

**GRAFIK PENGENDALI VARIABEL FUZZY LINGUISTIK  
DENGAN UKURAN SAMPEL BERBEDA**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANANG FAKHMI**  
NIM. 08610001



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2012**

**GRAFIK PENGENDALI VARIABEL FUZZY LINGUISTIK  
DENGAN UKURAN SAMPEL BERBEDA**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:  
**ANANG FAKHMI**  
**NIM. 08610001**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2012**

**GRAFIK PENGENDALI VARIABEL FUZZY LINGUISTIK  
DENGAN UKURAN SAMPEL BERBEDA**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANANG FAKHMI**  
NIM. 08610001

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 29 September 2012

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
NIP. 19731212 199803 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd  
NIP. 19751006 200312 1 001

**GRAFIK PENGENDALI VARIABEL FUZZY LINGUISTIK  
DENGAN UKURAN SAMPEL BERBEDA**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANANG FAKHMI**  
**NIM. 08610001**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 10 Oktober 2012

<b>Penguji Utama:</b>	<b><u>Dr. Sri Harini, M.Si</u></b> <b>NIP. 19731014 200112 2 002</b>	.....
<b>Ketua Penguji:</b>	<b><u>Abdul Aziz, M.Si</u></b> <b>NIP. 19760318 200604 1 002</b>	.....
<b>Sekretaris Penguji:</b>	<b><u>Fachrur Rozi, M.Si</u></b> <b>NIP. 19800527 200801 1 012</b>	.....
<b>Anggota Penguji:</b>	<b><u>Dr. H. Ahmad Barizi, M.A</u></b> <b>NIP. 19731212 199803 1 001</b>	.....

**Mengesahkan,**  
**Ketua Jurusan Matematika**

**Abdussakir, M.Pd**  
**NIP. 19751006 200312 1 001**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anang Fakhmi

NIM : 08610001

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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, 25 September 2012

Yang membuat pernyataan,

Anang Fakhmi  
NIM. 08610001

*MOTTO*

*"Tanamkan sifat optimis dan percaya diri dalam memulai  
segala perbuatan"*



## HALAMAN PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

*Skripsi ini dipersembahkan sebagai tanda bukti penghormatan kepada*

*Bapak dan Ibu tersayang dan tercinta, yang telah menjembatani antara jurang  
“yang telah dilakukan” dan “yang harus dilakukan” dengan do’a dan kasih  
sayang yang tak ternilai harganya*

*Adik yang selalu memberi motivasi, inspirasi dan kasih sayang yang tulus agar  
dapat mengasih diri sendiri, menatap lebih baik, dan mengajarkan akan  
kesungguhan*



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirobbil 'alamin*, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW sebagai *Uswatun Hasanah* dalam meraih kesuksesan di dunia dan akhirat.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullahu ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu selesainya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Abdussakir, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Matematika yang telah memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
4. Fachrur Rozi, M.Si, selaku dosen pembimbing I dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan bantuan selama penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Jurusan Matematika, terimakasih atas seluruh ilmu, nasihat, dan bimbingannya, serta telah mengajarkan arti kehidupan.

6. Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan do'a dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
7. Sahabat-sahabat tercinta, yang telah memberikan pengalaman dan kenangan dalam hidup.
8. Teman-teman Jurusan Matematika angkatan 2008, terima kasih atas do'a serta kenangan yang kalian berikan.
9. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebut satu persatu, atas keikhlasan bantuan moral dan spiritual, penulis ucapkan terima kasih.

Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan khususnya ilmu matematika. *Amin Yaa Rabbal Alamin.*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 25 September 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>المخلص.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
1.6. Metode Penelitian.....	7
1.7. Sistematika Penulisan.....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1. Fuzzy dan Pengendalian Kualitas Menurut Pandangan Al-Qur'an.....	10
2.2. Logika Fuzzy ( <i>Fuzzy Logic</i> ).....	14
2.3. Himpunan Fuzzy ( <i>Fuzzy Set</i> ).....	15
2.4. Fungsi Keanggotaan.....	18
2.4.1. Representasi Linier.....	18

2.4.2. Representasi Kurva Segitiga .....	21
2.5. Variabel Linguistik.....	22
2.6. Operator Dasar Zadeh .....	24
2.6.1. Operator AND .....	24
2.6.2. Operasi OR .....	24
2.7. Distribusi Peluang .....	25
2.8. Ekspektasi.....	25
2.9. Variansi.....	26
2.10. Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik .....	28
2.11. Grafik Pengendali Shewhart .....	30
2.12. Grafik Pengendali Variabel .....	34
<b>BAB III PEMBAHASAN</b>	
3.1. Mentransformasikan Data Pengamatan ke Dalam Variabel Linguistik.....	38
3.2. Menentukan Statistik Variabel Kualitas Produk yang Akan Dikontrol.....	51
3.3. Membangun Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik.....	53
3.4. Aplikasi Terhadap Grafik Pengendali yang Telah Dibangun....	56
<b>BAB IV PENUTUP</b>	
4.1. Kesimpulan.....	68
4.2. Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BUKTI KONSULTASI SKRIPSI</b>	

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Representasi Linier Naik..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Himpunan Fuzzy Panas..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Representasi Linier Turun..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Himpunan Fuzzy Dingin ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Kurva Segitiga ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Himpunan Fuzzy Normal..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Luas di Bawah Kurva Distribusi Normal**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Ilustrasi Variabel  $X$  dan  $Y$ ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Bobot**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel *Whiteness***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel  $Z$ **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Semesta Pembicaraan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2. Himpunan Fuzzy ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.3. Parameter Fungsi Keanggotaan Fuzzy . **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.4. Perhitungan Transformasi Data ke Dalam Variabel Linguistik**Error! Bookmark not defi**

Tabel 3.5. Perhitungan Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik**Error! Bookmark not defined**



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Variabel Bobot.....	88
Lampiran 2. Data Variabel <i>Whiteness</i> .....	90
Lampiran 3. Hasil Nilai Keanggotaan dan Nilai Linguistik Variabel Bobot HVS 60.....	92
Lampiran 4. Hasil Nilai Keanggotaan dan Nilai Linguistik Variabel <i>Whiteness</i> HVS 60.....	101
Lampiran 5. Hasil Nilai Keanggotaan dari Nilai Linguistik 2 Variabel .....	110
Lampiran 6. Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel .....	119



## ABSTRAK

Fakhmi, Anang. 2012. **Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik dengan Ukuran Sampel Berbeda**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: I. Fachrur Rozi, M.Si

II. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

**Kata kunci:** *Data Variabel, Himpunan Fuzzy, Variabel Linguistik, Grafik Pengendali Fuzzy Linguistik.*

Pengendalian kualitas statistik memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas statistik berhubungan dengan grafik pengendali, dimana grafik pengendali digunakan untuk mengendalikan proses berdasarkan sampel yang diperoleh. Grafik pengendali yang membahas tentang nilai suatu produk disebut grafik pengendali variabel. Dalam pengendalian kualitas untuk perusahaan yang perlu diketahui adalah mengenal karakteristik kualitas barang atau jasa yang diproduksinya. Biasanya karakteristik kualitas produk atau jasa dalam bentuk numerik sehingga dalam pengendalian kualitasnya perusahaan dapat secara langsung mengukur dimensi produk atau jasa yang dihasilkan. Namun ada beberapa karakteristik kualitas yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk numerik dan biasanya perusahaan tiap periode memproduksi jumlah produk yang berbeda, maka grafik pengendali itu akan mempunyai ukuran sampel yang berbeda-beda. Sehingga untuk mengatasinya perusahaan melakukan pengendalian kualitas dengan menggunakan grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan ukuran sampel berbeda. Untuk membangun grafik ini diperlukan transformasi data pengamatan yaitu mengubah variabel data pengamatan ke dalam variabel linguistik yang terdiri dari beberapa kategori. Transformasi data pengamatan membutuhkan himpunan fuzzy agar dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori. Cara mentransformasikannya yaitu dengan menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga yang menghasilkan nilai keanggotaan. Statistik yang akan dikontrol dapat dibangun dari kategori yang telah diklasifikasikan. Dari statistik ini dapat dibangun grafik pengendali variabel fuzzy linguistik yang didasarkan pada grafik pengendali Shewhart.

## ABSTRACT

Fakhmi, Anang. 2012. **Fuzzy Linguistic Control Charts with Different Sample Size**. Thesis. Department of Mathematics Faculty of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisors: : I. Fachrur Rozi, M.Si  
II. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

**Keywords:** *Variables Data, Fuzzy Sets, Linguistic Variables, Linguistic Fuzzy Control Chart.*

Statistical quality control has a very important role in maintaining and improving the quality of the product. Statistical quality control associated with the control chart, control chart which is used to control the process based on samples obtained. Control chart that discusses the value of a product called variable control chart. In the quality control for the company need to know is knowing the characteristics of the goods quality or services produced. Usually the characteristics of the product quality or service in numeric form so that the quality control of the company can directly measure the dimensions of the product or service produced. But there are some quality characteristics that can not be expressed in numerical form, and usually a firm produces many different products periodically, control chart will have sample sizes vary. So to fix it the company do quality controlling by using fuzzy linguistic variable control chart with different sample sizes. To construct this chart required observational data transformation that is required to change the observed variables into linguistic variables consisting of several categories. The observational data transformation requires fuzzy set to be classified into several categories. The way to transform it by using triangular membership function curve resulting membership value. Statistics to be controlled can be constructed from the classified categories. From these statistics can be constructed fuzzy linguistic variable control chart based on the Shewhart control chart.

## المخلص

فحم, انغ. ٢٠١٢. المتغيرات اللغوية غامض التحكم رسوم بيانية مع حجم العينة مختلفة . الأطروحة. قسم الرياضيات بكلية العلوم والتكنولوجيا فيالجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشار: (١) فخر رازي, الماجستير بكالوريوس في نظم المعلومات (٢) طبيب الحج احمد برز, الماجستير دين

**الكلمات الرئيسية:** تاريخ متغير, تجمع غامض, متغير علم اللغة, الرسومات اللغويات تحكم ضبابي.

الإحصائية لمراقبة الجودة له دور مهم جدا في الحفاظ على وتحسين جودة المنتج الناتجة عن ذلك. الإحصائية لمراقبة الجودة المرتبطة مخطط السيطرة، السيطرة المخطط الذي يستخدم للتحكم في عملية بناء على عينات تم الحصول عليها. دعا تحكم الرسومات التي تناقش قيمة المنتج متغير التخطيط السيطرة. في مراقبة الجودة للشركة إلى معرفته هو أن نعرف خصائص نوعية السلع أو الخدمات المنتجة. عادة خصائص جودة المنتج أو الخدمة في شكل رقمي بحيث يمكن مراقبة الجودة للشركة مباشرة قياس أبعاد المنتج أو الخدمة المنتجة. ولكن هناك بعض الصفات التي لا يمكن التعبير عنها في شكل رقمي، وعادة كل شركات إنتاج الفترة العديد من المنتجات المختلفة، والرسم البياني وحدات تحكم والتي من شأنها أن تختلف أحجام العينات. حتى لإصلاح الشركة لمراقبة الجودة باستخدام الرسم البياني اللغوي غامض تحكم متغير مع أحجام العينات المختلفة. لبناء هذه البيانات الرصدية تحول الرسم البياني ما هو مطلوب لتغيير المتغيرات الملحوظة في المتغيرات اللغوية التي تتكون من عدة فئات. مجموعة غامض التحول من بيانات الرصد يجب أن يتم . كيفية تحويلها باستخدام منحنى الدالة الثلاثي عضوية الناتجة قيمة العضوية. يمكن تصنيفها إلى عدة فئات بناؤها الإحصاءات إلى أن يسيطر من الفئات التي تم تصنيفها. يمكن من هذه الإحصاءات أن تبني غامض اللغوية الرسم البياني التحكم المتغير بناء على الرسم البياني تحكم شيوارت.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Matematika adalah ciptaan Allah SWT yang ditemukan oleh manusia. Tidak ada yang sia-sia pada penciptaan Allah SWT, termasuk matematika. Matematika diciptakan bukan tanpa tujuan, tetapi diciptakan dengan haq. Matematika diciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia menjalani kehidupan dunia, mengenal kekuasaan Allah SWT, dan mencapai ridha Allah SWT. Matematika telah diciptakan dan sengaja disediakan untuk menuntun manusia memahami kebesaran dan kekuasaan Allah SWT. Alam semesta serta segala isinya diciptakan Allah SWT dengan ukuran-ukuran yang cermat dan teliti, dengan perhitungan-perhitungan yang mapan, dan dengan rumus-rumus serta persamaan yang seimbang dan rapi. Alam semesta memuat bentuk-bentuk dan konsep matematika, meskipun alam semesta tercipta sebelum matematika itu ada (Abdussakir, 2007:79).

Matematika itu pada dasarnya berkaitan dengan pekerjaan menghitung, sehingga tidak salah jika kemudian ada yang menyebut matematika adalah ilmu hitung atau ilmu al-hisab. Dalam urusan hitung menghitung ini, Allah SWT adalah rajanya. Allah sangat cepat dalam menghitung dan sangat teliti. Perhatikan ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan bahwa Allah sangat cepat dalam membuat perhitungan dan sangat teliti. Dalam Al-Qur'an surat An-Nur ayat 39 disebutkan:

وَالَّذِينَ كَفَرُوا أَعْمَلُوهُمْ كَسْرَابٍ بِقَيْعَةٍ تَحْسَبُهُ الظَّمْثَانُ مَاءً حَتَّىٰ إِذَا جَاءَهُ لَمْ يَجِدْهُ شَيْئًا وَوَجَدَ اللَّهَ عِنْدَهُ فَوَفَّيَهُ حِسَابَهُ ۗ وَاللَّهُ سَرِيعُ الْحِسَابِ ﴿١١﴾

Artinya: “Dan orang-orang kafir amal-amal mereka adalah laksana fatamorgana di tanah yang datar, yang disangka air oleh orang-orang yang dahaga, tetapi bila didatanginya air itu Dia tidak mendapatinya sesuatu apapun. dan didapatinya (ketetapan) Allah disisinya, lalu Allah memberikan kepadanya perhitungan amal-amal dengan cukup dan Allah adalah sangat cepat perhitungan-Nya”.

Dan juga dalam Al-Qur’an surat Maryam ayat 94 disebutkan:

لَقَدْ أَحْصَيْنَاهُمْ وَعَدَّاهُمْ عَدًّا ﴿٩٤﴾

Artinya: “Sesungguhnya Allah telah menentukan jumlah mereka dan menghitung mereka dengan hitungan yang teliti”. (Abdussakir, 2007:84)

Ayat di atas menjelaskan bahwa, alam semesta beserta isinya diciptakan oleh Allah dengan ukuran-ukuran yang cermat dan teliti, dengan perhitungan-perhitungan, dan dengan rumus-rumus serta persamaan yang setimbang dan rapi. Meskipun mula-mula perkembangan matematika adalah untuk memenuhi kebutuhan praktis, atau mencirikan keadaan yang dapat diamati, seperti pada permulaan mengukur, membilang (menghitung), matematika tidak bergantung pada dunia nyata, tetapi asumsi dasarnya sekaligus diambil dan dipakai di dunia nyata. Matematika berkembang dari hal-hal konkret menuju ke yang lebih umum dan abstrak.

Bagaimanapun juga matematika berawal dari definisi yang dibangaun oleh matematikawan sendiri dan matematikawan tunduk terhadap definisi tersebut. Selain itu matematika mempunyai hukum tertentu dalam menciptakan dan mengembangkan ide-ide baru selanjutnya. Hukum-hukum ini adalah hukum tentang cara menalar yang benar, yaitu hukum logika yang

menjadi akar dari proses berpikir. Selain itu aksioma-aksioma dari sistem matematika harus konsisten, artinya aksioma-aksioma itu tidak boleh bertentangan satu sama lain. Dan walaupun aksioma-aksioma yang mendasari sistem matematika itu sudah konsisten, konklusi yang diturunkan dari aksioma-aksioma itu dan metode-metode pembuktian yang digunakan harus mengikuti hukum logika (Seputro, 1989:2-3).

Konsep logika (logika tradisional/klasik) telah mulai dikembangkan secara sistematis oleh para filsuf Yunani kuno yang dipelopori oleh Aristoteles (384 – 322 Sebelum Masehi). Pada abad ke-17, logika tersebut disempurnakan dengan memanfaatkan seperangkat simbol-simbol untuk merepresentasikan bahasa alamiah manusia. Logika simbolik ini dipelopori oleh Gottfried Leibniz (1646 – 1716) dan disempurnakan oleh tokoh-tokoh lainnya, seperti George Boole (1815 – 1864), Alfred North Whitehead (1861 – 1947), dan Bertrand Russell (1872 – 1970) (Susilo, 2006:16).

Asumsi dasar dalam konsep logika di atas setiap proposisi hanya memiliki dua kemungkinan nilai kebenaran, bernilai benar atau bernilai salah. Filsuf Yunani kuno Aristoteles mempersalahkan hal tersebut, karena ada beberapa proposisi yang tidak dapat direpresentasikan dengan logika tersebut. Misalnya, pernyataan-pernyataan yang menyangkut masa depan: “Minggu depan Pak Edi akan datang.” Pernyataan semacam itu tidak mempunyai nilai benar, tidak pula salah, karena peristiwa yang diungkapkan oleh pernyataan itu belum terjadi. Jadi nilai kebenaran pernyataan tersebut tidak tertentu sampai apa yang diungkapkannya terjadi atau tidak terjadi. Untuk menampung proposisi-proposisi semacam itu, logikawan Polandia Jan Lukasiewicz pada

tahun 1920 –an mengembangkan suatu logika ternilai dengan memasukkan nilai kebenaran ketiga, yaitu nilai tak tentu. Pengembangan logika ternilai ini menghasilkan logika  $n$ -nilai yang juga dipelopori oleh Lukasiewicz pada tahun 1930 –an. Logika  $n$ -nilai dapat digeneralisasikan lagi menjadi logika tak hingga nilai kebenaran yang dinyatakan dengan bilangan riil dalam selang  $[0,1]$ . Logika inilah yang menjadi dasar dari apa yang disebut Logika Fuzzy (Susilo, 2006:49).

