PERBANDINGAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK DAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK GEOMETRIK

SKRIPSI

Oleh:
HILMI FAIZAH
NIM. 07610027

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERIMAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2012

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERBANDINGAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK DAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK GEOMETRIK

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:
HILMI FAIZAH
NIM. 07610027

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERBANDINGAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK DAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK GEOMETRIK

SKRIPSI

oleh:
HILMI FAIZAH
NIM. 07610027

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 12 Januari 2012

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,
Fachrur Rozi, M.Si	Abdussakir, M.Pd
NIP. 19800527 200801 1 012	NIP. 19751006 200312 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERBANDINGAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK DAN BAGAN PENGENDALI RATA-RATA BERGERAK GEOMETRIK

SKRIPSI

Oleh:
Hilmi Faizah
NIM. 07610027

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

Tanggal: 21 Januari 2012

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: Sri Harini, M.Si NIP. 19731014 200212 2 002	_____
2. Ketua Penguji	: Abdul Aziz, M.Si NIP. 19760318 200604 1 002	_____
3. Sekretaris Penguji	: Fachrur Rozi, M.Si NIP. 19800527 200801 1 012	_____
4. Anggota	: Abdussakir, M.Pd NIP. 19751006 200312 1 001	_____

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika,

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Hilmi Faizah
NIM	: 07610027
Fakultas / Jurusan	: Sains dan Teknologi / Matematika
Judul penelitian	: Perbandingan Pengendalian Kualitas Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak Dan Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak Geometrik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Januari 2012

Yang membuat pernyataan,

Hilmi Faizah

NIM. 07610027

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

اَلْكَيِّسُ مَنْ دَانَ نَفْسَهُ (رواه الترمذي)

"*Orang pandai adalah orang yang mau mengintropeksi dirinya sendiri*" (HR. Turmudzi)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Persembahan

Just for my beloved parents Amlasi dan Sumarlik Zulaikha

Yang tak terukur kasih sayangnya dan tak terbalas jasa baiknya.

Semoga Allah selalu melindungi mereka.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua saudara penulis,

Umiru Linafisah, Rahmi Qudsiyah, Khafiful Asfad.

Juga untuk orang terkasih, suami penulis, Qowimul Iman yang selalu mendukung dan memberikan inspirasi kepada penulis dalam menggapai cita-cita.

Semoga Allah berkenan memberikan ampunan kepada penulis, kedua orang tua, semua saudara, dan suami penulis.

Dan Semoga Allah menyayangi mereka sebagaimana mereka menyayangi penulis hingga saat ini. Amin.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik". Shalawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah menuntun manusia ke jalan keselamatan.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program Sarjana Sains (S.Si) Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan sebagai wujud serta partisipasi penulis dalam mengembangkan ilmu-ilmu yang telah penulis peroleh selama di bangku kuliah.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini, yakni kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman B. 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 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Fachrur Rozi, M.Si dan Abdussakir, M.Pd yang telah membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmunya, semoga apa yang beliau ajarkan dicatat sebagai amal soleh.
6. KH. Marzuki Mustamar, sebagai pengasuh PP. Sabilur Rosyad yang telah memberikan ilmu agama dan senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga penulis yang selalu mendoakan keberhasilan penulis.
8. Suami penulis yang senantiasa menemani serta memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman Jurusan Matematika, yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT. senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhirnya, semoga apa yang penulis berikan dalam skipsi ini dapat berguna dan bermanfa'at.

Malang, 12 Januari 2012

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
ABSTRAK ..... **xiv**
ABSTRACT ..... **xv**
MULAKHKHAS AL BAHTSI ..... **xvi**
BAB I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Masalah 6
1.6 Metode Penelitian 6
1.7 Sistematika Penulisan 7
BAB II. KAJIAN TEORI 9
2.1 Kualitas 9
2.2 Teori-Teori Dasar 13
2.3 Pengendalian Kualitas Statistik 17
2.4 Bagan Pengendali 19
2.5 *Average Run Length* 24
BAB III. PEMBAHASAN 26

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.1 Analisis Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak 26
3.2 Analisis Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik 33
3.3 Analisis Perbandingan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik..... 39
3.4 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik 41
3.4.1 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak . 41
3.4.2 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik 44
3.5 Kajian Agama 46
BAB IV. PENUTUP 52
4.1 Kesimpulan 52
4.2 Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai ARL dari Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik dengan $n = 4$..... 40

Tabel 3.2 Banyaknya Data *Out of Control* 46

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Bagan Pengendali secara Umum 21

Gambar 2.2 Kurva Normal 23

Gambar 3.1 Grafik Probabilitas Data *in Control* dengan *w*=3..... 30

Gambar 3.2 Grafik Probabilitas Data *in Control* dengan *w*=4 30

Gambar 3.3 Grafik Probabilitas Data *in Control* dengan *w*=8 31

Gambar 3.4 Grafik ARL_{M_t} dengan *w*=3 31

Gambar 3.5 Grafik ARL_{M_t} dengan *w*=4 32

Gambar 3.6 Grafik ARL_{M_t} dengan *w*=8 32

Gambar 3.7 Grafik Probabilitas Data *in Control* dengan *r*=0.2 38

Gambar 3.8 Grafik ARL_{Z_t} dengan *r*=0.2 39

Gambar 3.9 Grafik $\bar{X}$ dengan *n*=4, *k*=1.0 41

Gambar 3.10 Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=3 42

Gambar 3.11 Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=4 43

Gambar 3.12 Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=8 43

Gambar 3.13 Grafik Rata-rata Bergerak Geometrik dengan *n*=4, *r*=0.2 45

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Faizah, Hilmi. 2012. **Perbandingan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik.** Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing : 1) Fachrur Rozi, M.Si.
2) Abdussakir, M.Pd.

Kata Kunci: Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak, Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak Geometrik, ARL

Bagan pengendali merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali statistik atau tidak. Bagan pengendali *Shewhart* adalah bagan pengendali yang paling sering digunakan, namun kelemahan utama dari bagan pengendali *Shewhart* adalah bagan ini hanya menggunakan informasi tentang proses berdasarkan titik terakhir yang diplot dan mengabaikan informasi yang diberikan oleh barisan titik-titik yang lain. Hal ini menyebabkan bagan pengendali *Shewhart* dirasa kurang peka terhadap adanya pergeseran rata-rata yang kecil dalam proses, khususnya jika pergeseran berkisar antara 2σ atau kurang.

Tugas Akhir ini mengkaji perbandingan bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik. Bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dibentuk untuk mendeteksi pergeseran proses dari setiap grafik. Keefektifan bagan kendali dalam mendeteksi pergeseran proses dapat ditentukan dengan perhitungan ARL masing-masing bagan kendali kemudian dilakukan perbandingan terhadap nilai ARL tersebut. ARL merupakan rata-rata *run* (observasi) yang harus dilakukan sampai ditemukannya *out of control* yang pertama.

Dari kajian dan analisis yang telah dilakukan didapatkan nilai ARL terkecil, yaitu nilai ARL bagan kendali rata-rata bergerak geometrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bagan kendali rata-rata bergerak geometrik lebih efektif dalam menyidik pergeseran kecil karena dengan nilai ARL yang kecil menunjukkan bahwa bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik lebih peka dalam menyidik *out of control*. Untuk selanjutnya penelitian ini dapat dikembangkan dengan perbandingan kinerja bagan kendali pengendali rata-rata bergerak geometrik dan bagan pengendali regresi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Faizah, Hilmi. 2012. **Comparison Moving Average Control Chart and Geometric Moving Average Control Chart**. Thesis, Department of Mathematic, Faculty of Science and Technology, State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.
Promotor : 1) Fachrur Rozi, M.Si
2) Abdussakir, M.Pd

Keywords: Moving Average Control Chart, Geometric Moving Average Control Chart, ARL

Control Chart is one tool used to determine a process in statistical control or not. Shewhart control chart is the most commonly used, but the main drawback of Shewhart control chart is a chart just use information about the process based on the last point plotted and it ignore information provided by the rows of the other points. This causes the Shewhart control chart is less sensitive to the shift of the average small in the process, especially if the shift ranges from 2σ or less.

This final quality control review the comparison chart of the moving average control chart and geometric moving average control chart. the moving average control chart moving average and geometric control chart set up to detect the out of control of each graph. The effectiveness of the control chart in detecting the value of out of control ARL can be determined by calculating each control chart and then do a comparison against the value of the ARL. ARL is the average run (observation) to be done until the invention of the first out of control.

