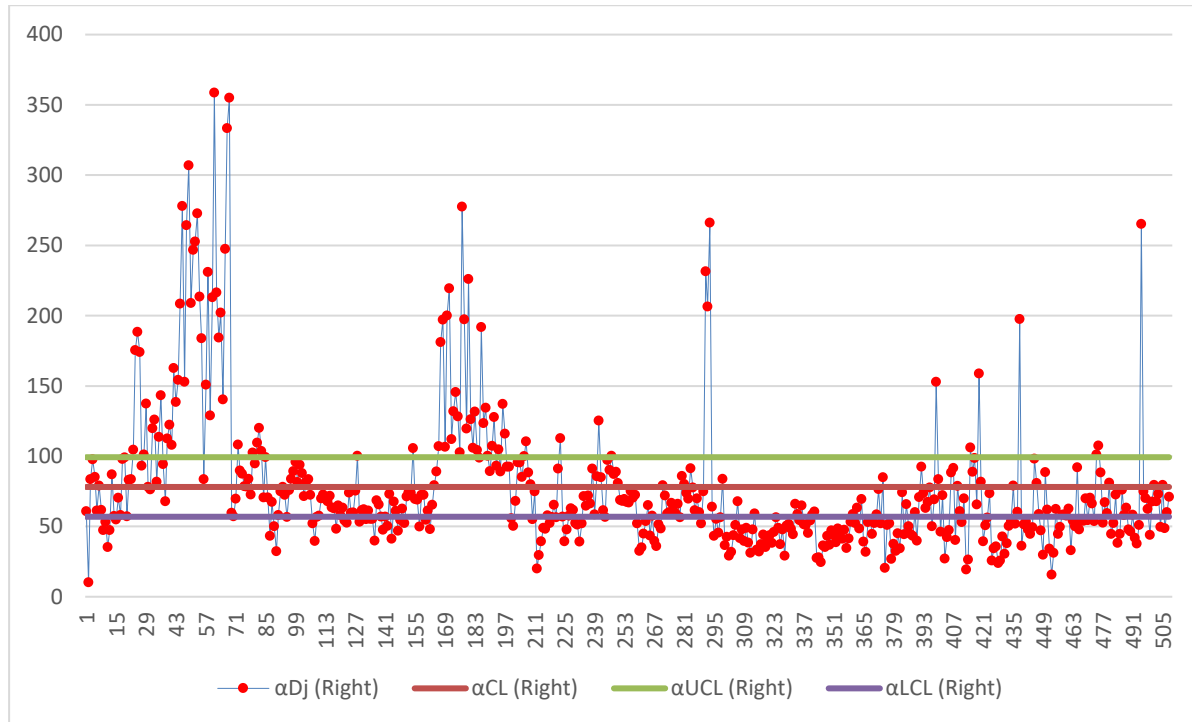
Nilai-nilai hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk membentuk peta kendali *fuzzy* demerit *line I* dengan *right endpoint* seperti pada Gambar 4.9. Perhitungan dan pembuatan peta kendali *fuzzy* demerit pada Gambar 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, dan 4.14 untuk *line II, III, IV, V, dan VI* selanjutnya adalah sama seperti perhitungan peta kendali demerit pada *line I*. Secara umum, peta kendali *fuzzy* demerit menghasilkan kasus *out of control* yang lebih tinggi daripada peta kendali demerit biasa. Adapun sebagai perbandingan, dilakukan pembuatan peta kendali *fuzzy* demerit dengan pembobotan *left endpoint* yang dapat dilihat pada Lampiran 14 – 19 dan banyak kasus *out of control* pada masing-masing peta kendali pada Lampiran 20.



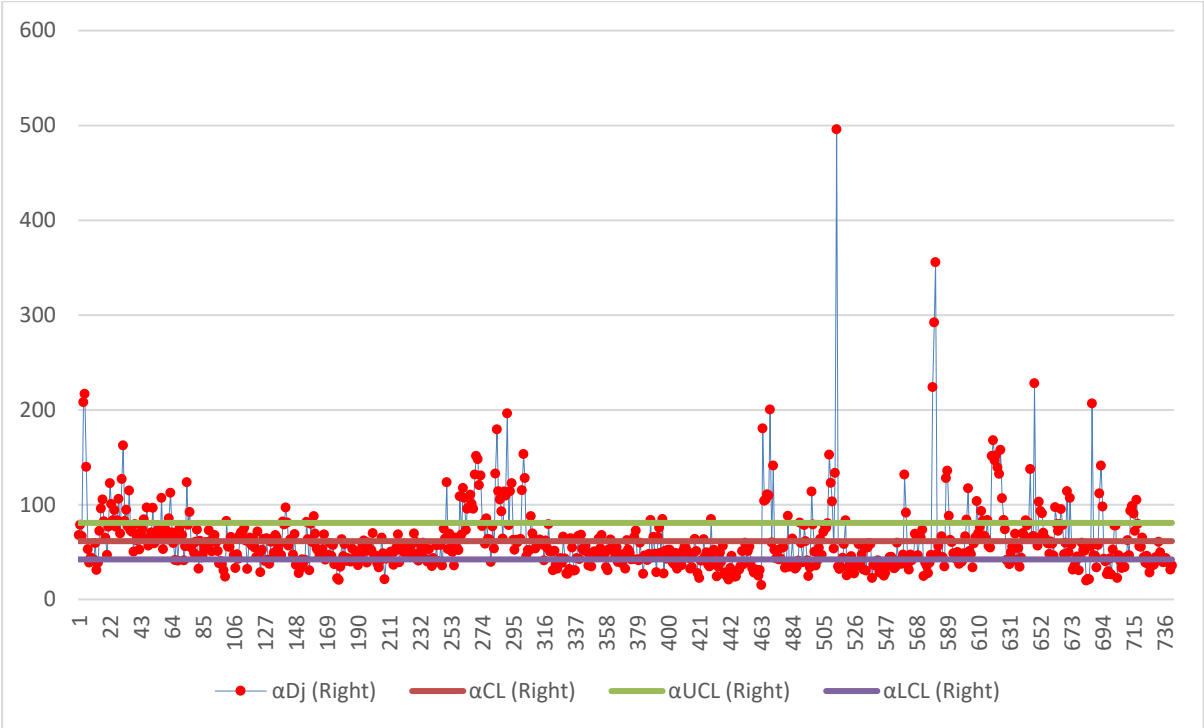
Gambar 4.9 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line I*