Konsep logika erat kaitannya dengan konsep himpunan, karena himpunan merupakan konsep dasar dari semua cabang matematika. Seperti halnya konsep yang terdapat pada logika, dalam konsep himpunan terdapat istilah himpunan tegas dan himpunan fuzzy. Dalam himpunan tegas terdapat batas yang tegas antara unsur-unsur yang merupakan anggota dan unsur-unsur yang tidak merupakan anggota dari suatu himpunan. Tetapi dalam kenyataannya tidak semua himpunan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari terdefinisi secara demikian. Misalnya, himpunan orang yang tinggi. Dalam himpunan tersebut, tidak dapat ditentukan secara tegas apakah seseorang adalah tinggi atau tidak. Jika didefinisikan bahwa “orang tinggi” adalah orang yang tingginya lebih dari atau sama dengan  $175\text{ cm}$ , maka orang yang tingginya  $174\text{ cm}$  menurut definisi tersebut termasuk orang yang tidak tinggi. Sulit diterima bahwa orang yang tingginya  $174\text{ cm}$  itu tidak termasuk orang yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan himpunan dengan batas yang tidak tegas tersebut, Zadeh mengaitkannya dengan suatu fungsi yang menyatakan derajat kesesuaian unsur-unsur dalam semestanya dengan konsep yang merupakan syarat keanggotaan himpunan tersebut. Fungsi itu

disebut fungsi keanggotaan dan nilai fungsi itu disebut derajat keanggotaan suatu unsur dalam himpunan, yang selanjutnya disebut himpunan fuzzy (Susilo, 2006:50).

Akik Hidayat (2006) mengatakan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan diperlukan usaha-usaha pengendalian kualitas statistik. Pengendalian kualitas statistik berhubungan dengan grafik pengendali, dimana grafik pengendali digunakan untuk mengendalikan proses berdasarkan sampel yang diperoleh. Grafik pengendali yang membahas tentang nilai suatu produk disebut grafik kendali data variabel. Dalam pengendalian kualitas untuk perusahaan yang perlu diketahui adalah mengenal karakteristik kualitas barang atau jasa yang diproduksinya. Biasanya karakteristik kualitas produk atau jasa dalam bentuk numerik sehingga dalam pengendalian kualitasnya perusahaan dapat secara langsung mengukur dimensi produk atau jasa yang dihasilkan. Namun ada beberapa karakteristik kualitas yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk numerik misalnya warna, penampilan suatu produk, dan lain-lain. Sehingga untuk mengatasinya perusahaan melakukan pengendalian kualitasnya dengan menggunakan grafik kendali variabel yang dikenal dengan grafik pengendali variabel fuzzy linguistik.

Penelitian Akik Hidayat (2006) membahas tentang grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan menggunakan sampel yang sama. Pengamatan tidak dapat secara langsung dikelompokkan dalam suatu kelompok atau himpunan tertentu, dan dikarenakan ketidakjelasan batas perbedaan antara kelompok himpunan ini maka menggunakan grafik

pengendali variabel dengan menggunakan himpunan fuzzy dengan mengubah variabel pengamatan ke dalam variabel linguistik. Pada variabel pengamatan dapat klasifikasikan menjadi beberapa variabel linguistik tertentu untuk menggambarkan kategori dari data variabel tersebut, misalkan Sempurna, Amat baik, Cukup, Jelek, Sangat jelek atau Cacat. Dari penjelasan di atas maka penulis ingin mengembangkan dengan menggunakan sampel yang berbeda. Oleh karena itu, penulis mengkaji tentang bagan kendali variabel fuzzy linguistik dengan judul “**Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik dengan Ukuran Sampel Berbeda**”.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam skripsi ini adalah bagaimana grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan menggunakan ukuran sampel yang berbeda.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pembahasan ini adalah untuk menjelaskan grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan menggunakan ukuran sampel yang berbeda.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Ukuran sampel tiap pengamatan berbeda
2. Menggunakan fungsi keanggotaan dengan representasi kurva segitiga.
3. Menggunakan variabel linguistik dengan 3 kategori.

### 1.5. Manfaat Penelitian

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

#### 1. Bagi Penulis

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan penulis mengetahui tentang grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan menggunakan ukuran sampel yang berbeda.

#### 2. Bagi Lembaga

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang cara menentukan karakteristik kualitas produk atau jasa yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk angka. Sehingga untuk mengatasinya melakukan pengendalian kualitas dengan menggunakan grafik pengendali variabel yang dikenal dengan grafik pengendali variabel fuzzy linguistik.

#### 3. Bagi Mahasiswa

Penelitian memberikan informasi tentang variabel fuzzy linguistik untuk dipelajari sebagai acuan penelitian selanjutnya.

### 1.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kepustakaan atau kajian pustaka, yakni melakukan penelitian untuk memperoleh data-data dan informasi-informasi serta objek-objek yang digunakan dalam pembahasan masalah tersebut. Langkah-langkah yang akan digunakan oleh peneliti ini adalah sebagai berikut:

1. Mentransformasikan data pengamatan ke dalam variabel linguistik dengan menggunakan himpunan fuzzy, yaitu:

- a. Membentuk variabel fuzzy dan himpunan fuzzy.
  - b. Menentukan semesta pembicaraan dan domain.
  - c. Membuat fungsi keanggotaan kurva segitiga.
  - d. Mengklasifikasikan data pengamatan ke dalam variabel linguistik.
2. Menentukan statistik variabel kualitas produk yang akan dikontrol.
  3. Membangun grafik pengendali.
  4. Aplikasi terhadap grafik pengendali yang telah dibangun.

### 1.7. Sistematika Penulisan

Agar dapat membaca hasil penelitian ini, maka dalam penyajiannya ditulis berdasarkan suatu sistematika yang secara garis besar dibagi menjadi empat bab, yaitu:

#### BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian ini terdiri atas teori-teori yang mendukung bagian pembahasan. Teori tersebut antara lain membahas tentang integrasi dalam Al-Qur'an, logika fuzzy, himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan himpunan fuzzy, variabel linguistik, operator dasar zadeh, grafik pengendali fuzzy, distribusi peluang, ekspektasi, variansi, pengertian pengendalian statistik, grafik pengendalian Shewhart, dan grafik pengendali variabel.

#### BAB III PEMBAHASAN

Pembahasan berisi tentang grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan ukuran sampel berbeda yang menggunakan variabel fuzzy linguistik.

#### BAB IV PENUTUP

Pada bab ini akan disajikan kesimpulan dan saran.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Fuzzy dan Pengendalian Kualitas Menurut Pandangan Al-Qur'an

Istilah Fuzzy dapat diartikan sebagai kabur atau tidak jelas. Kekaburan merupakan salah satu ciri dari bahasa sehari-hari yang dipergunakan untuk mengungkapkan konsep/gagasan dan berkomunikasi dengan orang lain. Banyak istilah yang dipakai dalam bahasa sehari-hari pada taraf tertentu memuat salah satu bentuk kekaburan (Susilo, 2006:3).

Kekaburan atau samar tersirat dalam hadits Bukhari Muslim yaitu:

عَنْ أَبِي عَبْدِ اللَّهِ التُّعْمَانِ بْنِ بَشِيرٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ : إِنَّ الْحَلَالَ بَيِّنٌ وَإِنَّ الْحَرَامَ بَيِّنٌ وَبَيْنَهُمَا أُمُورٌ مُشْتَبِهَاتٌ لَا يَعْلَمُهُنَّ كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ، فَمَنْ اتَّقَى الشُّبُهَاتِ فَقَدْ اسْتَبْرَأَ لِدِينِهِ وَعِرْضِهِ، وَمَنْ وَقَعَ فِي الشُّبُهَاتِ وَقَعَ فِي الْحَرَامِ، كَالرَّاعِي يَرْعَى حَوْلَ الْحِمَى يُوشِكُ أَنْ يَرْتَعَ فِيهِ، أَلَا وَإِنَّ لِكُلِّ مَلِكٍ حِمَى أَلَا وَإِنَّ حِمَى اللَّهِ مَحَارِمُهُ أَلَا وَإِنَّ فِي الْجَسَدِ مُضْغَةً إِذَا صَلَحَتْ صَلَحَ الْجَسَدُ كُلُّهُ وَإِذَا فَسَدَتْ فَسَدَ الْجَسَدُ كُلُّهُ أَلَا وَهِيَ الْقَلْبُ  
[رواه البخاري ومسلم]

Terjemahan Hadits:

*“Dari Abu Abdillah Nu'man bin Basyir radhiallahuanhu dia berkata: Saya mendengar Rasulullah Shallallahu'alaihi wasallam bersabda: Sesungguhnya yang halal itu jelas dan yang haram itu jelas. Di antara keduanya terdapat perkara-perkara yang syubhat (samar-samar) yang tidak diketahui oleh orang banyak. Maka siapa yang takut terhadap syubhat berarti dia telah menyelamatkan agama dan kehormatannya. Dan siapa yang terjerumus dalam perkara syubhat, maka akan terjerumus dalam perkara yang diharamkan. Sebagaimana penggembala yang menggembalakan hewan gembalaannya disekitar (ladang) yang dilarang untuk memasukinya, maka lambat laun dia akan memasukinya. Ketahuilah bahwa setiap raja memiliki larangan dan larangan Allah adalah apa yang Dia haramkan. Ketahuilah bahwa dalam diri ini terdapat segumpal daging, jika dia baik maka baiklah seluruh tubuh ini dan jika dia buruk, maka buruklah seluruh tubuh; ketahuilah bahwa dia adalah hati “.*

### Isi Kandungan Hadits

إِنَّ الْحَلَالَ بَيِّنٌ وَإِنَّ الْحَرَامَ بَيِّنٌ وَبَيْنَهُمَا أُمُورٌ مُّشْتَبِهَاتٌ

"*Sesungguhnya yang halal itu sudah jelas dan yang haram itu sudah jelas pula, serta di antara keduanya terdapat perkara-perakara yang syubhat....*"

Kalimat, "Sesungguhnya yang halal itu jelas dan yang haram itu jelas, dan diantara keduanya ada perkara yang samar-samar" maksudnya segala sesuatu terbagi kepada tiga macam hukum. yaitu:

1. Sesuatu yang ditegaskan halalnya oleh Allah, maka dia adalah halal, seperti firman Allah (QS. Al-Maa'idah 5:5), "Aku halalkan bagi kamu hal-hal yang baik dan makanan ahli kitab halal bagi kamu" dan firman-Nya dalam (QS. An-Nisaa 4:24), "Dan dihalalkan bagi kamu selain dari yang tersebut itu" dan lain-lainnya.
2. Adapun yang Allah nyatakan dengan tegas haramnya, maka dia menjadi haram, seperti firman Allah dalam (QS. An-Nisaa' 4:23), "Diharamkan bagi kamu (menikahi) ibu-ibu kamu, anak-anak perempuan kamu ....." dan firman Allah (QS. Al-Maa'idah 5:96), "Diharamkan bagi kamu memburu hewan di darat selama kamu ihram". Juga diharamkan perbuatan keji yang terang-terangan maupun yang tersembunyi. Setiap perbuatan yang Allah mengancamnya dengan hukuman tertentu atau siksaan atau ancaman keras, maka perbuatan itu haram.
3. Adapun yang *syubhat* yaitu setiap hal yang dalilnya masih dalam pembicaraan atau perselisihkan, maka menjauhi perbuatan semacam itu termasuk *wara'*. Para ulama berbeda pendapat mengenai pengertian *syubhat* yang diisyaratkan Rasulullah. Pada hadits tersebut, sebagian

ulama berpendapat bahwa hal semacam itu haram hukumnya berdasarkan sabda Rasulullah, “Siapa menjaga dirinya dari yang samar-samar itu, berarti ia telah menyelamatkan agama dan kehormatannya”. Siapa yang tidak menyelamatkan agama dan kehormatannya, berarti dia telah terjerumus ke dalam perbuatan haram. Sebagian yang lain berpendapat bahwa hal yang *syubhat* itu hukumnya halal dengan alasan sabda Rasulullah, “Seperti penggembala yang menggembala di sekitar daerah terlarang” kalimat ini menunjukkan bahwa *syubhat* itu pada dasarnya halal, tetapi meninggalkan yang *syubhat* adalah sifat yang *wara’*. Sebagian lain lagi berkata bahwa *syubhat* yang tersebut pada hadits ini tidak dapat dikatakan halal atau haram, karena Rasulullah menempatkannya di antara halal dan haram, oleh karena itu memilih diam saja, dan hal itu termasuk sifat *wara’* juga.

فَمَنْ اتَّقَى الشُّبُهَاتِ فَقَدْ اسْتَبْرَأَ لِدِينِهِ وَعَرْضِهِ

"Barangsiapa meninggalkan perkara-perkara *syubhat*, maka ia mencari keterbebasan untuk agamanya dan kehormatannya."

Kalimat, “Maka siapa yang menjaga dirinya dari yang *syubhat* itu, berarti ia telah menyelamatkan agama dan kehormatannya” maksudnya membentengi diri dari perkara yang *syubhat*. Kalimat, “Siapa terjerumus dalam wilayah *syubhat* maka ia telah terjerumus kedalam wilayah yang haram” hal ini dapat terjadi dalam dua hal:

- a. Orang yang tidak bertaqwa kepada Allah dan tidak memperdulikan perkara *syubhat* maka hal semacam itu akan menjerumuskannya ke dalam perkara haram, atau karena sikap sembrononya membuat dia berani melakukan hal yang haram, seperti kata sebagian orang:

“Dosa-dosa kecil dapat mendorong perbuatan dosa besar dan dosa besar mendorong pada kekafiran”

- b. Orang yang sering melakukan perkara *syubhat* berarti telah menzalimi hatinya, karena hilangnya cahaya ilmu dan sifat wara' kedalam hatinya, sehingga tanpa disadari dia telah terjerumus kedalam perkara haram. Terkadang hal seperti itu menjadikan perbuatan dosa jika menyebabkan pelanggaran syari'at.

Untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan diperlukan usaha-usaha pengendalian mutu. Salah satu metode pengendalian mutu adalah di antaranya penggunaan bagan kendali. Dalam pengendalian kualitas untuk perusahaan yang perlu diketahui adalah mengenal karakteristik kualitas barang atau jasa yang diproduksinya yaitu dengan menggunakan grafik pengendali. Ayat Al-Qur'an yang melandasi pemahaman serta seruan terhadap pentingnya pengendalian adalah sebagai berikut.

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا كُوْنُوْا قَوَّامِيْنَۙ لِلّٰهِ شُهَدَآءَۙ بِالْقِسْطِۗ وَلَا يَجْرِمَنَّكُمْ شَنَاٰنُ قَوْمٍۭ عَلٰٓى اٰلٍ اَلَّا تَعْدِلُوْاۗۙ اَعْدِلُوْا هُوَ اَقْرَبُ لِلتَّقْوٰىۗ وَاتَّقُوا اللّٰهَۚۙ اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۭ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ﴿٨﴾

Artinya: "Hai orang-orang yang beriman hendaklah kamu Jadi orang-orang yang selalu menegakkan (kebenaran) karena Allah, menjadi saksi dengan adil. dan janganlah sekali-kali kebencianmu terhadap sesuatu kaum, mendorong kamu untuk Berlaku tidak adil. Berlaku adillah, karena adil itu lebih dekat kepada takwa. dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan" (Al-Maa'idah:8)

Ayat tersebut menyeru agar manusia dalam seluruh aktivitasnya hendaknya menjadi orang yang selalu berpedoman pada jalan Allah,

sehingga sebagai khalifah di muka bumi, manusia berkewajiban selalu menegakkan kebenaran karena Allah. Untuk membuktikan bahwa yang dilakukan telah benar dan sesuai dengan ajaran Allah SWT serta aturan yang ada, maka harus dilakukan pemeriksaan oleh orang yang mengerti tentang aktivitas tersebut. Dalam konteks proses produksi, maka untuk mengontrol atau mengendalikan proses produksi dapat menggunakan grafik pengendali. Hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang terbaik.

## 2.2 Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)

Istilah logika fuzzy saat ini digunakan dalam dua pengertian yang berbeda. Dalam arti sempit, logika fuzzy adalah suatu sistem logis pada suatu informasi logis yang bertujuan pada suatu formalisasi dari taksiran pemikiran. Dalam pengertian luas, logika fuzzy adalah hampir sinonim dengan teori himpunan fuzzy. Teori himpunan fuzzy pada dasarnya suatu teori dari pengelompokan dengan batas-batas yang tidak tajam. Teori himpunan fuzzy lebih luas dibanding logika fuzzy dalam arti sempit dan memiliki cabang lebih dari satu. Di antara cabang-cabang tersebut adalah aritmatika fuzzy, topologi fuzzy, teori grafik fuzzy, dan analisis data fuzzy. (Yudha, 1997:9).

Teori himpunan logika kabur dikembangkan oleh Prof. Lofli Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti logika boolean, logika fuzzy mempunyai nilai yang kontinu. Samar

dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

Logika fuzzy dikembangkan dari teori himpunan fuzzy. Sementara himpunan yang biasa digunakan adalah himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan tegas. Keanggotaan suatu unsur di dalam himpunan dinyatakan secara tegas, apakah objek tersebut anggota himpunan atau bukan. Di dalam teori himpunan fuzzy, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya terletak di antara selang  $[0,1]$ . Teori himpunan fuzzy menawarkan instrumen-instrumen yang memadai untuk pemodelan dan aturan-aturan untuk ahli. Dengan pemodelan variabel linguistik dalam bentuk himpunan fuzzy, maka memungkinkan untuk mengubah aturan-aturan ahli ke dalam istilah matematika. Apalagi teori himpunan fuzzy menawarkan berbagai macam operator yang mampu menggabungkan aturan-aturan tersebut. Aplikasi yang paling penting dari sistem fuzzy adalah dalam masalah-masalah yang tidak pasti (Kusumadewi dan Purnomo, 2004:12).