From the study and analysis has been done the smallest ARL values obtained, this is mean, the value of the control chart ARL moving geometric average. So it can be concluded that the control chart moving geometric average is more effective in investigating small shifts due to the small value of ARL controller chart shows that the moving geometric average is more sensitive in investigating *out of control*. To further this research can be developed by comparison between geometric moving average control chart and regression control chart.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ملخص البحث

فائزة، حلمي. ٢٠١٢ المقارنة بين المخطط الماسك بمعدل متحرك والمخطط الماسك بمعدل متحرك هندسي
بحث علمي، شعبة الرياضية، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم بمالانج
المشرف : ١) الأستاذ فخر الرازي الماجستير
: ٢) الأستاذ عبد الشاكر الماجستير

الكلمة الرئيسية : المخطط الماسك بمعدل متحرك، المخطط الماسك بمعدل متحرك هندسي، *ARL*

كان المخطط الماسك ألة من الألات التي تستعمل لتعيين عملية كانت على إحصاء أم لا. يعتبر المخطط الماسك صوهارت *shewhart* من أكثر المخططات استعمالا، غير أنه يستخدم معلومات العمليات وفقا على أخر النقطة المصورة دون مراعاة المعلومات الصادرة من النقط الأخرى، فيصبح المخطط غير حساس على تغير المعدلات الصغيرة في العملية ولاسيما إذا كان التغير يدور على ٢- سيغما فأقل.

في هذا البحث العلمي تبحث الباحثة في المقارنة بين ضبط كيفية المخطط الماسك بمعدل متحرك والمخطط الماسك بمعدل متحرك هندسي. يقام بين ضبط كيفية المخطط الماسك بمعدل متحرك والمخطط الماسك بمعدل متحرك هندسي لمعرفة قيمة غير مضبوطة في كل خطوط بيانية. وكان تأثير هذا المخطط على معرفة قيمة غير مضبوطة منوط بحساب *ARL* في كل المخطط فيقارن كل من تلك القيم *ARL*. وكانت نتيجة *ARL* هي معدل من المراقبة التي لابد من فعلها حتى توجد القيمة غير المضبوطة الأولى.

بعد أن أقيم الفحص والبحث. فالحاصل أن المخطط الماسك بمعدل متحرك هندسي أكثر تأثيرا في الفحص على التغير الصغير وذلك لأن نتيجة *ARL* الصغرى دالة على ذلك المخطط أكثر إحساسا في الفحص عن قيمة غير مضبوطة.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Agama Islam merupakan agama yang mengajarkan manusia tentang kebenaran dan kebaikan. Akan tetapi, dalam menjalani kehidupan manusia seringkali mendapatkan berbagai macam pilihan sehingga manusia harus dapat memilih jalan atau cara yang paling benar untuk melakukan kebaikan kepada Allah maupun kepada sesama manusia.

Upaya manusia dengan kelemahannya dalam mencari kebenaran tidak jarang diiringi dengan berbagai faktor yang dapat membawa manusia menyimpang dari jalan kebenaran. Sehingga sudah sepatutnya manusia meminta pertolongan supaya manusia tetap berada dalam jalan kebenaran.

Allah berfirman dalam surat al-Fatihah ayat 6

إهدنا الصراط المستقيم (الفاتحه:٦)

Artinya:

"Tunjukkan kami jalan yang lurus". (al-Fatihah:6)

Kata "إهدنا" (*tunjukkan kami)* merupakan bentuk permohonan pertolongan dan kata "الصراط المستقيم" (*jalan yang lurus),* menurut ar-Raghib dalam kitab al-Mufradadnya menjelaskan bahwa kata "*shirath*" sudah mengandung arti jalan yang lurus, kemudian kata tersebut disifati dengan kata "*mustaqim*" yang artinya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

lurus, sehingga kalimat ini merupakan kalimat yang menegaskan bahwa jalan tersebut merupakan jalan yang benar-benar lurus (Asyirazi,1992:47).

Dari penjelasan surat tersebut dapat diambil pelajaran bahwa Allah menginginkan hamba-hambanya selalu berada dalam kebenaran dengan mengajarkan manusia untuk selalu memohon pertolongan-Nya agar manusia tidak menyimpang dari jalan kebenaran dan tetap berada dalam jalan yang benar-benar lurus.

Sebagaimana yang telah dituliskan pada paragraf pertama bahwa agama Islam mengajarkan manusia untuk melakukan kebenaran dan kebaikan, sehingga di samping manusia melakukan kebenaran manusia juga harus melakukan kebaikan, benar tanpa diiringi dengan cara yang baik belum tepat dan baik tanpa adanya kebenaran merupakan sesuatu yang sia-sia. Kebaikan merupakan suatu usaha manusia untuk mendapatkan yang terbaik, karena dengan melakukan kebaikan manusia akan mendapatkan balasan yang baik pula.

Allah berfirman dalam surat al-Mulk ayat 2

الذى خلق الموت والحيوة ليبلوكم أيكم أحسن عملا. وهو العزيز الغفور (الملك:٢)

Artinya;

"(Allah) yang menciptakan mati dan hidup untuk menguji kamu, siapa diantara kamu yang lebih baik amalnya. Dan Dia mahaperkasa lagi mahapengampun".

(al-Mulk:2)

Kata "أيكم أحسن عملا" (*siapa yang lebih baik amalnya)*, menurut as-Shihab (2004:341-344) bahwa kalimat ini tidak menyebutkan siapa yang terbaik dan siapa yang terburuk, sehingga ini merupakan tuntunan kepada manusia supaya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

manusia berlomba-lomba dalam melakukan kebaikan. Dalam lanjutan ayat tersebut Allah menyebutkan kata sifat "العزيز" (*maha perkasa)* dan sifat "الغفور" (*maha pengampun)*, ampunan merupakan bentuk balasan yang terbaik bagi manusia yang mau menyesali kesalahan-kesalahannya dan mau melangkah untuk melakukan yang lebih baik.

Sebagaiman ayat di atas, surat al-Fatihah ayat 6 dan surat al-Mulk ayat 2 merupakan tuntunan bagi manusia agar selalu mencari jalan yang benar dan melakukan yang terbaik. Begitu pula dalam proses produksi, seorang produsen dituntut untuk menghasilkan produk yang terbaik agar dapat memberikan kepuasan terhadap konsumen. Akan tetapi selalu saja ada kesalahan kecil yang terjadi dalam proses sehingga produsen harus jeli dalam menangani masalah ini agar dapat mempertahankan kualitas produksi.

Montgomery (1985:119) menjelaskan bahwa dalam banyak proses produksi, walaupun telah dirancang dengan sebaik-baiknya atau dengan hati-hati, akan selalu ada variabilitas dasar tertentu atau gangguan dasar yang menjadi pengaruh kumulatif, yang pada dasarnya tidak terkendali. Proses produksi yang bekerja dalam keadaan terkendali akan menghasilkan suatu produk yang dapat diterima dalam waktu yang relatif panjang. Akan tetapi, tidak jarang sebab-sebab terduga akan terjadi yang bersifat acak sehingga akan mengakibatkan pergeseran proses.

Metode statistik yang berperan dalam hal ini adalah metode pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*), yang berfungsi untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki data. Ariani

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(2003:54) menjelaskan bahwa sesuai dengan pengertiannya, pengendalian kualitas statisik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik (*statistical quality control*) yang sering disebut sebagai pengendalian proses statistik (*statistical process control*).

Salah satu alat terpenting dalam pengendalian kualitas statistik adalah bagan pengendali. Bagan pengendali yang paling sering digunakan adalah bagan pengendali *Shewhart*. Bagan pengendali *Shewhart* yang biasa digunakan dalam proses pengontrolan secara statistik untuk memonitor variabilitas proses adalah bagan pengendali $\bar{X} - R$ dan bagan pengendali $\bar{X} - S$. Akan tetapi kekurangan dari bagan ini adalah kurang peka dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil. Selanjutnya, bagan pengendali tersebut dikembangkan menjadi bagan-bagan sebagai berikut; bagan pengendali rata-rata gerak, bagan pengendali regresi, bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik, bagan pengendali penerimaan, bagan pengendali jumlah kumulatif dan bagan pengendali yang lainnya.