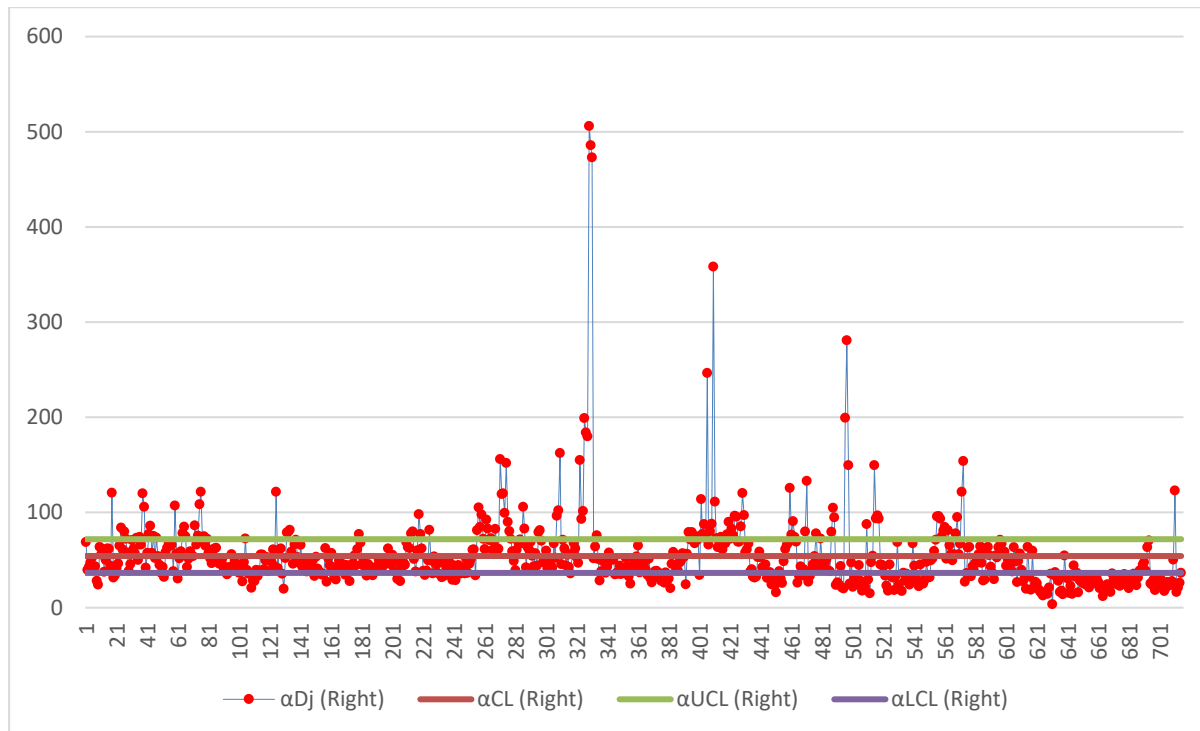
Gambar 4.10 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line II*



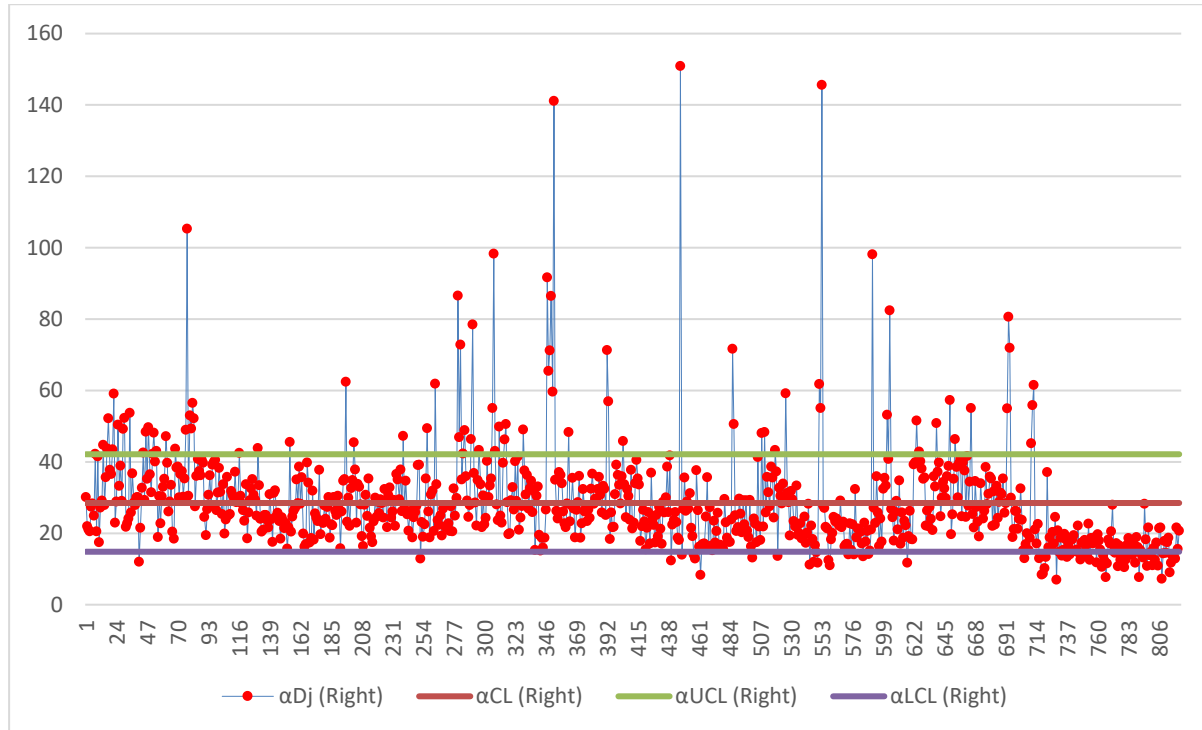
Gambar 4.11 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line III*



