

**PENERAPAN GRAFIK PENGENDALI $FUZZY \tilde{X} - \tilde{S}$ PADA
PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GULA KRISTAL**

SKRIPSI

**OLEH:
RIZALDI AFKAHUL RACHMAN
NIM. 17610012**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHI
MALANG
2024**

**PENERAPAN GRAFIK PENGENDALI $FUZZY \tilde{X} - \tilde{S}$ PADA
PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GULA KRISTAL**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Rizaldi Afkahul Rachman
NIM. 17610012**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

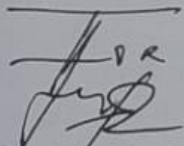
**PENERAPAN GRAFIK PENGENDALI $FUZZY \tilde{X} - \tilde{S}$ PADA
PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GULA KRISTAL**

SKRIPSI

Oleh
Rizaldi Afkahul Rachman
NIM. 17610012

Telah Disetujui Untuk Diuji
Malang, Rabu 26 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Dr. Fachrur Rozi, M.Si
NIP. 19800527 200801 1 012


Dosen Pembimbing II



Erna Herawati, M.Pd
NIPPPK. 19760723 202321 2 006

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

PENERAPAN GRAFIK PENGENDALI FUZZY $\tilde{X} - \tilde{S}$ PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GULA KRISTAL

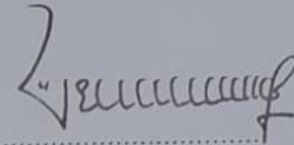
SKRIPSI

Oleh
Rizaldi Afkahul Rachman
NIM. 17610012

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Malang 28 Juni 2024

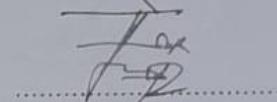
Ketua Penguji : Evawati Alisah, M.Si.



Anggota Penguji 1 : M. Nafie Jauhari, M.Si.



Anggota Penguji 2 : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.



Anggota Penguji 3 : Erna Herawati, M.Pd.



Mengetahui,
Ketua Progam Studi Matematika



Dr. Elly-Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizaldi Afkahul Rachman

NIM : 17610012

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul skripsi : Penerapan Grafik Pengendali $Fuzzy \bar{X} - \bar{S}$ pada Pengendalian Kualitas Produksi Gula Kristal.

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,


SEKOLAH BINA BUNYAH
BINUS
MATEMATIKA
TEKNOLOGI
630AKX302009768

Rizaldi Afkahul Rachman
NIM. 17610012

MOTTO

"Barangsiapa yang berusaha menjaga diri, maka Allah menjaganya, barangsiapa yang berusaha merasa cukup, maka Allah mencukupinya. Barangsiapa yang berusaha **bersabar**, maka Allah akan menjadikannya bisa bersabar dan tidak ada seorang pun yang dianugerahi sesuatu yang melebihi kesabaran." (HR. Bukhori)

“If the chance is only one percent then a chance is still a chance, right ?.”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orangtua tercinta Bapak Ali Zainal Arifin dan Ibu Sri Pangestu , adik
tersayang Muhammad Fikri Darmawan serta keluarga besar.

KATA PENGANTAR

Pertama, penulis berikan rasa syukur kepada kepada Allah SWT. karena telah memberi rahmat, taufik dan hidayah-Nya. Sehingga penulis mampu menyelesaikan draf skripsi yang berjudul “Penerapan Grafik Pengendali *Fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada Pengendalian Kualitas Produksi Gula Kristal “ yang merupakan bagian dari syarat memperoleh gelar sarjana dari Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Matematika.

Dalam proses penyusunan, penulis banyak menerima bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof.Dr. Hj. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Dr. Fachrur Rozi, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan sabar memberi arahan setiap saat.
5. Erna Herawati, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan sabar dalam menasehati.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
7. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung setiap kegiatan dan memberi doa kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman mahasiswa angkatan 2017.
9. Teman – teman satu kkm yang selalu memberi semangat setiap saat.
10. Teman-teman satu kos yang senantiasa memotivasi, memberi masukan dan arahan serta selalu menghibur setiap saat.
11. Rajiv Muwavi, Mpd., selaku teman baik penulis asal Jember yang selalu memberi masukan, nasihat serta saran pada penulis.

12. Seluruh pihak yang lupa tidak disebutkan membantu menyelesaikan penyusunan proposal ini.

Penulis sadar tidak bisa memberikan apapun, melainkan ucapan terima kasih dan berdoa semoga Allah membalas kebaikan semua.

Malang, 28 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
مستخلص البحث	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Teori Pendukung	6
2.1.1 Pengendalian Kualitas Proses Statistik.....	6
2.1.2 Grafik Pengendali	7
2.1.3 Grafik Pengendali untuk Variabel	10
2.1.4 Teori Himpunan <i>Fuzzy</i>	14
2.1.5 Bilangan <i>Fuzzy</i>	16
2.1.6 Teknik Transformasi <i>Fuzzy</i>	17
2.1.7 Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> $\tilde{X} - \tilde{S}$	19
2.1.8 Nilai Transformasi Dari Bilangan <i>Fuzzy</i> dengan Teknik Median <i>Fuzzy</i>	20
2.1.9 Konstruksi Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{X} Berdasarkan Standar Deviasi dengan Teknik Median <i>Fuzzy</i>	22
2.1.10 Konstruksi Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{S} Menggunakan Teknik Median <i>Fuzzy</i>	24
2.2 Kajian Integrasi tentang Pengendalian Kualitas.....	25
2.3 Kajian Kualitas Produksi Gula Kristal dengan Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Data dan Sumber Data.....	31
3.3 Definisi Variabel dan Struktur Data.....	31
3.4 Tahapan Analisis Data	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Representasi Bilangan <i>Fuzzy</i> dari Sampel Pengamatan Berdasarkan Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga	32
4.2 Menentukan Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Fuzzy</i>	33
4.2.1 Menentukan Rata-rata <i>Fuzzy</i> dari Sampel Pengamatan.....	33
4.2.2 Menentukan Standar Deviasi <i>Fuzzy</i> dari Sampel Pengamatan	34
4.3 Menentukan Nilai Transformasi Median <i>Fuzzy</i>	35
4.3.1 Menentukan Nilai Transformasi Median <i>Fuzzy</i> untuk Rata-rata <i>Fuzzy</i>	36
4.3.2 Menentukan Nilai Transformasi Median <i>Fuzzy</i> untuk Standar Deviasi <i>Fuzzy</i>	37
4.4 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> X dan Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> S	38
4.4.1 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{X}	38
4.4.2 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{S} ...	39
4.5 Memplot pada Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{X} dan Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> S	40
4.5.1 Memplot Sampel $S_{med-\bar{x},j}$ pada Nilai Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{X}	40
4.5.2 Memplot Sampel S_{med-s_j} pada Nilai Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{S}	42
4.6 Interpretasi.....	44
4.7 Kajian Keagamaan tentang Pengendalian Kualitas.....	48
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Karakteristik Sampel Pengamatan Menggunakan Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga.....	32
Tabel 4.2 Nilai Transformasi Median <i>Fuzzy</i> untuk Rata-rata Setiap Sampel Pengamatan pada Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{x}	35
Tabel 4.3 Nilai Transformasi Median <i>Fuzzy</i> untuk Standar Deviasi Setiap Sampel Pengamatan pada Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{S}	36
Tabel 4.4 Kondisi Karakteristik Sampel Pengamatan Berdasarkan Rata-rata.....	41
Tabel 4.5 Kondisi Karakteristik Sampel Pengamatan Berdasarkan Standar Deviasi.....	42
Tabel 4.6 Pengeluaran Nilai Pengamatan Yang Berada di Luar Batas Kendali.....	43
Tabel 4.7 Nilai Rata-rata <i>Fuzzy</i> (\tilde{X}_j) dari Sampel Pengamatan Setelah Perbaikan.....	44
Tabel 4.8 Nilai Standar Deviasi <i>Fuzzy</i> dari Pengamatan Setelah Perbaikan.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Grafik Pengendali Statistik	7
Gambar 2.2	Representasi Fungsi Segitiga	13
Gambar 2.3	Kurva Segitiga Simetris	16
Gambar 2.4	Kurva Berada Diantara a dan b	17
Gambar 2.5	Kurva Di antara b dan c	17
Gambar 4.1	Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> $\tilde{\bar{X}}$ Berdasarkan Rata-rata Setiap Sampel Pengamatan.....	40
Gambar 4.2	Grafik Pengendali <i>Fuzzy</i> \tilde{S} Berdasarkan Standar Deviasi Setiap Sampel Pengamatan.....	42
Gambar 4.3	Grafik Pengendali Fuzzy \tilde{X} Setelah Perbaikan.....	46
Gambar 4.4	Grafik Pengendali Fuzzy \tilde{S} Setelah Perbaikan.....	48

DAFTAR SIMBOL

- $\mu_A(X)$: Derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A
 $CL_{\bar{x}}$: Garis tengah dari grafik pengendali \bar{X}
 CL_S : Garis tengah dari grafik pengendali S
 $\tilde{C}L_{\bar{x}}$: Garis tengah *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X}
 $\tilde{C}L_S$: Garis tengah *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S}
 $Cl_{med-\bar{x}}$: Nilai transformasi median *fuzzy* untuk garis tengah grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X}
 Cl_{med-S} : Nilai transformasi median *fuzzy* untuk garis tengah grafik pengendali *fuzzy* S
 $E[X]$: Ekspetasi X
 $LCL_{\bar{x}}$: Batas kendali bawah dari grafik pengendali \bar{X}
 LCL_S : Batas kendali bawah dari grafik pengendali S
 $L\tilde{C}L_{\bar{x}}$: Batas kendali bawah *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X}
 $L\tilde{C}L_S$: Batas kendali bawah *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* S
 $LCl_{med-\bar{x}}$: Nilai transformasi median *fuzzy* untuk batas kendali bawah grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X}
 LCl_{med-S} : Nilai transformasi median *fuzzy* untuk batas kendali bawah grafik pengendali *fuzzy* S
 S_j : Standar deviasi dari sampel pengamatan ke-j
 \tilde{S}_j : Standar deviasi *fuzzy* dari sampel pengamatan ke-j
 \bar{S} : Rata-rata dari standar deviasi
 $\tilde{\bar{S}}$: Rata-rata dari standar deviasi *fuzzy*
 \bar{S}_{med} : Nilai transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata standar deviasi
 $S_{med-\bar{x},j}$: Nilai transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata setiap sampel pengamatan ke-j
 $S_{med-s,j}$: Nilai transformasi median *fuzzy* untuk standar deviasi setiap sampel pengamatan ke-j
 $UCL_{\bar{x}}$: Batas kendali atas dari grafik pengendali \bar{X}

- UCL_S : Batas kendali atas dari grafik pengendali S
 $U\check{C}L_{\bar{x}}$: Batas kendali atas *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* \bar{X}
 $U\check{C}L_S$: Batas kendali atas *fuzzy* dari grafik pengendali *fuzzy* S
 $UCL_{med-\bar{x}}$: Nilai transformasi median *fuzzy* untuk batas kendali atas grafik pengendali *fuzzy* \bar{X}
 UCL_{med-S} : Nilai transformasi median *fuzzy* untuk batas kendali atas grafik pengendali *fuzzy* S
 X : Statistik sampel yang digunakan sebagai ukuran karakteristik kualitas proses produksi
 \bar{X}_{ij} : Bilangan *fuzzy* \bar{X} sampel pengamatan ke-*i* pengamatan ke-*j*
 \bar{X} : Rata-rata dari sampel pengamatan
 $\bar{\check{X}}_j$: Bilangan *fuzzy* yang menyatakan rata-rata sampel pada pengamatan ke-*j*
 $\bar{\bar{X}}$: Rata-rata keseluruhan dari rata-rata sampel pengamatan
 $\bar{\check{\bar{X}}}$: Bilangan *fuzzy* yang menyatakan rata-rata keseluruhan dari rata-rata sampel

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data ICUMSA Karakteristik Kualitas Gula Kristal Putih
- Lampiran 2 .** Nilai karakteristik Sampel Pengamatan ICUMSA
- Lampiran 3.** Nilai rata-rata *fuzzy* dari 23 Karakteristik Sampel Pengamatan
- Lampiran 4.** Nilai Standar Deviasi dari 23 Karakteristik Sampel Pengamatan
- Lampiran 5.** Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

ABSTRAK

Rachman, Rizaldi Afkahul. 2024. **Penerapan Grafik Pengendali Fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada Pengendalian Kualitas Produksi Gula Kristal**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Dr. Fachrur Rozi, M.Si; (II) Erna Herawati, M.Pd.

Kata kunci: pengendalian kualitas statistik, grafik pengendali untuk variabel, grafik pengendali fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$, bilangan fuzzy segitiga, median fuzzy

Pengendalian proses digunakan untuk meningkatkan kualitas proses produksi dan grafik pengendali merupakan salah satu alat penting dalam pengendalian proses. Ketika data yang didapat memuat ketidakpastian, dapat digunakan grafik pengendali fuzzy. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan grafik pengendali fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$ menggunakan teknik median fuzzy pada pengendalian kualitas produksi gula kristal. Gula kristal adalah pemanis alami yang terbuat dari buah bit dan tebu. Pada penerapan grafik pengendali fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$ diperlukan tahap representasi data sampel ke bilangan fuzzy berdasarkan bilangan fuzzy segitiga dan dihitung rata-rata fuzzy dan standar deviasi fuzzy. Selanjutnya digunakan teknik median fuzzy untuk menentukan nilai transformasi dari representasi rata-rata dan standar deviasi fuzzy tersebut. Tahap selanjutnya adalah menentukan batas kendali dari grafik pengendali fuzzy \tilde{X} dan grafik pengendali fuzzy \tilde{S} . Tahap akhir adalah memplot sampel pengamatan pada grafik pengendali yang didapat. Berdasarkan hasil penerapan grafik pengendali fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$ diperoleh bahwa rata-rata proses terkendali dan variabilitas proses produksi gula kristal terkendali setelah perbaikan.

ABSTRACT

Rachman, Rizaldi Afkahul. 2024. **Application of Fuzzy $\tilde{\bar{X}} - \tilde{S}$ Control Charts on Quality Control of Crystal Sugar Production.** Thesis. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisor: (I). Dr. Fachrur Rozi, M.Si; (II) Erna Herawati, M.Pd.