### 2.3. Himpunan Fuzzy (*Fuzzy Set*)

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A(x)$  memiliki 2 kemungkinan yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau

2. Nol (0), yang berarti dalam suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004:3).

Pada himpunan klasik, derajat keanggotaan dinyatakan dalam suatu bilangan real dalam selang tertutup  $[0,1]$ . Dengan perkataan lain, fungsi keanggotaan dari suatu himpunan kabur  $A$  dalam semesta  $X$  adalah pemetaan  $\mu_A$  dari  $X$  ke selang  $[0,1]$ , yaitu  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ . Nilai fungsi  $\mu_A(x)$  menyatakan derajat keanggotaan unsur  $x \in X$  dalam himpunan kabur  $A$ . Nilai fungsi sama dengan 1 menyatakan keanggotaan penuh, dan nilai fungsi sama dengan 0 menyatakan sama sekali bukan anggota himpunan tersebut. Jadi fungsi keanggotaan dari suatu himpunan tegas  $A$  dalam semesta  $X$  adalah pemetaan dari himpunan  $X$  ke himpunan  $[0,1]$  yaitu:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$

(Susilo, 2006:50).

**Contoh 2.1:**

Jika diketahui:

$s = \{1,2,3,4,5,6\}$  adalah semesta pembicaraan.

$$A = \{1,2,3\}$$

$$B = \{3,4,5\}$$

Bisa dikatakan bahwa:

1. Nilai keanggotaan 2 pada himpunan  $A$ ,  $\mu_A[2] = 1$ , karena  $2 \in A$
2. Nilai keanggotaan 3 pada himpunan  $A$ ,  $\mu_A[3] = 1$ , karena  $3 \in A$
3. Nilai keanggotaan 4 pada himpunan  $A$ ,  $\mu_A[4] = 0$ , karena  $4 \notin A$
4. Nilai keanggotaan 2 pada himpunan  $B$ ,  $\mu_B[2] = 0$ , karena  $2 \notin B$
5. Nilai keanggotaan 3 pada himpunan  $B$ ,  $\mu_B[3] = 1$ , karena  $3 \in B$

Jika pada himpunan tegas, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1. Pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan fuzzy  $\mu_A[x] = 0$  berarti  $x$  tidak menjadi anggota himpunan  $A$ , demikian pula apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang memiliki suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: Muda, Parobaya, dan Tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 5, 10, 15 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

#### 1. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dan lain-lain.

#### 2. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh: Semesta pembicaraan untuk variabel suhu, yaitu  $[0,40]$

#### 3. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Contoh domain himpunan fuzzy, yaitu:

- a. DINGIN = [0,20]
- b. SEJUK = [15,25]
- c. NORMAL = [20,30]
- d. HANGAT = [25,35]
- e. PANAS = [30,40]

(Kusumadewi dan Purnomo, 2004:6-8).

#### 2.4. Fungsi Keanggotaan

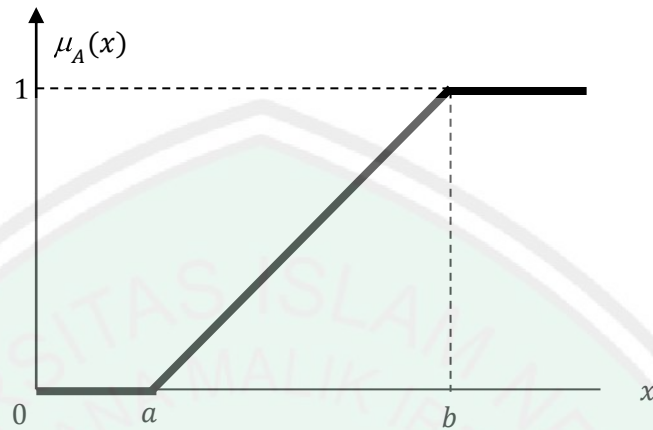
Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Dalam buku yang ditulis oleh Kusumadewi dan Purnomo (2004:8) dijelaskan bahwa ada beberapa fungsi yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan, yaitu:

##### 2.4.1. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linier. *Pertama*, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat

keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



Gambar 2.1. Representasi Linier Naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases} \quad (2.1)$$

Fungsi keanggotaan linier naik pada gambar 2.1 di atas diperoleh dari persamaan garis dari titik ke titik, yaitu dengan titik  $(a, 0)$  dan  $(b, 1)$ , yaitu:

$$\frac{\mu - \mu_a}{\mu_b - \mu_a} = \frac{x - x_a}{x_b - x_a}$$

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

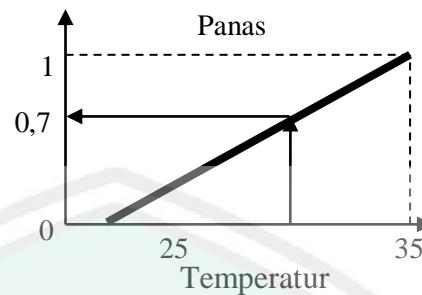
$$\mu = \frac{x - a}{b - a}$$

### Contoh 2.2:

Fungsi keanggotaan untuk himpunan Panas pada variabel temperatur ruangan seperti berikut dengan domain  $[25, 35]$  sebagai berikut:

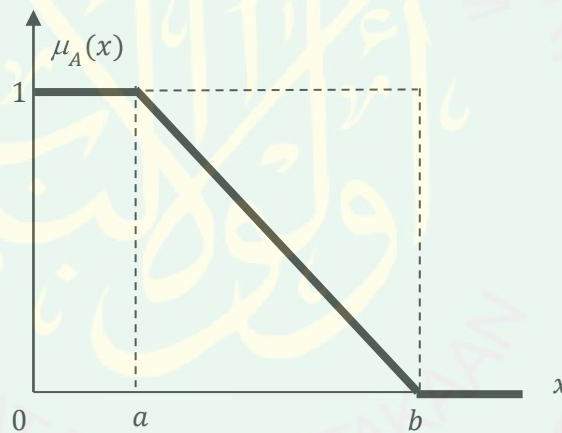
$$\mu_{Panas}[32] = \frac{(32 - 25)}{(35 - 25)}$$

$$= \frac{7}{10} = 0,7$$



Gambar 2.2. Himpunan Fuzzy Panas

*Kedua*, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.3. Representasi Linier Turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{b-a}, & a < x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases} \quad (2.2)$$

Fungsi keanggotaan linier turun pada gambar 2.3 di atas diperoleh dari persamaan garis dari titik ke titik, yaitu dengan titik dan untuk titik  $(a, 1)$  dan  $(b, 0)$ , yaitu:

$$\frac{\mu - \mu_a}{\mu_b - \mu_a} = \frac{x - x_a}{x_b - x_a}$$

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

$$\frac{\mu - 1}{-1} = \frac{x - a}{b - a}$$

$$\mu(b - a) - b + a = a - x$$

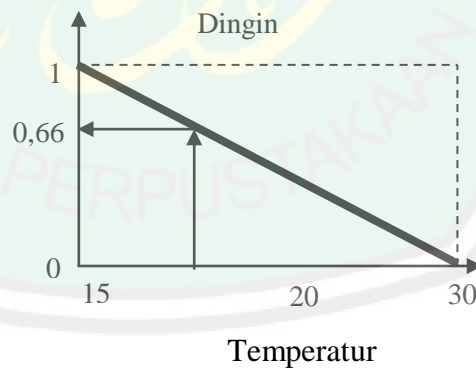
$$(b - a)\mu = b - x$$

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

### Contoh 2.3:

Fungsi keanggotaan untuk himpunan Dingin pada variabel temperatur ruangan dengan domain  $[15, 30]$  sebagai berikut:

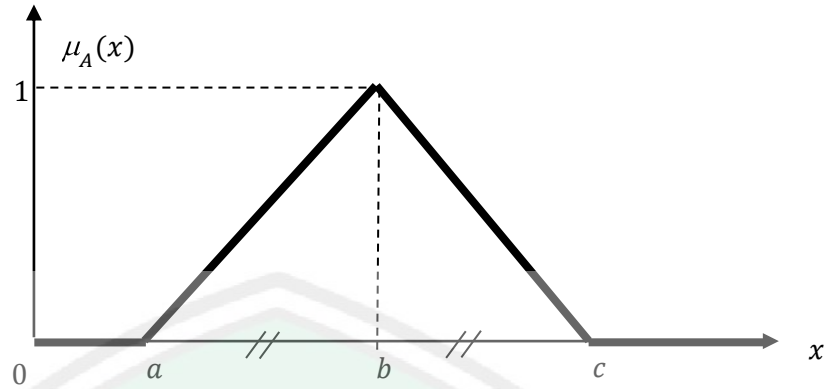
$$\begin{aligned}\mu_{Dingin}[20] &= \frac{(30 - 20)}{(30 - 15)} \\ &= \frac{10}{15} = 0,66\end{aligned}$$



Gambar 2.4. Himpunan Fuzzy Dingin

### 2.4.2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linier yang ditandai oleh adanya tiga parameter  $(a, b, c)$  yang akan menentukan koordinat  $x$  dari tiga sudut.



Gambar 2.5. Kurva Segitiga

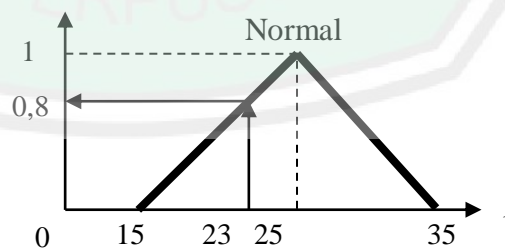
Fungsi keanggotaan:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x \leq a \text{ atau } x > c \end{cases} \quad (2.3)$$

#### Contoh 2.4:

Fungsi keanggotaan untuk himpunan Normal pada variabel temperatur ruangan dengan domain  $[15, 25, 35]$  seperti terlihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{Normal}[33] &= \frac{(33 - 25)}{(25 - 15)} \\ &= \frac{8}{10} = 0,8 \end{aligned}$$



Gambar 2.6. Himpunan Fuzzy Normal

## 2.5. Variabel Linguistik

Variabel linguistik berbeda dengan variabel numerik, variabel linguistik merupakan variabel yang bernilai kata/kalimat, bukan angka.

Sebagai alasan, mengapa menggunakan kata/kalimat daripada angka karena peranan bahasa kurang spesifik dibandingkan angka, namun informasi yang disampaikan lebih informatif. Variabel linguistik merupakan konsep penting dalam logika fuzzy dan memegang peranan penting dalam beberapa aplikasi.

Misalnya jika “kecepatan” adalah variabel linguistik, maka nilai linguistik untuk variabel kecepatan adalah, misalnya “Lambat”, “Sedang”, “Cepat”. Hal ini sesuai dengan kebiasaan manusia sehari-hari dalam menilai sesuatu, misalnya “Ia mengendarai mobil dengan cepat”, tanpa memberikan nilai berapa kecepatannya. Contoh lain dalam mengkriteriakan usia (Muda, Separuh baya, dan Tua), suhu (Dingin, Sedang, dan Panas), kecepatan (Lambat, Pelan, dan Cepat), kinerja (Baik, Biasa-biasa saja, dan Kurang baik), dll.

Variabel linguistik adalah variabel peubah yang menggunakan kata-kata dalam sebagian nilainya. Variabel bahasa secara umum ditulis dalam bentuk  $(X, T(x), U, g, m)$  dimana  $X$  adalah nama variabel, seperti “Suhu hari ini”,  $T$  adalah nilai bahasa seperti “Lambat”, “Cepat”, “Panas”, “Dingin”, dan sebagainya,  $U$  adalah nilai sebenarnya (nilai *crisp*) untuk  $X$ ,  $g$  adalah sintaktis (tata bahasa), dan  $m$  adalah aturan semantik yang menghubungkan nilai bahasa pada  $T$  dengan himpunan fuzzy pada  $X$ . Misalnya “ $X$  adalah lambat” dan sebagainya. Pada kenyataannya manusia sering menggunakan lebih dari satu kata untuk mewakili variabel misalnya “Sangat cepat”, “Tidak lambat”, “Agak cepat”, dan sebagainya. Kata-kata

“Sangat”, “Tidak”, “Agak”, disebut dengan istilah *hedges* (Susilo, 2006:135).

## 2.6. Operator Dasar Zadeh

### 2.6.1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. Operator ini diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Persamaan operator ini dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.4)$$

#### Contoh 2.6:

Misalkan nilai keanggotaan usia 27 tahun pada himpunan Muda adalah  $(\mu_{Muda}(27) = 0,6)$  atau pada himpunan Tua adalah  $(\mu_{Tua}(27) = 0,4)$ , maka operator AND yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{Muda \cap Tua} &= \min(\mu_{Muda}(27), (\mu_{Tua}(27))) \\ &= \min(0,6; 0,4) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

### 2.6.2. Operasi OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. Operator ini diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Persamaan operator ini dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.5)$$

**Contoh 2.5:**

Pada contoh 2.4, maka operator OR yaitu:

$$\begin{aligned}\mu_{Muda \cup Tua} &= \max(\mu_{Muda}(27), (\mu_{Tua}(27))) \\ &= \max(0,6; 0,4) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

(Kusumadewi dan Purnomo, 2004:25-26).

**2.7. Distribusi Peluang****Definisi 2.1**

Fungsi  $f(x)$  merupakan fungsi padat peluang peubah acak diskrit  $X$  bila untuk setiap kemungkinan hasil  $x$ , berlaku:

1.  $f(x) \geq 0$
2.  $\sum_x f(x) = 1$
3.  $P(X = x) = f(x)$ , (Walpole dan Myers, 1995:54).

**Definisi 2.2**

Fungsi  $f(x)$  merupakan fungsi peluang peubah acak kontinu  $X$ , yang didefinisikan di atas himpunan semua bilangan riil  $R$  bila berlaku:

1.  $f(x) \geq 0$  untuk semua  $x \in R$
2.  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$
3.  $P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx$ , (Walpole dan Myers, 1995:60).

**2.8. Ekspektasi****Definisi 2.3**

Misalkan  $X$  suatu peubah acak dengan distribusi peluang  $f(x)$ . Nilai harapan atau rata-rata  $X$  adalah

$$\mu = E[X] = \sum_x xf(x)$$

bila  $X$  diskrit, dan

$$\mu = E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

bila  $X$  kontinu (Walpole dan Myers, 1995:94).

Ekspektasi  $E[X]$  disebut ekspektasi matematika dari  $X$ , disebut pula sebagai mean (*mean value*) dari  $X$ . Simbol  $E[X]$  sering pula disajikan sebagai  $\mu_x$  atau  $\mu$ .

## 2.9. Variansi

### Definisi 2.1

Misalkan  $X$  peubah acak dengan distribusi peluang  $f(x)$  dan rata-rata  $\mu$ .

Variansi  $X$  adalah

$$\sigma^2 = E[(X - \mu)^2] = \sum_x (x - \mu)^2 f(x)$$

bila  $X$  diskrit, dan

$$\sigma^2 = E[(X - \mu)^2] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$$

bila  $X$  kontinu. Akar positif variansi  $\sigma$  disebut simpangan baku  $X$  (Walpole dan Myers, 1995:104).

### Teorema 2.1

Misalkan  $X$  peubah acak dengan distribusi peluang  $f(x)$  dan rata-rata  $\mu$ .

Variansi peubah acak  $X$  adalah

$$\sigma^2 = E[X^2] - \mu^2$$

(Walpole dan Myers, 1995:105).

**Bukti:**Untuk kasus diskrit

$$\begin{aligned}
\sigma^2 &= E[(X - \mu)^2] \\
&= \sum_x (x - \mu)^2 f(x) && \text{(definisi 2.4)} \\
&= \sum_x (x^2 - 2\mu x + \mu^2) f(x) \\
&= \sum_x (x^2) f(x) - 2\mu \sum_x x f(x) + \mu^2 \sum_x f(x) \\
&= \sum_x (x^2) f(x) - 2\mu\mu + \mu^2 \cdot 1 && \text{(definisi 2.3 dan 2.1)} \\
&= \sum_x (x^2) f(x) - 2\mu^2 + \mu^2 \\
&= \sum_x (x^2) f(x) - \mu^2 \\
&= E[X^2] - \mu^2 && \text{(definisi 2.3)}
\end{aligned}$$

Untuk kasus kontinu

$$\begin{aligned}
\sigma^2 &= E[(X - \mu)^2] \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx && \text{(definisi 2.4)} \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x^2 - 2\mu x + \mu^2) f(x) dx \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x^2) f(x) dx - 2\mu \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx + \mu^2 \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x^2) f(x) dx - 2\mu\mu + \mu^2 \cdot 1 && \text{(definisi 2.3 dan 2.2)} \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x^2) f(x) dx - 2\mu^2 + \mu^2 \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} (x^2) f(x) dx - \mu^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= E[X^2] - \mu^2 \\
 &= E[X^2] - (E[X])^2 \qquad \qquad \qquad (\text{definisi 2.3})
 \end{aligned}$$

## 2.10. Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik

Dalam lingkungan bisnis modern kualitas produk yang dihasilkan merupakan hal yang sangat penting dan menjadi modal dasar dalam melakukan persaingan bisnis. Kualitas menjadi faktor utama keputusan konsumen dalam banyak produk dan jasa. Oleh sebab itulah pengendalian kualitas memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Barang yang dihasilkan ditentukan kualitasnya berdasarkan pengukuran atau penilaian karakteristik-karakteristik tertentu. Hasil pengukuran yang dipakai untuk penentuan kualitas barang, harganya berubah-ubah dari produk yang satu ke produk lainnya meskipun kondisi proses produksi dapat diusahakan sama. Dengan demikian timbullah variasi kualitas.

Ditinjau dari statistika, ada dua macam variasi kualitas, yaitu:

- a. Bersifat *probabilistik*, yaitu variasi yang terjadi karena secara kebetulan dan tidak dapat dielakkan,
- b. Bersifat *eratik*, yaitu variasi yang terjadi tidak menentu dikarenakan timbulnya penyebab tak wajar (Sudjana, 2005).

Suatu proses dengan variasi kualitas yang bersifat probabilistik dan memenuhi spesifikasi tertentu, dikatakan bahwa proses berjalan dalam kendali. Dalam hal ini, proses dibiarkan terus berlangsung. Namun, jika terjadi proses dengan variasi kualitas yang bersifat eratik, maka proses dikatakan di luar kendali dan harus ditemukan penyebabnya kemudian

dihilangkan. Dengan kata lain, proses yang keluar dari kendali harus dihentikan dan diperbaiki supaya terjadi proses dalam kendali. Untuk dapat melakukan hal ini, maka perlu diadakan pengendalian kualitas.

Menurut Montgomery (1990:3) pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan atau manajemen yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri – ciri kualitas, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sama apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar.