Gambar 4.12 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line IV*



Gambar 4.13 Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line V*



Gambar 4.14 Peta Kendali Fuzzy Demerit Produksi Kantong Semen *Line VI*

Keputusan yang diperoleh baik dengan peta kendali demerit maupun *fuzzy* demerit adalah sama, yaitu terdapat banyak pengamatan yang dinyatakan *out of control*. Hal ini dapat disebabkan karena peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit yang digunakan pada penelitian ini mengasumsikan bahwa data berdistribusi *poisson*, dimana nilai rata-rata dan varians yang dihasilkan setiap jenis cacat pada masing-masing *line* seharusnya memiliki nilai yang sama (tidak jauh berbeda). Namun pada kasus proses produksi kantong semen jenis *pasted* di PT. IKSG tahun 2017 berdasarkan karakteristik data kecacatan pada Tabel 4.1, memperlihatkan bahwa nilai rata-rata dan varians pada proses jauh berbeda, sehingga menyebabkan terjadinya *overdispersion*. Ketidaksamaan nilai tersebut mengakibatkan peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit yang dihasilkan memiliki kasus *out of control* yang sangat tinggi. Langkah utama yang harus dilakukan untuk mengurangi banyak kasus *out of control* adalah perlu dilakukan upaya agar variasi jumlah cacat kantong semen yang terjadi menjadi minimum. Upaya yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan menyeragamkan kemampuan operator. Beberapa cara yang mungkin dapat dilakukan perusahaan adalah dengan mengadakan pelatihan-pelatihan untuk karyawan, memberikan *standard operating procedure* (SOP) yang jelas untuk setiap penyetelan awal mesin dan pembuatan adonan lem, serta melakukan penjadwalan kebersihan mesin secara rutin agar pembersihan mesin-mesin dapat dikerjakan lebih teratur oleh karyawan.

4.4 Perbandingan Pengendalian Kualitas Kantong Semen Menggunakan Peta Kendali Demerit dan Peta Kendali *Fuzzy* Demerit

Perbandingan pengendalian kualitas oleh peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit dapat dilihat dari berapa banyak titik pengamatan yang dinyatakan *out of control*. Tabel 4.4 berikut memberikan informasi mengenai perbandingan titik yang dinyatakan *out of control* oleh kedua peta kendali.

Tabel 4.4 Banyak Pengamatan *Out of Control* dengan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy Demerit*

<i>Line</i>	Peta Kendali Demerit	Peta Kendali <i>Fuzzy Demerit</i>
I	327	336
II	166	174
III	276	287
IV	324	332
V	338	339
VI	143	152

Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* dengan peta kendali *fuzzy demerit* lebih banyak daripada dengan peta kendali demerit. Selain jumlah titik *out of control*, kedua peta kendali juga menghasilkan keputusan yang berbeda, dimana ada beberapa titik yang sama-sama terdeteksi *out of control* di kedua peta kendali, ada pula beberapa titik yang terdeteksi *out of control* hanya di salah satu peta kendali. Perbandingan pengamatan-pengamatan yang dinyatakan *out of control* dan *in control* hanya pada salah satu peta kendali lebih lengkapnya terlampir pada Lampiran 8 – 13, adapun rangkumannya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Terdapat 326, 163, 275, 314, 316, dan 142 titik pengamatan di masing-masing *line* I hingga VI yang sama-sama terdeteksi *out of control* di kedua peta kendali. Selain itu, terdapat 10, 11, 12, 18, 23, dan 10 titik pengamatan pada setiap *line* yang hanya terdeteksi *out of control* pada peta kendali *fuzzy demerit* namun tidak pada peta kendali demerit biasa. Hal ini menunjukkan bahwa peta kendali *fuzzy demerit* lebih sensitif mendeteksi proses yang *out of control* dibanding peta kendali demerit. Sedangkan pada peta kendali demerit, *line* I, II, III, IV, V, dan VI masing-masing terdeteksi 1, 3, 1, 10, 22, dan 1 titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* pada peta kendali demerit namun dinyatakan *in control* peta kendali *fuzzy demerit*.

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy Demerit*

<i>Line</i>	Terdeteksi <i>Out of Control</i> di Kedua Peta	Terdeteksi <i>Out of Control</i> di Peta Kendali Demerit	Terdeteksi <i>Out of Control</i> di Peta Kendali <i>Fuzzy Demerit</i>
I	326	1	10
II	163	3	11
III	275	1	12
IV	314	10	18
V	316	22	23
VI	142	1	10

Perbandingan titik *out of control* pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa peta kendali *fuzzy demerit* lebih sensitif mendeteksi proses yang *out of control* dibanding peta kendali demerit. Namun, ada beberapa titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* hanya pada peta kendali demerit dan dinyatakan *in control* peta kendali *fuzzy demerit*, sehingga kurang sesuai dengan kesensitivan peta kendali *fuzzy*. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan perhitungan antara kedua peta kendali. Nilai statistik peta kendali demerit (u_j) berdasarkan Persamaan (2.3) memberikan hasil jumlah cacat terboboti yang dibagi dengan banyak sampel setiap subgrup, namun tidak pada perhitungan nilai statistik peta kendali *fuzzy demerit* (\tilde{D}_j) dengan Persamaan (2.16). Apabila terdapat subgrup dengan banyak sampel yang jauh dari standar satu palet perusahaan, yaitu sebanyak 3000 kantong semen, maka akan berakibat pada tingginya nilai statistik u_j yang diperoleh di peta kendali demerit biasa. Sehingga nilai statistik u_j yang tinggi tersebut mengakibatkan beberapa titik pengamatan terdeteksi *out of control* hanya di peta kendali demerit namun tidak di peta kendali *fuzzy demerit*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan data kecacatan produk kantong semen jenis *pasted* di PT. IKSG pada periode bulan Januari – Desember 2017 adalah sebagai berikut.

1. Jumlah kasus setiap jenis cacat kantong semen jenis *pasted* di semua *line* memiliki varians yang tinggi, sehingga mengindikasikan penyebaran kasus cacat yang terjadi antara inspeksi satu dan lainnya berbeda jauh. Lengket *bottom* bawah (LBB) merupakan proporsi jumlah cacat terbanyak yang ditemukan selama bulan Januari – Desember 2017 pada *line* I, II, III, IV, dan V, sedangkan pada *line* VI proporsi jumlah cacat tertinggi terdapat di jenis cacat lengket *valve* (LV). Adapun proporsi jumlah cacat terendah didominasi oleh jenis cacat rusak, yaitu pada *line* II, III, IV, dan V. Sedangkan untuk *line* I dan VI proporsi jumlah cacat terendah adalah jenis cacat lengket *bottom* atas (LBA).
2. Peta kendali demerit menunjukkan bahwa proses produksi kantong semen jenis *pasted* selama periode Januari – Desember 2017 belum terkendali secara statistik, dimana hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* untuk semua *line*. Adanya pengamatan *out of control* dominan disebabkan oleh faktor manusia atau operator dalam proses pembuatan adonan lem, penyetulan mesin maupun bahan baku di awal produksi, kebersihan mesin, dan pemakaian mesin saat dilakukan perbaikan.
3. Peta kendali *fuzzy* demerit menunjukkan bahwa proses proses produksi kantong semen jenis *pasted* selama periode Januari – Desember 2017 belum terkendali secara statistik karena terdapat banyak titik pengamatan yang dinyatakan *out of control* untuk semua *line*.