Dengan demikian peneliti menganggap perlu untuk membandingkan bagan pengendali satu dengan bagan pengendali yang lainnya, sehingga dapat diketahui bagan yang paling peka dalam menyidik pergeseran yang relatif kecil yang terjadi dalam rata-rata proses. Dalam hal ini peneliti akan membandingkan bagan pengendali rata-rata bergerak dengan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik. Karena kedua bagan ini memiliki kemampuan untuk menyidik

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pergeseran yang relatif kecil yaitu pergeseran yang rata-rata kurang dari 2σ (2 simpangan baku).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah;

1. Bagaimana kepekaan bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometri dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil?
2. Bagaimana perbandingan hasil pengendalian kualitas data simulasi bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik untuk rata-rata sampel dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kepekaan bagan pengendali bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil pengendalian kualitas data simulasi bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik untuk rata-rata sampel dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah;

1. Bagi penulis

   Sebagai sarana untuk lebih memahami dan mengembangkan disiplin ilmu yang telah dipelajari dalam bidang statistik

2. Bagi pembaca

   Sebagai informasi baru tentang bagan pengendali kualitas statistik, sehingga pembaca dapat memilih untuk menggunakan bagan yang efektif dalam menyidik pergeseran yang relatif kecil

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagan pengendali rata-rata bergerak dengan jarak $w=3,4,8$
2. Bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dengan pembobot $r=0.2$

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, yaitu dengan cara pengujian aplikasi teori pada keadaan tertentu. Penelitian ini berdasarkan teori sebagai pedoman atau arah untuk memilih, mengumpulkan, dan menganalisis data.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.6.2 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data simulasi dengan asumsi sebaran normal baku yang dibangkitkan sebanyak 200 data dan sub sampel *n*=1,2,3,4 dengan menggunakan program minitab 14.

1.6.3 Langkah-langkah Penelitian

1. Analisis bagan pengendali rata-rata bergerak
2. Analisis ARL bagan pengendali rata-rata bergerak
3. Analisis bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik
4. Analisis ARL bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik
5. Analisis penerapan bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik
6. Kajian agama

1.7 Sistematika Penulisan

Agar penulisan penelitian ini lebih terarah, maka digunakan sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab rincian sebagai berikut;

Bab I: Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang penulisan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan

Bab II: Kajian Teori yang membahas tentang pengertian kualitas, teori-teori dasar, pengendalian kualitas statistik, bagan pengendali, bagan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pengendali rata-rata bergerak, bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik, dan ARL (Average Run Length)

Bab III: Pembahasan yang berisi tentang analisis dari bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik serta perbandingan dari kedua bagan tersebut

Bab IV: Penutup memuat kesimpulan dan saran-saran secara menyeluruh sesuai dengan isi pembahasan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Kualitas

Ariani (2003:3-4) menjelaskan pengertian kualitas menurut beberapa ahli antara lain, menurut Juran (1962) kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya. Goetch dan Davis (1995) menambahkan kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan. Sedangkan menurut perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik dinyatakan secara tegas atau tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Menurut Montgomery (1995:1) arti kualitas adalah kecocokan penggunaan bagi seorang pengusaha dalam kemampuan memproses bahan baku dengan biaya rendah dan sisa (cacat) yang minimal.

Dari pengertian di atas, menurut penulis ada beberapa ciri dari pada kualitas diantaranya yaitu :

1. Profesional

Profesional (tenaga ahli) adalah orang yang bekerja dengan maksimal serta penuh komitmen dan kesungguhan. Sebagaimana sabda Nabi Muhammad SAW

يحب الله العامل إذا عمل أن يحسن (رواه الطبراني)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Artinya:

"*Allah menyukai seseorang ketika melakukan suatu pekerjaan hingga sempurna (secara profesional)".* (HR. Thabrani)

(Hasyim, 1948:187)

Maksud dari hadits di atas adalah Allah menyukai pekerjaan yang dilakukan sampai tuntas atau dengan kata lain Allah menyukai pekerjaan yang dilakukan dengan sempurna (secara profesional), dan tidak akan ada pekerjaan yang dapat diselesaikan dengan sempurna kecuali oleh orang-orang yang profesional, sehingga produk tersebut dapat memberikan kepuasan kepada konsumen.

Suatu pekerjaan atau suatu produk akan dapat memuaskan kebutuhan konsumen jika produk tersebut dikerjakan secara sempurna dan dikerjakan oleh tenaga yang profesional di bidang tersebut, karena apabila suatu pekerjaan yang diserahkan kepada yang bukan ahlinya maka akan menghasilkan produk yang tidak sempurna.

Nabi bersabda;

إذا وسد الأمر إلى غير أهله فانتظر الساعة (رواه البخارى)

Artinya;

"Jika suatu urusan diserahkan pada selain ahlinya, maka tunggulah saat kehancurannya". (HR. Bukhari)

(Hasyim, 1948:19)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Hemat biaya

Hemat biaya adalah membelanjakan harta sesuai dengan kebutuhannya. Di dalam Islam dilarang untuk berbuat boros (berlebih-lebihan), sebagaimana firman Allah dalam surat al-A'raf ayat 31

وكلوا واشربوا ولاتسرفوا. إن الله لايحب المسرفين (الأعراف :٣١)

Artinya; "... Makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan". (al-A'raf: 31)

Shihab (2002:72-73) mengatakan bahwa kata (*tusrifuu*) berarti janganlah berlebih-lebihan, karena Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan (boros), maksudnya makan dan minumlah secukupnya, janganlah melampaui batas yang dibutuhkan oleh tubuh dan jangan pula melewati batas-batas makanan yang dihalalkan. Jika kita makan dan minum yang berlebihan bisa mengganggu kesehatan tubuh. Asbabunnuzul dari ayat di atas merupakan ayat teguran bagi kaum Hummas dari suku Quraisy yang sangat menggebu-gebu dalam beragama, mereka tidak mau memakai pakaian yang pernah digunakan berbuat dosa ketika melakukan ibadah dan ketat dalam memakan makanan ketika mereka beribadah haji. Kemudian Nabi bersabda: "Kita lebih wajar melakukan yang demikian dari pada kaum Hummas".

Dari ayat di atas terdapat anjuran untuk hidup hemat, jika diterapkan dalam produksi, produsen harus bisa menghemat biaya produksi dengan cara merancang anggaran, agar dapat mencapai tujuan produksi dengan hemat biaya. Sehingga hasil produksi bisa diminati di pasaran tanpa ada kerugian di hari

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

selanjutnya. Sebagaimana prinsip ekonomi ”mengeluarkan biaya sedikit-dikitnya dan mendapatkan laba sebanyak-banyaknya” .

3. Tepat waktu.

Tepat waktu adalah menggunakan waktu secara efisien, yaitu dalam menyelesaikan suatu pekerjaan diatur (rencana) secara baik. Bagi orang yang beriman, selayaknya dapat mengatur waktu dalam berbagai macam amal perbuatan baik yang lain, yang berkaitan dengan aspek keagamaan ataupun keduniaan. Setiap amal perbuatan yang dituntut dengan sifat segera, wajib dikerjakan dengan segera, sedangkan amal perbuatan yang tidak dituntut dengan sifat segera, dapat dikerjakan dengan diundur sementara. Kemudian setiap perbuatan yang mempunyai waktu terbatas, maka wajib dikerjakan tepat pada waktunya (Qardhawi, 2007: 39).

Allah berfirman dalam Al-Qur’an surat al-Insyirah ayat 7, yang artinya sebagai berikut

”Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain” (al- Insyirah: 7).

Sebagian ahli tafsir menafsirkan apabila kamu (Muhammad) telah selesai berdakwah maka beribadahlah kepada Allah, apabila kamu telah selesai mengerjakan urusan dunia maka kerjakanlah urusan akhirat, dan ada lagi yang mengatakan “Apabila telah selesai mengerjakan shalat, berdoalah”. Dari ayat di atas kita diperintahkan untuk segera menyelesaikan pekerjaan yang baru jika telah menyelesaikan pekerjaan yang lama, karena jika suatu pekerjaan ditunda-tunda

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

akan menimbulkan pekerjakan terbengkalai yang akhirnya akan mengakibatkan kerugian.

Pepatah mengatakan ”waktu adalah pedang” karena waktu mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya waktu, orang belajar untuk mengatur waktu, sehingga kehidupan yang dijalani tidak terasa sia-sia karena dengan menggunakan waktu manusia mampu mangerjakan sesuatu yang lebih berfanfaat. Sebagaimana hadist Rasulullah ”*Pergunakanlah lima kesempatan, sebelum datangnya lima halangan, hidupmu sebelum kematianmu, kesehatanmu sebelum sakitmu, peluangmu sebelum kesibukanmu, masa mudamu sebelum masa tuamu dan kekayaanmu sebelum kefakiranmu*”. (H.R. Ahmad dengan Sanad Sahih) (Qardhawi, 2007: 155)

2.2 Teori-Teori Dasar

Definisi 1. Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_n$ merupakan sampel acak yang berukuran *n* dari distribusi sampel acak *X*, maka rata-rata sampelnya adalah

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

dan variansi sampelnya adalah

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})}{n-1}$$

(Walpole, 1995:35)

Definisi 2. Misalkan X adalah variabel acak dengan mean μ dan variansi σ^2, maka nilai μ dari X adalah didefinisikan dengan $\mu = E(X)$ dan nilai σ^2 dari X adalah $\sigma^2 = Var(X) = E(X-\mu)^2$ (Hogg, 2005:59).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.2.1 Sifat-sifat Ekspektasi dan Variansi

Sifat 1. Bila X adalah variabel acak dan a adalah konstan, maka $E(aX) = a\mu$

Sifat 2. Bila X adalah Y variabel acak maka $E(X+Y) = \mu_X + \mu_Y$

Sifat 3. **Bila** X adalah variabel acak dan a adalah konstan, maka $Var(aX) = a^2\sigma^2$

Sifat 4. Bila X adalah Y variabel acak maka $Var(X+Y) = {\sigma^2}_X + {\sigma^2}_Y$

(Walpole, 1995:142-146).