Keyword : statistical quality control, control chart for variabel , fuzzy $\tilde{\bar{X}} - \tilde{S}$ control chart , triangular fuzzy number, fuzzy median

Process control is used to improve the quality of the production process and control charts are one of the important tools in process control. When the data obtained contains uncertainty, fuzzy control charts can be used. The purpose of this study is to apply the fuzzy control chart $\tilde{\bar{X}} - \tilde{S}$ using the fuzzy median technique to the quality control of crystal sugar production. Crystal sugar is a natural sweetener made from beets and sugar cane. In the application of the $\tilde{\bar{X}} - \tilde{S}$ fuzzy control chart, it is necessary to represent the sample data to fuzzy numbers based on triangular fuzzy numbers and calculate the fuzzy mean and fuzzy standard deviation. Furthermore, the fuzzy median technique is used to determine the transformation value of the fuzzy mean and standard deviation representation. The next step is to determine the control limits of the $\tilde{\bar{X}}$ fuzzy control chart and the \tilde{S} fuzzy control chart. The final stage is to plot the observation samples on the controller charts obtained. Based on the results of applying the $\tilde{\bar{X}} - \tilde{S}$ fuzzy control chart, it is found that the average process is under control and the variability of the crystal sugar production process is under control after improvement.

مستخلص البحث

الرحمن، رجل دي أفقه. ٢٠٢٤. تطبيق رسومات بيانات التحكم الضبابي $\tilde{S} - \tilde{X}$ في مراقبة جودة إنتاج السكر البلوري. البحث الجامعي. قسم الرياضيات. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

المشرفة الاولي الدكتور فخرالزبي، المشرفة الثانية إيرنا هيراواتي الماجستير

الكلمه المفتاحيه = مراقبة الجودة الإحصائية ، الرسوم البيانية للتحكم في المتغيرات ، مراقبة الجودة الإحصائية ، الرسوم البيانية للتحكم في المتغيرات ،

يُستخدم التحكم في العمليات لتحسين جودة عملية الإنتاج، وتُعد مخططات التحكم إحدى الأدوات المهمة في التحكم في العمليات. عندما تحتوي البيانات التي يتم الحصول عليها على عدم اليقين، يمكن استخدام مخططات التحكم الضبابية. ويتمثل الغرض من هذه الدراسة في تطبيق مخططات التحكم الضبابية $\tilde{S} - \tilde{X}$ مخططات التحكم الضبابية باستخدام تقنية الوسيط الضبابي على مراقبة جودة إنتاج السكر البلوري. السكر البلوري هو مُحلي طبيعي مصنوع من الشمندر وقصب السكر. في تطبيق مخطط التحكم الضبابي $\tilde{S} - \tilde{X}$ من الضروري تمثيل بيانات العينة إلى أرقام ضبابية على أساس الأرقام الضبابية المثلثية وحساب المتوسط الضبابي والانحراف المعياري الضبابي. وعلاوة على ذلك، يتم استخدام تقنية الوسيط الضبابي لتحديد قيمة التحويل للمتوسط الضبابي وتمثيل الانحراف المعياري الضبابي. والخطوة التالية هي تحديد حدود التحكم في مخطط التحكم الضبابي \tilde{X} ومخطط التحكم الضبابي \tilde{S} . وتمثل المرحلة الأخيرة في رسم عينات المراقبة على مخططات التحكم التي تم الحصول عليها. واستنادًا إلى نتائج تطبيق مخطط التحكم الضبابي $\tilde{S} - \tilde{X}$ ، وجد أن متوسط العملية تحت السيطرة وأن التباين في عملية إنتاج السكر البلوري تحت السيطرة بعد التحسين

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemampuan untuk memecahkan masalah teknologi semakin meningkat seiring kemajuan teknologi informasi, termasuk pengembangan aplikasi yang dapat memprediksi kejadian. Dalam logika klasik, prediksi sesuatu hanya dikategorikan dalam bentuk biner yang bernilai 1 adalah iya dan 0 adalah tidak. Namun, pada beberapa permasalahan, terkadang ditemui informasi yang memuat unsur ketidakpastian, dan hal ini dapat dievaluasi dengan menggunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* dianggap memiliki kemampuan untuk menghubungkan suatu masukan ke suatu keluaran tanpa mempertimbangkan semua variabel yang ada (Vani, 2021). Menurut James, A, Brown (2016), logika *fuzzy* menyediakan alat yang ampuh untuk pengambilan keputusan dalam situasi yang tidak pasti, di mana informasi yang tersedia tidak lengkap atau tidak akurat.

Kualitas yang meningkat dapat meningkatkan keuntungan, karena kualitas berpengaruh terhadap reputasi perusahaan, kehandalan produk, dan keterlibatan global. Menurut Koetler, P. & Koeler, K. (2016), kualitas produk ialah kemampuan suatu barang untuk memberikan hasil atau kinerja yang lebih baik dari apa yang diinginkan pelanggan. Sedangkan menurut Mulyadi (2013), kualitas produk ialah karakteristik produk atau jasa yang bergantung pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan pelanggan yang dinyatakan atau diimplikasikan. Sebaiknya, konsep kualitas mencakup produk dan caranya. Kualitas produk terdiri dari bahan dasar dan jadi, sementara kualitas cara seperti bagaimana perusahaan manufaktur

memproduksi barang dan bagaimana perusahaan jasa menyediakan barang atau layanan kepada pelanggan. (Ariani, 2004).

Konsep kualitas sebaiknya mencakup produk dan proses. Kualitas proses mencakup segala sesuatu, seperti bagaimana perusahaan manufaktur membuat barang dan bagaimana perusahaan jasa menyediakan barang atau jasa. Namun, kualitas produk terdiri dari bahan baku dan bahan jadi (Ariani, 2004).

Masalah yang berjalan selama proses yang tidak teratasi disebut Variabilitas. SPC diciptakan untuk menangani masalah variabilitas ini dan bertujuan untuk membatasi variabilitas yang terjadi dan membuat proses terkendali.

Dalam ajaran Islam terdapat konsep yang serupa dengan grafik pengendalian yaitu konsep takaran. Allah SWT memerintahkan hamba-Nya untuk menakar sesuatu dengan baik dan sesuai dengan takarannya. Konsep takaran ini lebih tepatnya serupa dengan konsep Grafik pengendali yang mengendalikan sesuatu sesuai batasan tertentu yang jelas tanpa pengurangan, di mana manusia diharuskan menimbang dengan timbangan yang benar dan tidak pengurangan sedikitpun. Seperti di dalam Al- Qur'an dijelaskan mengenai pengukuran takaran yang baik, salah satunya QS. As-Syu'ara ayat 181-183 yang artinya :

﴿ أَوْفُوا الْكَيْلَ وَلَا تَكُونُوا مِنَ الْمُخْسِرِينَ ۝ ١٨١ وَزِنُوا بِالْقِسْطَاسِ الْمُسْتَقِيمِ ۝ ١٨٢ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ۝ ١٨٣ ﴾

“Sempurnakanlah takaran dan janganlah kamu termasuk orang-orang yang merugikan orang lain (181). Timbanglah dengan timbangan yang benar (182). Janganlah kamu merugikan manusia dengan mengurangi hak-haknya dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi (183) ” .

Ayat di atas menjelaskan bahwa perintah bagi hamba untuk menyelesaikan takaran agar hak-hak setiap orang tidak dirugikan. Produsen harus memproduksi dan menyediakan barang dan jasa dengan baik dan teliti agar pelanggan puas

dengan barang dan jasa yang diberikan. Penyempurnaan kadar dalam industri pabrikan sangat berguna supaya pelanggan puas.

Salah satu cara untuk mengendalikan yaitu dengan memakai grafik pengendali. Mereka dipakai untuk menghitung parameter proses produksi dan menggunakan data ini untuk memutuskan sebuah cara. Grafik pengendali klasik diciptakan oleh Shewhart. Grafik pengendali terdiri dari dua kategori umum: grafik pengendali untuk sifat (atau atribut) dan grafik pengendali untuk variabel. Grafik pengendali klasik untuk sifat adalah yang paling umum dipakai. Data yang tidak tepat tidak selalu tersedia. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan ketidakpastian data termasuk masalah sistem menghitung, kesalahan operator, atau keadaan lingkungan saat mengidentifikasi keunikan sampel pemantauan. Penelitian ini akan menggunakan Grafik Pengendali dalam proses pengendalian kualitas gula kristal.

Gula pasir putih merupakan pemanis alami yang terbuat dari buah bit dan tebu. Ini digunakan tidak hanya di rumah tetapi juga di industri makanan. Selain kalori, gula juga memiliki manfaat sebagai sumber energi alternatif. Sebaliknya bersifat pengawet dan tidak menimbulkan kerugian bagi konsumen (Sugiyanto, 2007). Oleh karena itu, gula telah menjadi kebutuhan strategis bagi masyarakat Indonesia.

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan industri yang membutuhkan gula, kebutuhan gula di negara ini diperkirakan akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang. Dengan populasi 225 juta penduduk di 2009, konsumsi gula langsung mencapai 2,7 juta ton dan konsumsi tidak langsung 1,1 juta ton, dengan rata-rata konsumsi gula 12 kg per kapita. Tingkat kebutuhan gula negara maju

adalah 30–50 kg/kapita/tahun, tetapi konsumsi gula saat ini jauh di bawahnya (Sapto, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil penerapan Grafik Pengendali *Fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada pengendalian kualitas produksi gula kristal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil penerapan Grafik Pengendali *Fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada pengendalian kualitas produksi gula kristal.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang berupa pembahasan masalah ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu:

1. Bagi Penulis

Penulis memiliki kemampuan menerapkan dan mengetahui hasil penerapan grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada produksi gula kristal.

2. Bagi Instansi

Penelitian ini akan memberikan informasi tentang cara mengevaluasi kualitas produk berdasarkan hasil grafik pengendali *Fuzzy*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Teknik transformasi *fuzzy* yang digunakan adalah Median *Fuzzy*.
2. Data yang digunakan dalam menentukan kualitas produksi gula kristal adalah

ICUMSA

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Pengendalian Kualitas Proses Statistik

Pengendalian kualitas proses statistik ialah metode penyelesaian masalah yang digunakan oleh beberapa orang yang melacak, mengontrol, menganalisis, dan mengelola proses dengan menggunakan teknik statistik. Penggunaan teknik statistik untuk mengukur dan menganalisis variasi proses dikenal sebagai pengendalian proses statistik. Parameter proses dan analisis proses digunakan dalam metode ini. Pengendalian kualitas statistik ini adalah untuk menganalisis dan mengurangi kesalahan atau penyimpangan, menguji kemampuan proses memakai pendekatan statistik yang berbasis six-sigma, dan menciptakan hubungan antara teknik yang ada dan gagasan yang membantu memperbaiki proses. Mengurangi jumlah masalah proses ialah tujuan utama pengendalian kualitas statistik; tujuan utama pengendalian proses statistik juga adalah untuk menemukan alasan di balik masalah cara dengan pembacaan data periode lalu dan datang (Ariani, 2004).

Dalam organisasi atau perusahaan penerapan pengendalian proses secara statistik menurut Ariani (2004), memiliki beberapa keuntungan, yaitu :

1. Informasi yang tersedia untuk pekerja dalam kasus perbaikan proses.
2. Membantu karyawan memisahkan sebab umum dan sebab khusus terjadinya kesalahan.
3. Terjadinya bahasa yang umum dalam kinerja proses untuk berbagai pihak.
4. Untuk mendapatkan kinerja dan konsistensi.

5. Pemahaman dalam proses.
6. Pengurangan waktu yang berarti dalam menyelesaikan masalah kualitas.
7. Mengurangi biaya untuk pembuangan, pengerjaan ulang, dan inspeksi ulang barang rusak.
8. Koneksi yang baik dengan konsumen tentang keahlian produk untuk mengisi persyaratan konsumen.
9. Meningkatkan fokus organisasi pada data statistik daripada hipotesis.
10. Memperbaiki proses dengan tujuan menambah produktivitas, membatasi biaya, dan menambah kualitas produk.

2.1.2 Grafik Pengendali

Grafik pengendali merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali statistik. Grafik pengendali menggambarkan perbaikan kualitas. Perbaikan kualitas terjadi pada dua situasi. Situasi pertama adalah ketika grafik pengendali dibuat, proses dalam kondisi tidak stabil. Kondisi yang di luar batas kendali terjadi karena sebab – sebab yang dapat diprediksi, kemudian dicari tindakan perbaikan sehingga proses menjadi stabil, sehingga hasilnya adalah adanya perbaikan proses. Situasi kedua, berkaitan dengan pengujian. Grafik pengendali sangat baik untuk menyelesaikan masalah dengan kualitas , tetapi buruk ketika memonitor atau mempertahankan proses. Grafik pengendali adalah pilihan yang tepat untuk pengambil keputusan (Ariani, 2004).

Secara umum ada dua jenis grafik pengendali, yang pertama disebut sebagai grafik pengendali atribut (sifat), menurut Besterfield (1998) dalam Ariani (2004), digunakan untuk perhitungan yang tidak dapat dilangsungkan, seperti cacat,

goresan, masalah warna, atau potongan yang hilang. Kedua, jika karakteristik kualitas dapat diukur dan direpresentasikan dalam bentuk angka, itu disebut sebagai grafik pengendali variabel.

Grafik pengendali menunjukkan perbedaan antara batas spesifikasi dan pengendali. Kepuasan pelanggan tidak sebanding dengan kondisi terkendali. Contohnya, dalam situasi tertentu, sebuah cara mungkin tidak berada dalam kendali secara statistik, tetapi karena telah memenuhi spesifikasi, proses tersebut tidak perlu ditindaklanjuti. Namun, ada beberapa tindakan yang harus diambil jika produk tidak memenuhi spesifikasi. Ini dapat mencakup mengubah nilai rata-rata, membatasi variabilitas, mengalihkan spesifikasi, mengkategorikan barang, dan sejenisnya (Ariani, 2004).