4. Perbandingan pengendalian kualitas dengan peta kendali demerit dan *fuzzy* demerit dapat dilihat dari berapa banyak titik pengamatan yang dinyatakan *out of control*. Hasil analisis menunjukkan bahwa peta kendali *fuzzy* demerit lebih sensitif jika dibandingkan dengan peta kendali demerit, hal ini ditunjukkan oleh banyaknya titik pengamatan yang *out of control*, dimana peta kendali *fuzzy* demerit menangkap lebih banyak titik tersebut.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah perusahaan diharapkan mampu mengurangi nilai keragaman jumlah setiap jenis cacat yang saat ini masih tinggi, sehingga proses produksi akan lebih terkendali secara statistik. Upaya yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan menyeragamkan kemampuan operator seperti mengadakan pelatihan-pelatihan untuk karyawan, memberikan *standard operating procedure* (SOP) yang jelas untuk setiap penyetelan awal mesin, bahan baku, dan pembuatan adonan lem, serta melakukan penjadwalan kebersihan mesin secara rutin agar pembersihan mesin-mesin dapat dikerjakan lebih teratur oleh karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamo, J. M. (1980). Fuzzy decision trees. *Fuzzy Sets and Systems*, 4, 207-219.
- Cahyani, F. I. (2015). *Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengantongan Semen di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan Pendekatan Six Sigma*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Chen, L. H. (2005). A demerit control chart with linguistic weights. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 16, 349-359.
- Isnain, A. Y. (2012). *Logika Fuzzy*. Diambil kembali dari Yaumul Isnain Esa Unggul: yaumulisnain.weblog.esaunggul.ac.id/2012/logika-fuzzy
- Jones, L. A., Woodall, W. H., & Conerly, M. D. (1999). Exact properties of demerit control charts. *Journal of Quality Technology*, 31(2), 207-216.
- Kaufmann, A., & Gupta, M. M. (1985). *Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Application*. New York: Van Nostrand.
- Kho, B. (2016). *Pengertian Diagram Pareto dan Cara Membuatnya*. Diambil kembali dari Ilmu Manajemen Industri: <http://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-diagram-pareto-dan-cara-membuatnya/>
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ramadhani, G. S., Yuciana, & Suparti. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Diagram Kendali Demerit (Studi Kasus Produksi Air Minum dalam

- Kemasan 240 ml di PT. TIW). *Jurnal Gaussian*, 3(3), 401-410.
- Shu, M. H., Chiu, C. C., Nguyen, T. L., & Hsu, B. M. (2014). A demerit-fuzzy rating system, monitoring scheme and classification for manufacturing processes. *Expert Systems with Applications*, 41, 7878-7888.
- Tasman, B., & Yulius, H. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Kantong Semen Tipe Pasted Bag Menggunakan Metode Seven Tools (7QC) pada PT. Semen Padang. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 51-63.
- Walpole, R. E., Myres, R. H., Myres, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy Sets*. California: Electronics Research Laboratory University of California.

Lampiran 1. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line I* di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
Januari	1	I		21	36	66	19	2997
Januari	2	II	03	16	35	53	23	2992
Januari	3	I		19	48	70	28	2994
Januari	4	II	04	17	38	61	2	2993
Januari	5	III		13	29	56	16	2983
Januari	6	I		11	64	43	30	2985
Januari	7	II	05	10	24	41	15	2994
Januari	8	III		8	20	40	17	2988
Januari	9	I		11	25	62	15	2991
Januari	10	II	06	5	18	35	26	2997
Januari	11	III		15	35	51	31	2990
Januari	12	I		15	42	55	46	2994
Januari	13	II	07	11	27	29	26	2986
Januari	14	I		24	74	177	35	2994
Januari	15	II	09	7	38	148	21	2990
Januari	16	I		12	25	28	27	2989
Januari	17	II	10	14	22	31	18	2989
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	720	II	30	11	12	30	15	3000
Desember	721	III		16	15	19	21	3000

Lampiran 2. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line II* di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
April	1	I		74	86	166	62	2986
April	2	II	02	34	70	153	33	2958
April	3	III		38	67	143	36	2980
Agustus	4	I		23	49	31	15	3000
Agustus	5	II	29	14	25	26	12	2993
Agustus	6	III		12	33	20	10	2995
Agustus	7	I		50	86	63	17	2999
Agustus	8	II	30	26	60	37	26	3000
Agustus	9	III		15	24	25	8	2975
Agustus	10	I		29	70	81	44	3000
Agustus	11	II	31	22	33	33	10	3000
Agustus	12	III		12	24	32	15	3000
September	13	I		30	41	38	21	3000
September	14	II	04	19	45	48	24	2990
September	15	III		31	89	64	20	2995
September	16	I		23	60	150	39	3000
September	17	II	06	5	19	45	41	3000
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	226	II	30	77	156	126	41	3000
Desember	227	III		93	142	104	30	3000

Lampiran 3. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line* III di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
Januari	1	I		8	31	46	21	2977
Januari	2	II	03	4	7	8	2	2493
Januari	3	III		13	29	56	36	2979
Januari	4	I		22	73	83	20	2988
Januari	5	II	04	24	91	56	23	2990
Januari	6	I		10	60	43	18	2993
Januari	7	II	05	16	79	47	28	2990
Januari	8	III		16	60	38	20	2993
Januari	9	I		10	40	35	13	2993
Januari	10	II	06	10	43	33	20	2985
Januari	11	III		8	30	28	8	2994
Januari	12	I		8	45	32	15	2988
Januari	13	II	07	11	49	65	30	2990
Januari	14	III		14	44	38	19	2986
Januari	15	I		9	40	50	10	2989
Januari	16	II	09	8	47	53	23	2990
Januari	17	III		16	44	34	22	2990
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	507	II	30	15	75	26	25	3000
Desember	508	III		19	87	30	30	3000