Teorema 1. Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_n$ merupakan sampel acak yang berukuran n dari distribusi X yang memiliki mean μ dan variansi σ^2, maka $E(\bar{X}) = \mu$ dan $Var(\bar{X}) = \frac{\sigma^2}{n}$

Bukti.

Karena $X_1, X_2, \dots, X_n$ merupakan sampel acak X, maka $E(X_1) = E(X_2) = E(X_n) = \mu$, akibatnya

$$E(\bar{X}) = E\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}\right)$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} E(X_i) \quad \text{(Berdasarkan sifat ke-2)}$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} E(X_i)$$

$$= \frac{1}{n} n\mu$$

$$= \mu$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dan variansi dari sampelnya adalah

$$Var(\bar{X}) = Var\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}\right)$$

$$= \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{n} Var(X_i) \quad \text{(Berdasarkan sifat ke-4)}$$

$$= \frac{1}{n^2} n\sigma^2$$

$$= \frac{\sigma^2}{n}$$

Definisi 3. Misalkan barisan $\langle ar^{n-1} \rangle$ yang terdiri dari $a, ar^1, ar^2, ar^3, \ldots$ dengan $0 < r < 1$. $S_n = \sum ar^{n-1}$ disebut deret geometrik dengan rasio r dan suku pertama *a* maka jumlah ke-*n* dari deret s_n dinyatakan oleh

$$s_n = a + ar^1 + ar^2 + \cdots + ar^{n-1}$$

$$rs_n = ar + ar^2 + \cdots + ar^{n-1} + ar^n$$

$$s_n - rs_n = a - ar^n$$

$$(1-r)s_n = a(1-r^n)$$

$$s_n = \frac{a(1-r^n)}{(1-r)}$$

(Mendelson, 1999:252-253)

Teorema 2. Misalkan barisan $\langle r(1-r)^{t-1} \rangle$ yang terdiri dari $r, r(1-r)^1, r(1-r)^2, \ldots$, dengan $0 < r < 1$ berdasarkan definisi 3, $s_t = r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j$ adalah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

deret geometrik dengan rasio $(1-r)$ dan suku pertama *r*, maka jumlah ke-*t* dari deret $s_t = \frac{r(1-(1-r)^t)}{1-(1-r)}$

Bukti.

$$\begin{aligned} s_t &= r + r(1-r)^1 + r(1-r)^2 + \cdots + r(1-r)^{t-1} \\ (1-r)s_t &= r(1-r) + r(1-r)^2 + \cdots + r(1-r)^{t-1} + r(1-r)^t \\ s_t - (1-r)s_t &= r - r(1-r)^t \\ (1-(1-r))s_t &= r(1-(1-r)^t) \\ s_t &= \frac{r(1-(1-r)^t)}{1-(1-r)} \end{aligned}$$

Teorema 3. Misalkan barisan $\left\langle r^2(1-r)^{2t-2} \right\rangle$ yang terdiri dari $r^2, r^2(1-r)^2, r(1-r)^4, \ldots$, dengan $0 < r < 1$ berdasarkan definisi 3, $s_t = r^2 \sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^{2j}$ adalah deret geometrik dengan rasio $(1-r)^2$ dan suku pertama r^2, maka jumlah ke-*t* dari deret $s_t = \frac{r(1-(1-r)^{2t})}{2-r}$

Bukti.

$$\begin{aligned} s_t &= r^2 + r^2(1-r)^2 + r^2(1-r)^4 + \cdots + r^2(1-r)^{2t-2} \\ (1-r)^2 s_t &= r^2 + r^2(1-r)^2 + \cdots + r^2(1-r)^{2t-2} + r^2(1-r)^{2t} \\ s_t - (1-r)^2 s_t &= r^2 - r^2(1-r)^{2t} \\ (1-(1-r)^2)s_t &= r(1-(1-r)^{2t}) \\ s_t &= \frac{r^2(1-(1-r)^{2t})}{1-(1-r)^2} \end{aligned}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3 Pengendalian Kualitas Statistik

Metode statistik merupakan metode yang berperan penting dalam hal memberikan cara-cara pokok pengambilan sampel produk, pengujian dan evaluasi serta informasi tentang data yang digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses suatu produk agar mendapatkan kualitas yang terjamin dan memenuhi standar yang telah ditetapkan. Salah satu metode statistik yang berperan dalam hal ini adalah metode pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*).

Pengendalian kualitas statisik adalah merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses dengan menggunakan metode-metode statistik. Pengendalian kualitas statistik mempunyai cakupan yang luas, karena di dalamnya terdapat pengendalian proses statistik, pengendalian produk dan analisis kemampuan proses. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) sering disebut sebagai pengendalian proses statistik (*statistical process control*), hanya saja pengendalian proses statistik dikenal sebagai alat yang bersifat *online* untuk menggambarkan apa yang terjadi saat ini, sedangkan pengendalian kualitas statistik menyediakan alat-alat *offline* untuk mendukung analisis dan pembuatan keputusan yang membantu menentukan apakah proses dalam keadaan stabil dan dapat diprediksi setiap tahapannya, hari demi hari, dan pemasok ke pemasok (Ariani, 2003:55).

Konsep terpenting yang harus diperhatikan dalam pengendalian kualitas statistik adalah variabilitas atau kesalahan yang terjadi dalam proses. Semua

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

prosedur pengendalian statistik memuat keputusan berdasarkan sampel yang diambil dari populasi yang lebih besar.

Selanjutnya, penyelesaian masalah dengan statistik mencakup dua hal, seperti melebihi batas pengendalian bila proses dalam kondisi terkendali atau tidak melebihi batas pengendalian bila proses dalam kondisi di luar pengendali. Secara statistik, kedua hal tersebut digolongkan ke dalam kesalahan tipe I dan kesalahan tipe II. Kesalahan tipe I dan kesalahan tipe II digambarkan dengan kurva karakteristik operasi yang menunjukkan probabilitas penerimaan sebagai fungsi dari berbagai tingkatan kualitas. Kesalahan tipe I menyatakan keadaan tidak terkendali padahal keadaan terkendali dan kesalahan tipe II menyatakan keadaan terkendali padahal keadaan tidak terkendali.

Meminimalkan varibialitas dalam proses merupakan tujuan dari pengendalian kualitas statistik, sedangkan sasaran pengendalian kualitas statistik ini adalah mengurangi terjadinya variasbilitas atau kesalahan-kesalahan dalam proses. Ada dua faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan-kesalahan dalam proses yaitu faktor umum dan faktor khusus. Faktor-faktor khusus yang menyebabkan variabilitas adalah adanya kesalahan operator, mesin, dan bahan baku cacat. Sedangkan faktor umum yang bersifat tidak bisa dihindari adalah:

1. Penurunan bahan baku
2. Penurunan (kinerja) mesin
3. Penurunan suhu
4. Fluktuatif kelembaban udara

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tujuan pengendalian kualitas statistik adalah menyidik dengan cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian sehingga penyelidikan terhadap proses dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tak sesuai diproduksi. Sedangkan tujuan akhir pengendalian kualitas statistik adalah menyingkirkan keragaman dalam proses sehingga dapat melakukan perbaikan dalam proses produksi untuk menghasilkan hasil produksi yang baik.

Montgomery (1990) menyebutkan, ada 7 alat yang dapat digunakan dalam metode pengendalian kualitas yaitu Histogram, *Check Sheet* (Lembar Periksa), *Pareto Chart* (Grafik Pareto), *Cause and Effect Diagram* (Diagram Sebab Akibat), *Scatter Plot* (Diagram Pencar), *Control Chart* (Grafik Pengendali), dan *Defect Concentration Diagram* (Diagram Konsentrasi Cacat).