Misalkan pada grafik pengendali, w yaitu sampel statistik yang menghitung karakteristik kualitas yang menjadi perhatian utama dan sebenarnya nilai tengah w adalah μ_w dan standart deviasi dari w yaitu σ_w . Jadi, batas kendali atas, garis tengah, dan batas kendali bawah, yaitu

$$UCL = \mu_w + k \sigma_w \quad (2.1)$$

$$CL = \mu_w$$

$$LCL = \mu_w - k \sigma_w$$

dengan,

UCL : Batas kendali atas (*upper control limit*)

CL : Garis tengah (*center line*)

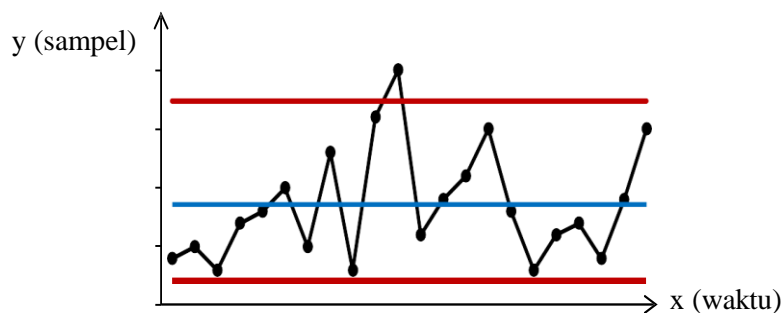
LCL : Batas kendali bawah (*lower control limit*)

w : Statistik sampel yang digunakan sebagai ukuran karakteristik kualitas proses produksi

k : Jarak batas pengendali dari garis tengah yang dinyatakan dalam unit standar deviasi

μ_w : Rata-rata dari w

σ_w : Standar deviasi dari w



Gambar 2.1 Ilustrasi Gambar Pengendali Statistitik (Kusumawati, 2015)

Nilai karakteristik kualitas yang diukur diwakili oleh sumber y dalam contoh grafik pengendali statistik di atas. sementara waktu pengamatan ditunjukkan oleh sumbu x . Garis merah di tengah garis tengah (CL) dari grafik pengendali besar menunjukkan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang diukur. Dalam grafik pengendali, garis abu-abu menunjukkan batas kendali atas (UCL), dan garis kuning menunjukkan batas kendali bawah (LCL). Statistik sampel yang diukur karakteristik kualitasnya terhadap waktu pengamatan tersebut dikenal sebagai titik yang dihubungkan oleh garis. Menurut Montgomery (2013) menyatakan bahwa selama titik sampel berada di dalam batas-batas pengendali, proses dianggap dalam keadaan terkendali secara statistik dan tidak memerlukan tindakan apa pun. Namun, jika titik terletak di luar batas-batas pengendali, yaitu di bawah batas kendali bawah atau di atas batas kendali atas, ini menunjukkan bahwa proses tidak terkendali, dan penyidikan atau perbaikan diperlukan agar menemukan dan menurunkan faktor-faktor yang menyebabkan tingkah laku seperti itu terjadi.

2.1.3 Grafik Pengendali untuk Variabel

Sebuah kualitas yang dapat diukur, seperti dimensi, berat, tinggi, luas, atau volume, disebut variabel. Variabel dapat digunakan untuk menggambarkan banyak kualitas. Misalnya, diameter bantalan poros dapat diukur dalam milimeter atau mikrometer. Grafik pengendali untuk variabel digunakan secara luas. Biasanya grafik pengendali variabel ialah metode pengendalian yang lebih efektif dan memberikan lebih banyak informasi daripada grafik pengendali atribut (Montgomery, 2013).

Dua jenis grafik pengendali variabel dikenal dalam grafik pengendali klasik yaitu $\bar{X} - R$ dan $\bar{X} - S$. Grafik pengendali \bar{X} dan R memiliki dua grafik pengendali, grafik pengendali \bar{X} menggunakan rata-rata proses, sedangkan grafik pengendali R menggunakan variabilitas proses. Grafik pengendali $\bar{X} - S$ dan $\bar{X} - R$ memiliki karakteristik serupa tetapi dari standar deviasi sampel berbeda pada ukuran variabilitas (Montgomery, 2013).

Penelitian ini menggunakan grafik pengendali $\bar{X} - S$. Grafik pengendali $\bar{X} - S$ yang efisien dalam menduga σ ketika sampel ukuran n cukup besar ($n \geq 10$) Karena standar deviasi memperhatikan kondisi sampel dan penyebaran sampel, grafik pengendali $\bar{X} - S$ juga lebih peka terhadap pergeseran kecil atau sedang pada ukuran sampel kecil. Selain itu, karena memerlukan ukuran sampel yang cukup besar, grafik pengendali $\bar{X} - S$ sangat efektif ketika diperlukan pengendalian variabilitas proses yang cukup ketat (Montgomery, 2013).

Montgomery (2013) menyatakan bahwa mengasumsikan karakteristik kualitas berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ diketahui.

Jika x_1, x_2, \dots, x_n sampel berukuran n , dengan $x_i \sim N(\mu, \sigma)$ maka rata-rata sampel adalah

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.2)$$

Dapat diketahui \bar{X} berdistribusi normal dengan rata-rata $\mu_{\bar{x}} = \mu$ serta standar deviasi $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ untuk suatu σ , maka probabilitas setiap rata-rata sampel akan berada di antara

$$\mu + Z_{\frac{\alpha}{2}} \sigma_{\bar{x}} = \mu + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

dan

$$\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}} \sigma_{\bar{x}} = \mu - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

adalah $1 - \alpha$.

Dengan demikian, jika μ dan σ diketahui, Persamaan (2.3) dan (2.4) dapat digunakan sebagai batas pengendali atas dan batas pengendali bawah pada grafik pengendali \bar{X} . Dengan memilah 3 batas- sigma maka $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ diganti dengan 3, sehingga formula grafik pengendali \bar{X} menjadi

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{x}} &= \mu + 3\sigma_{\bar{x}} \\ CL_{\bar{x}} &= \mu \\ LCL_{\bar{x}} &= \mu - 3\sigma_{\bar{x}} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Jika σ^2 adalah variansi distribusi probabilitas yang tidak diketahui, maka penaksir tak bias untuk σ^2 adalah variasi sampel

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.6)$$

Namun standar deviasi sampel S bukan penaksir tak bias untuk σ . Karena karakteristik kualitas berdistribusi normal, maka S menaksir $c_4 \sigma$ dengan c_4 suatu

konstanta yang bergantung pada ukuran sampel n . Selanjutnya standar deviasi bagi S adalah $\sigma_S = \sigma \sqrt{1 - c_4^2}$.

Jika σ diketahui dan $E[S] = c_4\sigma$, maka garis tengah untuk grafik pengendali S adalah $c_4\sigma$. Sehingga formula untuk grafik pengendali S ialah

$$\begin{aligned} UCL_S &= c_4\sigma + 3\sigma \sqrt{1 - c_4^2} \\ CL_S &= c_4\sigma \\ LCL_S &= c_4\sigma - 3\sigma \sqrt{1 - c_4^2} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Misalkan $B_5 = c_4 + 3 \sqrt{1 - c_4^2}$ dan $B_6 = c_4 - 3 \sqrt{1 - c_4^2}$ maka Persamaan (2.7) menjadi

$$\begin{aligned} UCL_S &= B_5\sigma \\ CL_S &= c_4\sigma \\ LCL_S &= B_6\sigma \end{aligned} \quad (2.8)$$

Biasanya μ dan σ perlu ditaksir karena mereka tidak diketahui selama proses produksi. Misalkan tersedia m sampel yang memuat n pengamatan pada suatu karakteristik kualitas dan $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$ adalah rata-rata tiap sampel, maka penaksir tak bias untuk rata-rata μ adalah

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \bar{x}_j \quad (2.9)$$

Karena

$$\begin{aligned} E[\bar{\bar{x}}] &= E\left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \bar{x}_j\right] \\ &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m E[\bar{x}_j] \\ \sum_{j=1}^m E[\bar{x}_j] &= E(\bar{x}_1) + E(\bar{x}_2) + \dots + E(\bar{x}_j) \\ &= \frac{1}{m} m \mu \end{aligned}$$

$$E[\bar{x}] = \mu$$

Jadi \bar{x} digunakan untuk menaksir μ dan sebagai garis tengah dari grafik pengendali \bar{X} .

Misalkan S_j ialah standar deviasi sampel pengamatan ke $-j$, maka rata-rata standar deviasi tersebut adalah

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j ; j = 1, 2, 3, \dots m \quad (2.10)$$

dengan

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1}} \quad (2.11)$$

Karena $E[S] = c_4 \sigma$, maka

$$E[\bar{S}] = E \left[\frac{\sum_{j=1}^m S_j}{m} \right]$$

$$E[\bar{S}] = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m E[S_j]$$

$$E[\bar{S}] = \frac{1}{m} m c_4 \sigma$$

$$E[\bar{S}] = c_4 \sigma$$

$$\frac{E[\bar{S}]}{c_4} = \sigma$$

$$E \left[\frac{\bar{S}}{c_4} \right] = \sigma$$

Sehingga statistik $\frac{\bar{S}}{c_4}$ adalah penaksir tak bias untuk σ . Dengan demikian formula

grafik pengendali \bar{X} adalah

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + \frac{3\bar{S}}{c_4\sqrt{n}}$$

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \quad (2.12)$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}}$$

Misalkan konstanta $A_3 = \frac{3}{c_4\sqrt{n}}$ maka batas-batas kendali grafik pengendali \bar{X} menjadi

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{x}} &= \bar{\bar{x}} + A_3\bar{s} \\ CL_{\bar{x}} &= \bar{\bar{x}} \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{s}$$

Sedangkan formula untuk pengendali S adalah

$$\begin{aligned} UCL_S &= c_4 \frac{\bar{s}}{c_4} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - C_4^2} = \bar{s} + 3 \frac{\bar{s} \sqrt{1 - C_4^2}}{c_4} \\ CL_S &= c_4 \frac{\bar{s}}{c_4} = \bar{s} \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$LCL_S = c_4 \frac{\bar{s}}{c_4} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - C_4^2} = \bar{s} - 3 \frac{\bar{s} \sqrt{1 - C_4^2}}{c_4}$$

Misalkan $B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - C_4^2}$ dan $B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - C_4^2}$ maka Persamaan (2.14)

menjadi

$$\begin{aligned} UCL_S &= B_4\bar{s} \\ CL_S &= \bar{s} \end{aligned} \quad (2.15)$$

$$LCL_S = B_3\bar{s}$$

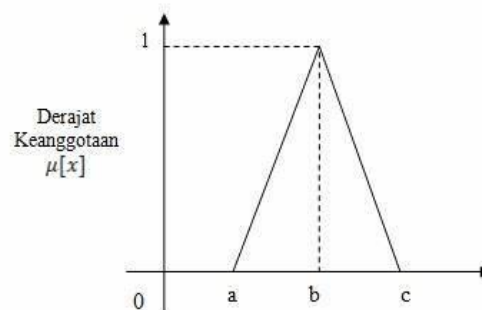
2.1.4 Teori Himpunan *Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi Asker Zadeh dari University California di Barkeley, AS tahun 1965. Dalam teori

himpunan fuzzy, elemen paling penting dari himpunan *fuzzy* ialah fungsi keanggotaan, yang nilainya berada pada interval tertutup $[0,1]$ dan menunjukkan derajat keanggotaan suatu benda memiliki sifat tertentu. Oleh karena itu, keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* bukan lagi sesuatu yang jelas, tetapi semakin bergradasi atau berderajat (Susilo, 2006).

Fungsi keanggotaan ialah kurva yang memetakan titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Pendekatan fungsi adalah langkah agar mendapatkan nilai keanggotaan dari titik objek tersebut. Bisa berfungsi linier, segitiga, dan trapesium (kusumadewi, 2006).

Dalam penelitian ini, fungsi segitiga digunakan untuk menunjukkan bilangan *fuzzy*. Fungsi segitiga pada dasarnya adalah gabungan dari dua garis (linier), seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut..



Gambar 2.1 Representasi Fungsi Segitiga (Kusumawati, 2015)

Misalkan $y = \mu(x)$, dengan $\mu(x)$ ialah derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* x maka :

1. Jika $x < a$ atau $x > c$, maka

$$\mu(x) = 0 \quad (2.16)$$

2. Jika $a \leq x \leq b$, maka

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{y-0}{1-0} = \frac{x-a}{b-a}$$

$$y = \frac{x-a}{b-a}$$

$$\mu(x) = \frac{x-a}{b-a} \quad (2.17)$$

3. Jika $b < x \leq c$, maka

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{y-0}{0-1} = \frac{x-b}{c-b}$$

$$y = \frac{b-x}{c-b}$$

$$\mu(x) = \frac{b-x}{c-b} \quad (2.18)$$

Sehingga fungsi keanggotaan dari representasi fungsi segitiga tersebut ialah

$$\mu(x) \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b < x \leq c \end{cases} \quad (2.19)$$

(Kusumadewi, 2006).

2.1.5 Bilangan *Fuzzy*

Dalam kehidupan sehari-hari, konsep bilangan fuzzy muncul dalam bentuk besaran yang tidak tepat, seperti "7 km", "kurang lebih 10 buah", dan sebagainya. Kata-kata seperti "seperti 7" dapat diwakili dengan himpunan fuzzy dengan semesta R , di mana Bilangan 7 memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, dan bilangan

sekitar 7 memiliki derajat keanggotaan kurang dari 1. Semakin jauh dari 7, maka derajat keanggotaan mendekati 0 (Susilo, 2006).

Secara umum, bilang *fuzzy* didefinisikan sebagai himpunan *fuzzy* dalam semesta himpunan semua bilangan riil R memenuhi tiga sifat yaitu :

1. Normal
2. Mempunyai pendukung yang terbatas
3. konveks

Nilai fungsi keanggotaan setiap bilang *fuzzy* sama dengan 1, dan sifat lainnya dapat digunakan untuk menentukan operasi-operasi aritmatika dalam bilang *fuzzy*. (Susilo, 2006).

Karena keduanya memenuhi keempat sifat bilangan *fuzzy*, bilangan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan segitiga (dikenal sebagai bilangan *fuzzy* segitiga) dan bilangan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan trapesium (dikenal sebagai bilangan *fuzzy* trapesium) adalah dua jenis bilangan *fuzzy* yang paling sering digunakan dalam aplikasi (Susilo, 2006).