Lampiran 4. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line IV* di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
Januari	1	I		11	31	53	22	2990
Januari	2	II	03	21	37	65	20	2991
Januari	3	III		8	32	53	22	2985
Januari	4	I		19	50	225	35	2996
Januari	5	II	04	17	71	245	26	2991
Januari	6	III		9	23	141	34	2987
Januari	7	I		14	51	30	19	2991
Januari	8	II	05	20	24	19	15	2994
Januari	9	III		13	31	35	10	2998
Januari	10	I		5	14	33	13	2992
Januari	11	II	06	11	34	23	17	2997
Januari	12	III		15	29	44	19	2996
Januari	13	I		11	19	19	11	2989
Januari	14	II	07	6	44	21	15	2998
Januari	15	I		6	38	75	11	2990
Januari	16	II	09	9	36	102	15	2981
Januari	17	III		9	43	85	36	2988
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	740	II	30	28	14	14	10	3000
Desember	741	III		35	25	9	14	2998

Lampiran 5. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line V* di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
Januari	1	I		15	37	50	23	2481
Januari	2	II	03	12	32	25	13	2492
Januari	3	III		7	10	40	11	2498
Januari	4	I		6	25	35	17	2987
Januari	5	II	04	7	22	42	17	2994
Januari	6	III		16	22	32	11	2993
Januari	7	I		12	22	31	14	2495
Januari	8	II	05	7	25	17	10	2993
Januari	9	III		6	14	17	8	2997
Januari	10	I		13	40	50	18	2998
Januari	11	II	06	6	23	54	12	2993
Januari	12	III		6	22	58	15	2997
Januari	13	I		11	39	17	16	2995
Januari	14	II	07	17	31	24	23	2997
Januari	15	I		19	62	41	17	2490
Januari	16	II	09	17	90	28	22	2491
Januari	17	III		18	46	25	13	2497
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	714	II	30	18	10	14	9	3000
Desember	715	III		23	15	17	15	2500

Lampiran 6. Data Kecacatan Kantong Semen Jenis *Pasted* pada *Line* VI di PT. IKSG Tahun 2017

Bulan	Subgrup	Shift	Tanggal Sampling	LBA	LBB	LV	Rusak	Total Sampling
Januari	1	I		3	6	18	16	2996
Januari	2	II	03	5	7	12	11	2991
Januari	3	III		4	15	12	9	2992
Januari	4	I		7	23	12	6	2994
Januari	5	II	05	7	13	16	12	2997
Januari	6	III		4	12	23	9	2998
Januari	7	I		2	9	9	17	2997
Januari	8	II	06	7	21	35	12	2995
Januari	9	III		4	2	9	13	2992
Januari	10	I		13	19	33	11	2994
Januari	11	II	07	3	13	12	6	2998
Januari	12	III		12	23	19	6	2992
Januari	13	I		9	21	17	11	2995
Januari	14	II	09	9	29	37	11	2996
Januari	15	III		5	18	15	13	2969
Januari	16	I		3	28	30	9	2997
Januari	17	II	10	4	30	31	16	2991
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Desember	820	II	30	5	9	8	7	3000
Desember	821	III		16	5	7	10	3000

Lampiran 7. Output Statistika Deskriptif

Line I

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	20,881	158,194	3,000	121,000
LBB	42,11	965,47	8,00	400,00
LV	41,01	879,22	4,00	286,00
Rusak	24,058	447,102	2,000	461,000

Line II

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	95,70	21271,84	5,00	1293,00
LBB	100,36	14996,07	2,00	934,00
LV	50,59	1046,73	15,00	216,00
Rusak	24,881	172,521	7,000	131,000

Line III

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	29,067	415,293	4,000	135,000
LBB	83,26	11846,19	7,00	827,00
LV	44,48	1280,50	7,00	351,00
Rusak	23,722	296,110	2,000	256,000

Line IV

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	28,16	3122,20	3,00	1259,00
LBB	40,73	1187,73	4,00	510,00
LV	36,46	1053,57	1,00	442,00
Rusak	20,148	112,502	0,000	143,000

Line V

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	31,57	7807,14	0,00	1336,00
LBB	40,77	1619,58	2,00	471,00
LV	29,31	882,17	0,00	418,00
Rusak	16,766	57,821	0,000	76,000

Line VI

Descriptive Statistics: LBA; LBB; LV; Rusak				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
LBA	7,775	26,819	0,000	50,000
LBB	14,976	64,397	0,000	66,000
LV	16,968	196,511	0,000	165,000
Rusak	11,803	51,246	0,000	147,000

Lampiran 8. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line I*

Subgrup	LINE I	
	Demerit	<i>Fuzzy</i> Demerit
65	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
132	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
191	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
360	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
371	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
532	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
538	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
584	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
616	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
619	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
712	<i>in control</i>	<i>out of control</i>

Lampiran 9. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line II*

Subgrup	LINE II	
	Demerit	<i>Fuzzy</i> Demerit
19	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
20	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
21	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
32	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
35	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
42	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
43	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
48	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
49	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
79	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
82	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
131	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
188	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
220	<i>in control</i>	<i>out of control</i>

Lampiran 10. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line III*

Subgrup	LINE III	
	Demerit	<i>Fuzzy</i> Demerit
85	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
95	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
109	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
134	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
135	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
139	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
140	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
141	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
219	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
221	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
244	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
279	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
474	<i>in control</i>	<i>out of control</i>

Lampiran 11. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line IV*

Subgrup	LINE IV	
	Demerit	<i>Fuzzy</i> Demerit
11	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
101	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
142	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
152	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
154	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
184	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
189	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
230	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
375	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
386	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
489	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
520	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
591	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
592	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
596	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
597	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
628	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
629	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
630	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
631	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
632	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
633	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
634	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
635	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
636	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
637	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
638	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
710	<i>out of control</i>	<i>in control</i>