2.4 Bagan Pengendali

Bagan pengendali adalah alat yang digunakan untuk menentukan keberadaan suatu proses berada dalam kendali statistik atau berada di luar kendali statistik. Bagan pengendali disebut juga dengan peta kendali atau grafik pengendali (*control chart*). Menurut Iriawan dan Astuti (2006), peta kendali adalah salah satu alat statistik untuk mengendalikan kualitas.

Dasar bagan pengendali memuat garis tengah yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol (yakni hanya sebab-sebab tak terduga yang ada). Dan dalam bagan pengendali terdapat dua garis mendatar yang dinamakan Batas Pengendali Atas (BPA) atau *Upper Control*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

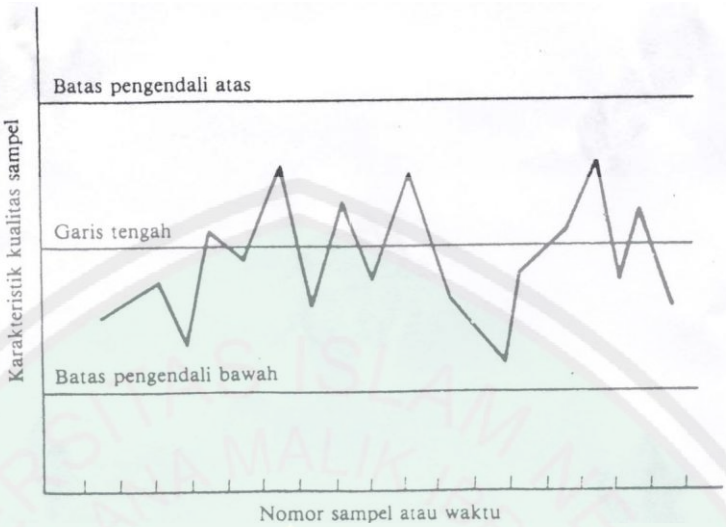
Limit (UCL) dan Batas Pengendali Bawah (BPB) atau *Lower Control Limit (LCL).*

Menurut Montgomery (1995:120-121), bagan pengendali merupakan bagan suatu karakteristik kualitas yang telah dihitung (diukur) dari sampel terhadap nomor sampel atau waktu. Bagan ini memuat Garis Tengah (GT) yang merupakan rata-rata yang berkaitan dengan keadaan terkontrol. Dua garis mendatar dinamakan Batas Pengendali Atas (BPA) dan Batas Pengendali Bawah (BPB). Apabila semua titik-titik sampel jatuh di antara kedua garis tersebut, dan berpola acak, maka proses dikatakan dalam keadaan terkendali. Bila terdapat satu titik terletak di luar batas pengendali, diinterpretasikan sebagai proses tak terkendali dan diperlukan suatu tindakan penyelidikan dan perbaikan untuk menyingkirkan sebab-sebab terduga yang menyebabkannya. Meskipun semua titik terletak di dalam batas pengendali, bila titik-titik tersebut berpola sistematik atau tidak acak, maka proses dikatakan tidak terkendali.

Sementara itu, dalam proses pengendalian, bagan pengendali statistik mendeteksi adanya penyebab khusus adanya ketidaksesuaian yang terjadi. Apabila data sampel berada di luar batas pengendali, maka data sampel tersebut disebut berada di luar batas statistik (*out of control*). Sebaliknya, apabila data sampel berada di dalam batas statistik, maka data sampel tersebut disebut berada dalam kendali statistik (*in control)*. Proses yang disebut berada dalam kendali statistik tersebut dikatakan berada dalam kondisi stabil dengan kemungkinan adanya variabilitas yang disebabkan oleh sebab umum.

Bentuk dasar dari bagan pengendali dapat digambarkan sebagai berikut;

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.1 Bentuk Dasar Bagan Pengendali

Tujuan dari bagan pengendali yaitu untuk menentukan apakah hasil kerja atau suatu proses masih dipertahankan pada taraf mutu yang dapat diterima dan untuk mengawasi proses, yakni apakah perubahan perlu dilakukan (Ronald dan Raymond, 1995:725-727).

Pada dasarnya bagan pengendali adalah uji hipotesis yang dilakukan secara berulang-ulang pada titik waktu yang lain dan digunakan untuk menentukan apakah produksi terkendali. Satu titik terletak dalam batas pengendali adalah ekuivalen dengan menerima hipotesis terkendali secara statistik, dan titik berada di luar batas pengendali berarti ekuivalen dengan menolak hipotesis terkendali secara statistik. Sehingga sangat penting dalam menentukkan garis pusat dan batas-batas pengendalian untuk melakukan uji bagan pengendali.

Secara umum model batas bagan pengendali dirumuskan sebagai berikut:

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w \qquad (2.3.1)$$

$$CL = \mu_w \qquad (2.3.2)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w \qquad (2.3.3)$$

dengan,

UCL (*upper control limit*) : batas pengendali atas

CL (*center line*) : garis tengah

LCL (*lower control limit*) : batas pengendali bawah

w : bagan pengendali standar

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

μ_w : $E[w]$ = mean dari w

σ_w^2 : $\text{var}[w]$ = variansi dari w

(Yunita, 2010)

Kriteria proses tidak terkendali adalah sebagai berikut:

1. Satu titik lebih dari tiga sigma dari *center line.*
2. Sembilan titik pada suatu baris berada pada sisi yang sama dari *center line.*
3. Enam titik pada suatu baris semua naik atau semua turun.
4. Empat belas titik pada suatu baris bergantian naik dan turun.
5. Dua dari tiga titik lebih dari dua sigma dari *center line* (pada sisi yang sama).
6. Empat dari lima titik lebih dari satu sigma dari *center line* (pada sisi yang sama).
7. Lima belas titik pada suatu baris dengan satu sigma pada *center line* (sebarang sisi)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

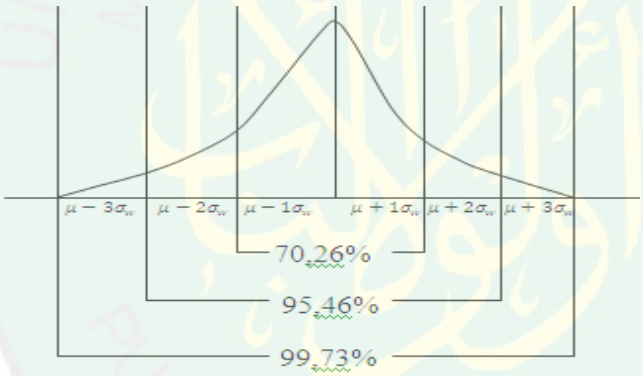
8. Delapan titik pada suatu baris lebih dari satu sigma dari *center line* (sebarang sisi)

Dalam prinsip peluang, apabila suatu hasil pengukuran mempunyai distribusi normal dan simpangan baku tertentu, maka peluang suatu hasil pengukuran yang terletak dalam selang kepercayaan dapat dihitung sebagai berikut:

peluang $\mu \pm 3\sigma = 0{,}9973$

peluang $\mu \pm 2\sigma = 0{,}9546$

peluang $\mu \pm 1\sigma = 0{,}7026$



Gambar 2.2: Kurva Normal

(Montgomery, 1990)

Dari prinsip peluang dapat dijelaskan bahwa dengan menggunakan batas pengendali 3σ diharapkan 99,73% dari populasi pangamatan akan terletak dalam batas pengendali 3σ, dan hanya 0,27% yang terletak di luar batas pengendali. Sementara jika digunakan batas pengendali 2σ diharapkan 95,46% dari populasi pangamatan akan terletak dalam batas pengendali 2σ dan hanya 4,54% yang terletak di luar batas pengendali. Jika menggunakan batas pengendali 1σ diharapkan 70,26% dari populasi pengamatan akan terletak dalam batas

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pengendali 1σ dan 29,74% terletak di luar batas pengendali (Montgomery, 1990:47).

2.5 *Average Run Length* (ARL)

Kriteria yang digunakan untuk dapat membandingkan kinerja bagan pengendali adalah dengan mengukur seberapa cepat diagram kontrol tersebut menangkap sinyal *out of control*. Diagram kontrol yang lebih cepat mendeteksi sinyal *out of control* disebut lebih sensitif terhadap perubahan proses. Salah satu cara untuk mengukur kinerja diagram kontrol adalah dengan menggunakan *Average Run Length* (ARL).