2.1.6 Teknik Transformasi *Fuzzy*

Ditemukan empat pendekatan untuk transformasi *fuzzy* disampaikan (Wang & Raz, 1990). Idenya sama dengan pengukuran parameter lokasi di statistik deskriptif, ialah: *Fuzzy average* , *Fuzzy Median*, *Fuzzy Mode*, *Fuzzy Midrange*.

Dalam penelitian, peneliti menggunakan teknik transformasi *Fuzzy median* (f_{med}) yaitu

Median *Fuzzy* adalah nilai yang mempartisi kurva di bawah fungsi keanggotaan fuzzy yang diatur ke dalam dua wilayah yang sama memenuhi rumus,

$$\int_a^{f_{med}} \mu_f(x) dx = \int_{f_{med}}^b \mu_f(x) dx = \frac{1}{2} \int_a^b \mu_f(x) dx \quad (2.20)$$

dengan,

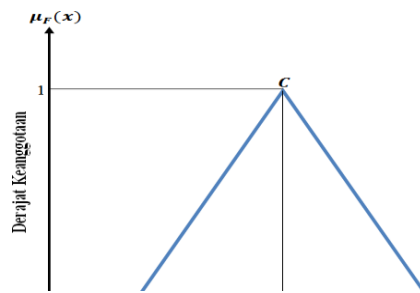
a : batas bawah dari himpunan *fuzzy* f

b : batas atas dari himpunan *fuzzy* f

μ_f : derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* f

dengan a dan b adalah batas bawah dan atas dari himpunan F sehingga $a < b$. Dalam penelitian ini, fungsi segitiga digunakan untuk menampilkan bilangan *fuzzy*. Misalkan bilangan *fuzzy* direpresentasikan oleh fungsi segitiga (a, b, c), maka representasi median *fuzzy* dapat dibagi menjadi tiga kasus :

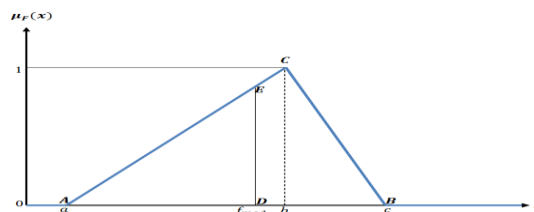
1. Jika $(b-a) = (c-b)$ maka grafik fungsi segitiga ialah grafik fungsi yang simetris dan $f_{med} = b$. Ilustrasi dari nilai f_{med} dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.2 Kurva Segitiga Simetris (Kusumawati, 2015)

Dari Gambar 2.3 dapat diketahui f_{med} mempartisi kurva segitiga dalam dua daerah yang luasnya sama, sehingga luas $\Delta ADC = \Delta DBC$.

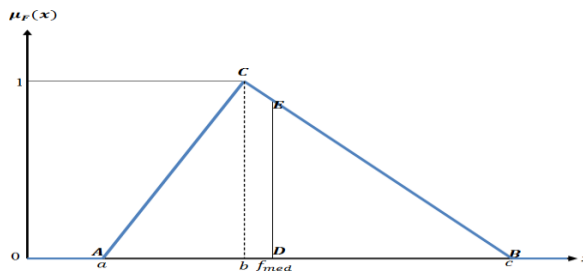
2. Jika $(b-a) > (c-b)$, maka f_{med} berada di antara a dan b ($a < f_{med} < b$) dan f_{med} membagi kurva dua segitiga dalam dua daerah luas yang sama seperti ilustrasi berikut.



Gambar 2.3 Kurva Berada Di antara a dan b (Kusumawati, 2015)

Karena f_{med} dengan membagi kurva segitiga dalam dua area dengan luas yang sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, $\triangle ADE$ sama dengan luas segiempat BCED

3. Jika $(b - a) < (c - b)$, maka f_{med} berada diantara b dan c ($b < f_{med} < c$) dan f_{med} membagi kurva segitiga di dua daerah yang luasnya sama seperti pada ilustrasi gambar berikut.



Gambar 2.4 Kurva Di antara b dan c (Kusumawati, 2015)

f_{med} membagi kurva segitiga dalam dua area luas yang sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, yang menunjukkan bahwa luas segiempat ACED sama dengan luas segitiga $\triangle BDE$.

2.1.7 Grafik Pengendali $Fuzzy \tilde{X} - \tilde{S}$

Dalam pengendalian kualitas proses produksi, rata-rata proses dikendalikan oleh grafik pengendali \bar{X} sedangkan variabilitas proses dikendalikan oleh standar deviasi yang disebut grafik pengendali S . Pada penelitian ini, grafik pengendali *fuzzy* variabel didasarkan pada grafik pengendali segitiga, di mana setiap sampel observasi digambarkan sebagai bilangan *fuzzy* menurut fungsi segitiga atau bilang *fuzzy* segitiga (X_a, X_b, X_c) . Garis tengah dari grafik pengendali *fuzzy* ($\tilde{C}L$) adalah nilai rata-rata keseluruhan dari rata-rata sampel pengamatan *fuzzy* yang direpresentasikan dengan $(\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c)$ dan $\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c$ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\bar{X}_{rj} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{rij}}{n}; r = a, b, c; i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.21)$$

$$\bar{X}_r = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{rj}}{m}; r = a, b, c; j=1,2,3, \dots m \quad (2.22)$$

$$\tilde{C}L = (\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c) = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{cj}}{m} \right\} \quad (2.23)$$

dengan n ialah kadar sampel tiap observasi, dan m ialah jumlah observasi total (Senturk & Erginel, 2009).

Rumus dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} berdasarkan standar deviasi adalah

$$U\tilde{C}L_{\bar{X}} = \tilde{C}L_{\bar{X}} + A_3 (\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c) \quad (2.24)$$

$$\tilde{C}L_{\bar{X}} = \tilde{X} = (\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c)$$

$$L\tilde{C}L_{\bar{X}} = \tilde{C}L_{\bar{X}} - A_3 (\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c)$$

Dan rumus grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} adalah

$$U\tilde{C}L_s = B_4 \tilde{C}L_s \quad (2.25)$$

$$\tilde{C}L_s = \tilde{S} = (\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c)$$

$$L\tilde{C}L_s = B_3 \tilde{C}L_s$$

dimana $(\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c)$ itu rata-rata dari standar deviasi pada sampel pengamatan *fuzzy* dan dapat dihitung dengan formula ,

$$\tilde{S} = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^m s_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m s_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m s_{cj}}{m} \right\}; j = 1, 2, 3, \dots m \quad (2.26)$$

dengan rumus standar deviasi *fuzzy* (\tilde{S}_j) adalah,

$$\tilde{S}_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(X_{a,X_b,X_c})_{ij} - (\bar{X}_a \bar{X}_b \bar{X}_c)_j]^2}{n-1}} \quad (2.27)$$

(Senturk & Erginel, 2009).

2.1.8 Nilai Transformasi Dari Bilangan *Fuzzy* dengan Teknik Median *Fuzzy*

Misal sebuah pengamatan diwakili oleh bilangan *fuzzy* segitiga (a, b, c), dengan fungsi keanggotaan seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (2.19),

Nilai transformasi dari bilang *fuzzy* akan ditentukan berdasarkan teknik median *fuzzy*.

Penelitian ini menggunakan metode median *fuzzy*, seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (2.22), untuk menentukan nilai transformasi dari bilangan *fuzzy*.

Dengan mempertimbangkan fungsi keanggotaan dalam Persamaan (2.19), nilai f_{med} pada Persamaan (2.20) akan ditentukan, secara eksplisit. Berdasarkan fungsi keanggotaan bilangan *fuzzy* segitiga, Berdasarkan Persamaan (2.20) penentuan nilai f_{med} dapat dibagi menjadi tiga kasus :

1. Kasus 1 , $(b - a) = (c - b)$

Dalam kasus ini, jika $(b - a) = (c - b)$ jadi grafik fungsi segitiga ialah grafik simetris, jadi nilai f_{med} pada Persamaan (2.20) dipenuhi oleh

$$f_{med} = b \quad (2.28)$$

2. Kasus 2, $(b - a) > (c - b)$

Dalam kasus ini, nilai f_{med} pada Persamaan (2.20) berada di antara a dan b ($a < f_{med} < b$), sehingga Persamaan (2.30) dapat ditulis :

$$\int_a^{f_{med}} \mu_A(x) dx = \int_{f_{med}}^b \mu_A(x) dx + \int_b^c \mu_A(x) dx \quad (2.29)$$

Dengan mensubstitusikan Persamaan (2.19) pada Persamaan (2.29) diperoleh :

$$f_{med} = a + \sqrt{\frac{1}{2}(b-a)(c-a)} \quad (2.30)$$

3. Kasus 3 , $(b - a) < (c - b)$

Dalam kasus ini, nilai f_{med} pada Persamaan (2.20) berada diantara b dan c ($b < f_{med} < c$) sehingga persamaan Persamaan (2.20) dapat ditulis ,

$$\int_a^b \mu_A(x) dx + \int_b^{f_{med}} \mu_A(x) dx = \int_{f_{med}}^c \mu_A(x) dx \quad (2.31)$$

Dengan mensubstitusikan Persamaan (2.20) ke dalam Persamaan (2.31) diperoleh

$$f_{med} = c - \sqrt{\frac{1}{2}(c-b)(c-a)} \quad (2.32)$$

2.1.9 Konstruksi Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{X} Berdasarkan Standar Deviasi dengan Teknik Median *Fuzzy*

Batas pengendali grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} menurut standar deviasi pada Persamaan (2.27) adalah

$$U\tilde{C}L_{\tilde{X}} = \tilde{C}L_{\tilde{X}} + A_3 \tilde{S}$$

$$\tilde{C}L_{\tilde{X}} = (\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c)$$

$$L\tilde{C}L_{\tilde{X}} = \tilde{C}L_{\tilde{X}} - A_3 \tilde{S}$$

Untuk menentukan batas kendali grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} dengan menerapkan Persamaan (2.28) , (2.30) atau (2.32). untuk nilai garis tengah pada grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{C}L_{\tilde{X}} = (\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c)$ menggunakan teknik median *fuzzy* grafik pengendali \tilde{X} dengan Persamaan (2.27) diperoleh garis tengah ($CL_{med-\tilde{x}}$) sebagai berikut:

1. Jika $(\bar{X}_b - \bar{X}_a) = (\bar{X}_c - \bar{X}_b)$, maka menurut Persamaan (2.28) diperoleh:

$$CL_{med-\tilde{x}} = \bar{X}_b \quad (2.33)$$

2. Jika $(\bar{X}_b - \bar{X}_a) > (\bar{X}_c - \bar{X}_b)$, maka menurut Persamaan (2.30) diperoleh :

$$CL_{med-\tilde{x}} = \bar{X}_a + \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{X}_b - \bar{X}_a)(\bar{X}_c - \bar{X}_a)} \quad (2.34)$$

3. Jika $(\bar{X}_b - \bar{X}_a) < (\bar{X}_c - \bar{X}_b)$, maka menurut Persamaan (2.32) diperoleh:

$$CL_{med-\tilde{x}} = \bar{X}_c - \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{X}_c - \bar{X}_b)(\bar{X}_c - \bar{X}_a)} \quad (2.35)$$

Sedangkan untuk rata-rata standar deviasi *fuzzy*, $\tilde{S} = (\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c)$ pada persamaan (2.20) sesudah ditransformasi menggunakan teknik median *fuzzy* diperoleh nilai (\bar{S}_{med}) yaitu :

1. Jika $(\bar{S}_b - \bar{S}_a) = (\bar{S}_c - \bar{S}_b)$, maka menurut Persamaan (2.28) diperoleh :

$$\bar{S}_{med} = \bar{S}_b \quad (2.36)$$

2. Jika $(\bar{S}_b - \bar{S}_a) > (\bar{S}_c - \bar{S}_b)$, maka menurut Persamaan (2.30) diperoleh :

$$\bar{S}_{med} = \bar{S}_a + \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{S}_b - \bar{S}_a)(\bar{S}_c - \bar{S}_a)} \quad (2.37)$$

3. Jika $(\bar{S}_b - \bar{S}_a) < (\bar{S}_c - \bar{S}_b)$, maka menurut Persamaan (2.32) diperoleh :

$$\bar{S}_{med} = \bar{S}_c - \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{S}_c - \bar{S}_b)(\bar{S}_c - \bar{S}_a)} \quad (2.38)$$

Alhasil diperoleh kontruksi formula batas kendali grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} menurut standar deviasi memakai teknik median *fuzzy* ialah

$$\begin{aligned} UCL_{med-\bar{x}} &= CL_{med-\bar{x}} + A_3 \bar{S}_{med} \\ LCL_{med-\bar{x}} &= CL_{med-\bar{x}} - A_3 \bar{S}_{med} \end{aligned} \quad (2.39)$$

dengan A_3 ialah konstanta (faktor) bagi batas pengendali dari grafik pengendali variabel.

Berdasarkan batas kendali diatas, jika sampel pengamatan ke $-j$ diwakili oleh bilangan *fuzzy* $\tilde{X}_j = (\bar{X}_{aj}, \bar{X}_{bj}, \bar{X}_{cj})$, $j = 1, 2, \dots, m$. Maka nilai transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata setiap sampel pengamatan sebagai karakteristik sampel digambarkan ($S_{med-\bar{x}j}$) sebagai berikut:

1. Jika $(\bar{X}_{bj} - \bar{X}_{aj}) = (\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{bj})$, maka menurut Persamaan (2.28) diperoleh :

$$S_{med-\bar{x},j} = \bar{X}_{bj} \quad (2.40)$$

2. Jika $(\bar{X}_{bj} - \bar{X}_{aj}) > (\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{bj})$, maka menurut Persamaan (2.30) diperoleh

$$S_{med-\bar{x},j} = \bar{X}_{aj} + \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{X}_{bj} - \bar{X}_{aj})(\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{bj})} \quad (2.41)$$

3. Jika $(\bar{X}_{bj} - \bar{X}_{aj}) < (\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{bj})$, maka menurut persamaan (2.32) diperoleh

$$S_{med-\bar{x},j} = \bar{X}_{cj} - \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{bj})(\bar{X}_{cj} - \bar{X}_{aj})} \quad (2.42)$$

Jadi proses terkendali (*in control*) jika $LCL_{med-\bar{x}} \leq S_{med-\bar{x},j} \leq UCL_{med-\bar{x}}$

2.1.10 Konstruksi Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S} Menggunakan Teknik Median

Fuzzy

Formula batas kendali dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} menurut Persamaan (2.28) adalah

$$U\tilde{C}L_s = B_4\tilde{S}$$

$$\tilde{C}L_s = \tilde{S} = (\bar{S}_a, \bar{S}_b, \bar{S}_c)$$

$$L\tilde{C}L_s = B_3\tilde{S}$$

dengan \tilde{S} mengikuti Persamaan (2.40), (2.41) dan (2.42), maka konstruksi grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} memakai teknik median *fuzzy* adalah

$$UCL_{med-s} = B_4\bar{S}_{med}$$

$$CL_{med-s} = \bar{S}_{med} \quad (2.43)$$

$$LCL_{med-s} = B_3\bar{S}_{med}$$

dengan B_3 dan B_4 adalah konstanta (faktor) untuk batas pengendali dari grafik pengendali variabel.