Lampiran 12. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line V*

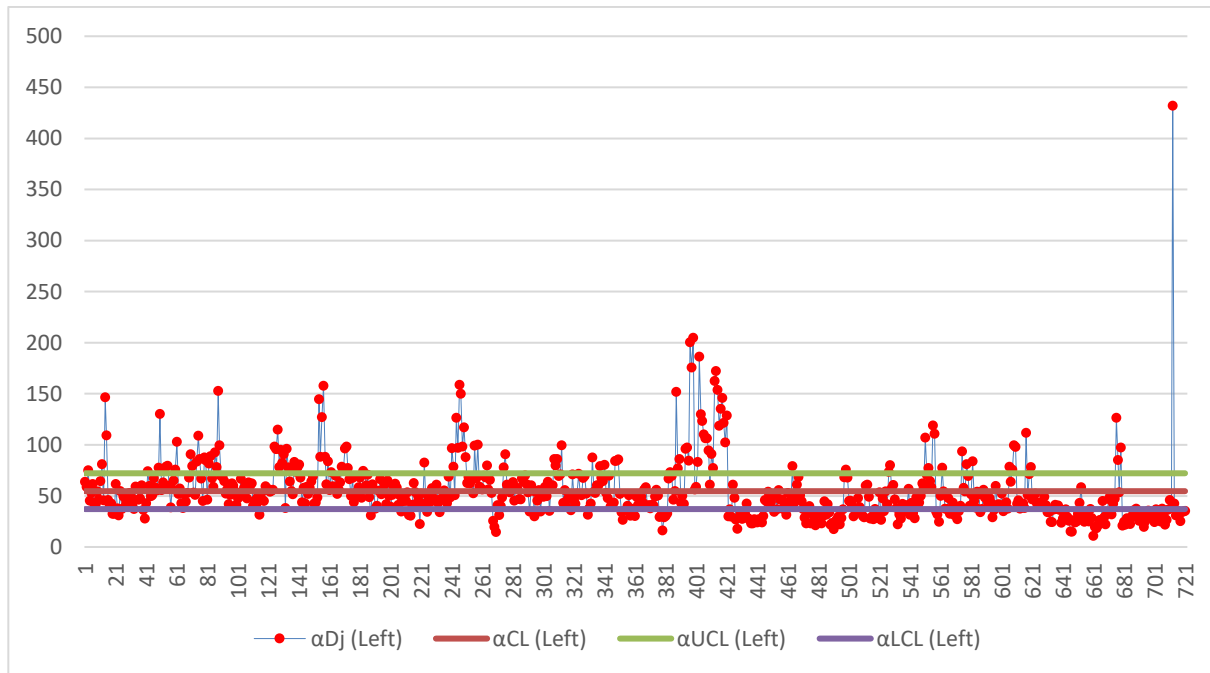
Subgrup	LINE V	
	Demerit	<i>Fuzzy</i> Demerit
1	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
13	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
27	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
31	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
93	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
101	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
107	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
108	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
129	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
138	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
154	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
167	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
170	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
227	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
230	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
232	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
245	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
248	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
264	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
267	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
284	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
298	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
312	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
317	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
340	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
347	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
348	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
367	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
375	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
400	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
401	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
417	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
534	<i>in control</i>	<i>out of control</i>

Subgrup	LINE V	
	Demerit	Fuzzy Demerit
536	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
555	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
575	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
580	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
590	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
605	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
630	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
633	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
688	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
689	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
690	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
692	<i>out of control</i>	<i>in control</i>

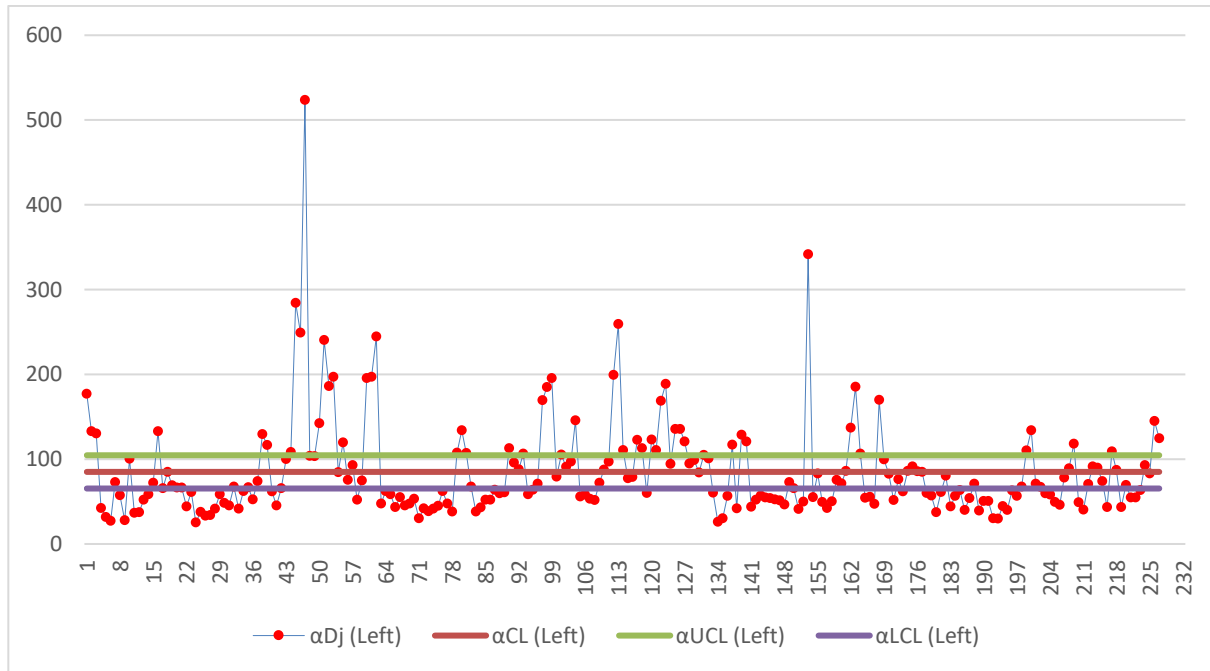
Lampiran 13. Hasil Keputusan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy* Demerit *Line VI*

Subgrup	LINE VI	
	Demerit	Fuzzy Demerit
8	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
44	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
85	<i>out of control</i>	<i>in control</i>
116	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
308	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
549	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
626	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
731	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
784	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
800	<i>in control</i>	<i>out of control</i>
811	<i>in control</i>	<i>out of control</i>