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistika (Ariani, 2004: 54).

Tujuan dari pengendalian kualitas adalah menyidik dengan cepat sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian hingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak produk yang tidak sesuai dengan standar produk yang diinginkan. Tujuan akhir dari pengendalian kualitas adalah menyingkirkan variabilitas dalam proses (Montgomery, 1990:120).

Variabilitas yang dimaksud adalah variabilitas antar sampel (misalnya rata-rata atau nilai tengah) dan variabilitas dalam sampel (misalnya *range* atau standar deviasi). Apabila diambil sampel dari populasi yang sama, variasi statistik akan terjadi dari sampel ke sampel dan variasi *range* dapat dihitung, bentuk ini merupakan dasar dari batas yang dihitung pada diagram pengendali (*control chart*).

### 2.11. Grafik Pengendali Shewhart

Dikatakan grafik pengendali Shewhart karena grafik pengendali (*control chart*) ini pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari *Bell Telephone Laboratories*, Amerika Serikat pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special-causes variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common-causes variation*). Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum. Grafik pengendali merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami secara benar (Gaspersz, 1998:107).

Menurut Gaspersz (1998), pada dasarnya grafik pengendali dipergunakan untuk:

1. Mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik
2. Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab-umu
3. Menentukan kemampuan proses (*proses capability*). Setelah proses berada dalam pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Pada prinsipnya setiap diagram pengendali mempunyai:

1. Garis tengah (*central line*), yang biasanya dinotasikan *CL*.

2. Sepasang batas kendali (*control limits*), dimana satu batas kendali ditempatkan dibawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas (*upper control limit*), biasanya dinotasikan sebagai *UCL*, dan satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal dengan batas kendali bawah (*lower control limits*), biasanya dinotasikan sebagai *LCL*.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang dibarkan (diplot) pada diagram itu berada di dalam batas-batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. Namun jika nilai-nilai yang dibarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali proses yang ada.

Batas-batas kendali ini dipilih sedemikian hingga apabila proses terkendali, hampir semua titik-titik sampel akan jatuh di antara kedua garis itu. Selama titik-titik terletak di dalam batas-batas kendali, proses dianggap dalam keadaan terkendali, dan tidak perlu tindakan apapun. Tetapi satu titik yang terletak di luar batas kendali diinterpretasikan sebagai fakta bahwa proses tak terkendali dan diperlukan tindakan penyelidikan dan perbaikan (Montgomery, 1990:121).

Jika  $w$  suatu statistik yang mengukur suatu karakteristik kualitas, dan jika rata-rata w adalah  $\mu_w$  dan variansi  $w$  adalah  $\sigma_w^2$  maka model umum grafik pengendali Shewhart adalah sebagai berikut:

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w \quad (2.6)$$

$$CL = \mu_w \quad (2.7)$$

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w \quad (2.8)$$

Keterangan:

$UCL$  = *Upper control limit* (batas kendali atas )

$CL$  = *Control line* (garis kendali)

$LCL$  = *Lower control limit* (batas kendali bawah)

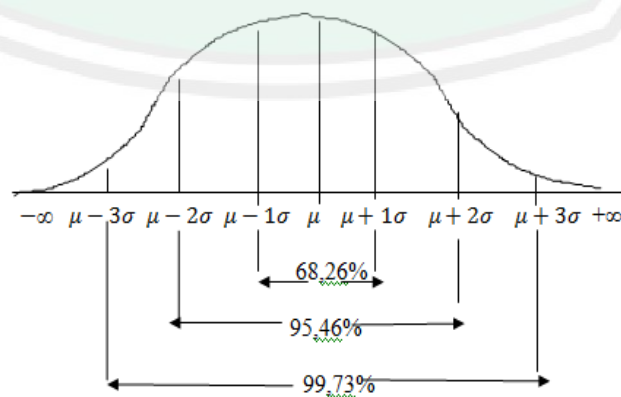
$w$  = Statistik sampel yang digunakan sebagai ukuran karakteristik kualitas proses produksi

$k$  = Jarak batas kendali dari garis tengah yang dinyatakan dalam unit simpangan baku

$\sigma_w$  = Simpangan baku dari  $w$

$\mu_w$  = Rata-rata dari  $w$

Nilai simpangan baku  $w$  diperoleh dari simpangan baku proses dibagi akar dari banyaknya sampel yang diambil pada setiap pengamatan (*sample size*), peran simpangan baku ( $\sigma_w$ ) dari suatu distribusi Normal mempunyai interpretasi sederhana seperti gambar berikut.



Gambar 2.7. Luas di Bawah Kurva Distribusi Normal

Perhatikan bahwa 68,26% dari nilai-nilai populasi itu berada di antara batas-batas yang didefinisikan oleh rata-rata ditambah dan dikurangi satu simpangan baku ( $\mu \pm 1\sigma$ ), 95,46% dari nilai-nilai populasi itu berada di antara batas-batas yang didefinisikan oleh rata-rata ditambah dan dikurangi dua simpangan baku ( $\mu \pm 2\sigma$ ), dan 99,73% dari nilai-nilai populasi itu berada diantara batas-batas yang didefinisikan oleh rata-rata ditambah dan dikurangi tiga simpangan baku ( $\mu \pm 3\sigma$ ). Jadi simpangan baku mengukur jarak pada skala mendatar yang berkaitan dengan batas-batas luas daerah dibawah kurva sebesar 68,26%; 95,46%; dan 99,73% luasan. Karena semakin besar nilai  $k$  maka semakin kecil nilai kesalahan pada proses produksi. Umumnya nilai  $k$  yang digunakan sama dengan 3. Sehingga pendekatan dengan distribusi Normal ini biasa disebut dengan istilah batas kendali 3 sigma (Montgomery, 1990:47 dan 144).

Pengelompokan jenis-jenis grafik pengendali tergantung pada tipe datanya. Gaspersz (1998) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses statistik dikenal dua jenis data yaitu data variabel dan data atribut. Dalam penelitian ini yang dibahas adalah data variabel. Data variabel merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, banyaknya ukuran kertas dalam setiap rim, atau yang berupa ukuran. Grafik pengendali untuk data variabel adalah grafik pengendali  $\bar{x}$  dan  $R$  dan grafik pengendali  $\bar{x}$  dan  $S$ .

## 2.12. Grafik Pengendali Variabel

Pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel sering disebut sebagai metode *control chart* untuk data variabel. Metode ini digunakan untuk menggambarkan variasi atau penyimpangan yang terjadi pada kecenderungan memusat dan penyebaran observasi. Beberapa grafik pengendali untuk data variabel adalah grafik pengendali  $\bar{x}$  (rata-rata) dan  $R$  (*Range*) dimana grafik tersebut digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu, sehingga grafik pengendali  $\bar{x}$  dan  $R$  sering disebut sebagai grafik pengendali untuk data variabel, dan grafik pengendali  $\bar{x}$  dan  $S$  (standar deviasi) digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian yang diukur dengan menggunakan rumus standar deviasi. Penggunaan grafik pengendali  $S$  digunakan bersama dengan grafik pengendali  $\bar{x}$  (Ariani, 2004:87-95).

Apabila ukuran sampel  $n$  cukup besar, misalkan  $n > 10$ . Metode rentang guna menaksir  $\sigma$  kehilangan efisiensi statistiknya. Dalam hal seperti ini, yang terbaik adalah mengganti  $\bar{x}$  dan  $R$  yang bisa dengan grafik-grafik  $\bar{x}$  dan  $S$ , dengan standar proses ditaksir secara langsung tidak melalui  $R$ . Guna tujuan pengendalian, maka cari tiap himpunan bagian harus menghitung rata-rata sampel  $\bar{x}$  dan deviasi standar sampel  $S$  (Montgomery, 1990:235).

Misalkan karakteristik kualitas berdistribusi normal dengan rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma$  keduanya diketahui. Jika  $x_1, x_2, \dots, x_n$  sampel berukuran  $n$ , maka rata-rata sampel adalah sebagai berikut. (Montgomery, 1990:206 dan 235-238)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.9)$$

diketahui bahwa  $\bar{x}$  berdistribusi normal dengan rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ , peluangnya adalah  $1 - \alpha$  bahwa setiap rata-rata sampel akan diantara batas-batas kendali, yaitu:

$$\mu + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma_{\bar{x}} = \mu + Z_{\frac{\alpha}{2}}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.10)$$

dan

$$\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma_{\bar{x}} = \mu - Z_{\frac{\alpha}{2}}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

Dengan demikian, jika rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma$  keduanya diketahui, persamaan (2.10) dan (2.11) dapat digunakan sebagai batas pengendali atas dan batas pengendali bawah pada grafik pengendali rata-rata sampel, dengan menggantikan  $Z_{\frac{\alpha}{2}}$  menjadi 3, sehingga digunakan batas  $3\sigma$ .

$$\mu + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma_{\bar{x}} = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.12)$$

dan

$$\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma_{\bar{x}} = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.13)$$

Sebagaimana dalam grafik pengendali Shewhart (2.6), (2.7), dan (2.8) bersama persamaan (2.12), dan (2.13), misalnya kuantitas  $3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = A$  merupakan suatu konstan yang tergantung pada  $n$ . Maka, parameter grafik  $\bar{x}$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$UCL = \mu + A\sigma \quad (2.14)$$

$$CL = \mu \quad (2.15)$$

$$LCL = \mu - A\sigma \quad (2.16)$$

Jika rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma$  keduanya tidak diketahui, maka harus ditaksir. Misalkan tersedia  $m$  pengamatan, masing-masing memuat  $n$  sampel, dan misalkan  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$  adalah rata-rata tiap sampel. Maka penaksir terbaik untuk rata-rata proses  $\mu$  adalah mean keseluruhan, yaitu

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad (2.17)$$

atau bisa dituliskan

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i$$

dimana  $i = 1, 2, \dots, n$ .  $\bar{\bar{x}}$  digunakan sebagai garis tengah (*center line*) grafik  $x$ . Selanjutnya, Jika  $\sigma^2$  merupakan variansi distribusi peluang yang tidak diketahui, maka penaksir tak bias untuk  $\sigma^2$  adalah variansi sampel

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.18)$$

Tetapi, standar deviasi sampel  $S$  bukan penaksir tak bias untuk  $\sigma$ . Jika distribusi yang melandasinya normal, sebenarnya  $S$  menaksir  $c_4\sigma$ , dengan  $c_4$  suatu konstanta yang tergantung pada ukuran sampel  $n$  sebagai berikut.

$$c_4 = \left( \frac{2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left[\frac{(n-1)}{2}\right]} \quad (2.19)$$

Misalkan tersedia  $m$  pengamatan, masing-masing berukuran  $n$ , dan misalkan  $S_i$  adalah standar deviasi sampel ke- $i$ . Maka rata-rata  $m$  standar deviasi adalah

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \quad (2.20)$$

Karena deviasi standar  $S$  adalah  $\sigma\sqrt{1 - c_4^2}$  dan statistik  $\frac{\bar{S}}{c_4}$  adalah penaksir tak bias untuk  $\sigma$  maka parameter grafik  $S$  dari persamaan (2.14), (2.15) dan (2.16) dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$UCL = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.21)$$

$$CL = \bar{S} \quad (2.22)$$

$$LCL = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.23)$$

Dan untuk parameter grafik  $\bar{x}$  dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{S}}{c_4\sqrt{n}} \quad (2.24)$$

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad (2.25)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{S}}{c_4\sqrt{n}} \quad (2.26)$$

(Montgomery, 1990:235-237)

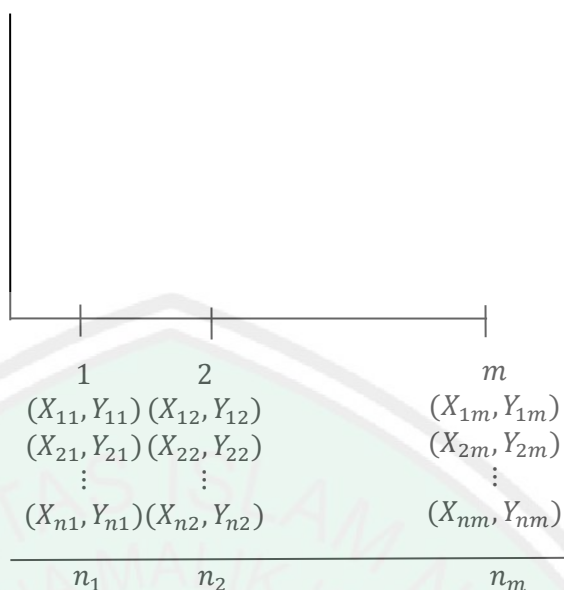
## BAB III

### PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini, penulis akan mengkaji grafik pengendali variabel fuzzy linguistik untuk ukuran sampel berbeda. Pengamatan tidak bisa secara langsung dikelompokkan dalam suatu kelompok atau himpunan tertentu dikarenakan ketidakjelasan batas perbedaan antara kelompok himpunan ini, untuk itu digunakan himpunan fuzzy dengan mengubah variabel data pengamatan ke dalam variabel linguistik.

#### 1.1. Mentransformasikan Data Pengamatan ke Dalam Variabel Linguistik

Data pengamatan pada suatu produk dapat ditransformasi ke dalam sebuah variabel linguistik tertentu dengan kategori tertentu untuk menggambarkan kondisi dari produk tersebut, misalnya Baik, Sedang, atau Jelek. Misal ambil suatu produksi sebanyak  $m$  pengamatan, dimana setiap pengamatan ke- $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  memiliki ukuran sampel pengamatan sebanyak  $n_j$ , setiap produk pada sampel ke- $h$ ,  $h = 1, 2, \dots, n$  dan pengamatan ke- $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ . Dalam penelitian ini, kualitas produk diukur berdasarkan 2 variabel yaitu variabel  $X$  adalah bobot kertas HVS 60 dan variabel  $Y$  adalah *whiteness* kertas HVS 60, sehingga dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 3.1. Ilustrasi Variabel  $X$  dan  $Y$

dimana  $X_{hj}$  dan  $Y_{hj}$  merupakan hasil produksi sampel ke- $h$  pengamatan ke- $j$  dengan  $h = 1, 2, \dots, n$  dan  $j = 1, 2, \dots, m$ . Selanjutnya menentukan variabel fuzzy dan semesta pembicaraan. Seperti pada Gambar 3.1 di atas variabel fuzzy terdiri dari variabel  $X$  dan variabel  $Y$ . Setelah itu menentukan semesta pembicaraan yang diperoleh dari range nilai terendah sampai nilai tertinggi. Untuk variabel  $X$  yaitu  $(X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})$  dan untuk variabel  $Y$  yaitu  $(Y_{\text{maks}} - Y_{\text{min}})$ . Dari semesta pembicaraan kita dapat mencari nilai domain. Dalam penelitian ini nilai domain untuk masing-masing kategori didasarkan pada kurva segitiga dengan parameter yang digunakan sebanyak kategori yang menentukan karakteristik data. Pada penelitian ini, penulis mengambil 3 kategori yaitu baik, sedang, dan jelek. Sehingga parameter yang digunakan sebanyak 3 misal  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Selanjutnya membentuk himpunan fuzzy dari masing-masing variabel.

**Contoh 3.1:**

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Dalam penelitian ini penulis memperoleh data semesta pembicaraan dengan menentukan data terkecil sampai data terbesar. Untuk variabel  $X$  (bobot kertas HVS 60) data terkecil yaitu 45,68 dan data yang terbesar yaitu 61,32. Sedangkan untuk variabel  $Y$  (*whiteness* kertas HVS 60) data yang terkecil yaitu 80 dan data yang terbesar yaitu 95 (data pengamatan dapat dilihat pada lampiran 1). Dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1. Semesta Pembicaraan

Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Bobot Kertas HVS 60	[45,68– 61,32]
<i>Whiteness</i> Kertas HVS 60	[80– 95]

Setelah memperoleh semesta pembicaraan, maka penulis membentuk himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy ini dibuat untuk masing-masing variabel terlihat pada Tabel 3.2 yaitu untuk variabel bobot HVS 60 dan *whiteness* HVS 60 dibagi masing-masing menjadi 3 kategori. Untuk variabel bobot yaitu Ringan, Sedang, dan Berat. Sedangkan untuk variabel *whiteness* yaitu Gelap, Sedang, dan Terang.