Berdasarkan batas kendali diatas, jika sampel pengamatan ke $-j$ diwakili oleh bilangan *fuzzy* segitiga $\tilde{S}_j = (S_{aj}, S_{bj}, S_{cj}), j = 1, 2, \dots, m$. Maka nilai transformasi

median *fuzzy* untuk standar deviasi setiap sampel pengamatan sebagai karakteristik sampel yang akan digambarkan ($S_{med-s,j}$) sebagai berikut:

1. Jika $(S_{bj} - S_{aj}) = (S_{cj} - S_{bj})$ maka menurut Persamaan (2.32) diperoleh :

$$S_{med-s,j} = S_{bj} \quad (2.44)$$

2. Jika $(S_{bj} - S_{aj}) > (S_{cj} - S_{bj})$ maka menurut Persamaan (2.34) diperoleh

$$S_{med-s,j} = S_{aj} + \sqrt{\frac{1}{2}(S_{bj} - S_{aj})(S_{cj} - S_{aj})} \quad (2.45)$$

3. Jika $(S_{bj} - S_{aj}) < (S_{cj} - S_{bj})$ maka menurut Persamaan (2.36) diperoleh

$$S_{med-s,j} = S_{cj} - \sqrt{\frac{1}{2}(S_{cj} - S_{bj})(S_{cj} - S_{aj})} \quad (2.46)$$

Jadi proses terkendali (*in control*) jika $LCL_{med-s} \leq S_{med-s,j} \leq UCL_{med-s}$

2.2 Kajian Integrasi tentang Pengendalian Kualitas

Secara bahasa kualitas adalah suatu karakteristik yang berkaitan dengan tingkat keunggulan atau nilai suatu produk atau layanan. Konsep kualitas sering kali terkait dengan standar yang harus dipenuhi atau harapan yang harus terpenuhi. Menurut W. Edwards Deming, seorang ahli manajemen dari Amerika, kualitas adalah kepatuhan terhadap spesifikasi. Deming menekankan pentingnya pengendalian kualitas dalam setiap aspek aktivitas bisnis. Sedangkan menurut Joseph Juran, seorang ahli manajemen kualitas asal Amerika, mendefinisikan kualitas sebagai kepatuhan terhadap kebutuhan pelanggan. Menurut Juran, kualitas yang baik harus didasarkan pada pemahaman yang baik mengenai kebutuhan pelanggan, baik yang terungkap maupun yang terlembut (Arista, 2024)

Dalam al-Qur'an terdapat beberapa ayat yang menjelaskan perintah Allah SWT. kepada manusia untuk pengendalian kualitas salah satunya ada di surat Ar-Ra'd/13 ayat 11 sebagai berikut :

لَهُ مُعَقِّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُعَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُعَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ
وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ۝ ۱۱

“Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikuti bergiliran , di muka dan di belakangnya , mereka menjaga atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah SWT. menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya. Dan sekali kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia” (QS. ar-Ra'd/13:11)

Dalam tafsir Al-Qurthubi yang ditulis oleh Al-Quthubi (2008) yang berarti:

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan.”

Pada kutipan ayat tersebut menggambarkan sebagaimana setiap usaha yang dilakukan oleh manusia untuk mendekat dan memperoleh sesuatu yang diinginkannya .Di dalam kutipan ayat tersebut, Allah SWT. menyatakan bahwa Dia tidak akan mengubah keadaan suatu kaum kecuali karena alasan yang jelas atau karena mereka sendiri atau pembaharu mereka. Menjadikan ayat tersebut untuk memotivasi orang agar berbuat yang terbaik dan berjuang maksimal merupakan langkah positif. Hanya saja perlu dicatat, perjuangan dalam konteks ayat tersebut bukan mengubah yang buruk menjadi baik, tetapi merawat agar anugerah yang baik-baik dari Allah SWT. tak berubah menjadi buruk karena perilaku kita Firman Allah Swt. yang dikutip dalam ayat di atas berfungsi sebagai pedoman utama dalam hal pengendalian kualitas. Perubahan dalam diri sendiri, jadi dibandingkan

membangun bisnis ,membangun bisnis harus dimulai dari perubahan internal. Hal di atas juga termasuk peningkatan kualitas, artinya setiap orang harus meningkatkan diri jika ingin sukses. Hal ini serupa dengan Penerapan Grafik Pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada pengendalian produksi gula kristal dimana penggambaran ini sesuai dengan penelitian tentang mencari kualitas proses produksi yang baik atau terkendali dengan melihat batasan – batasan sehingga mendapatkan hasil seperti yang diharapkan. Hasil yang diharapkan tersebut bisa tercapai jika proses produksi menerapkan langkah-langkah produksi yang baik dan tidak merubah takaran yang sesuai dengan aturan produksi tersebut.

Dalam surah yang berbeda yaitu al-Quran surat An-Naml /27 ayat 88 yaitu :

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ
إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ ٨٨

“Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (QS. An-naml/27:88)

Pada kutipan ayat tersebut menggambarkan proses pembuatan suatu barang yang kokoh atau tegas. Hal ini serupa dengan Penerapan Grafik Pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada pengendalian produksi gula kristal yang dimana bahwa perhitungan akhir suatu nilai kualitas gula kristal memiliki hasil tegas yang digunakan untuk memplot nilai tersebut pada grafik yang ditentukan.

Al-Qarni (2007) menafsirkan ayat tersebut bahwa manusia menyaksikan gunung-gunung dengan mengira bahwa gunung-gunung tersebut tetap kokoh dan menetap di tempatnya, padahal berjalan dengan cepat bagai jalannya awan yang digiring oleh angin. Ini merupakan salah satu ciptaan Allah Swt. Yang Maha

Lembut dan Maha Mengetahui yang telah menciptakan segala makhluk dengan sebaik-baiknya.

Pada penjelasan ayat di atas dapat diketahui bahwa dalam menciptakan segala sesuatu, Allah Swt. selalu menciptakannya dengan kokoh, teliti, sempurna, dan bersungguh-sungguh. Dalam memproduksi suatu produk dituntut untuk membuatnya dengan baik, teliti, dan bersungguh-sungguh untuk menjaga kualitas produksinya. Hal ini dapat dilakukan dengan menjaga kualitas produksi agar tidak mengecewakan konsumen.

Dalam hadis riwayat Muslim no 6459 yang berbunyi.

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ -صلى الله عليه وسلم- « الْمُؤْمِنُ الْقَوِيُّ خَيْرٌ وَأَحَبُّ إِلَى اللَّهِ مِنَ الْمُؤْمِنِ الضَّعِيفِ وَفِي كُلِّ خَيْرٍ احْرِصْ عَلَى مَا يَنْفَعُكَ وَاسْتَعِزْ بِاللَّهِ وَلَا تَعْجِزْ وَإِنْ أَصَابَكَ شَيْءٌ فَلَا تَقُلْ لَوْ أَنِّي فَعَلْتُ كَانَ كَذَا وَكَذَا. وَلَكِنْ قُلْ قَدَرُ اللَّهِ وَمَا شَاءَ فَعَلَ فَإِنَّ لَوْ تَفْتَحُ عَمَلَ الشَّيْطَانِ (رواه مسلم)

Artinya:

Diriwayatkan dari Abu Hurairah bahwa Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda, "Seorang mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai oleh Allah daripada seorang mukmin yang lemah. Namun, keduanya memiliki keistimewaan masing-masing (HR. Muslim).

Yang berarti pada proses produksi memiliki kelebihan tersendiri. Kelebihan tersebut selalu dipertahankan setiap harinya agar tidak mudah menurun kualitasnya serta selalu ada peningkatan dalam proses produksi gula kristal tersebut.

2.3 Kajian Kualitas Produksi Gula Kristal dengan Grafik Pengendali

Fuzzy

Agar mengetahui suatu cara teratasi secara statistik, Anda dapat menggunakan grafik pengendali. Sebelum dilakukan grafik pengendali *fuzzy*, menentukan karakteristik kualitas yang berupa rata-rata (mean) dan standar deviasi.

Selanjutnya menentukan ukuran subgrup sampel yang berukuran 3-10 sampel per subgrup. Maka langkah selanjutnya melakukan Fuzzifikasi data , mengubah data numerik menjadi variabel linguistik menggunakan himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan. Setelah data terfuzzifikasi, hitung statistik yang sesuai dalam bentuk *fuzzy* menggunakan metode median *fuzzy*. Setelah muncul hasil, plotkan nilai statistik *fuzzy* yang dihitung untuk setiap subgrup dan pada grafik pengendali. Selanjutnya amati pola titik pada grafik pengendali *fuzzy*, Perhatikan apakah ada titik yang berada di luar area yang dianggap "normal" atau menunjukkan pola tertentu yang tidak wajar.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Data dalam penelitian bersifat ilmiah yang disusun secara sistematis, sehingga penelitian ini dapat dikategorikan dalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian akan digunakan melalui metode Teknik transformasi median *fuzzy*.

3.2 Data dan Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder dari data karakteristik Gula kristal putih pabrik gula Madukismo Yogyakarta periode 20 Mei 2022 yang diperoleh dari laman resmi pabrik gula kristal Madukismo Yogyakarta Jawa tengah. Data yang digunakan yakni data karakteristik kualitas gula kristal putih di Pabrik gula kristal Madukismo Yogyakarta Jawa Tengah.

3.3 Definisi Variabel dan Struktur Data

Penelitian ini menggunakan variabel ICUMSA yaitu *International Commission For Uniform Methods of Sugar Analysis* (Komisi Internasional untuk Metode Seragam Analisis Gula). Menurut organisasi ini ICUMSA berarti kondisi kualitas air terhadap warna larutan gula disusun untuk membuat standar analisis kualitas gula, dan anggotanya lebih dari 30 negara. Data ICUMSA diambil dari data karakteristik Gula kristal putih pabrik gula Madukismo Yogyakarta dalam tabel Lampiran 1.

Pada Lampiran 1, batas-batas pada tabel ICUMSA yaitu :

$X_{ij,a}$ = Batas bawah data ICUMSA pada sampel ke $-i$, pengamatan ke $-j$

$X_{ij,b}$ = Nilai tengah Data ICUMSA pada sampel ke $-i$, pengamatan ke $-j$

$X_{ij,c}$ = Batas atas Data ICUMSA pada sampel ke $-i$, pengamatan ke $-j$

dengan ; $i = 1,2$ dan $j = 1,2,.. 23$

3.4 Tahapan Analisis Data

Tahap analisis data adalah bagian penting dalam proses mengolah data menjadi informasi yang berguna. Beberapa langkah dapat dilakukan untuk penerapan grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada pengendalian produksi gula kristal adalah sebagai berikut :

1. Representasi bilangan *fuzzy* dari sampel pengamatan berdasarkan bilangan *fuzzy* segitiga.
2. Menentukan rata-rata dan standar deviasi *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.21) dan (2.27).
3. Menentukan nilai transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata *fuzzy* dan standar deviasi *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.40), (2.41), (2.42), (2.43), (2.44), (2.45).
4. Menentukan batas kendali grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} dan grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} menggunakan Persamaan (2.34), (2.38), (2.39) (2.42).
5. Memplot dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} dan grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} .
6. Interpretasi
7. Kajian keagamaan tentang pengendalian kualitas.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Representasi Bilangan *Fuzzy* dari Sampel Pengamatan Berdasarkan Bilangan *Fuzzy* Segitiga

Penelitian ini mengambil Data *ICUMSA* karakteristik kualitas produksi gula kristal, yang terdiri dari 23 pengamatan ($m = 23$) dengan ukuran sampel masing-masing pengamatan adalah 2 ($n = 2$). Dalam penelitian ini untuk sampel ke- i pada pengamatan ke- j melalui proses *fuzzifikasi* dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali yaitu pengukuran pagi ($X_{ij}\{\text{pagi}\}$), pengukuran siang ($X_{ij}\{\text{siang}\}$) dan pengukuran sore ($X_{ij}\{\text{sore}\}$). Pengukuran sebanyak tiga kali tersebut akan direpresentasikan menjadi bilangan *fuzzy* segitiga dengan definisi sebagai berikut :

$X_{aij} = \text{Min} (X_{ij}\{\text{pagi}\}, X_{ij}\{\text{siang}\}, X_{ij} \{\text{sore}\})$ adalah sampel kiri (batas bawah) bilangan *fuzzy* segitiga

$X_{bij} = \text{Median} (X_{ij}\{\text{pagi}\}, X_{ij}\{\text{siang}\}, X_{ij} \{\text{sore}\})$ adalah nilai tengah bilangan *fuzzy* segitiga

$X_{cij} = \text{Maks} (X_{ij}\{\text{pagi}\}, X_{ij}\{\text{siang}\}, X_{ij} \{\text{sore}\})$ adalah adalah sampel kanan (batas atas) bilangan *fuzzy* segitiga

Jadi representasi bilangan *fuzzy* segitiga dari sampel ke- i pada pengamatan ke- j adalah

$$\bar{X}_{ij} = (X_{aij}, X_{bij}, X_{cij}) \tag{4.1}$$

Representasi untuk seluruh pengamatan disajikan dalam Tabel (4.1)

Tabel 4.1 Nilai Karakteristik Sampel Pengamatan Menggunakan Bilangan *Fuzzy* Segitiga

	X_a		X_b		X_c	
	1	2	1	2	1	2
Pengamatan ke-1						
23 - 24 Mei 2022	179	179	180	181	181	182
Pengamatan ke-2						
25 -26 Mei 2022	174	176	177	177	179	179
..
Pengamatan ke-23						
15 - 16 Juli 2022	163	164	166	166	167	169

4.2 Menentukan Rata-rata dan Standar Deviasi *Fuzzy*

4.2.1 Menghitung Rata-rata *Fuzzy* dari Sampel Pengamatan

Rata-rata *fuzzy* dihitung berdasarkan Persamaan (2.21) untuk setiap pengamatan ke- j , $j = 1, 2, \dots, m$.