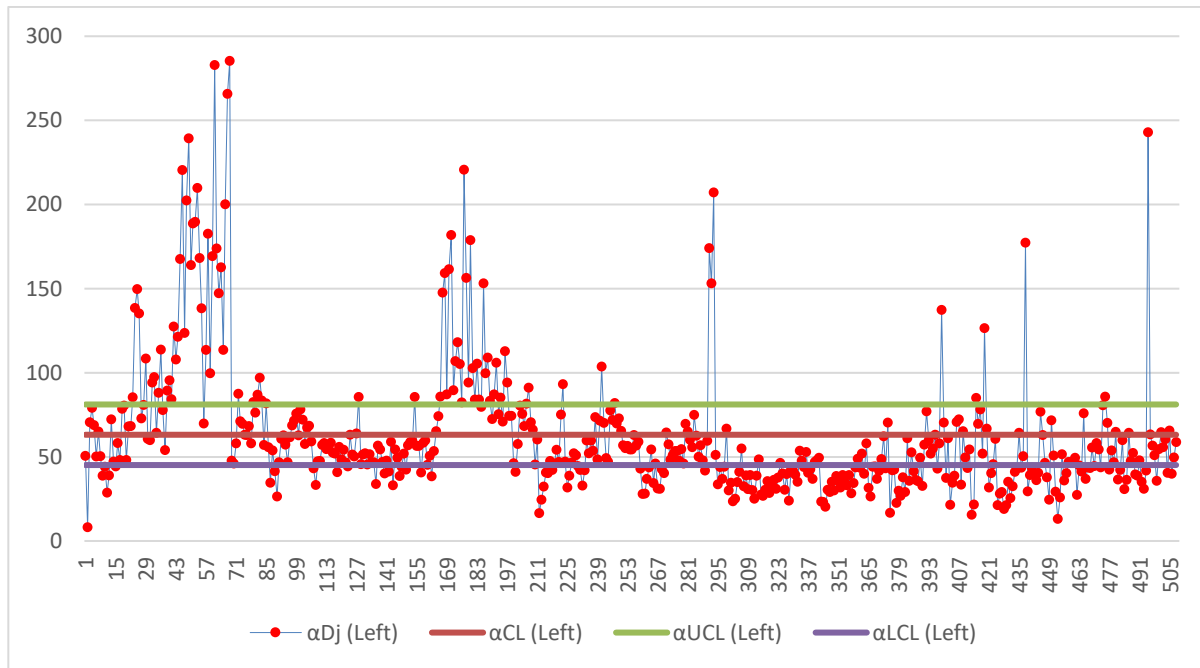
Lampiran 14. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line I* Menggunakan *Left Endpoint*



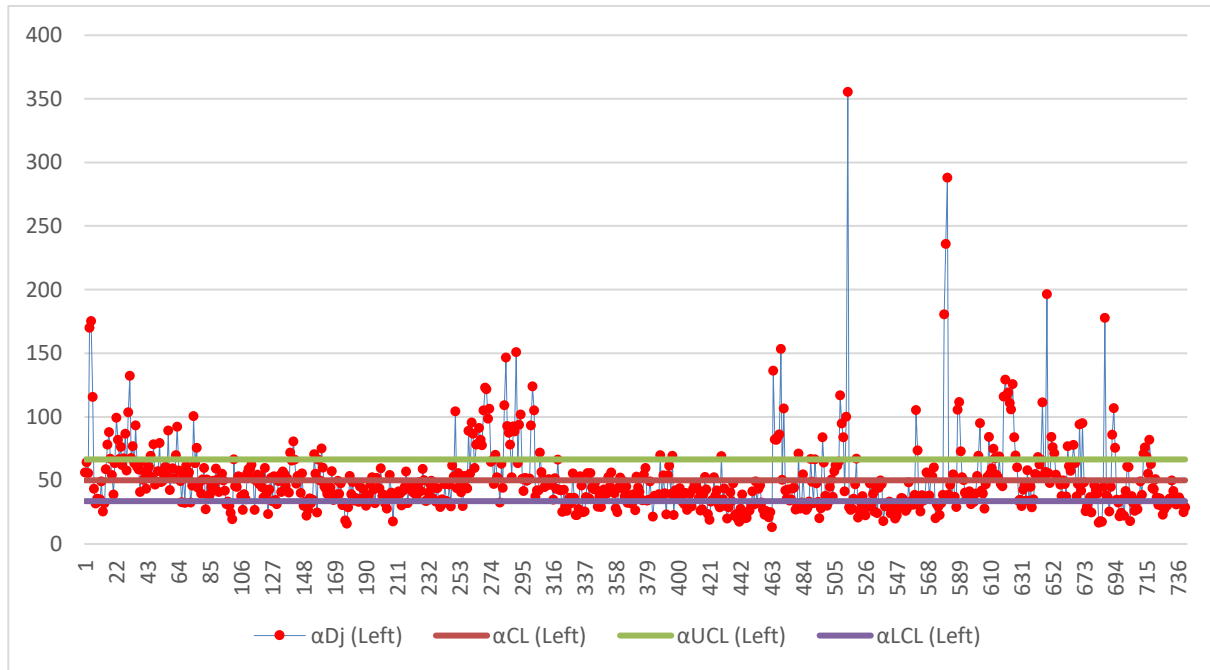
Lampiran 15. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line II* Menggunakan *Left Endpoint*



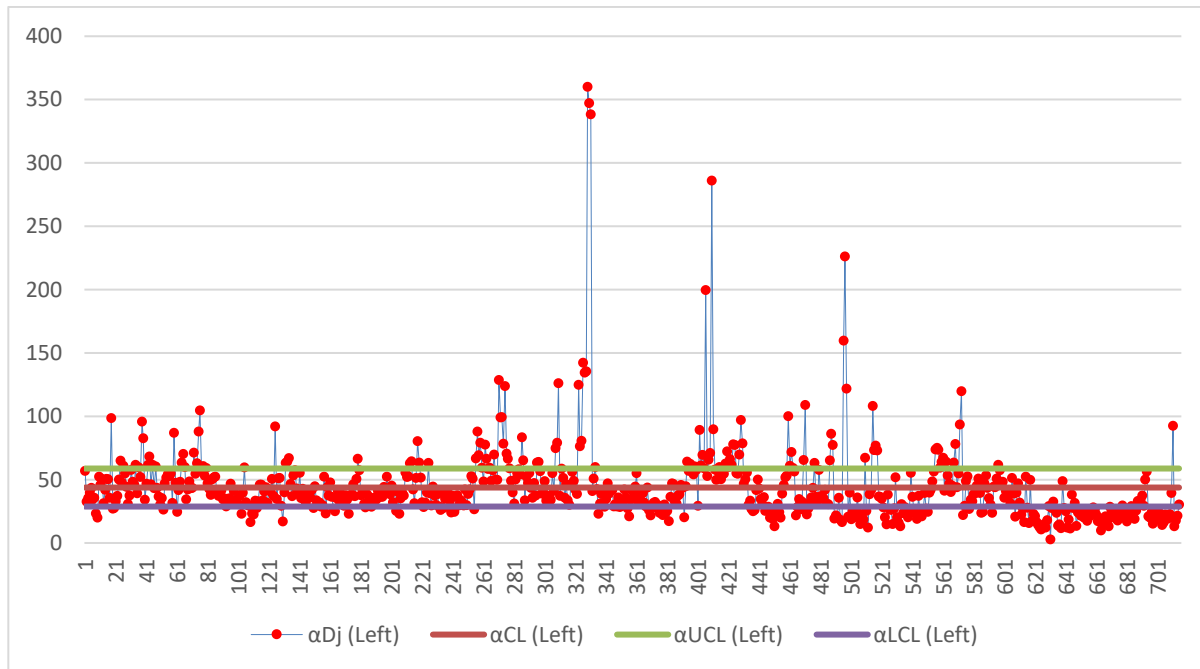
Lampiran 16. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line* III Menggunakan *Left Endpoint*