Tabel 3.2. Himpunan Fuzzy

Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Bobot HVS 60	Ringan	[45,68– 61,32]	[45,68 – 53,5]
	Sedang		[45,68– 61,32]
	Berat		[53,5– 61,32]
<i>Whiteness</i> HVS 60	Gelap	[80– 95]	[80-87,5]
	Sedang		[80-95]
	Putih		[87,5-95]

Penulis menggunakan nilai pada domain sebagai parameter fungsi keanggotaan fuzzy. Dengan menggunakan data yang ada maka dapat dilakukan perhitungan parameter berdasarkan rentang nilai. Parameternya dapat dilihat pada Tabel 3.3 yaitu

Tabel 3.3. Parameter Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Variabel	Parameter
<b>Bobot HVS 60</b>	(45,68)(53,5)(61,32)
<b>Whiteness HVS 60</b>	(80)(87,5)(95)

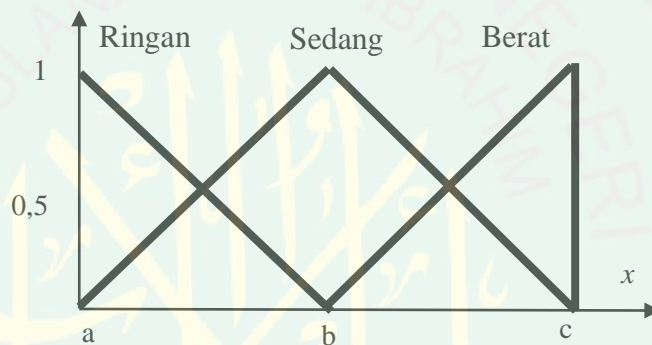
Langkah selanjutnya mengklasifikasikan data pengamatan ke dalam variabel lingustik. Dari contoh 3.1 di atas, telah didapatkan parameter fuzzy 2 variabel. Parameter tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan masing-masing variabel dengan menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga. Data pengamatan  $X_{hj}$  akan diklasifikasikan ke dalam  $s$  kategori yang memiliki nilai keanggotaan  $f_d$  dengan  $0 \leq f_d \leq 1$  dimanad  $=1,2,\dots,s$ . Dan untuk  $Y_{hj}$  akan diklasifikasikan ke dalam  $t$  kategori yang memiliki nilai keanggotaan  $g_d$  dengan  $0 \leq g_d \leq 1$  dimanad  $=1,2,\dots,t$ . Fungsi keanggotaan kurva segitiga data pengamatan  $X_{hj}$  dalam variabel  $X$  dengan  $s = 3$  dan memiliki parameter  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) , yaitu:

$$\mu_1(X_{hj}) = \begin{cases} \frac{b - X_{hj}}{b - a}; & a \leq X_{hj} \leq b \\ 0; & X_{hj} > b \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_2(X_{hj}) = \begin{cases} 0; & X_{hj} \leq a \text{ atau } X_{hj} > c \\ \frac{X_{hj} - a}{b - a}; & a < X_{hj} \leq b \\ \frac{c - X_{hj}}{c - b}; & b < X_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_3(X_{hj}) = \begin{cases} 0; & X_{hj} \leq b \\ \frac{X_{hj} - b}{c - b}; & b < X_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.3)$$

Fungsi keanggotaan kurva segitiga variabel  $X$  dapat direpresentasikan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Bobot

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan dari data pengamatan maka penulis menentukan salah satu kategori yang menunjukkan karakteristik data tersebut yaitu dengan mengambil nilai keanggotaan dari masing-masing kategori yang terbesar. Untuk menentukan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis menggunakan operasi dasar Zadeh yaitu operasi OR. Operator ini mengambil nilai keanggotaan terbesar. Untuk data pengamatan  $X_{hj}$  yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max ( f_1(X_{hj}), f_2(X_{hj}), f_3(X_{hj}) ) \\ &= f(X_{hj}) \end{aligned} \quad (3.4)$$

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis dapat menentukan suatu kategori dengan nilai linguistik tertentu dalam data

pengamatan. Untuk variabel  $X$  penulis memisalkan kategori yaitu Ringan, Sedang, atau Berat. Maka dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$f(X_{hj}) = \begin{cases} 1, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Ringan} \\ 0,5, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Sedang} \\ 0, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Berat} \end{cases}$$

Kategori dari  $f(X_{hj})$  dicirikan oleh himpunan fuzzy yaitu  $\{s_1, s_2, s_3\}$ .

Sehingga dapat dituliskan oleh suatu himpunan fuzzy sebagai berikut.

$$\{(s_1, 1), (s_2, 0,5), (s_3, 0)\} = \{(Ringan, 1), (Sedang, 0,5), (Berat, 0)\}$$

Jadi, misalkan jika dalam suatu pengamatan menghasilkan kualitas Ringan maka diberi nilai 1, jika pengamatan menghasilkan kualitas Sedang maka diberi nilai 0,5, dan jika pengamatan menghasilkan kualitas Berat maka diberi nilai 0.

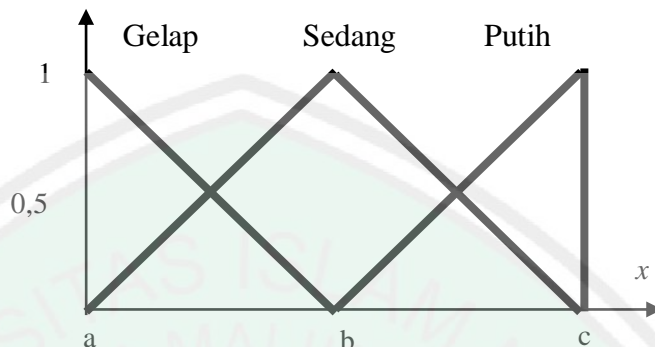
Fungsi keanggotaan kurva segitiga untuk variabel  $Y$  data pengamatan  $Y_{hj}$  dengan  $t = 3$  dan memiliki parameter  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3), yaitu:

$$\mu_1(Y_{hj}) = \begin{cases} \frac{b - Y_{hj}}{b - a}; & a \leq Y_{hj} \leq b \\ 0; & Y_{hj} > b \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_2(Y_{hj}) = \begin{cases} 0; & Y_{hj} \leq a \text{ atau } Y_{hj} > c \\ \frac{Y_{hj} - a}{b - a}; & a < Y_{hj} \leq b \\ \frac{c - Y_{hj}}{c - b}; & b < Y_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.6)$$

$$\mu_3(Y_{hj}) = \begin{cases} 0; & Y_{hj} \leq b \\ \frac{Y_{hj} - b}{c - b}; & b < Y_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.7)$$

Fungsi keanggotaan kurva segitiga variabel  $Y$  dapat direpresentasikan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel *Whiteness*

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan dari data pengamatan maka penulis menentukan salah satu kategori yang menentukan karakteristik data tersebut yaitu dengan mengambil nilai keanggotaan dari masing-masing kategori yang terbesar.. Untuk menentukan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis menggunakan operasi dasar Zadeh yaitu operasi OR. Operator ini mengambil nilai keanggotaan terbesar. Untuk data pengamatan  $Y_{hj}$  yaitu:

$$\begin{aligned}\mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (g_1(Y_{hj}), g_2(Y_{hj}), g_3(Y_{hj})) \\ &= g(Y_{hj})\end{aligned}\quad (3.8)$$

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis dapat menentukan suatu kategori dengan nilai linguistik tertentu dalam data pengamatan. Untuk variabel  $Y$  penulis memisalkan kategori yaitu Gelap, Sedang, atau Putih. Maka dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$g(Y_{hj}) = \begin{cases} 1, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Gelap} \\ 0,5, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Sedang} \\ 0, & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Putih} \end{cases}$$

Kategori dari  $g(Y_{hj})$  dicirikan oleh himpunan fuzzy yaitu  $\{t_1, t_2, t_3, \}$ .

Sehingga dapat dituliskan oleh suatu himpunan fuzzy sebagai berikut:

$$\{(t_1, 1), (t_2, 0,5), (t_3, 0)\} = \{(Gelap, 1), (Sedang, 0,5), (Putih, 0)\}.$$

Jadi, misalkan jika dalam suatu pengamatan menghasilkan kualitas gelap maka diberi nilai 1, jika pengamatan menghasilkan kualitas sedang maka diberi nilai 0,5, dan jika pengamatan menghasilkan kualitas putih maka diberi nilai 0.

Berdasarkan kategori  $f(X_{hj})$  dan  $f(Y_{hj})$  dari dua variabel  $X$  dan  $Y$  data suatu pengamatan  $X_{hj}$  dan  $Y_{hj}$ , selanjutnya penulis akan mengklasifikasikan ke dalam  $l$  kategori, dalam penelitian ini penulis lebih menitikberatkan pada salah satu variabel yaitu variabel  $Y$ . Untuk variabel  $X$  diberi nilai 0,2 dan variabel  $Y$  diberi nilai 0,8.

$X_{hj}$  dengan nilai linguistik  $f(X_{hj})$

$Y_{hj}$  dengan nilai linguistik  $f(Y_{hj})$  maka,

$$(X_{hj}, Y_{hj}) \rightarrow (f(X_{hj}) \times 0,2) + (f(Y_{hj}) \times 0,8) = Z_{hj} \quad (3.9)$$

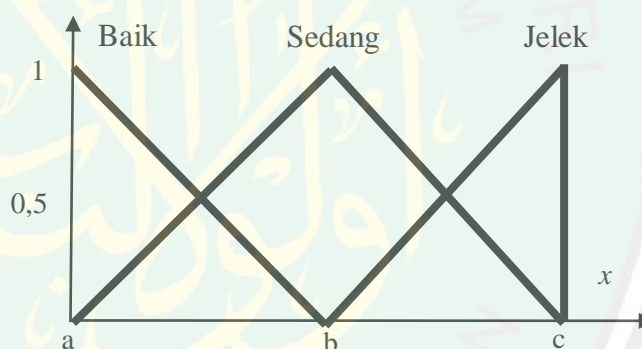
Dari persamaan (3.9) diatas didapatkan satu nilai linguistik  $Z_{hj}$  dari data pengamatan  $X_{hj}$  dan  $Y_{hj}$  yang akan diklasifikasikan ke dalam  $l$  kategori yang memiliki nilai linguistik  $r_i$  dengan  $0 \leq r_i \leq 1$  dimana  $i = 1, 2, \dots, l$ . Penulis mengklasifikannya menggunakan fungsi keanggotaan kurva linier dan segitiga. dengan menggunakan 3 parameter yaitu  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Parameter diperoleh dari nilai linguistik  $r_i$  dengan  $0 \leq r_i \leq 1$ . Fungsi keanggotaan segitiga berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3), yaitu:

$$\mu_1(Z_{hj}) = \begin{cases} \frac{b - Z_{hj}}{b - a}; & a \leq Z_{hj} \leq b \\ 0; & Z_{hj} > b \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\mu_2(Z_{hj}) = \begin{cases} 0; & Z_{hj} \leq a \text{ atau } Z_{hj} > c \\ \frac{Z_{hj} - a}{b - a}; & a < Z_{hj} \leq b \\ \frac{c - Z_{hj}}{c - b}; & b < Z_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu_3(Z_{hj}) = \begin{cases} 0; & Z_{hj} \leq b \\ \frac{Z_{hj} - b}{c - b}; & b < Z_{hj} \leq c \end{cases} \quad (3.12)$$

Fungsi keanggotaan kurva segitiga variabel  $Z_{hj}$  dapat direpresentasikan pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4. Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Z

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan dari data pengamatan maka penulis menentukan salah satu kategori yang menentukan karakteristik data tersebut yaitu dengan mengambil nilai keanggotaan dari masing-masing kategori yang terbesar. Untuk menentukan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis menggunakan operasi dasar Zadeh yaitu operasi OR. Operator ini mengambil nilai keanggotaan terbesar. Untuk data pengamatan  $Z_{hj}$  yaitu:

$$\mu_{1 \cup 2 \cup 3} = \max (r_1(Z_{hj}), r_2(Z_{hj}), r_3(Z_{hj})) \quad (3.13)$$

$$= r(Z_{hj})$$

Setelah mendapatkan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis dapat menentukan suatu kategori dengan nilai linguistik tertentu. Misalkan kategori tersebut adalah Baik, Sedang, atau Jelek, maka dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$r(Z_{hj}) = \begin{cases} 0; & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Baik} \\ 0,5; & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Sedang} \\ 1; & \text{jika karakteristik kualitas dikategorikan Jelek} \end{cases}$$

Kategori dari  $r(Z_{hj})$  dicirikan oleh himpunan fuzzy yaitu  $\{l_1, l_2, l_3\}$ .

Sehingga dapat dituliskan oleh suatu himpunan fuzzy sebagai berikut.

$$\{(l_1, 0), (l_2, 0,5), (l_3, 1)\} = \{(Baik, 0), (Sedang, 0,5), (Jelek, 1)\}.$$

Jadi, misalkan jika dalam suatu pengamatan menghasilkan kualitas Baik maka diberi nilai 0, jika pengamatan menghasilkan kualitas Sedang maka diberi nilai 0,5, dan jika pengamatan menghasilkan kualitas Baik maka diberi nilai 1.

### Contoh 3.2:

Berdasarkan pada contoh 3.1 di atas, telah ditentukan parameter yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan dengan menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga. Penulis memberikan contoh untuk variabel  $X$  (bobot) dan variabel  $Y$  (*whiteness*) dalam data pengamatan ke-1 dengan  $n = 12$  (data pengamatan dapat dilihat pada lampiran 1). Untuk variabel  $X$  fungsi keanggotaan kurva segitiga sampel ke-

1 pengamatan ke-1 yaitu  $X_{1,1} = 61,05$  dengan parameter  $a = 45,68$ ,  $b = 53,5$ , dan  $c = 61,32$  berdasarkan persamaan (3.1), (3.2) dan (3.3) yaitu:

$$\mu_{Ringan}(X_{1,1}) = \begin{cases} \frac{53,5 - X_{1,1}}{7,82}; & 45,68 \leq X_{1,1} \leq 53,5 \\ 0; & X_{1,1} > 53,5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(X_{1,1}) = \begin{cases} 0; & X_{1,1} \leq 45,68 \text{ atau } X_{1,1} > 61,32 \\ \frac{X_{1,1} - 45,68}{7,82}; & 45,68 < X_{1,1} \leq 53,5 \\ \frac{61,32 - X_{1,1}}{7,82}; & 53,5 < X_{1,1} \leq 61,32 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}(X_{1,1}) = \begin{cases} 0; & X_{1,1} \leq 53,5 \\ \frac{X_{1,1} - 53,5}{7,82}; & 53,5 < X_{1,1} \leq 61,32 \end{cases}$$

Selanjutnya hasil nilai keanggotaan data pengamatannya yaitu:

$$X_{1,1} = 61,05 \begin{cases} \mu_{Ringan} = 0 \\ \mu_{Sedang} = 0,03 \\ \mu_{Berat} = 0,97 \end{cases}$$

Setelah itu menentukan nilai keanggotaan yang terbesar dengan menggunakan operasi OR pada persamaan (3.4) yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (f_1(61,05), f_2(61,05), f_3(61,05)) \\ &= \max (0; 0,03; 0,97) \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

Sehingga  $X_{1,1} = 61,05$  termasuk dalam kategori Berat dengan nilai keanggotaan  $\mu_{berat}(61,05) = 0,97$ . Untuk variabel  $Y$  (*whiteness*) fungsi keanggotaan kurva segitiga pada sampel ke-1 pengamatan ke-1 yaitu  $Y_{1,1} = 92$  dengan parameter  $a = 80$ ,  $b = 87,5$ , dan  $c = 9$  berdasarkan persamaan (3.5), (3.6), dan (3.7) yaitu:

$$\mu_{Gelap}(Y_{1,1}) = \begin{cases} \frac{87,5 - Y_{1,1}}{7,5}; & 80 \leq Y_{1,1} \leq 87,5 \\ 0; & Y_{1,1} > 87,5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(Y_{1,1}) = \begin{cases} 0; & Y_{1,1} \leq 80 \text{ atau } Y_{1,1} > 95 \\ \frac{Y_{1,1} - 80}{7,5}; & 80 < Y_{1,1} \leq 87,5 \\ \frac{95 - Y_{1,1}}{7,5}; & 87,5 < Y_{1,1} \leq 95 \end{cases}$$

$$\mu_{Putih}(Y_{1,1}) = \begin{cases} 0; & Y_{1,1} \leq 87,5 \\ \frac{Y_{1,1} - 87,5}{7,82}; & 87,5 < Y_{1,1} \leq 95 \end{cases}$$

Selanjutnya hasil nilai keanggotaan data pengamatannya yaitu:

$$Y_{1,1} = 92 \begin{cases} \mu_{Gelap} = 0 \\ \mu_{Sedang} = 0,4 \\ \mu_{Putih} = 0,6 \end{cases}$$

Setelah itu menentukan nilai keanggotaan yang terbesar dengan menggunakan operasi OR pada persamaan (3.8) yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (g_1(92), g_2(92), g_3(92)) \\ &= \max(0; 0,4; 0,6) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

sedangkan  $Y_{1,1} = 92$  termasuk dalam kategori putih dengan nilai keanggotaan  $\mu_{putih}(92) = 0,6$ . Kategori dari masing masing data pengamatan  $f(X_{hj})$  dan  $g(Y_{hj})$  dicirikan oleh suatu himpunan fuzzy untuk data pengamatan  $f(X_{hj})$  adalah  $\{s_1, s_2, s_3\} = \{Ringan, Sedang, Berat\}$  dan untuk data pengamatan  $g(Y_{hj})$  adalah  $\{t_1, t_2, t_3\} = \{Gelap, Sedang, Putih\}$ . Untuk data pengamatan  $X_{hj}$  penulis menuliskan himpunan fuzzy yaitu  $\{(Ringan, 1), (Sedang, 0,5), (Berat, 0)\}$ . Sedangkan untuk data

pengamatan  $Y_{hj}$  penulis menuliskan himpunan fuzzy yaitu  $\{(Gelap, 1), (Sedang, 0,5), (Putih, 0)\}$ . Maka hasil dari kedua variabel adalah sebagai berikut:

$X_{1,1}$  berkategori Berat dengan nilai keanggotaan = 0

$Y_{1,1}$  berkategori Putih dengan nilai keanggotaan= 0

Selanjutnya kategori dari masing-masing variabel digolongkan ke dalam  $l$  kategori  $\{l_1, l_2, l_3\} = \{Baik, Sedang, Jelek\}$  yang akan dianalisis secara statistik. dengan menggunakan persamaan (3.9) maka,

$$Z_{1,1} \rightarrow (0 \times 0,2) + (0 \times 0,8) = 0$$

Sehingga dalam mendapatkan nilai keanggotaan dari masing-masing kategori dapat dicari menggunakan persamaan (3.10), (3.11), dan (3.12) dengan parameter  $a = 0, b = 0,5$ , dan  $c = 1$  yaitu:

$$\mu_{Baik}(Z_{1,1}) = \begin{cases} \frac{0,5 - Z_{1,1}}{0,5}; & 0 \leq Z_{1,1} \leq 0,5 \\ 0; & Z_{1,1} > 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(Z_{1,1}) = \begin{cases} 0; & Z_{1,1} \leq 0 \text{ atau } Z_{1,1} > 0,5 \\ \frac{Z_{1,1} - 0}{0,5}; & 0 < Z_{1,1} \leq 0,5 \\ \frac{1 - Z_{1,1}}{0,5}; & 0,5 < Z_{1,1} \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{Jelek}(Z_{1,1}) = \begin{cases} 0; & Z_{1,1} \leq 0,5 \\ \frac{Z_{1,1} - 0,5}{0,5}; & 0,5 < Z_{1,1} \leq 1 \end{cases}$$

Selanjutnya hasil nilai keanggotaan data pengamatannya yaitu:

$$Z_{1,1} = 0 \begin{cases} \mu_{Baik} = 1 \\ \mu_{Sedang} = 0 \\ \mu_{Jelek} = 0 \end{cases}$$

Untuk menentukan nilai keanggotaan yang terbesar maka penulis menggunakan operasi dasar Zadeh yaitu operasi OR dengan menggunakan persamaan (3.13) yaitu:

$$\begin{aligned}\mu_{1\cup 2\cup 3} &= \max (r_1(0), r_2(0), r_3(0)) \\ &= \max(1;0;0) \\ &= 1\end{aligned}$$

Maka untuk  $r(Z_{hj})$  penulis menuliskan himpunan fuzzy yaitu  $\{(Baik, 0), (Sedang, 0,5), (Jelek, 1)\}$ . Sehingga data  $(Z_{1,1})$  termasuk ke dalam kategori Baik dengan nilai linguistik 0.