Berdasarkan Tabel (4.1) rata-rata *fuzzy* (\tilde{X}_j) dari sampel pengamatan ke- j

dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 1. \bar{X}_{a1} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ai1} = \frac{1}{2} (179 + 179) \\ &= 179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{b1} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{bi1} = \frac{1}{2} (180 + 181) \\ &= 180,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{c1} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ci1} = \frac{1}{2} (181 + 182) \\ &= 181,5 \end{aligned}$$

$$\tilde{X}_1 = (179 ; 180,5 ; 181,5)$$

$$2. \bar{X}_{a2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ai2} = \frac{1}{2} (174 + 176)$$

$$= 175$$

$$\bar{X}_{b2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{bi2} = \frac{1}{2} (177 + 177)$$

$$= 177$$

$$\bar{X}_{c2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ci2} = \frac{1}{2} (179 + 179)$$

$$= 179$$

$$\tilde{X}_2 = (175 ; 177 ; 179)$$

...

$$23. \bar{X}_{a23} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ai23} = \frac{1}{2} (163 + 164)$$

$$= 163,5$$

$$\bar{X}_{b23} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{bi23} = \frac{1}{2} (166 + 166)$$

$$= 166$$

$$\bar{X}_{c23} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ci23} = \frac{1}{2} (167 + 169)$$

$$= 168$$

$$\tilde{X}_{23} = (163,5 ; 166 ; 168)$$

Selanjutnya dihitung rata-rata *fuzzy* keseluruhan dari 23 rata-rata *fuzzy* yang telah diperoleh sebelumnya menggunakan Persamaan (2.22), diperoleh

$$\tilde{X} = \left(\frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{cj}}{m} \right)$$

$$= (168,26 ; 170,48 ; 172,57)$$

4.2.2 Menghitung Standar Deviasi *Fuzzy* dari Sampel Pengamatan

Standar deviasi *fuzzy* (\tilde{S}_j) dihitung berdasarkan Persamaan (2.27) untuk setiap pengamatan ke- j , $j = 1, 2, \dots, m$.

Standar deviasi *fuzzy* dari sampel pengamatan ke-*j* dihitung sebagai berikut :

$$1. \tilde{S}_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^2 [(X_{a1j}, X_{b1j}, X_{c1j}) - (\bar{X}_{a1}, \bar{X}_{b1}, \bar{X}_{c1})]^2}{2-1}}$$

$$= (0 ; 0,707 ; 0,707)$$

$$2. \tilde{S}_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^2 [(X_{a2j}, X_{b2j}, X_{c2j}) - (\bar{X}_{a2}, \bar{X}_{b2}, \bar{X}_{c2})]^2}{2-1}}$$

$$= (0 ; 0 ; 1,414)$$

....

$$23. \tilde{S}_{23} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^2 [(X_{a23j}, X_{b23j}, X_{c23j}) - (\bar{X}_{a23}, \bar{X}_{b23}, \bar{X}_{c23})]^2}{2-1}}$$

$$= (0 ; 0,707 ; 1,414)$$

Selanjutnya dihitung standar deviasi *fuzzy* keseluruhan dari 23 standar deviasi *fuzzy* yang telah diperoleh sebelumnya menggunakan Persamaan (2.26), diperoleh

$$\begin{aligned} \tilde{S} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^m S_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m S_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m S_{cj}}{m} \right) \\ &= (0,3073, 0,7377, 1,383) \end{aligned}$$

4.3. Menentukan Nilai Transformasi Median *Fuzzy*

Pada Subbab (4.3) akan dijelaskan cara menentukan nilai Transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata dan standar deviasi *fuzzy* sebagai *defuzzifikasi* agar mendapatkan nilai tegas.

4.3.1 Menentukan Nilai Transformasi Median *Fuzzy* untuk Rata-rata

Fuzzy

Untuk menentukan nilai Transformasi median *fuzzy* untuk rata-rata *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.40), (2.41) atau (2.42) nilai ($S_{med-\bar{x},1}$) dari rata-rata sampel pengamatan ke-1 dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S_{med-\bar{x},1} &= \bar{X}_{a1} + \sqrt{\frac{1}{2} (\bar{X}_{b1} - \bar{X}_{a1})(\bar{X}_{c1} - \bar{X}_{b1})} \\
 &= 179 + \sqrt{\frac{1}{2} (180,5 - 179)(181,5 - 180,5)} \\
 &= 179 + \sqrt{\frac{1}{2} (1,5)(1)} \\
 &= 179 + \sqrt{0,75} \\
 &= 179 + 0,866 \\
 &= 179,866
 \end{aligned}$$

Representasi median *fuzzy* untuk seluruh pengamatan disajikan dalam tabel di bawah.

Tabel 4.2 Nilai Transformasi Median *Fuzzy* untuk Rata-rata Setiap Sampel Pengamatan pada Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{X}

No sampel	$S_{med-\bar{x},j}$
1	179,86
2	177
3	175,54
4	178,22
5	181,13
6	171,62
7	164,5
8	162,22
9	161,36
10	160,58
11	167,12
12	170,5

No sampel	$S_{med-\bar{x},j}$
13	166,09
14	167,72
15	164,63
16	165,76
17	170,23
18	173,26
19	176,77
20	173,7247
21	166,23
22	170,59
23	165,08

4.3.2 Menentukan Nilai Transformasi Median *Fuzzy* untuk Standar Deviasi *Fuzzy*

Untuk menentukan nilai Transformasi median *fuzzy* untuk standar deviasi *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.44), (2.45) atau (2.46) nilai ($S_{med-s,j}$) dari sampel pengamatan ke-1 dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S_{med-s,1} &= S_{a1} + \sqrt{\frac{1}{2}(S_{b1} - S_{a1})(S_{c1} - S_{a1})} \\
 &= 0 + \sqrt{\frac{1}{2}(0,707 - 0)(0,707 - 0)} \\
 &= 0 + \sqrt{\frac{1}{2}(0,707)(0,707)} \\
 &= 0 + \sqrt{0,2499} \\
 &= 0,4999
 \end{aligned}$$

Representasi untuk seluruh pengamatan disajikan dalam tabel di bawah

Tabel 4.3 Nilai Transformasi Median *Fuzzy* untuk Standar Deviasi Setiap Sampel Pengamatan pada Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S}

No Sampel	S_{med-sj}	No Sampel	S_{med-sj}
1	0,49992449	18	0,707
2	0,41415101	19	0,49992449
3	0,707	20	0,89644008
4	0,707	21	0,91407551
5	0,707	22	0,707
6	1,414	23	0,707
7	0,707		
8	0,707		
9	0,20707551		
10	0,707		
11	0,91407551		
12	1,414		
13	0,49992449		
14	1,32822652		
15	1,414		
16	0,707		
17	0,89644008		

4.4 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali *Fuzzy* $\tilde{\bar{X}}$ dan Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S}

4.4.1 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali *Fuzzy* $\tilde{\bar{X}}$

Untuk menentukan batas kendali grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{\bar{X}}$ berdasarkan teknik median *fuzzy*, maka dihitung terlebih dahulu selisih dari $\bar{\bar{X}}_a, \bar{\bar{X}}_b$, dan $\bar{\bar{X}}_c$.

Selisih dari $\bar{\bar{X}}_a, \bar{\bar{X}}_b$, dan $\bar{\bar{X}}_c$ dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}}_b - \bar{\bar{X}}_a &= 170,48 - 168,26 \\ &= 2,22\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}}_c - \bar{\bar{X}}_b &= 172,57 - 170,48 \\ &= 2,09\end{aligned}$$

Karena $(\bar{\bar{X}}_b - \bar{\bar{X}}_a) > (\bar{\bar{X}}_c - \bar{\bar{X}}_b)$ maka berdasarkan Persamaan (2.34) nilai garis tengah

$(CL_{med-\bar{x}})$ grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{\bar{X}}$ adalah

$$\begin{aligned}CL_{med-\bar{x}} &= \bar{\bar{X}}_a + \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{\bar{X}}_b - \bar{\bar{X}}_a)(\bar{\bar{X}}_c - \bar{\bar{X}}_a)} \\ CL_{med-\bar{x}} &= 168,26 + \sqrt{\frac{1}{2}(170,48 - 168,26)(172,57 - 168,26)} \\ &= 168,26 + \sqrt{\frac{1}{2}(2,22)(4,31)} \\ &= 168,26 + \sqrt{4,7841} \\ &= 168,26 + 2,1872 \\ &= 170,44\end{aligned}\tag{4.2}$$

Berdasarkan Persamaan (2.39), batas kendali dari grafik pengendali *fuzzy*

$\tilde{\bar{X}}$ untuk $n = 2$ dan $A_3 = 2,659$ adalah

$$UCL_{med-\bar{x}} = CL_{med-\bar{x}} + A_3\bar{S}_{med}$$

$$\begin{aligned}
&= 170,44 + (2,659) (0,7939) && (4.3) \\
&= 170,44 + 2,110 \\
&= 172,550
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
LCL_{med-\bar{x}} &= CL_{med-\bar{x}} - A_3\bar{S}_{med} \\
&= 170,44 - (2,659) (0,7939) \\
&= 170,44 - 2,110 \\
&= 168,33
\end{aligned}$$

4.4.2 Menentukan Batas Kendali Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S}

Untuk menentukan batas kendali grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} menggunakan teknik median *fuzzy*, maka terlebih dahulu dihitung selisih dari \bar{S}_a, \bar{S}_b , dan \bar{S}_c .

Selisih dari \bar{S}_a, \bar{S}_b , dan \bar{S}_c dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\bar{S}_b - \bar{S}_a &= 0,7377 - 0,3073 \\
&= 0,4304
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\bar{S}_c - \bar{S}_b &= 1,383 - 0,7377 \\
&= 0,6453
\end{aligned}$$

Karena nilai $(\bar{S}_b - \bar{S}_a) < (\bar{S}_c - \bar{S}_b)$ maka berdasarkan Persamaan (2.38) nilai (\bar{S}_{med}) adalah

$$\begin{aligned}
\bar{S}_{med} &= \bar{S}_c - \sqrt{\frac{1}{2}(\bar{S}_c - \bar{S}_b)(\bar{S}_c - \bar{S}_a)} \\
&= 1,383 - \sqrt{\frac{1}{2}(1,383 - 0,7377)(1,383 - 0,3073)} \\
&= 1,383 - \sqrt{\frac{1}{2}(0,6453)(1,0757)} \\
&= 1,383 - \sqrt{0,3471}
\end{aligned}$$

$$= 1,383 - 0,5891$$

$$\bar{S}_{med} = 0,7939$$

Berdasarkan Persamaan (2.43) batas kendali dari grafik pengendali *fuzzy*

\tilde{S} untuk $n = 2$ dan $B_3 = 0$ dan $B_4 = 3,267$ adalah

$$UCL_{med-s} = B_4 \bar{S}_{med} \quad (4.4)$$

$$= (3,267) (0,7939)$$

$$= 2,5936$$

$$CL_{med-s} = \bar{S}_{med}$$

$$= 0,7939$$

$$LCL_{med-s} = B_3 \bar{S}_{med}$$

$$= (0) (0,7939)$$

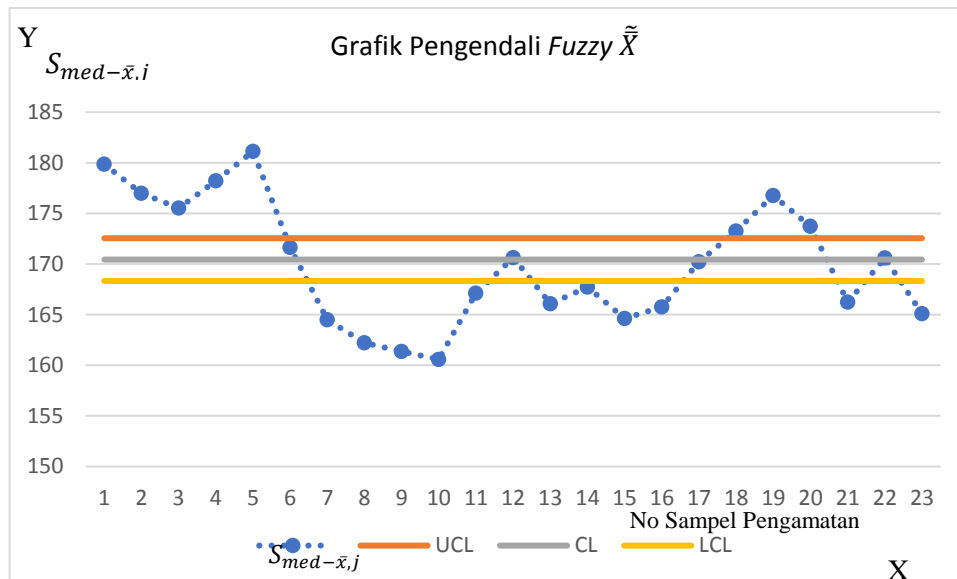
$$= 0$$

4.5 Memplot dari Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{X} dan Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S}

Berdasarkan dari Tabel (4.2) dan Tabel (4.3) yang disajikan, dapat diplot dan diamati sesuai dengan hasil yang diketahui.

4.5.1 Memplot $S_{med-\bar{x}_j}$ pada Nilai Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{X}

Menentukan nilai $S_{med-\bar{x}_j}$, maka dapat dibuat plot untuk menggambarkan grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} berdasarkan standar deviasi setiap sampel pengamatan.