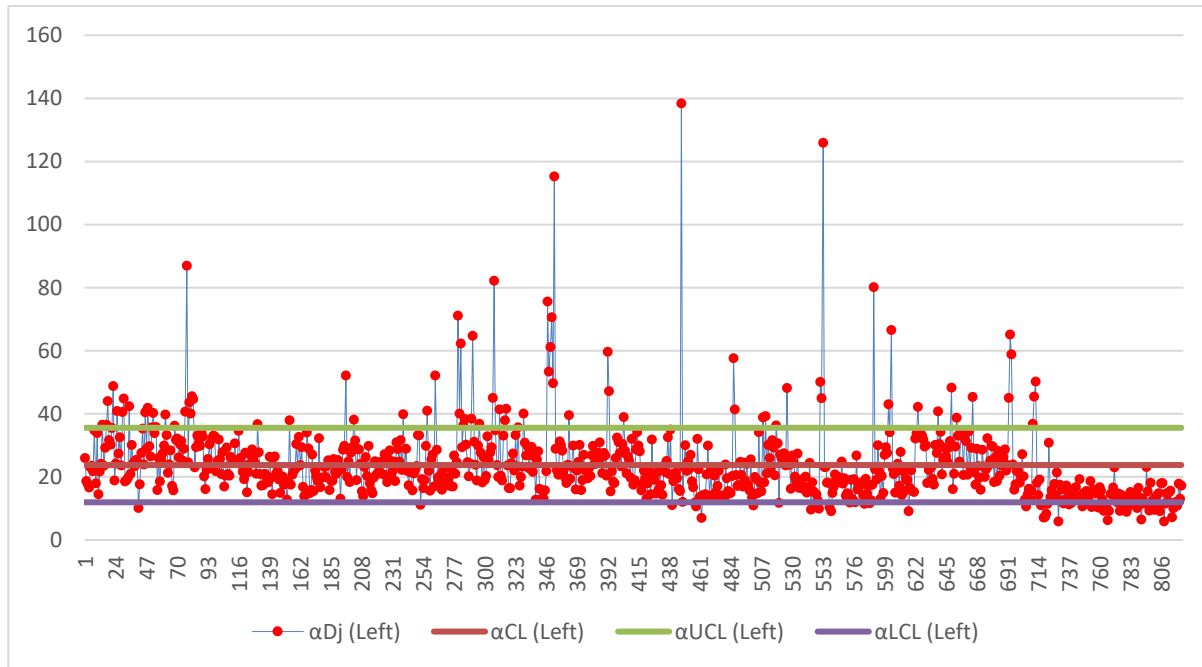
Lampiran 17. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line IV* Menggunakan *Left Endpoint*



Lampiran 18. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line V* Menggunakan *Left Endpoint*



Lampiran 19. Peta Kendali *Fuzzy* Demerit Produksi Kantong Semen *Line VI* Menggunakan *Left Endpoint*



Lampiran 20. Perbandingan Banyak Kasus *Out of Control* (OOC) dengan Peta Kendali Demerit dan *Fuzzy Demerit* Menggunakan *Right* dan *Left Endpoint*

<i>LINE</i>	Demerit	<i>Fuzzy Demerit Right Endpoint</i>			<i>Fuzzy Demerit Left Endpoint</i>		
		OOC di Bawah UCL	OOC di Atas UCL	Jumlah Out of Control	OOC di Bawah UCL	OOC di Atas UCL	Jumlah Out of Control
I	327	209	127	336	195	127	322
II	166	118	56	174	108	55	163
III	276	198	89	287	180	88	268
IV	324	212	120	332	189	119	308
V	338	216	123	339	196	118	314
VI	143	70	82	152	61	77	138

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tuban dengan nama lengkap Nanda Eka Putri R dan biasa dipanggil Nanda. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Kunzaeri dan Ibu Siti Nur Intafi'ah. Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah SDN Kebonsari 1 Tuban, SMP Negeri 1 Tuban, dan SMA Negeri 1 Tuban. Pada tahun 2013 penulis diterima di Departemen Statistika ITS program studi D-III.

Setelah lulus pada tahun 2016, penulis melanjutkan program studi Lintas Jalur (LJ) di Departemen Statistika ITS. Semasa kuliah penulis aktif dalam beberapa organisasi diantaranya, HIMADATA-ITS (2014-2015), JMIMI-ITS (2014-2015), Koperasi Mahasiswa (KOPMA) dr. Angka ITS (2013-2015), dan lainnya. Kepanitiaan yang diikuti penulis selama masa kuliah diantaranya adalah *Volunteer SOSMAS BEM ITS* tahun 2013, *Humas ITS Fresh 2013*, *Fundraising ITS Mengajar for Indonesia* tahun 2014, *Seminar dan Talkshow Technopreneur Android Goes to Campus* tahun 2014, *Panitia Pekan Raya Statistika* tahun 2015 dan lainnya. Penulis memiliki ketertarikan dalam bidang jurnalistik baik sebagai reporter, editor, maupun fotografer. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi, memberikan saran, maupun kritik tentang Tugas Akhir ini dapat disampaikan melalui email ekaputrinanda@gmail.com. Terima kasih.