### 1.2. Menentukan Statistik Variabel Kualitas Produk yang Akan Dikontrol

Setelah hasil produksi sudah terklasifikasikan dalam sampel ke- $h$  pengamatan ke- $j$  ( $Z_{hj}$ ) maka pandang pengamatan ke- $j$  dari  $n$  sampel terdapat  $k_{ij}$  yaitu banyaknya sampel kategori ke- $i$  pada pengamatan ke- $j$  dimana  $i = 1,2, \dots, l$  dan  $j = 1,2, \dots, m$  sehingga  $k_{1j} + k_{2j} + \dots + k_{lj} = n_j$ .

Maka dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$k_{ij} = \begin{cases} l_1, & \text{dengan nilai linguistik } r_1 \text{ dikategorikan Baik} \\ l_2, & \text{dengan nilai linguistik } r_2 \text{ dikategorikan Sedang} \\ l_3, & \text{dengan nilai linguistik } r_3 \text{ dikategorikan Jelek} \end{cases}$$

#### Contoh 3.3:

Berdasarkan contoh 3.2, maka dalam data pengamatan ke-1 dengan  $n = 12$ , yaitu:

$Z_{1,1}$  merupakan linguistik  $l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1$  berkategori Baik

$Z_{2,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{3,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{4,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{5,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{6,1}$  merupakan linguistik  $l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1$  berkategori Baik

$Z_{7,1}$  merupakan linguistik  $l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1$  berkategori Baik

$Z_{8,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{9,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{10,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{11,1}$  merupakan linguistik  $l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2$  berkategori Sedang

$Z_{12,1}$  merupakan linguistik  $l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1$  berkategori Baik

Sehingga dapat diperoleh:

$k_{1,1} = \sum l_1 = 4$  dengan nilai keanggotaan  $r_1 = 0$  dan tergolong Baik..

$k_{2,1} = \sum l_2 = 8$  dengan nilai keanggotaan  $r_2 = 0,5$  dan tergolong Sedang.

$k_{3,1} = \sum l_3 = 0$  dengan nilai keanggotaan  $r_3 = 1$  dan tergolong Jelek.

Dari beberapa definisi diatas, statistik sampel yang mengukur karakteristik kualitas grafik pengendali variabel fuzzy linguistik disimbolkan dengan  $M_j$  yaitu rata-rata  $n_j$  sampel dengan nilai keanggotaan  $r_i$  pada tiap pengamatan ke- $j$ . Maka  $M_j$  dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$M_j = \frac{k_{1j}r_1 + k_{2j}r_2 + \dots + k_{lj}r_l}{n_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^l k_i r_{ij}}{n_j} \quad (3.14)$$

dimana:

$M_j$  = rata-rata sampel pada pengamatan ke- $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$n_j$  = banyak data sampel pada pengamatan ke- $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$r_i$  = nilai linguistik ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, l$

$k_{ij}$  = data sampel kolom ke- $i$  baris ke- $j$ ;  $i = 1, 2, \dots, l$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa  $M_j$  digunakan untuk menentukan kualitas yang akan dikontrol dengan statistik  $M$  yang mengandung rata-rata dari beberapa pengamatan dan standar deviasi.

### 1.3. Membangun Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik

Selanjutnya membangun grafik pengendali berdasarkan grafik pengendali Shewhart dengan nilai parameter rata-rata  $\mu$  dan variansi  $\sigma$  yaitu sebagai berikut (Montgomery, 1990:144).

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w \quad (3.15)$$

$$CL = \mu_w \quad (3.16)$$

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w \quad (3.17)$$

di mana  $w$  merupakan statistik sampel yang mengukur karakteristik kualitas dan didefinisikan dengan  $M_j$ , sedangkan  $k$  adalah jarak pada batas pengendali dari garis tengah dalam satuan atandar deviasi. Dalam bab II sudah dijelaskan bahwa nilai  $k$  berdasarkan luas dibawah kurva distribusi Normal dan pada penelitian ini penulis memilih  $k=3$  untuk memenuhi standar internasional dengan  $\mu \pm 3\sigma$ . Sehingga grafik pengendali fuzzy linguistik didefinisikan sebagai berikut

$$UCL = \mu_M + 3\sigma_M \quad (3.18)$$

$$CL = \mu_M \quad (3.19)$$

$$LCL = \mu_M - 3\sigma_M \quad (3.20)$$

Dalam prakteknya, seringkali parameter  $\mu$  dan  $\sigma$  tidak diketahui, sehingga harus ditaksir dari data pengamatan. Penaksir terbaik untuk rata-rata  $\mu$  adalah rata-rata proses seluruh pengamatan yaitu:

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_m}{m} \quad (3.21)$$

Jadi  $\bar{M}$  akan digunakan sebagai garis tengah grafik pengendali variabel fuzzy linguistik.

Grafik pengendali variabel fuzzy linguistik mengikuti grafik pengendali variabel sehingga  $\mu_M$  dapat ditaksir oleh  $\bar{M}$  dan  $\mu_M = E[M]$ , maka berdasarkan persamaan (3.21) akan ditunjukkan bahwa  $\bar{M}$  adalah penaksir tak bias untuk  $\mu_M$ , yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E[\bar{M}] &= E\left[\frac{\sum_{j=1}^m M_j}{m}\right] = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m E[M_j] = \frac{1}{m} m \mu_M \\ &= \mu_M \end{aligned} \quad (3.22)$$

Dimana  $\bar{M}$  adalah rata-rata dari  $M_j$ . Menurut (Montgomery, 1990:236) untuk menaksir parameter  $\sigma$  yang tidak diketahui, maka dapat menggunakan  $\frac{SD}{c_4}$  sebagai penaksir tak bias untuk  $\sigma$ . Sehingga  $E\left[\frac{SD}{c_4}\right] = \sigma$  dengan nilai

$$c_4 = \left(\frac{2}{n-1}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left[\frac{(n-1)}{2}\right]} \text{ dan } c_4 \text{ adalah konstanta. Dalam penelitian ini}$$

terdapat beberapa pengamatan sehingga  $MSD$  digunakan untuk menaksir  $\sigma$ , dimana  $MSD$  berasal dari rata-rata standar deviasi pengamatan ke- $j$  untuk  $j = 1, 2, \dots, m$  yang akan didefinisikan sebagai berikut.

$$MSD = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m SD_j \quad (3.25)$$

Dimana  $m$  adalah banyaknya pengamatan dan  $SD_j$  adalah standar deviasi pengamatan ke- $j$  untuk  $j = 1, 2, \dots, m$ . Standar deviasi pengamatan ke- $j$  ( $SD_j$ ) diperoleh dari persamaan (2.8) yaitu sebagai berikut:

Jika  $X_1, X_2, \dots, X_k$  muncul masing-masing dengan frekuensi,  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , maka standar deviasinya dapat dituliskan menjadi:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dalam grafik pengendali fuzzy linguistik nilai linguistik  $r_1, r_2, \dots, r_l$  muncul masing-masing dengan frekuensi  $k_{1j}, k_{2j}, \dots, k_{lj}$  maka dapat diperoleh standar deviasi untuk grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan  $n$  sampel yang berbeda untuk masing-masing pengamatan ke- $j$  adalah

$$SD_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l k_{ij} (r_i - M_j)^2}{n_j - 1}} \quad (3.26)$$

dimana,

$SD_j$  = standar deviasi pengamatan ke- $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$r_i$  = nilai keanggotaan ke- $i$ ;  $i = 1, 2, \dots, l$

$M_j$  = rata-rata sampel ke- $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$k_{ij}$  = data sampel kolom ke- $i$  baris ke- $j$

$n_j$  = banyak data sampel pengamatan ke- $j$

Sehingga akan ditunjukkan bahwa  $MSD$  adalah penaksir takbias untuk  $\sigma$ , yaitu:

$$\begin{aligned}
 E [MSD] &= E \left[ \frac{\sum_{j=1}^m SD_j}{m} \right] = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m E [SD_j] = \frac{1}{m} m\sigma \\
 &= \sigma
 \end{aligned} \tag{3.23}$$

Dengan  $\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n_j}}$  maka dapat diperoleh taksiran parameter  $\sigma_M$  sebagai berikut:

$$\sigma_M = \frac{MSD}{c_4 \sqrt{n_j}} \tag{3.24}$$

Karena  $\mu_M$  telah ditaksir oleh  $\bar{M}$  dan  $\sigma_M$  ditaksir oleh  $\frac{MSD}{c_4 \sqrt{n_j}}$  maka dapat diperoleh batas-batas Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik, yaitu:

$$UCL = \bar{M} + 3 \times \frac{MSD}{c_4 \sqrt{n_j}} = \bar{M} + \frac{3MSD}{c_4 \sqrt{n_j}} \tag{3.27}$$

$$CL = \bar{M} \tag{3.28}$$

$$LCL = \bar{M} - 3 \times \frac{MSD}{c_4 \sqrt{n_j}} = \bar{M} - \frac{3MSD}{c_4 \sqrt{n_j}} \tag{3.29}$$

#### 1.4. Aplikasi Terhadap Grafik Pengendali yang Telah Dibangun

Berdasarkan contoh 3.1 dan 3.2 di atas, maka penulis akan menghitung seluruh data pengamatan yaitu sebanyak 25 pengamatan. Pada contoh 3.1 sudah ditentukan parameter untuk mencari nilai keanggotaan dan pada contoh 3.2 penulis telah mengklasifikasikan data pengamatan ke dalam variabel linguistik dengan mengambil contoh pengamatan ke-1. Berikut ini perhitungan hasil keseluruhan pengamatan sebanyak 25 pengamatan dimulai dari perhitungan hasil fungsi keanggotaan kurva segitiga. Nilai keanggotaan variabel  $X$  (bobot) yang terbagi dalam 3 kategori Ringan, Sedang, dan Berat, yaitu:

$$X_{1,1} = 61,05$$

$$\mu_{\text{Ringan}}(61,05) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(61,05) = 0,03$$

$$\mu_{\text{Berat}}(61,05) = 0,97$$

$$X_{2,1} = 60,09$$

$$\mu_{\text{Ringan}}(60,09) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(60,09) = 0,16$$

$$\mu_{\text{Berat}}(60,09) = 0,84$$

⋮

$$X_{12,25} = 60$$

$$\mu_{\text{Ringan}}(60) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(60) = 0,17$$

$$\mu_{\text{Berat}}(60) = 0,83$$

Nilai keanggotaan variabel  $Y$  (*whiteness*) yang terbagi dalam 3 kategori

Gelap, Sedang, dan Putih yaitu sebagai berikut:

$$Y_{1,1} = 92$$

$$\mu_{\text{Gelap}}(92) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(92) = 0,4$$

$$\mu_{\text{Putih}}(92) = 0,6$$

$$Y_{2,1} = 90$$

$$\mu_{\text{Gelap}}(90) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(90) = 0,66$$

$$\mu_{\text{Putih}}(90) = 0,34$$

⋮

$$Y_{12,25} = 89$$

$$\mu_{\text{Gelap}}(89) = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(89) = 0,8$$

$$\mu_{\text{Putih}}(89) = 0,2$$

Setelah itu penulis menentukan nilai keanggotaan yang terbesar dari himpunan fuzzy masing-masing variabel dengan menggunakan operasi OR.

Pada variabel bobot metode operasi OR adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (f_1(61,05), f_2(61,05), f_3(61,05)) \\ &= \max (0:0,03:0,97) \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

Sehingga data 61,05 pada variabel bobot tergolong “Berat”

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (f_1(60,09), f_2(60,09), f_3(60,09)) \\ &= \max (0:0,16:0,84) \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

Sehingga data 60,09 pada variabel bobot tergolong “Berat”

⋮

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (f_1(60), f_2(60), f_3(60)) \\ &= \max (0:0,17:0,83) \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

Sehingga data 60 pada variabel bobot tergolong “Berat”

Pada variabel *whietness* metode operasi OR adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (g_1(92), g_2(92), g_3(92)) \\ &= \max (0:0,4:0,6) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

Sehingga data 92 pada variabel bobot tergolong “Putih”

$$\begin{aligned}\mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (g_1(90), g_2(90), g_3(90)) \\ &= \max (0:0,66:0,34) \\ &= 0,66\end{aligned}$$

Sehingga data 90 pada variabel bobot tergolong “Sedang”

$$\begin{aligned}& \vdots \\ \mu_{1 \cup 2 \cup 3} &= \max (g_1(89), g_2(89), g_3(89)) \\ &= \max (0:0,8:0,2) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

Sehingga data 89 pada variabel bobot tergolong “Sedang”

Selanjutnya linguistik dari masing-masing variabel diklasifikasikan ke dalam  $l$  kategori variabel linguistik yaitu  $\{l_1, l_2, l_3\} = \{\text{Baik, Sedang, Jelek}\}$  dengan nilai keanggotaan  $r_i$  dimana  $i = 1, 2, \dots, l$  dan  $0 \leq r_i \leq 1$  yang memiliki himpunan fuzzy  $\{(\text{Baik}, 1), (\text{Sedang}, 0,5), (\text{Jelek}, 0)\}$ . Penulis mengklasifikannya menggunakan dengan lebih menitikberatkan pada variabel *whiteness*. Untuk variabel bobot diberi nilai 0,2 dan variabel *whiteness* diberi nilai 0,8. Untuk variabel bobot, yaitu:

$X_{1,1}$  berkategori Berat dengan nilai linguistik  $f_3 = 0$

$X_{2,1}$  berkategori Berat dengan nilai linguistik  $f_3 = 0$

$\vdots$

$X_{12,25}$  berkategori Berat dengan nilai linguistik  $f_3 = 0$

Untuk variabel *whiteness*, yaitu:

$Y_{1,1}$  berkategori Putih dengan nilai linguistik  $g_3 = 0$

$Y_{2,1}$  berkategori Sedang dengan nilai linguistik  $g_2 = 0,5$

⋮

$Y_{12,25}$  berkategori Sedang dengan nilai linguistik  $g_2 = 0,5$

Maka untuk mendapatkan satu nilai linguistik dari masing-masing variabel dapat dicari yaitu

$$Z_{1,1} = (0 \times 0,2) + (0 \times 0,8) = 0$$

$$Z_{2,1} = (0 \times 0,2) + (0,5 \times 0,8) = 0,4$$

⋮

$$Z_{12,25} = (0 \times 0,2) + (0,5 \times 0,8) = 0,4$$

Nilai keanggotaan variabel linguistik yang terbagi dalam 3 kategori Baik, Sedang, dan Jelek yaitu sebagai berikut.

$$Z_{1,1} = 0$$

$$\mu_{\text{Baik}}(0) = 1$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(0) = 0$$

$$\mu_{\text{Jelek}}(0) = 0$$

$$\mu_{1 \cup 2 \cup 3} = \max(r_1(0), r_2(0), r_3(0))$$

$$= \max(1:0:0)$$

$$= 1$$

Sehingga data 0 tergolong linguistik “Baik”

$$Z_{2,1} = 0,4$$

$$\mu_{\text{Baik}}(0,4) = 0,2$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(0,4) = 0,8$$

$$\mu_{\text{Jelek}}(0,4) = 0$$

$$\begin{aligned}\mu_{1\cup 2\cup 3} &= \max (r_1(0,4), r_2(0,4), r_3(0,4)) \\ &= \max (0,2:0,8:0) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

Sehingga data 0,4 tergolong linguistik “Sedang”

:

$$Z_{12,25} = 0,4$$

$$\mu_{\text{Baik}}(0,4) = 0,2$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(0,4) = 0,8$$

$$\mu_{\text{Jelek}}(0,4) = 0$$

$$\begin{aligned}\mu_{1\cup 2\cup 3} &= \max (\mu_1(0,4), \mu_2(0,4), \mu_3(0,4)) \\ &= \max (0,2:0,8:0) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

Sehingga data 0,4 tergolong linguistik “Sedang”.

Maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.4 yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.4. Perhitungan Transformasi Data ke Dalam Variabel Linguistik

No	$n$	Baik	Sedang	Jelek
1	12	4	8	0
2	14	7	7	0
3	15	5	9	1
4	15	3	12	0
5	13	0	0	13
6	14	4	8	2
7	14	4	10	0
8	13	3	10	0
9	15	6	9	0
10	12	5	7	0
11	13	6	7	0
12	15	3	11	1
13	15	5	10	0
14	13	3	8	2
15	15	5	10	0
16	14	3	11	0
17	14	0	0	14
18	15	6	7	2
19	12	5	7	0
20	15	8	7	0
21	15	6	8	1
22	14	0	0	14
23	12	4	8	0
24	12	6	5	1
25	12	5	7	0

Dari Tabel 3.4 di atas dapat dijelaskan bahwa:

Pada pengamatan ke-1 dengan  $n = 12$ , yaitu:

$l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1 = 0$  muncul dengan frekuensi  $k_{11} = 4$

$l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2 = 0,5$  muncul dengan frekuensi  $k_{21} = 8$

$l_3$  dengan nilai linguistik  $r_3 = 1$  muncul dengan frekuensi  $k_{31} = 0$

Pada pengamatan ke-2 dengan  $n = 14$ , yaitu:

$l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1 = 0$  muncul dengan frekuensi  $k_{11} = 7$

$l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2 = 0,5$  muncul dengan frekuensi  $k_{21} = 7$

$l_3$  dengan nilai linguistik  $r_3 = 1$  muncul dengan frekuensi  $k_{31} = 0$

Pada pengamatan ke-25 dengan  $n = 12$ , yaitu:

$l_1$  dengan nilai linguistik  $r_1 = 0$  muncul dengan frekuensi  $k_{11} = 5$

$l_2$  dengan nilai linguistik  $r_2 = 0,5$  muncul dengan frekuensi  $k_{21} = 7$

$l_3$  dengan nilai linguistik  $r_3 = 1$  muncul dengan frekuensi  $k_{31} = 0$

Selanjutnya mencari rata-rata  $n$  sampel berdasarkan nilai linguistik  $r_i$  pada tiap pengamatan ke- $j$  ( $M_j$ ) dengan menggunakan persamaan (3.14), yaitu:

$$M_j = \frac{k_{1j}r_1 + k_{2j}r_2 + \dots + k_{lj}r_l}{n_j}$$

$$M_1 = \frac{k_{11}r_1 + k_{21}r_2 + k_{31}r_3}{n_1}$$

$$= \frac{(4 \times 0) + (8 \times 0,5) + (0 \times 1)}{12}$$

$$= 0,333$$

$$M_2 = \frac{k_{12}r_1 + k_{22}r_2 + k_{32}r_3}{n_2}$$

$$= \frac{(7 \times 0) + (7 \times 0,5) + (0 \times 1)}{14}$$

$$= 0,25$$

⋮

$$M_{25} = \frac{k_{125}r_1 + k_{225}r_2 + k_{325}r_3}{n_2}$$

$$= \frac{(5 \times 0) + (7 \times 0,5) + (0 \times 1)}{12}$$

$$= 0,292$$

Selanjutnya mencari standar deviasi dari rata-rata  $M$  dengan menggunakan persamaan (3.24) yaitu:

$$SD_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l k_{ij}(r_i - M_j)^2}{n_j - 1}}$$

$$SD_1 = \sqrt{\frac{4 \times (0 - 0,333)^2 + 8 \times (0,5 - 0,333)^2 + 0 \times (1 - 0,333)^2}{12 - 1}}$$

$$= 0,246$$

$$SD_2 = \sqrt{\frac{7 \times (0 - 0,25)^2 + 7 \times (0,5 - 0,25)^2 + 0 \times (1 - 0,25)^2}{14 - 1}}$$

$$= 0,259$$

⋮

$$SD_{25} = \sqrt{\frac{5 \times (0 - 0,292)^2 + 7 \times (0,5 - 0,292)^2 + 0 \times (1 - 0,292)^2}{12 - 1}}$$

$$= 0,257$$

Setelah memperoleh standar deviasi, maka dapat menentukan mean standar deviasi (*MSD*) yaitu dengan menggunakan persamaan (3.23) yaitu:

$$MSD = \frac{\sum_{j=1}^m SD_j}{m} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m SD_j$$

$$= \frac{5,85}{25}$$

$$= 0,234$$

Selanjutnya menentukan garis tengah (*CL*), batas atas (*UCL*), dan batas bawah (*LCL*) grafik pengendali variabel fuzzy linguistik yaitu dengan menggunakan persamaan (3.28), (3.29), dan (3.30), yaitu:

$$CL = \bar{M}$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^m M_j}{m}$$

$$= \frac{10,475}{25}$$

$$= 0,419$$

Untuk batas atas (*UCL*) dan batas bawah (*LCL*) misal diambil dari pengamatan ke-1 dengan  $n = 12$ , yaitu:

$$UCL = \bar{M} + \frac{3MSD}{c_4\sqrt{n_j}}$$

$$= 0,419 + \frac{3 \times 0,234}{0,9776\sqrt{12}}$$

$$= 0,626$$

$$LCL = \bar{M} - \frac{3MSD}{c_4\sqrt{n_j}}$$

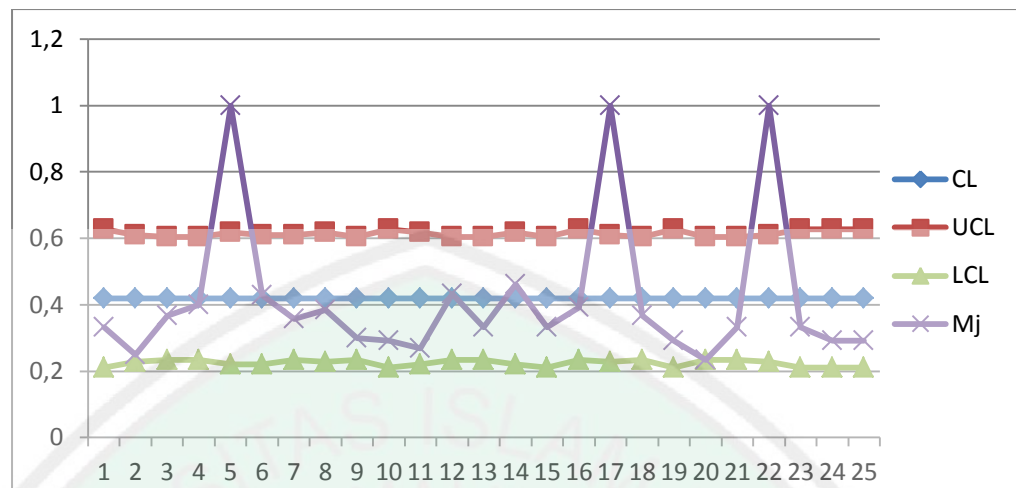
$$= 0,419 - \frac{3 \times 0,234}{0,9776\sqrt{12}}$$

$$= 0,212$$

Tabel 3.5. Perhitungan Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik

No	<i>n</i>	Baik	Sedang	Jelek	<i>Mj</i>	<i>SD</i>	<i>MSD</i>	<i>CL</i>	<i>UCL</i>	<i>LCL</i>
1	12	4	8	0	0,333	0,246	0,234	0,419	0,626	0,212
2	14	7	7	0	0,250	0,259	0,234	0,419	0,610	0,228
3	15	5	9	1	0,367	0,297	0,234	0,419	0,604	0,234
4	15	3	12	0	0,400	0,207	0,234	0,419	0,604	0,234
5	13	0	0	13	1,000	0,000	0,234	0,419	0,618	0,220
6	14	4	8	2	0,429	0,331	0,234	0,419	0,610	0,220
7	14	4	10	0	0,357	0,234	0,234	0,419	0,610	0,234
8	13	3	10	0	0,385	0,219	0,234	0,419	0,618	0,228
9	15	6	9	0	0,300	0,254	0,234	0,419	0,604	0,234
10	12	5	7	0	0,292	0,257	0,234	0,419	0,626	0,212
11	13	6	7	0	0,269	0,259	0,234	0,419	0,618	0,220
12	15	3	11	1	0,433	0,258	0,234	0,419	0,604	0,234
13	15	5	10	0	0,333	0,244	0,234	0,419	0,604	0,234
14	13	3	8	2	0,462	0,320	0,234	0,419	0,618	0,220
15	15	5	10	0	0,333	0,244	0,234	0,419	0,604	0,212
16	14	3	11	0	0,393	0,213	0,234	0,419	0,626	0,234
17	14	0	0	14	1,000	0,000	0,234	0,419	0,610	0,228
18	15	6	7	2	0,367	0,352	0,234	0,419	0,604	0,234
19	12	5	7	0	0,292	0,257	0,234	0,419	0,626	0,212
20	15	8	7	0	0,233	0,258	0,234	0,419	0,604	0,234
21	15	6	8	1	0,333	0,309	0,234	0,419	0,604	0,234
22	14	0	0	14	1,000	0,000	0,234	0,419	0,610	0,228
23	12	4	8	0	0,333	0,246	0,234	0,419	0,626	0,212
24	12	6	5	1	0,292	0,334	0,234	0,419	0,626	0,212
25	12	5	7	0	0,292	0,257	0,234	0,419	0,626	0,212

Berdasarkan Tabel 3.5 di atas maka akan dibuat grafik pengendali fuzzy linguistik seperti pada Gambar 3.5. Pada gambar tersebut dapat diamati bahwa data terkendali dalam grafik kendali. Namun pada data 5, 17, dan 22 berada diluar garis kendali atas sehingga dari 25 data yang terkontrol hanya ada 22 data. Hasil perhitungan pada Tabel 3.5 kemudian direpresentasikan ke dalam Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5. Grafik Pengendali Variabel Fuzzy Linguistik

Grafik pengendali variabel fuzzy linguistik di atas menggunakan ukuran sampel yang berbeda dengan 3 kategori variabel linguistik yaitu Baik, Sedang, dan Jelek. Pada sumbu x merupakan keseluruhan pengamatan yaitu sebanyak 25 pengamatan dan pada sumbu y merupakan nilai keanggotaan data pada setiap pengamatan. Apabila data tiap pengamatan berada di luar batas pengendali (*out of control*) atas (*UCL*), maka data tiap pengamatan banyak memiliki karakteristik data berkategori Jelek. Sedangkan data tiap pengamatan yang berada di luar batas pengendali (*out of control*) bawah (*LCL*), maka data tiap pengamatan banyak memiliki karakteristik data berkategori Baik. Data tiap pengamatan yang berada di luar batas pengendali atas atau bawah dapat dikatakan tidak berada dalam kondisi stabil dan terdapat kesalahan dalam proses produksi sehingga harus dicari penyebab kesalahannya dan dilakukan revisi terhadap pengendaliannya. Sedangkan data tiap pengamatan yang berada di dalam batas pengendali (*in control*), maka dapat dikatakan berada dalam kondisi stabil dan tidak perlu dilakukan revisi kembali.



## BAB IV

### PENUTUP

#### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam membangun grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan ukuran sampel yang berbeda diperlukan transformasi data pengamatan yaitu mengubah variabel data pengamatan ke dalam variabel linguistik yang terdiri dari beberapa kategori. Dalam mentransformasi data pengamatan dibutuhkan himpunan fuzzy agar dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori. Cara mentransformasikannya yaitu dengan menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga yang menghasilkan nilai keanggotaan. Statistik yang akan dikontrol dapat dibangun dari kategori yang telah diklasifikasikan. Dari statistik ini dapat dibangun grafik pengendali variabel fuzzy linguistik yang didasarkan pada grafik pengendali Shewhart dengan  $\mu_M$  ditaksir oleh  $\bar{M}$  dan  $\sigma_M$  ditaksir oleh  $\frac{MSD}{C_4\sqrt{n_j}}$  dengan  $\bar{M}$ , maka diperoleh  $M_j$  yaitu rata-rata  $n$  sampel dengan nilai keanggotaan  $r_i$  pada tiap pengamatan ke- $j$ .  $M_j$  dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$M_j = \frac{k_{1j}r_1 + k_{2j}r_2 + \dots + k_{lj}r_l}{n_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^l k_i r_{ij}}{n_j}$$

dan  $MSD$  adalah rata-rata standar deviasi pengamatan ke-j untuk  $j = 1, 2, \dots, m$  ( $SD_j$ ) dan  $SD_j$  dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$SD_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l k_{ij}(r_i - M_j)^2}{n_j - 1}}$$

dimana,

$SD_j$  = standar deviasi pengamatan ke- $j$  ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$r_i$  = nilai keanggotaan ke- $i$  ;  $i = 1, 2, \dots, l$

$M_j$  = rata-rata sampel ke- $j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

$k_{ij}$  = data sampel kolom ke- $i$  baris ke- $j$

$n_j$  = banyak data sampel pengamatan ke- $j$

Sehingga dapat diperoleh batas-batas grafik pengendali variabel fuzzy linguistik dengan ukuran sampel berbeda, yaitu:

$$UCL = \bar{M} + \frac{3MSD}{c_4\sqrt{n_j}}$$

$$CL = \bar{M}$$

$$LCL = \bar{M} - \frac{3MSD}{c_4\sqrt{n_j}}$$

#### 4.2. Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk membandingkan dengan grafik pengendali variabel fuzzy yang lain dan menggunakan fungsi keanggotaan bentuk kurva yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir. 2007. *Ketika Kyai Mengajar Matematika*. Malang: UIN Malang Press.
- Amirzadeh, V., M. Mashinchi, M.A. Yaghoobi. 2008. Construction of Control Charts Using Fuzzy Multinomial Quality. *Journal of Mathematics and Statistics* 4 (1): 26-31.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Menejemen Kualitas)*. Yogyakarta: Andi.
- Gaspersz, Vincent. 1998. *Statistical Proses Control Penerapan Teknik-Teknik Statistikal dalam Manajemen Bisnis Total*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, Akik. 2006. *Pengendalian Proses Produksi Menggunakan Peta Kendali Variabel Fuzzy Linguistik*. Jurnal Matematika dan Statistik. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi logika fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Montgomery, Douglas C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Terjemahan Zamzawi Soejati. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Seputro, Theresia M.H. Tirta. 1989. *Pengantar Dasar Matematika (Logika dan Teori Himpunan)*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Edisi Keenam. Bandung: Tarsito.
- Susilo, Frans. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Walpole, Ronald E. dan Myers, Raymond H. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi Keempat*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Yudha D, Made. No. 36 Pebruari 1997. *Sistem Fuzzy: Sebuah Kecenderungan*. Science. Hal:9.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Variabel Bobot HVS 60 (Sumber: PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mills)**

No	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	12	61,05	60,95	58,58	59,2	60,2	58,77	61,2	60,32	58,9	59,65	60,8	59,23			
2	14	60,77	61,07	59,74	58,8	59,67	60,05	60,25	59,98	59,9	59,76	59,29	59,81	59,65	60,08	
3	15	48,56	47	48,2	47,9	45,68	48,59	49,35	48,22	48,8	47,67	47,89	47,9	48,9	49	48,98
4	15	59,23	60,1	59,23	59,7	60	60,01	59,67	58,83	59,7	59,9	59,87	58,87	59,11	59,91	59,81
5	13	59,67	60	58,79	59,7	60,05	60,33	59,67	58,47	58,7	60,21	60,05	59,55	58,58		
6	14	61,05	60,9	58,6	59,2	60,9	58,6	61,2	60,77	61,1	59,74	59,67	60	58,79	59,65	
7	14	60,77	61,07	59,74	58,8	59,23	59,7	60	60,01	59,7	58,65	60,21	60,05	59,55	58,58	
8	13	59,29	59,68	59,56	59,3	59,23	59,7	60	60,01	59,8	59,29	59,81	59,65	60,08		
9	15	59,7	60,34	60,07	58,4	59,71	59,23	60,1	59,23	59,7	60	60,01	59,67	58,83	59,7	59,6
10	12	48	47	47,67	48,6	48	47,6	48,56	48,22	48,8	47,67	47,89	47,9			
11	13	60	60,01	59,67	58,8	59,7	59,6	59,87	58,87	59,1	59,91	58,83	59,7	59,6		
12	15	59,78	59,24	59,1	59,8	59,95	59,87	59,24	59,67	58,8	59,7	59,9	59,87	59,67	60	58,79
13	15	60,33	59,67	58,47	58,7	60,21	60,25	60,9	58,6	61,2	60,32	58,9	59,65	60,8	59,23	60,77
14	13	60,33	59,67	58,47	58,7	60,21	60,25	59,91	59,49	58,3	60,19	60,04	59,82	58,58		
15	15	59,78	59,24	59,1	59,8	59,95	59,87	59,66	59,46	59,7	59,81	59,65	59,76	59,23	60,07	61,05
16	14	60,02	59,96	59,98	59,2	59,95	59,11	60	60,05	59,8	59,7	59,21	59,16	59,73	60,13	
17	14	59,77	59,7	59,21	59,2	59,73	58,89	61,32	60,05	58,2	59,84	59,65	60	58,44	58,24	
18	15	59,54	59,96	59,81	58,9	60	59,43	59,24	59,83	60	60,31	59,69	59,89	59,16	59,01	59,66
19	12	60,04	59,82	58,58	59,8	59,24	59,1	59,78	59,95	59,9	59,24	59,83	59,98			

<b>20</b>	15	58,65	60,21	60,25	59,9	59,49	58,28	60,19	60,04	59,9	59,76	59,7	60,34	60,07	58,44	59,74
<b>21</b>	15	60,25	59,91	59,49	58,3	60,19	60,04	59,82	58,58	59,8	59,24	59,1	59,78	59,95	59,87	59,66
<b>22</b>	14	59,46	59,7	59,71	59,2	60,1	59,23	59,7	60	60	59,67	58,83	59,7	59,6	59,87	
<b>23</b>	12	58,87	59,11	59,91	59,8	59,67	59,91	59,81	59,67	60	58,79	58,83	59,7			
<b>24</b>	12	48,56	48,22	48,76	47,7	48,2	47,89	45,68	48,59	49,4	48,22	48,76	47,67			
<b>25</b>	12	59,24	59,83	59,98	58,7	60,21	60,25	59,91	59,49	58,3	60,19	60,04	60,00			



Lampiran 2. Data Variabel *Whiteness* HVS 60 (Sumber: PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mills)

No	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	12	92,00	90,00	85,00	90,00	84,00	92,00	93,00	89,00	90,00	85,00	90,00	93,00			
2	14	93,00	92,00	90,00	94,00	90,00	93,00	92,00	85,00	93,00	88,00	95,00	88,00	90,00	86,00	
3	15	90,00	93,00	93,00	83,00	95,00	90,00	88,00	88,00	86,00	94,00	93,00	90,00	90,00	90,00	89,00
4	15	85,00	90,00	88,00	90,00	83,00	87,00	84,00	89,00	92,00	90,00	94,00	95,00	90,00	88,00	94,00
5	13	80,00	80,00	81,00	82,00	80,00	81,00	80,00	80,00	80,00	80,00	81,00	81,00	80,00		
6	14	93,00	92,00	82,00	90,00	94,00	90,00	90,00	86,00	82,00	90,00	94,00	85,00	90,00	86,00	
7	14	92,00	90,00	85,00	90,00	84,00	92,00	93,00	89,00	87,00	90,00	90,00	89,00	94,00	90,00	
8	13	90,00	86,00	82,00	90,00	88,00	90,00	95,00	89,00	92,00	90,00	90,00	94,00	89,00		
9	15	93,00	90,00	90,00	90,00	90,00	93,00	93,00	92,00	90,00	94,00	90,00	90,00	89,00	90,00	92,00
10	12	95,00	89,00	92,00	90,00	87,00	90,00	90,00	89,00	94,00	90,00	93,00	93,00			
11	13	89,00	90,00	85,00	90,00	93,00	93,00	92,00	90,00	94,00	90,00	93,00	92,00	85,00		
12	15	94,00	90,00	90,00	86,00	82,00	90,00	94,00	85,00	90,00	86,00	92,00	90,00	85,00	89,00	90,00
13	15	90,00	88,00	90,00	90,00	94,00	93,00	90,00	90,00	90,00	89,00	85,00	90,00	93,00	93,00	95,00
14	13	93,00	92,00	82,00	90,00	87,00	90,00	90,00	89,00	94,00	90,00	90,00	86,00	82,00		
15	15	90,00	88,00	90,00	89,00	90,00	92,00	95,00	89,00	92,00	90,00	90,00	94,00	89,00	93,00	90,00
16	14	90,00	90,00	90,00	88,00	90,00	90,00	95,00	92,00	89,00	90,00	95,00	93,00	90,00	86,00	
17	14	81,00	81,00	82,00	80,00	80,00	80,00	80,00	81,00	80,00	80,00	81,00	80,00	80,00	80,00	
18	15	92,00	90,00	83,00	94,00	92,00	90,00	93,00	93,00	95,00	90,00	83,00	90,00	88,00	90,00	90,00
19	12	94,00	93,00	90,00	90,00	90,00	89,00	85,00	90,00	93,00	93,00	95,00	90,00			
20	15	92,00	93,00	89,00	90,00	85,00	90,00	93,00	93,00	92,00	90,00	94,00	90,00	93,00	92,00	85,00
21	15	93,00	88,00	95,00	85,00	90,00	93,00	93,00	95,00	90,00	82,00	90,00	88,00	90,00	95,00	89,00
22	14	80,00	81,00	80,00	80,00	81,00	81,00	81,00	80,00	80,00	80,00	80,00	81,00	80,00	81,00	