Gambar 4.1 Grafik Pengendali $Fuzzy \bar{X}$ Berdasarkan Rata-rata Setiap Sampel Pengamatan

Pada Gambar 4.1, Sumbu y menunjukkan karakteristik kualitas yang diukur, sedangkan sumbu x menunjukkan nomor pengamatan. Garis abu-abu di tengah merupakan garis tengah ($CL_{med-\bar{x}}$) yang menunjukkan besar nilai rata-rata karakteristik kualitas yang diukur bernilai 170,44. Garis orange merupakan batas kendali atas ($UCL_{med-\bar{x}}$) yang bernilai 172,55 dan garis kuning merupakan batas kendali bawah ($LCL_{med-\bar{x}}$) yang bernilai 168,33. Untuk garis sumbu biru adalah hasil pengukuran karakteristik kualitas terhadap nomor pengamatan. Gambar 4.1 di atas menunjukkan bahwa terdapat empat titik sampel yang berada di dalam batas kendali grafik pengendali $fuzzy \bar{X}$, yaitu titik ke-6, titik ke-12, titik ke-17, dan titik ke-22.

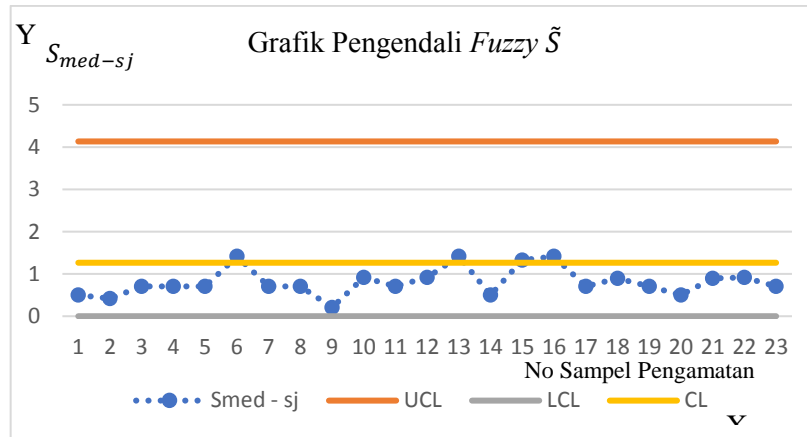
Berdasarkan batas kendali pada Persamaan (4.2) dan (4.3) ditentukan kondisi karakteristik seluruh pengamatan disajikan dalam Tabel (4.4)

Tabel 4.4 Kondisi Karakteristik Sampel Pengamatan Berdasarkan Rata-rata

No sampel	$S_{med-\bar{x},j}$	Kondisi karakteristik Sampel
1	179,86	Tidak Terkendali
2	177	Tidak Terkendali
3	175,54	Tidak Terkendali
4	178,22	Tidak Terkendali
5	181,13	Tidak Terkendali
6	171,62	Terkendali
7	164,5	Tidak Terkendali
8	162,22	Tidak Terkendali
9	161,36	Tidak Terkendali
10	160,58	Tidak Terkendali
11	167,12	Tidak Terkendali
12	170,5	Terkendali
13	166,09	Tidak Terkendali
14	167,72	Tidak Terkendali
15	164,63	Tidak Terkendali
16	165,76	Tidak Terkendali
17	170,23	Terkendali
18	173,26	Tidak Terkendali
19	176,77	Tidak Terkendali
20	173,7247	Tidak Terkendali
21	166,23	Tidak Terkendali
22	170,60	Terkendali
23	165,08	Tidak Terkendali

4.5.2 Memplot Sampel S_{med-sj} pada Nilai Grafik Pengendali *Fuzzy* \tilde{S}

Setelah menentukan nilai S_{med-sj} , maka dapat dibuat plot untuk menggambarkan grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} berdasarkan standar deviasi setiap sampel pengamatan.



Gambar 4.2 Grafik Pengendali $Fuzzy \tilde{S}$ Berdasarkan Standar Deviasi Setiap Sampel Pengamatan

Dari Gambar 4.2, menunjukkan bahwa semua titik sampel berada di dalam batas kendali grafik pengendali $fuzzy \tilde{S}$, hal ini berarti variabilitas proses terkendali.

Berdasarkan batas kendali pada Persamaan (4.4) ditentukan kondisi karakteristik seluruh pengamatan disajikan dalam tabel di bawah.

Tabel 4.5 Kondisi Karakteristik Sampel Pengamatan Berdasarkan Standar Deviasi

No Sampel	S_{med-sj}	Kondisi Karakteristik sampel
1	0,499	Terkendali
2	0,414	Terkendali
3	0,707	Terkendali
4	0,707	Terkendali
5	0,707	Terkendali
6	1,414	Terkendali
7	0,707	Terkendali
8	0,707	Terkendali
9	0,207	Terkendali
10	0,707	Terkendali
11	0,914	Terkendali
12	1,414	Terkendali
13	0,499	Terkendali

No Sampel	S_{med-sj}	Kondisi Karakteristik sampel
14	1,328	Terkendali
15	1,414	Terkendali
16	0,707	Terkendali
17	0,896	Terkendali
18	0,707	Terkendali
19	0,499	Terkendali
20	0,896	Terkendali
21	0,914	Terkendali
22	0,707	Terkendali
23	0,707	Terkendali

Dengan demikian, pengendalian kualitas proses produksi gula kristal dengan karakteristik sampel berupa data ICUMSA menggunakan grafik pengendali *fuzzy* $\bar{X} - \bar{S}$ menunjukkan bahwa rata-rata proses tidak terkendali namun variabilitas proses terkendali.

4.6 Interpretasi

Berdasarkan Tabel (4.2) adanya rata-rata proses yang tidak terkendali maka perlu adanya perbaikan/revisi pada proses produksi untuk mendapatkan garis tengah dan batas kendali baru.

Tabel 4.6 Pengeluaran Nilai Pengamatan Yang Berada di Luar Batas Kendali

	X_a		X_b		X_c	
	1	2	1	2	1	2
1	179	179	180	181	181	182
2	174	176	177	177	179	179
3	173	174	174	176	178	179
4	176	178	179	179	180	181
5	180	180	180	182	182	183
6	168	169	170	173	174	176
7	162	162	164	165	166	168
8	161	161	162	164	164	165
9	160	161	162	162	163	163
10	158	160	161	162	163	164
11	165	166	167	167	168	170
12	168	170	170	171	172	172
13	163	165	167	168	169	171
14	166	167	168	169	170	170
15	162	163	164	165	165	169
16	162	164	165	166	168	170
17	168	169	171	172	173	174
18	170	173	173	173	175	176
19	175	176	176	177	178	179
20	172	173	174	175	176	176
21	163	166	168	169	170	170
22	167	169	172	173	175	176
23	163	164	166	166	167	169

Data yang bertanda merah adalah nilai karakteristik sampel yang dikeluarkan. Jadi banyaknya pengamatan menjadi 4 pengamatan. Sehingga rata-rata *fuzzy* ($\tilde{\bar{X}}_j$) dari karakteristik sampel pengamatan perbaikan disajikan dalam tabel di bawah.

Tabel 4.7 Nilai rata-rata *fuzzy* ($\tilde{\bar{X}}_j$) dari Sampel Pengamatan setelah perbaikan

$\tilde{\bar{X}}_j$	\bar{X}_a	\bar{X}_b	\bar{X}_c
1	168,5	171,5	175
2	169	170,5	172
3	168,5	171,5	173,5
4	168	172,5	175,5

dan representasi rata-rata *fuzzy* keseluruhan dari rata-rata sampel perbaikan menggunakan Persamaan (2.22), diperoleh

$$\begin{aligned}\tilde{\bar{X}} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_{cj}}{m} \right) \\ &= (168,5 ; 171,5 ; 174)\end{aligned}$$

Standar deviasi *fuzzy* (\tilde{S}_j) dari karakteristik sampel pada Tabel 4.4 setelah perbaikan disajikan pada tabel di bawah.

Tabel 4.8 Nilai Standar Deviasi Fuzzy dari Pengamatan Setelah Perbaikan

No Sampel	\tilde{S}_a	\tilde{S}_b	\tilde{S}_c
1	0,707	1,414	2,121
2	0,707	0,707	1,414
3	0,707	0,707	0,707
4	0,707	0,707	1,414

dan representasi standar deviasi *fuzzy* keseluruhan dari rata-rata sampel perbaikan menggunakan Persamaan (2.26) , diperoleh

$$\begin{aligned}\tilde{S} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^m S_{aj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m S_{bj}}{m}, \frac{\sum_{j=1}^m S_{cj}}{m} \right) \\ &= (0,707, 0,883, 1,414)\end{aligned}$$

Garis tengah baru dari grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} berdasarkan Persamaan (2.33), (2.34) atau (2.35) adalah

$$CL_{med-\bar{x}} = 171,378$$

Dan berdasarkan Persamaan (2.36), (2.37) atau (2.38). nilai \bar{S}_{med} baru adalah

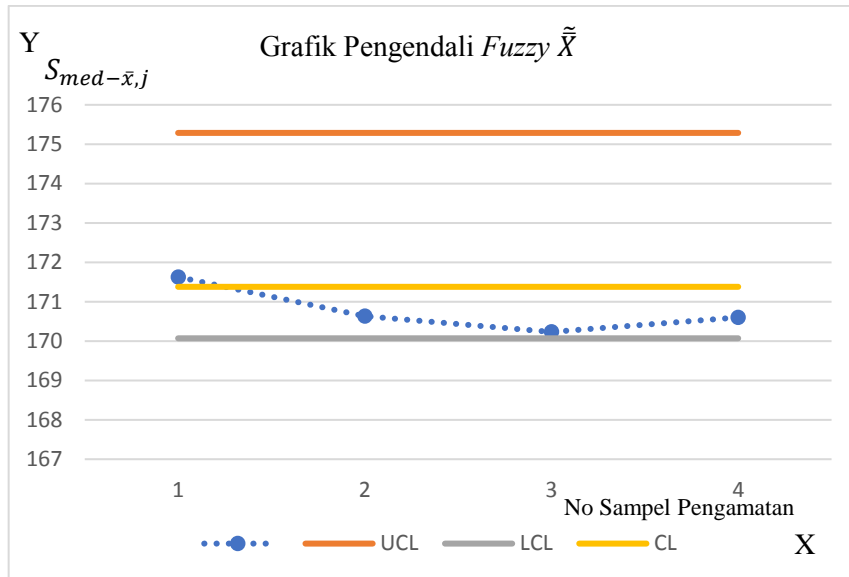
$$\bar{S}_{med} = 0,981$$

Sehingga batas kendali baru untuk grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} berdasarkan Persamaan (2.39) adalah

$$UCL_{med-\bar{x}} = 175,287$$

$$LCL_{med-\bar{x}} = 170,070$$

Grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} setelah dilakukan perbaikan disajikan Gambar (4.3)



Gambar 4.3 Grafik Pengendali Fuzzy \tilde{X} Setelah Perbaikan

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semua titik karakteristik sampel di dalam batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata proses sudah terkendali.

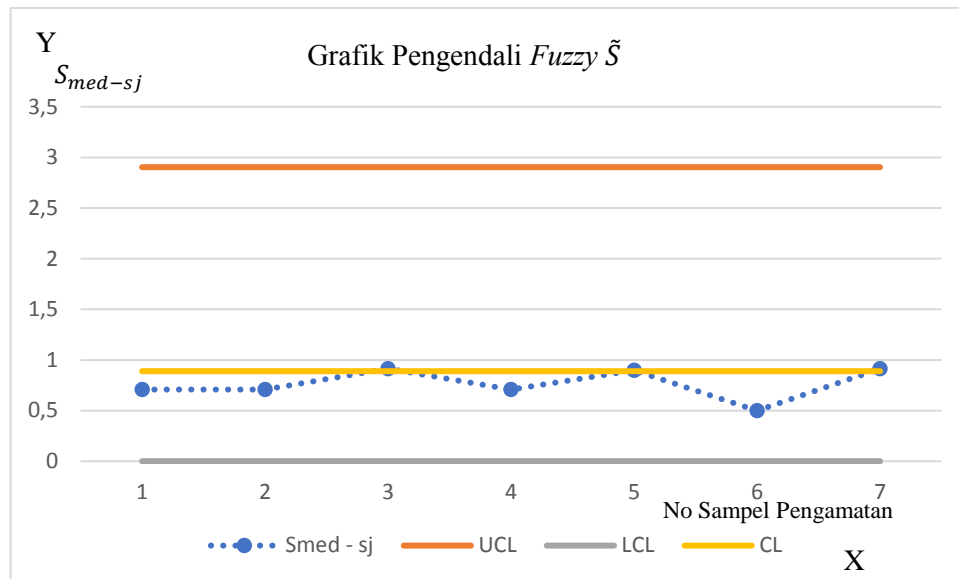
Selanjutnya menentukan nilai garis tengah dan batas kendali baru untuk grafik pengendali fuzzy \tilde{S} berdasarkan Persamaan (2.43) adalah

$$UCL_{med-s} = 3,205$$

$$CL_{med-s} = 0,981$$

$$LCL_{med-s} = 0$$

Grafik pengendali fuzzy \tilde{S} setelah dilakukan perbaikan disajikan gambar di bawah



Gambar 4.4 Grafik Pengendali Fuzzy \tilde{S} Setelah Perbaikan

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semua titik karakteristik sampel berada di dalam batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas proses tetap terkendali pada tingkat yang baru. Karena rata-rata dan variabilitas proses sudah terkendali, maka dapat dikatakan proses produksi Gula kristal terkendali pada tingkat yang baru. Dalam pengendalian proses produksi gula kristal dengan batas kendali bawah dan batas kendali atas untuk grafik pengendali fuzzy \tilde{X} sebesar 170,07 dan 175,287, dan nilai garis tengah untuk grafik pengendali fuzzy \tilde{X} adalah 171,378. Sedangkan untuk batas bawah dan batas atas untuk grafik pengendali fuzzy \tilde{S} sebesar 0 dan 3,205, dan nilai garis tengah untuk grafik pengendali fuzzy \tilde{S} adalah 0,981.

4.7 Kajian Keagamaan tentang Pengendalian Kualitas

Dalam Islam dianjurkan untuk memperhatikan ukuran dan menyempurnakan takaran agar tidak merugikan siapa pun, Allah Swt, berfirman dalam al-Qur'an surat al-Israa'/17:35.