ARL adalah rata-rata *run* (observasi) yang harus dilakukan sampai ditemukannya *out of control* yang pertama. Apabila proses dalam keadaan *in control* maka digunakan ARL_0 (*ARL* untuk peta kendali dalam keadaan terkendali) dengan persamaan rumus $ARL = \frac{1}{\alpha}$ dimana α = probabilitas kesalahan (*error)* tipe I (menyatakan keadaan tidak terkendali padahal keadaan terkendali) atau probabilitas suatu titik rata-rata sampel jatuh di luar batas pengendali pada saat proses terkendali. Sedangkan apabila proses dalam keadaan *out of control*, maka digunakan ARL_1 (*ARL* dalam keadaan tak terkendali) dengan rumus $ARL = \frac{1}{1-\beta}$ dimana β = probabilitas kesalahan (*error)* tipe II (menyatakan keadaan terkendali padahal keadaan tidak terkendali) atau probabilitas suatu titik rata-rata sampel jatuh di dalam batas pengendali pada saat proses tidak terkendali. Dengan demikian ARL_0 akan bernilai besar sedangkan ARL_1 akan bernilai kecil apabila proses dalam keadaan *out of control* (Montgomery, 1990:229).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Misal $w \sim N(\mu, \sigma^2)$ maka β dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut;

$$\beta = P[BPB \leq w \leq BPA|\mu_1] \quad (2.4.1)$$

dengan asumsi $\mu_1 = \mu_0 + k\sigma$

$$\beta = \Phi\left[\frac{BPA-\mu_1}{\sigma}\right] - \Phi\left[\frac{BPB-\mu_1}{\sigma}\right] \quad (2.4.2)$$

sehingga ARLnya adalah

$$ARL_w = \frac{1}{1-\Phi\left[\frac{BPA-\mu}{\sigma}\right]-\Phi\left[\frac{BPB-\mu}{\sigma}\right]} \quad (2.4.3)$$

(Montgomery, 1990:231).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

PEMBAHASAN

Misalkan $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \ldots, \bar{X}_t$ merupakan sampel acak yang berukuran n dari distribusi sampel acak $\bar{X}$, maka rata-rata dari $\bar{X}$ adalah

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^{t} \bar{X}_j}{t}$$

dimana,

t = banyaknya observasi yang dilakukan setiap sub sampel

$\bar{X}_i$ = rata-rata pada setiap sub sampel

$\bar{\bar{X}}$ = rata-rata pada setiap rata-rata sub sampel

3.1 Analisis Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak

Montgomery (1990:282) mengatakan bahwa bagan pengendali berdasarkan rata-rata bergerak sangat efektif dalam menyidik pergeseran proses yang kecil. Misal sampel berukuran n dan rata-rata $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \ldots, \bar{X}_t$ dengan jarak rata-rata bergerak w pada waktu t dengan $t > w$, maka rata-rata bergerak dapat didefinisikan sebagai berikut

$$M_t = \frac{\bar{X}_t + \bar{X}_{t-1} + \cdots + \bar{X}_{t-w+1}}{w} \qquad (3.1.1)$$

dimana,

M_t = rata-rata bergerak setiap periode ke-t

$\bar{X}_t$ = rata-rata setiap observasi ke-t

w = jarak rata-rata bergerak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan bagan pengendali standar maka

$$UCL = \mu_{M_t} + k\sigma_{M_t} \tag{3.1.2}$$

$$LCL = \mu_{M_t} - k\sigma_{M_t} \tag{3.1.3}$$

selanjutnya, akan dihitung nilai ekspektasi dari M_t sebagai berikut

$$\begin{aligned}
\mu_{M_t} = E(M_t) &= E\left(\sum_{i=t-w+1}^{t} \frac{1}{w}\bar{X}_i\right) \\
&= \frac{1}{w}E\left(\sum_{i=t-w+1}^{t} \bar{X}_i\right) \\
&= \frac{1}{w}E(w\bar{X}) \\
&= \frac{1}{w}w\mu \\
&= \mu
\end{aligned}$$

dan variansi dari Mt adalah

$$\begin{aligned}
Var(M_t) &= \left(\sum_{i=t-w+1}^{t} \frac{1}{w}\bar{X}_i\right) \\
&= \frac{1}{w^2}\sum_{i=t-w+1}^{t} V(\bar{X}_i) \qquad \text{(Berdasarkan sifat ke-4)} \\
&= \frac{1}{w^2}wV(\bar{X}) \\
&= \frac{1}{w^2}w\frac{\sigma^2}{n} \\
&= \frac{1}{w}\frac{\sigma^2}{n} \\
&= \frac{\sigma^2}{wn}
\end{aligned}$$

maka simpangan baku dari M_t adalah akar dari $Var(M_t)$, yaitu

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\sigma_{M_t} = \frac{\sigma}{\sqrt{nw}} \quad (3.1.4)$$

dimana,

$Var(M_t)$ = variansi rata-rata bergerak

σ^2 = variansi rata-rata

n = ukuran sampel

w = jarak rata-rata bergerak

Dengan demikian, jika $\bar{\bar{X}}$ menunjukkan garis tengah sebagai penaksir dari nilai μ_{M_t} pada grafik pengendali, maka batas pengendali k-sigma untuk Mt adalah

$$UCL = \bar{\bar{X}} + k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} \quad (3.1.5)$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} \quad (3.1.6)$$

dimana,

$\bar{\bar{X}}$ = rata-rata dari $\bar{X}$

σ = standart deviasi dari rata-rata bergerak

n = ukuran sampel

w = jarak rata-rata bergerak

(Montgomery, 1990:282)

Selajutnya akan dicari nilai ARL dari M_t. Berdasarkan persamaan (2.4.1) maka ARL_{M_t} dapat dirumuskan dalam bentuk sebagai berikut;

$$ARL_{M_t} = \frac{1}{1-\beta}$$

dimana

$$\beta = P[BPB \leq M_t \leq BPA|\mu_1]$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan asumsi pergeseran $\mu_1 = \mu_0 + k\sigma$

maka,

$$\beta = \Phi\left[\frac{BPA - \mu_1}{\sigma}\right] - \Phi\left[\frac{BPB - \mu_1}{\sigma}\right]$$

$$= \Phi\left[\frac{\mu_0 + k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} - (\mu_0 + k\sigma)}{\frac{\sigma}{\sqrt{nw}}}\right] - \Phi\left[\frac{\mu_0 - k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} - (\mu_0 + k\sigma)}{\frac{\sigma}{\sqrt{nw}}}\right]$$

$$= \Phi\left[\frac{k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} - k\sigma}{\frac{\sigma}{\sqrt{nw}}}\right] - \Phi\left[\frac{-k\frac{\sigma}{\sqrt{nw}} - k\sigma}{\frac{\sigma}{\sqrt{nw}}}\right]$$

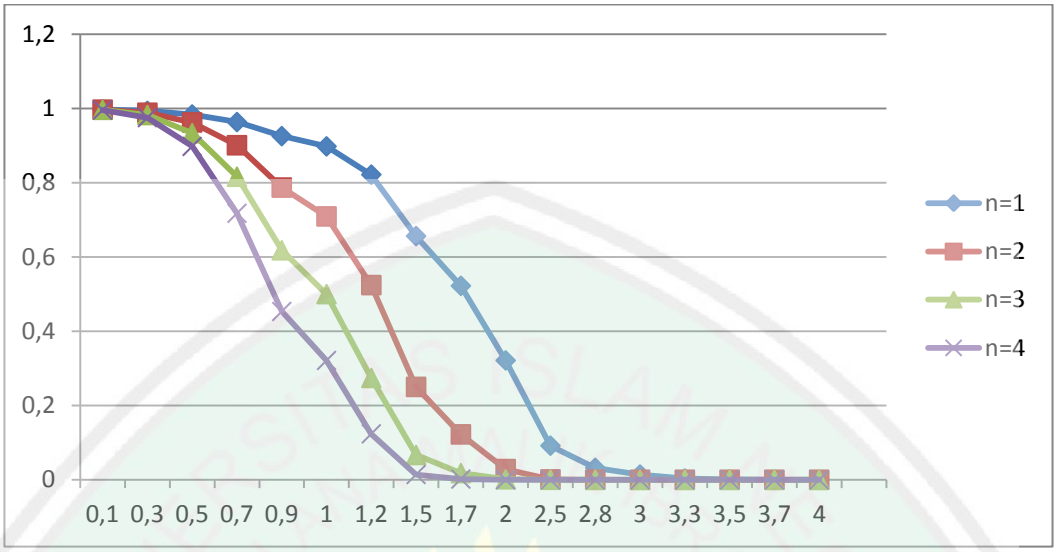
$$= \Phi\left[k - k\sqrt{wn}\right] - \Phi\left[-k - k\sqrt{wn}\right] \quad (3.1.7)$$

Jadi,

$$ARL_{M_t} = \frac{1}{1-(\Phi[k-k\sqrt{wn}]-\Phi[-k-k\sqrt{wn}])} \quad (3.1.8)$$