<b>23</b>	12	92,00	90,00	87,00	90,00	90,00	90,00	90,00	93,00	93,00	92,00	90,00	94,00			
<b>24</b>	12	93,00	88,00	95,00	88,00	90,00	86,00	90,00	93,00	93,00	83,00	95,00	94,00			
<b>25</b>	12	92,00	90,00	93,00	93,00	95,00	90,00	85,00	90,00	86,00	92,00	90,00	89,00			



## Lampiran 3. Hasil Nilai Keanggotaan dan Nilai Linguistik Variabel Bobot

## HVS 60

No	n	Data	Ringan	Sedang	Berat	Kategori	Nilai Linguistik
1	12	61,05	0	0,03	0,97	Berat	0
		60,9	0	0,16	0,84	Berat	0
		58,6	0	0,35	0,65	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,9	0	0,05	0,95	Berat	0
		58,6	0	0,35	0,65	Berat	0
		61,2	0	0,015	0,985	Berat	0
		60,32	0	0,13	0,87	Berat	0
		58,9	0	0,3	0,7	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,8	0	0,06	0,94	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
2	14	60,77	0	0,07	0,93	Berat	0
		61,07	0	0,03	0,97	Berat	0
		59,74	0	0,2	0,8	Berat	0
		58,78	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		60,25	0	0,13	0,87	Berat	0
		59,98	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,9	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,76	0	0,2	0,8	Berat	0
		59,29	0	0,25	0,75	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
59,65	0	0,21	0,79	Berat	0		
60,08	0	0,15	0,85	Berat	0		
3	15	48,56	0,63	0,37	0	Ringan	1
		47	0,83	0,17	0	Ringan	1
		48,2	0,67	0,33	0	Ringan	1
		47,89	0,71	0,29	0	Ringan	1
		45,68	1	0	0	Ringan	1
		48,59	0,62	0,38	0	Ringan	1
		49,35	0,53	0,47	0	Ringan	1
		48,22	0,67	0,33	0	Ringan	1
		48,76	0,6	0,4	0	Ringan	1
		47,67	0,74	0,26	0	Ringan	1
47,89	0,71	0,29	0	Ringan	1		

		47,9	0,71	0,29	0	Ringan	1
		48,9	0,58	0,42	0	Ringan	1
		49	0,57	0,43	0	Ringan	1
		48,98	0,57	0,43	0	Ringan	1
<b>4</b>	15	59,23	0,26	0,74	0	Berat	0
		60,1	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,23	0	0,26	0,74	Berat	0
		59,7	0	0,2	0,8	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,83	0	0,31	0,69	Berat	0
		59,7	0	0,2	0,8	Berat	0
		59,9	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,18	0,82	Berat	0
		58,87	0	0,31	0,69	Berat	0
		59,11	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
<b>5</b>	13	59,67	0	0,2	0,8	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,79	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		60,33	0	0,13	0,87	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,47	0	0,36	0,64	Berat	0
		58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,55	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,58	0	0,35	0,65	Berat	0
<b>6</b>	14	61,05	0	0,03	0,97	Berat	0
		60,9	0	0,05	0,95	Berat	0
		58,6	0	0,35	0,65	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,9	0	0,05	0,95	Berat	0
		58,6	0	0,35	0,65	Berat	0
		61,2	0	0,02	0,98	Berat	0
		60,77	0	0,07	0,93	Berat	0
		61,07	0	0,03	0,97	Berat	0
		59,74	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0

		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,79	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
<b>7</b>	<b>14</b>	60,77	0	0,07	0,93	Berat	0
		61,07	0	0,03	0,97	Berat	0
		59,74	0	0,20	0,80	Berat	0
		58,78	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,55	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,58	0	0,35	0,65	Berat	0
<b>8</b>	<b>13</b>	59,29	0	0,26	0,74	Berat	0
		59,68	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,56	0	0,23	0,77	Berat	0
		59,29	0	0,26	0,74	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,76	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,29	0	0,26	0,74	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,08	0	0,16	0,84	Berat	0
<b>9</b>	<b>15</b>	59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,34	0	0,13	0,87	Berat	0
		60,07	0	0,16	0,84	Berat	0
		58,44	0	0,37	0,63	Berat	0
		59,71	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,1	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0

		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,6	0	0,22	0,78	Berat	0
<b>10</b>	12	48	0,70	0,30	0	Ringan	1
		47	0,83	0,17	0	Ringan	1
		47,67	0,75	0,25	0	Ringan	1
		48,56	0,63	0,37	0	Ringan	1
		48	0,70	0,30	0	Ringan	1
		47,6	0,75	0,25	0	Ringan	1
		48,56	0,63	0,37	0	Ringan	1
		48,22	0,68	0,32	0	Ringan	1
		48,76	0,61	0,39	0	Ringan	1
		47,67	0,75	0,25	0	Ringan	1
		47,89	0,72	0,28	0	Ringan	1
		47,9	0,72	0,28	0	Ringan	1
<b>11</b>	13	60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,6	0	0,22	0,78	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		58,87	0	0,31	0,69	Berat	0
		59,11	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,6	0	0,22	0,78	Berat	0
<b>12</b>	15	59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,1	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,95	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,9	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,79	0	0,32	0,68	Berat	0

<b>13</b>	<b>15</b>	60,33	0	0,13	0,87	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,47	0	0,36	0,64	Berat	0
		58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,25	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,9	0	0,05	0,95	Berat	0
		58,6	0	0,35	0,65	Berat	0
		61,2	0	0,02	0,98	Berat	0
		60,32	0	0,13	0,87	Berat	0
		58,9	0	0,31	0,69	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,8	0	0,07	0,93	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,77	0	0,07	0,93	Berat	0
<b>14</b>	<b>13</b>	60,33	0	0,13	0,87	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,47	0	0,36	0,64	Berat	0
		58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,25	0	0,14	0,86	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,49	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,28	0	0,39	0,61	Berat	0
		60,19	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,04	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,82	0	0,19	0,81	Berat	0
		58,58	0	0,35	0,65	Berat	0
<b>15</b>	<b>15</b>	59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,1	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,95	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,66	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,46	0	0,24	0,76	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,76	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,07	0	0,16	0,84	Berat	0
		61,05	0	0,03	0,97	Berat	0

<b>16</b>	14	60,02	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,96	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,98	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,15	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,95	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,11	0	0,28	0,72	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,77	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,21	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,16	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,73	0	0,20	0,80	Berat	0
		60,13	0	0,15	0,85	Berat	0
<b>17</b>	14	59,77	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,21	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,16	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,73	0	0,20	0,80	Berat	0
		58,89	0	0,31	0,69	Berat	0
		61,32	0	0,00	1,00	Berat	0
		60,05	0	0,16	0,84	Berat	0
		58,23	0	0,40	0,60	Berat	0
		59,84	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,65	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,44	0	0,37	0,63	Berat	0
		58,24	0	0,39	0,61	Berat	0
<b>18</b>	15	59,54	0	0,23	0,77	Berat	0
		59,96	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
		58,94	0	0,30	0,70	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,43	0	0,24	0,76	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,83	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,98	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,31	0	0,13	0,87	Berat	0
		59,69	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,89	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,16	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,01	0	0,30	0,70	Berat	0
		59,66	0	0,21	0,79	Berat	0

<b>19</b>	12	60,04	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,82	0	0,19	0,81	Berat	0
		58,58	0	0,35	0,65	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,1	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,95	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,83	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,98	0	0,17	0,83	Berat	0
<b>20</b>	15	58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,25	0	0,14	0,86	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,49	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,28	0	0,39	0,61	Berat	0
		60,19	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,04	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,9	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,76	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60,34	0	0,13	0,87	Berat	0
		60,07	0	0,16	0,84	Berat	0
		58,44	0	0,37	0,63	Berat	0
		59,74	0	0,20	0,80	Berat	0
<b>21</b>	15	60,25	0	0,14	0,86	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,49	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,28	0	0,39	0,61	Berat	0
		60,19	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,04	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,82	0	0,19	0,81	Berat	0
		58,58	0	0,35	0,65	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,1	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,78	0	0,20	0,80	Berat	0
		59,95	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,66	0	0,21	0,79	Berat	0
<b>22</b>	14	59,46	0	0,24	0,76	Berat	0

		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,71	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		60,1	0	0,16	0,84	Berat	0
		59,23	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		60,01	0	0,17	0,83	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,6	0	0,22	0,78	Berat	0
		59,87	0	0,19	0,81	Berat	0
<b>23</b>	12	58,87	0	0,31	0,69	Berat	0
		59,11	0	0,28	0,72	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,81	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,67	0	0,21	0,79	Berat	0
		60	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,79	0	0,32	0,68	Berat	0
		58,83	0	0,32	0,68	Berat	0
		59,7	0	0,21	0,79	Berat	0
<b>24</b>	12	48,56	0,63	0,37	0	Ringan	1
		48,22	0,68	0,32	0	Ringan	1
		48,76	0,61	0,39	0	Ringan	1
		47,67	0,75	0,25	0	Ringan	1
		48,2	0,68	0,32	0	Ringan	1
		47,89	0,72	0,28	0	Ringan	1
		45,68	1,00	0,00	0	Ringan	1
		48,59	0,63	0,37	0	Ringan	1
		49,35	0,53	0,47	0	Ringan	1
		48,22	0,68	0,32	0	Ringan	1
		48,76	0,61	0,39	0	Ringan	1
		47,67	0,75	0,25	0	Ringan	1
<b>25</b>	12	59,24	0	0,27	0,73	Berat	0
		59,83	0	0,19	0,81	Berat	0
		59,98	0	0,17	0,83	Berat	0
		58,65	0	0,34	0,66	Berat	0
		60,21	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,25	0	0,14	0,86	Berat	0

		59,91	0	0,18	0,82	Berat	0
		59,49	0	0,23	0,77	Berat	0
		58,28	0	0,39	0,61	Berat	0
		60,19	0	0,14	0,86	Berat	0
		60,04	0	0,16	0,84	Berat	0
		60,00	0	0,17	0,83	Berat	0



## Lampiran 4. Hasil Nilai Keanggotaan dan Nilai Linguistik Variabel Whittess

## HVS 60

No	Sampel	Data	Gelap	Sedang	Putih	Kategori	Nilai Linguistik
1	12	92,00	0	0,4	0,6	Putih	0
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		84,00	0,46	0,54	0	Sedang	0,5
		92,00	0	0,4	0,6	Putih	0
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		89,00	0	0,8	0,2	Sedang	0,5
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
2	14	93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		92,00	0	0,4	0,6	Putih	0
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		92,00	0	0,4	0,6	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		95,00	0	0	1	Putih	0
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5		
86,00	0,2	0,8	0	Sedang	0,5		
3	15	90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		93,00	0	0,26	0,74	Putih	0
		83,00	0,6	0,4	0	Gelap	1
		95,00	0	0	1	Putih	0
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,8	0,00	Sedang	0,5
		94,00	0	0,17	0,87	Putih	0
93,00	0	0,26	0,74	Putih	0		

		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		90,00	0	0,66	0,34	Sedang	0,5
		89,00	0	0,8	0,2	Sedang	0,5
<b>4</b>	15	85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,6	0,4	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		83,00	0,60	0,4	0	Sedang	0,5
		88,00	0	0,97	0,07	Sedang	0,5
		84,00	0,47	0,53	0	Sedang	0,5
		89,00	0	0,8	0,20	Sedang	0,5
		92,00	0	0,4	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		95,00	0	0	1	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,97	0,07	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
<b>5</b>	13	80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	1	0	0	Gelap	1
		82,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
<b>6</b>	14	93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,4	0,60	Putih	0
		82,00	0,73	0,23	0	Gelap	1
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,8	0	Sedang	0,5
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5

		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,8	0	Sedang	0,5
<b>7</b>	14	92,00	0	0,4	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		84,00	0,47	0,53	0	Sedang	0,5
		92,00	0	0,4	0,60	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		89,00	0	0,8	0,20	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,8	0,20	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
<b>8</b>	13	90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,8	0	Sedang	0,5
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		95,00	0	0	1	Putih	0
		89,00	0	0,8	0,20	Sedang	0,5
		92,00	0	0,4	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		89,00	0	0,8	0,20	Sedang	0,5
<b>9</b>	15	93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5

		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
<b>10</b>	12	95,00	0	0	1	Putih	0
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
<b>11</b>	13	89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
<b>12</b>	15	94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0	Sedang	0,5
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0	Sedang	0,5
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5

		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
<b>13</b>	15	90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		95,00	0	0	1	Putih	0
<b>14</b>	13	93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0	Sedang	0,5
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
<b>15</b>	15	90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		95,00	0	0	1	Putih	0
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0

		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
<b>16</b>	14	90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		95,00	0	0	1	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		95,00	0	0	1	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0	Sedang	0,5
<b>17</b>	14	81,00	0,87	0,13	0	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0	Gelap	1
		82,00	0,73	0,27	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
		80,00	1	0	0	Gelap	1
<b>18</b>	15	92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		83,00	0,60	0,40	0	Gelap	1
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		95,00	0	0,00	1	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		83,00	0,60	0,40	0	Gelap	1

		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
<b>19</b>	12	94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		95,00	0	0,00	1,00	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
<b>20</b>	15	92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		89,00	0	0,80	0,20	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0	0,13	0,87	Putih	0
		90,00	0	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0	0,40	0,60	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0	Sedang	0,5
<b>21</b>	15	93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		88,00	0,00	0,93	0,07	Sedang	0,5
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		85,00	0,33	0,67	0,00	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		82,00	0,73	0,27	0,00	Gelap	1
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5

		88,00	0,00	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		89,00	0,00	0,80	0,20	Sedang	0,5
<b>22</b>	14	80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
		80,00	1,00	0,00	0,00	Gelap	1
		81,00	0,87	0,13	0,00	Gelap	1
<b>23</b>	12	92,00	0,00	0,40	0,60	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		88,00	0,00	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		92,00	0,00	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		94,00	0,00	0,13	0,87	Putih	0
<b>24</b>	12	93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		88,00	0,00	0,93	0,07	Sedang	0,5
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		88,00	0,00	0,93	0,07	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0,00	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		83,00	0,60	0,40	0,00	Gelap	1
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		94,00	0,00	0,13	0,87	Putih	0

25	12	92,00	0,00	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		93,00	0,00	0,27	0,73	Putih	0
		95,00	0,00	0,00	1,00	Putih	0
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		85,00	0,33	0,67	0,00	Sedang	0,5
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		86,00	0,20	0,80	0,00	Sedang	0,5
		92,00	0,00	0,40	0,60	Putih	0
		90,00	0,00	0,67	0,33	Sedang	0,5
		89,00	0,00	0,80	0,20	Sedang	0,5



Lampiran 5. Hasil Nilai Keanggotaan dari Nilai Linguistik Dua Variabel

No	n	Nilai Linguistik	Baik	Sedang	Jelek	Kategori
1	12	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
2	14	0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
3	15	0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		1	0	0	1	Jelek
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
0,6	0	0,8	0,2	Sedang		

		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
<b>4</b>	<b>15</b>	0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
<b>5</b>	<b>13</b>	0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
<b>6</b>	<b>14</b>	0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang

		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>7</b>	14	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>8</b>	13	0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,8	0	0,6	0,4	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>9</b>	15	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang

		0	1	0	0	Baik
<b>10</b>	12	0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
<b>11</b>	13	0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>12</b>	15	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>13</b>	15	0,4	0,2	0,8	0	Sedang

		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
<b>14</b>	<b>13</b>	0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
<b>15</b>	<b>15</b>	0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>16</b>	<b>14</b>	0,4	0,2	0,8	0	Sedang



		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>20</b>	15	0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>21</b>	15	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
<b>22</b>	14	0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek

		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
		0,8	0	0,4	0,6	Jelek
<b>23</b>	12	0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
<b>24</b>	12	0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,6	0	0,8	0,2	Sedang
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		1	0	0	1	Jelek
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
		0,2	0,6	0,4	0	Baik
<b>25</b>	12	0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang

		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0	1	0	0	Baik
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang
		0,4	0,2	0,8	0	Sedang



Lampiran 6. Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

Observasi Sampel, $n$	Diagram Rata-rata, $\bar{X}$			Diagram Standar Deviasi, $S$						Diagram Rentang, $R$						
	Faktor untuk Batas Pengendali			Faktor untuk Garis Tengah		Faktor untuk Batas Pengendali				Faktor untuk Garis Tengah		Faktor untuk Batas Pengendali				
	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	1/d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,253	0	3,267	0	2,606	1,128	0,8865	0,853	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	2,954	0,8862	1,128	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,574
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,085	0	2,266	0	2,088	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	1,064	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,114
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,051	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,078	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,042	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,036	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,023	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,028	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,025	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,866	0,9776	1,023	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,021	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2998	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,019	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,018	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,017	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,016	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,015	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608

19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,014	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,013	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,013	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,2647	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,012	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,011	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,011	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,010	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