وَأَوْفُوا الْكَيْلَ إِذَا كِلْتُمْ وَزِنُوا بِالْقِسْطَاسِ الْمُسْتَقِيمِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ۝٣٥

“Dan sempurnakanlah takaran apabila kamu menakar, dan timbanglah dengan neraca yang benar. Itulah yang lebih utama (bagimu) dan lebih baik akibatnya “ (QS. al-israa’/17 : 35).

Dalam Tafsir Nurul Quran (Imani,2006) dijelaskan bahwa menakar dan menimbang dengan benar merupakan tindakan memenuhi janji. Sebab transaksi bisnis tak lain merupakan sejenis komitmen. Dengan melakukan transaksi yang benar dan menghormati hak-hak orang lain, maka akan memberikan manfaat bagi orang-orang yang bersangkutan dan menciptakan lingkungan yang dipenuhi rasa saling percaya di kalangan orang banyak. Sedangkan pemalsuan dan kecurangan dalam hal timbangan dan perhitungan akan menggiring pada kerusakan finansial dan menjadikan semua orang kehilangan kepercayaan terhadap orang lain.

Dalam proses produksi, memperhatikan ukuran merupakan salah satu cara untuk menjaga kualitas produksi. Dengan menjaga kualitas produksi, maka produsen akan mendapatkan kepercayaan konsumen dan tidak merugikan siapa pun. Selain itu, dengan menjaga dan meningkatkan kualitas produksi, produsen akan memperoleh keuntungan yang maksimal. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menjaga kualitas produksi adalah dengan mengurangi atau menjaga variabilitas yang terjadi pada proses produksi. Untuk menjaga variabilitas dalam proses produksi tetap stabil atau terkendali diperlukan suatu pengendalian proses produksi. Pengendalian proses produksi dapat dilakukan dengan metode statistik. Grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ adalah salah satu alat yang dapat digunakan dalam pengendalian proses produksi secara statistik. Grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ dapat digunakan untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali secara statistik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penerapan dari grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ dengan menggunakan teknik median *fuzzy* dapat digunakan untuk mengendalikan proses produksi dengan karakteristik sampel pengamatan yang direpresentasikan ke dalam bilangan *fuzzy*. Pada penerapan tersebut, proses terkendali secara statistik setelah dilakukan perbaikan, sehingga batas kendali grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ dapat digunakan sebagai acuan tahap selanjutnya dalam pengendalian proses produksi dengan batas kendali bawah dan batas kendali atas untuk grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} sebesar 170,07 dan 175,287, dan nilai garis tengah untuk grafik pengendali *fuzzy* \tilde{X} adalah 171,378. Sedangkan untuk batas bawah dan batas atas untuk grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} sebesar 0 dan 3,205, dan nilai garis tengah untuk grafik pengendali *fuzzy* \tilde{S} adalah 0,981. Meskipun proses produksi terkendali, perusahaan tetap melakukan pengawasan lebih lanjut terhadap proses produksi untuk menjadi variabilitas proses dan menghasilkan kualitas produksi yang meningkat.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan pembaca dapat mengembangkan grafik pengendali *fuzzy* dengan teknik transformasi yang berbeda. Untuk penerapan grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ agar lebih efisien, diharapkan peneliti lain dapat

menerapkan grafik pengendali *fuzzy* $\tilde{X} - \tilde{S}$ dengan karakteristik data yang sesuai yaitu dengan ukuran sampel pengamatan sedang atau besar, misalkan $n \geq 7$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D, W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta
- Caucult, R. (1996). Responding to Process Changes. *Quality and Realibity Enggineering International*, 56-62.
- Djunaidi, M. S. (2005). Penentuan Jumlah Produksi Dengan Aplikasi Metode Fuzzy - Mamdani. *Jurusan Teknik Industri*, 95-97.
- Grant, E. (1993). *Pengendalian mutu statistik*. Jakarta: Erlangga.
- Kotler, P., & Koeler, K. (2016). Marketing Manajemnt. *Pearson Education*, 15-17.
- Kusumadewi, S. H. (2006). *Fuzzy multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumawati, D. (2015). *Kontruksi Grafik Pengendali Fuzzy X-S menggunakan Teknik Median Fuzzy pada pengendalian proses produksi*. Malang.
- Montgomery, D.C.(2013). *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Terjemahan Zamzawi Soejati Yogyakarta:Gadjah Mada Univesity Press
- Mulyadi, N. (2013). *Kewirausahaan Usaha Kecil*. Alfabeta.
- Sapto, E. (2014). *Peningkatan Mutu Produk Gula Kristal Putih Melalui Teknologi Defekasi Remelt Karbonatasi*. Balai Besar Industri Agro.
- Senturk, S. Erginel, N. (2009). Development of Fuzzy $\bar{X}-\bar{R}$ and $\bar{X} - \bar{S}$ Control Charts using α -cuts. *Informations Science* . 179(10). 1542-1551
- Sugiyanto. (2007). Permintaan Gula di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 8-10.
- Susilo, F. (2006). *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Vani, M. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Pada Prediksi Jumlah Kasus Positif Covid 19. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5-7.
- Wang, J.H. & Raz, T. (1990). On The Construction of Control Chart Using Linguistic Variabels. *International Journal of Production Reasearch*, 28: 477-487.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data ICUMSA Kualitas Gula Kristal Putih

	1			2		
	pagi	siang	sore	pagi	siang	Sore
Pengamatan ke 1						
23 - 24 Mei 2022	179	181	182	179	181	180
Pengamatan ke 2						
25 -26 Mei 2022	179	177	179	176	174	177
Pengamatan ke- 3						
27-28 Mei 2022	173	174	174	176	179	178
Pengamatan ke - 4						
29 - 30 Mei 2022	179	179	176	180	181	178
Pengamatan ke- 5						
31 Mei - 1 Juni 2022	182	180	180	180	183	182
Pengamatan ke - 6						
2 - 3 Juni 2022	176	173	174	169	168	170
Pengamatan ke - 7						
4 - 5 Juni 2022	168	165	166	164	162	162
Pengamatan ke - 8						
6 - 7 Juni 2022	164	164	161	162	161	165
Pengamatan ke - 9						
8 - 9 Juni 2022	163	160	162	162	161	163
Pengamatan ke - 10						
10 - 11 Juni 2022	164	162	160	158	163	161
Pengamatan ke - 11						
12 - 13 Juni 2022	168	167	165	167	170	166
Pengamatan ke - 12						
14 - 15 Juni 2022	168	170	171	172	170	172
Pengamatan ke - 13						
16 - 17 Juni 2022	169	171	168	165	163	167
Pengamatan ke - 14						
18 - 19 Juni 2022	166	170	170	167	169	168
Pengamatan ke - 15						
20 - 21 Juni 2022	169	164	163	165	162	165
Pengamatan ke - 16						
22 - 23 Juni 2022	166	164	162	168	165	170
Pengamatan ke - 17						
24 - 25 Juni 2022	172	168	173	171	174	169
Pengamatan ke - 18						
26 & 30 Juni 2022	173	173	170	175	173	176
Pengamatan ke - 19						
1 - 2 Juli 2022	178	176	176	175	179	177

Pengamatan ke - 20						
3 - 4 Juli 2022	174	176	175	176	172	173
Pengamatan ke - 21						
6 - 7 Juli 2022	170	163	168	166	170	169
Pengamatan ke - 22						
13 - 14 Juli 2022	175	173	172	176	169	167
Pengamatan ke - 23						
15 - 16 Juli 2022	169	166	167	164	166	163

Lampiran 2 . Nilai karakteristik Sampel Pengamatan ICUMSA berdasarkan Bilangan *fuzzy* Segitiga

	X_a		X_b		X_c	
	1	2	1	2	1	2
1	179	179	180	181	181	182
2	174	176	177	177	179	179
3	173	174	174	176	178	179
4	176	178	179	179	180	181
5	180	180	180	182	182	183
6	168	169	170	173	174	176
7	162	162	164	165	166	168
8	161	161	162	164	164	165
9	160	161	162	162	163	163
10	158	160	161	162	163	164
11	165	166	167	167	168	170
12	168	170	170	171	172	172
13	163	165	167	168	169	171
14	166	167	168	169	170	170
15	162	163	164	165	165	169
16	162	164	165	166	168	170
17	168	169	171	172	173	174
18	170	173	173	173	175	176
19	175	176	176	177	178	179
20	172	173	174	175	176	176
21	163	166	168	169	170	170
22	167	169	172	173	175	176
23	163	164	166	166	167	169

Lampiran 3. Nilai rata-rata *fuzzy* dari 23 Karakteristik Sampel Pengamatan

\tilde{X}_j	\bar{X}_a	\bar{X}_b	\bar{X}_c
1	179	180,5	181,5
2	175	177	179
3	173,5	175	178,5
4	177	179	180,5
5	180	181	182,5
6	168,5	171,5	175
7	162	164,5	167
8	161	163	164,5
9	160,5	162	163
10	159	161,5	163,5
11	165,5	167	169
12	169	170,5	172
13	164	167,5	170
14	166,5	168,5	170
15	162,5	164,5	167
16	163	165,5	169
17	168,5	171,5	173,5
18	171,5	173	175,5
19	175,5	176,5	178,5
20	172,5	174,5	176
21	164,5	168,5	170
22	168	172,5	175,5
23	163,5	166	168

Lampiran 4. Nilai Standar Deviasi dari 23 Karakteristik Sampel Pengamatan

No sampel	\tilde{S}_j		
1	0	0,707	0,707
2	0	0	1,414
3	0,707	0,707	1,414
4	0	0,707	1,414
5	0	0,707	1,414
6	0,707	1,414	2,121
7	0	0,707	1,414
8	0	0,707	1,414
9	0	0	0,707
10	0,707	0,707	1,414
11	0	0,707	1,414
12	0,707	0,707	1,414
13	0,707	1,414	1,414
14	0	0,707	0,707
15	0,707	0,707	2,828
16	0,707	1,414	1,414
17	0,707	0,707	0,707
18	0	0,707	2,121
19	0,707	0,707	0,707
20	0	0,707	0,707
21	0	0,707	2,121
22	0,707	0,707	1,414
23	0	0,707	1,414

Lampiran 5. Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

Sampel	Grafik Rata-rata			Grafik Standar Deviasi					
	Faktor untuk Batas Pengendali			Faktor Garis Tengah		Faktor Batas Pengendali			
<i>n</i>	<i>A</i>	<i>A</i> ₂	<i>A</i> ₃	<i>C</i> ₄	<i>1/C</i> ₄	<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₄	<i>B</i> ₅	<i>B</i> ₆
2	2,121	1,88	2,659	0,7979	1,253	0	3,267	0	3
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	1,128	0	2,568	0	2
4	1,5	0,729	1,628	0,9213	1,085	0	2,266	0	2,088
5	1,342	0,577	1,427	0,94	1,063	0	2,089	0	1,964
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,051	0,03	1,97	0,029	1,874
7	1,134	0,419	1,1182	0,9594	1,042	0,118	1,882	0,113	1,806
8	1,061	0,373	1,099	0,965	1,036	0,185	1,815	0,179	1,751
9	1	0,337	1,032	0,9693	1,031	0,239	1,761	0,232	1,707
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,028	0,284	1,716	0,276	1,669
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,025	0,321	1,679	0,313	1,637
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	1,022	0,354	1,646	0,346	1,61
13	0,832	0,249	0,85	0,9794	1,021	0,382	1,618	0,374	1,585
14	0,802	0,235	0,817	0,981	1,019	0,406	1,594	0,399	1,563
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,018	0,428	1,572	0,421	1,544
16	0,75	0,212	0,763	0,9835	1,016	0,448	1,552	0,44	1,526
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,015	0,466	1,534	0,458	1,511
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,014	0,482	1,518	0,475	1,496
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,014	0,497	1,503	0,49	1,483
20	0,671	0,18	0,68	0,9869	1,013	0,51	1,49	0,504	1,47

21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,012	0,523	1,477	0,516	1,459
22	0,64	0,167	0,647	0,9882	1,011	0,534	1,466	0,528	1,448
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,011	0,545	1,455	0,539	1,438
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,01	0,555	1,445	0,549	1,429
25	0,6	0,153	0,606	0,9896	1,01	0,565	1,435	0,559	1,42

Lampiran 6 (lanjutan)
Untuk $n > 25$

$$\begin{aligned}A &= \frac{3}{\sqrt{n}} \\A_3 &= \frac{3}{C_4\sqrt{n}} \\C_4 &= \frac{4(n-1)}{4n-3} \\B_3 &= 1 - \frac{3}{C_4\sqrt{2(n-1)}} \\B_4 &= 1 + \frac{3}{C_4\sqrt{2(n-1)}} \\B_5 &= C_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \\B_6 &= C_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}\end{aligned}$$

(Montgomery, 2013)



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rizaldi Afkahul Rachman
NIM : 17610047
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Grafik Pengendali Fuzzy $\tilde{X} - \tilde{S}$ pada Pengendalian Kualitas Produksi Gula Kristal
Pembimbing I : Dr. Fachrur Rozi, M.Si
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	19 Maret 2024	Konsultasi Topik dan Data	1.
2.	17 April 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	2.
3.	22 April 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	3.
4.	30 April 2024	ACC Bab I, II, dan III	4.
5.	6 Mei 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	5.
6.	8 Mei 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	6.
7.	27 Mei 2024	ACC Seminar Proposal	7.
8.	29 Mei 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	8.
9.	30 Mei 2024	Konsultasi Bab IV dan V	9.
10.	5 Juni 2024	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	6 Juni 2024	ACC Bab IV dan V	11.
12.	20 Juni 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	12.
13.	21 Juni 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	13.
14.	11 Juni 2024	ACC Seminar Hasil	14.
15.	19 Juni 2024	ACC Seminar Hasil lanjutan	15.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

16.	20 Juni 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	16. <i>Thp</i>
17.	21 Juni 2024	ACC Sidang Skripsi	17. <i>Thp</i>
18.	26 Juni 2024	Konsultasi Revisi Sidang Skripsi	18. <i>Thp</i>
19.	28 Juni 2024	ACC Keseluruhan	19. <i>Thp</i>

Malang, 28 Juni 2024

Mengetahui
Ketua Program Studi Matematika



Ely Susanti, M.Sc.
NIP. 197411292000122005