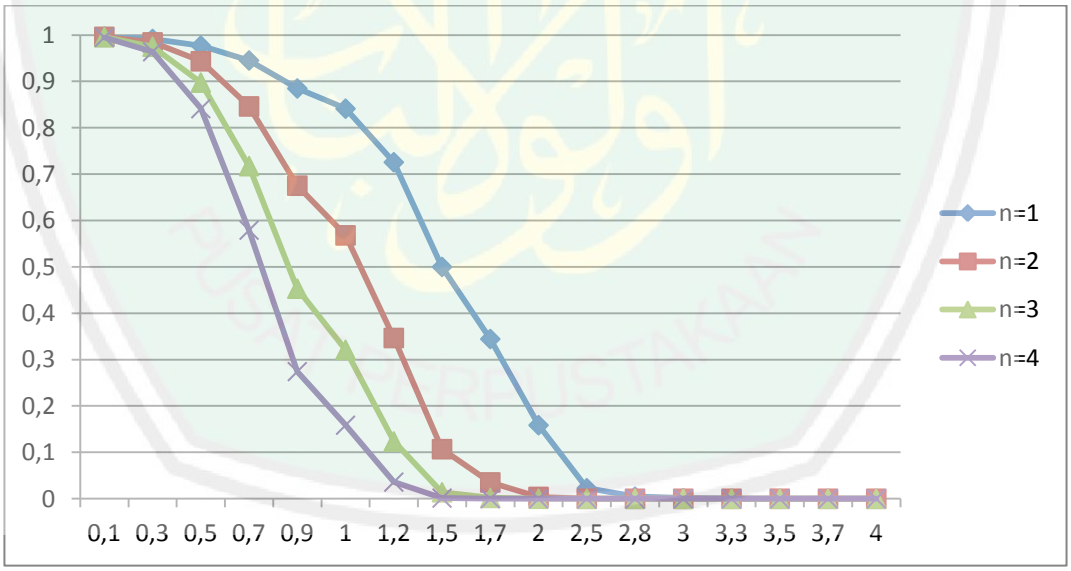
Berdasarkan persamaan (3.1.8) maka akan didapatkan nilai ARL_{M_t}, akan tetapi sebelum mencari nilai tersebut terlebih dahulu akan dicari nilai β dari M_t dengan w=3,w=4, dan w=8. Pertama, berdasarkan persamaan (3.1.7) maka didapatkan nilai β dari M_t dengan w=3, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.1: Grafik β dengan w=3

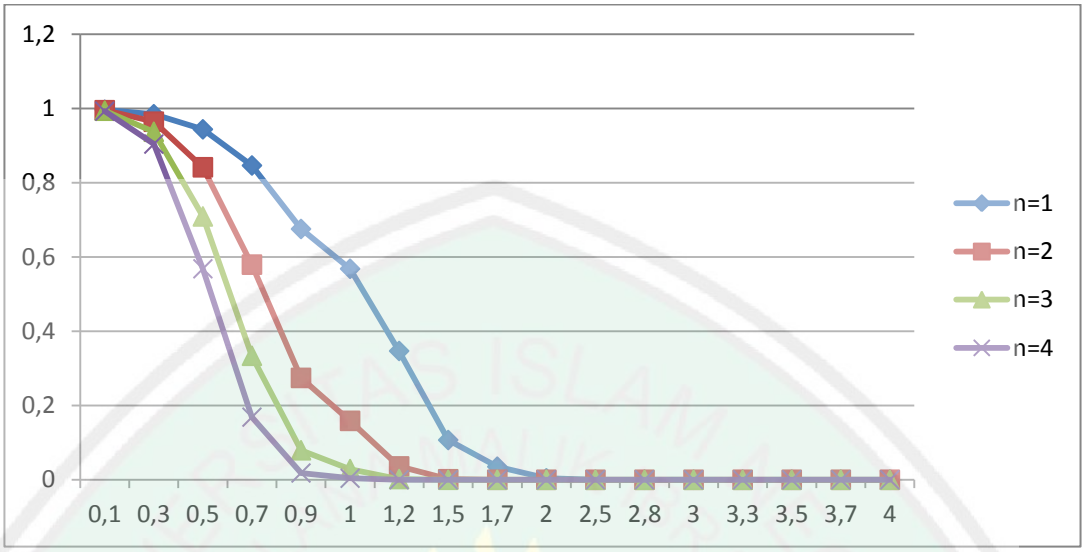
Selanjutnya, akan dicari nilai â dari M_t dengan w=4, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;



Gambar 3.2: Grafik β dengan w=4

Selanjutnya, akan dicari nilai β dari M_t dengan w=8, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;

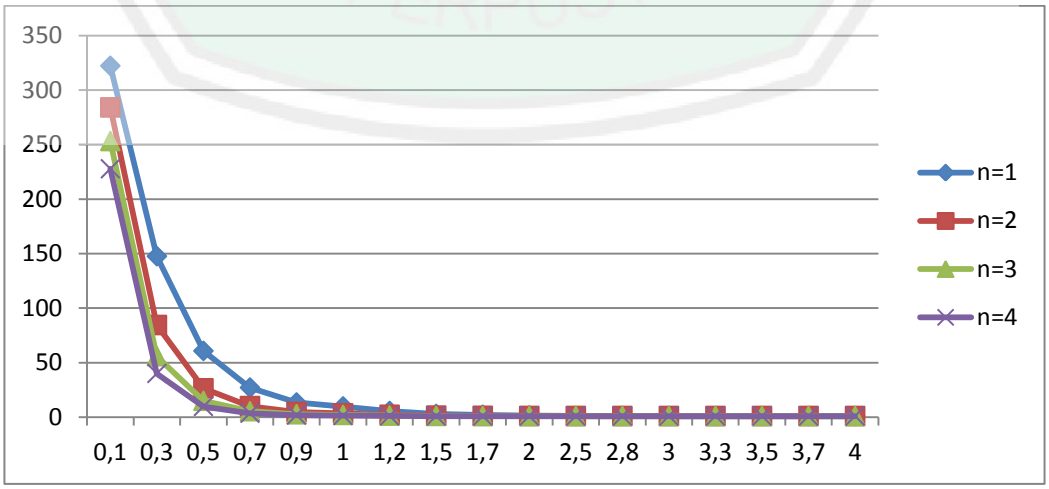
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.3: Grafik β dengan w=8

Dari ketiga tabel di atas dapat teramati bahwa semakin besar k dan n yang kita ambil maka nilai β akan semakin mengecil, itu dikarenakan k merupakan pergeseran yang jika nilai pergeseran semakin besar maka nilai β atau nilai peluang banyaknya data *in control* akan semakin kecil.

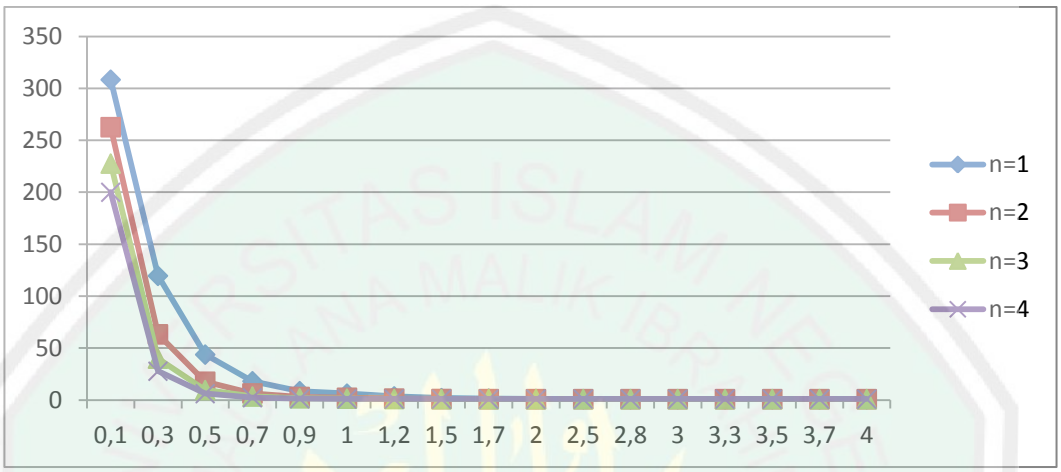
Berdasarkan persamaan (3.1.8) maka akan didapatkan nilai ARL_{M_t} dengan w=3,w=4, dan w=8. Pertama, akan dicari nilai ARL_{M_t} dengan w=3, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;



Gambar 3.4: Grafik ARL_{M_t} dengan w=3

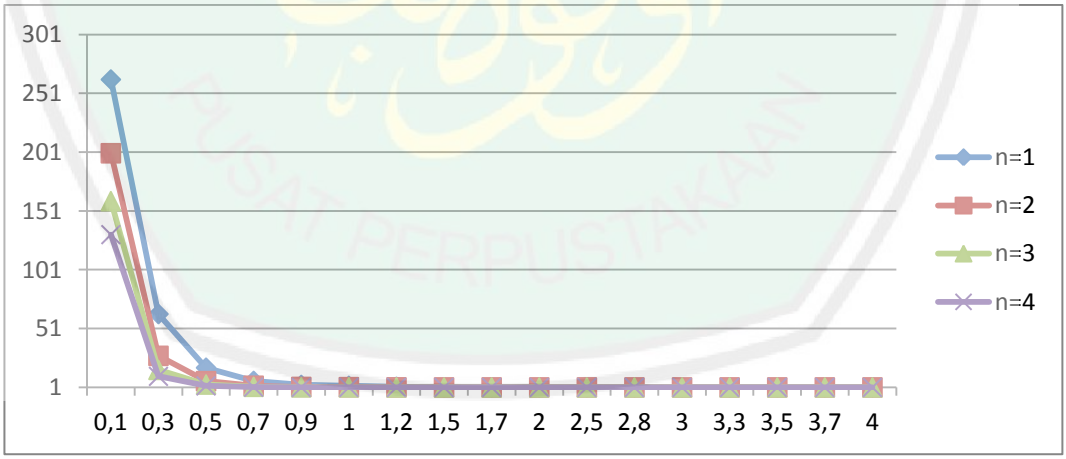
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Selanjutnya, akan dicari nilai ARL_{M_t} dari M_t dengan w=4, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;



Gambar 3.5: Grafik ARL_{M_t} dengan w=4

Selanjutnya, akan dicari nilai ARL_{M_t} dengan w=8, sehingga dihasilkan grafik sebagai berikut;



Gambar 3.6: Grafik ARL_{M_t} dengan w=8

ARL adalah rata-rata *run* (observasi) yang harus dilakukan sampai ditemukannya *out of control* yang pertama, dengan k semakin besar maka nilai ARL semakin kecil ini menunjukkan bahwa bagan pengendali M_t semakin peka terhadap pergeseran yang terjadi. Dari ketiga tabel di atas menunjukkan bahwa

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

nilai ARL_{M_t} dengan *w*=8, *n*=4 menunjukkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai ARL_{M_t} dengan *w*=3,4, *n*=1,2,3,4 dan *w*=8 dengan *n*=1,2,3, nilai ini menunjukkan bahwa bagan M_t pada saat *w*=8, *n*=4 sangat peka dalam mendeteksi pergeseran proses, sehingga bagan yang digunakan merupakan bagan yang baik untuk digunakan dalam menyidik pergeseran proses, dalam hal ini adalah bagan pengendali rata-rata bergerak.

3.2 Analisis Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik

Seperti halnya bagan pengendali rata-rata bergerak, bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik juga sangat efektif salam menyidik pergeseran proses yang kecil hanya saja dalam rata-rata bergerak geometrik digunakan bobot tertentu.

Suatu keragaman umum dari bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik adalah memplot rata-rata bergeraknya bukan nilai individualnya. Perbandingan bagan rata-rata bergerak geometrik dengan bagan $\bar{X}$ individual menunjukkan pengaruh rata-rata bergerak dalam memuluskan kurva (Leavenworth,1991). Montgomery (1990) menjelaskan nilai pembobot *r=0.2* yang lebih kecil dapat dengan cepat menyidik terjadinya pergeseran yang relatif kecil, karena jika *r*= 1 maka artinya bagan pengendali rata-rata bergerak akan menjadi bagan pengendali $\bar{X}$, sehingga semestinya dipilih nilai *r* yang lebih kecil yaitu *r=0.2.* Hunter (1982) menambahkan dalam menyidik pergeseran yang kecil direkomandasikan untuk menggunakan nilai *r* yang kecil seperti 0.2.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Proses pengukuran dapat dilakukan dengan cara menentukan rata-rata bergerak geometrik (*geometric moving average*) setiap kali observasi atau setiap periode (z_t) dengan rumus:

$$z_t = r\bar{x}_t + (1-r)z_{t-1} \tag{3.2.1}$$

dimana,

z_t = rata-rata bergerak geometrik periode ke-t

r = suatu konstanta yang menunjukkan bobot yang nilainya ($0 < r \leq 1$).

Biasanya, nilai r diperkirakan oleh pihak perusahaan dengan nilai awal $z_0 = \bar{\bar{X}}$ dan $\bar{\bar{X}}$ merupakan penaksir dari nilai μ_{z_t}. Untuk menunjukkan bahwa z_t adalah rata-rata terboboti dari semua rata-rata sampel sebelumnya, maka z_{t-1} pada ruas kanan dapat diganti sehingga didapatkan bentuk sebagai berikut;

$$\begin{aligned} z_t &= r\bar{x}_t + (1-r)[r\bar{x}_{t-1} + (1-r)z_{t-2}] \\ &= r\bar{x}_t + r(1-r)\bar{x}_{t-1} + (1-r)^2 z_{t-2} \end{aligned}$$

Dengan terus menerus mengganti z_{t-j} , $j = 2,3,4, \ldots t$ akan diperoleh

$$z_t = r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j \bar{x}_{t-j} + (1-r)^t z_0 \tag{3.2.2}$$

Berdasarkan teorema 2 maka akan didapatkan bentuk deret geometrik sebagai berikut;

$$r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j = r\left[\frac{1-(1-r)^t}{1-(1-r)}\right] = 1-(1-r)^t \tag{3.2.3}$$

Jika $r = 0.2$, maka nilai $r(1-r)^j$ rata-rata sampel pada saat $j = 0$ adalah 0.2 dan jika nilai $j = (1,2,3, \ldots, t)$ maka nilai $r(1-r)^j$ adalah 0.16, 0.128, 0,1024 dan seterusnya (Montgomery, 1990:286-287).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan bagan pengendali standar maka batas pengendali rata-rata bergerak geometrik adalah

$$UCL = \mu_{M_t} + k\sigma_{M_t} \tag{3.2.4}$$

$$LCL = \mu_{M_t} - k\sigma_{M_t} \tag{3.2.5}$$

Selanjutnya, akan dicari nilai ekspektasi dari z_t dan variansi dari z_t adalah

$$E(z_t) = E\left(r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,\bar{X}_{t-j} + (1-r)^t z_0\right)$$

$$= E\left(r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,\bar{X}_{t-j}\right) + E\left((1-r)^t\bar{\bar{X}}\right) \quad \text{(Berdasarkan sifat ke-2)}$$

$$= r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,E\left(\bar{X}_{t-j}\right) + (1-r)^t E\left(\bar{\bar{X}}\right) \quad \text{(Berdasarkan sifat ke-1)}$$

$$= 1-(1-r)^t E(\bar{X}) + (1-r)^t E\left(\bar{\bar{X}}\right) \quad \text{(Berdasarkan teorema 2)}$$

$$= 1-(1-r)^t\mu + (1-r)^t\mu \quad \text{(Berdasarkan teorema 1)}$$

$$= \mu(1-(1-r)^t + (1-r)^t)$$

$$= \mu$$

dan jika $\bar{X}_t$ variabel acak independen dengan variansi $\frac{\sigma^2}{n}$, maka variansi dari z_t adalah

$$Var(z_t) = Var\left(r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,\bar{X}_{t-j} + (1-r)^t z_0\right)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= Var\left(r\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,\bar{X}_{t-j}\right)$$ (Berdasarkan sifat ke-3)

$$+Var((1-r)^t\bar{\bar{X}})$$

$$= r^2Var\left(\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^j\,\bar{X}_{t-j}\right)+(1-r)^{2t}Var(\bar{\bar{X}})$$ (Berdasarkan sifat ke-4)

$$= r^2\left(\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^{2j}\right)Var(\bar{X}_1)$$

$$+(1-r)^{2t}Var(\bar{\bar{X}})$$

$$= r^2\sum_{j=0}^{t-1}(1-r)^{2j}\,Var(\bar{X}_1)+(1-r)^{2t}Var(\bar{\bar{X}})$$

Sesuai dengan teorema 1 dan teorema 3 serta $Var(\bar{\bar{X}}) = \frac{\sigma^2}{tn}$ maka variansi dari z_t adalah

$$\sigma_{z_t}^2 = \frac{r(1-(1-r)^{2t})}{2-r}\frac{\sigma^2}{n}+(1-r)^{2t}\frac{\sigma^2}{tn}$$

jika $t \to \infty$, maka $\sigma_{z_t}^2$ menuju nilai limit. Sehingga variansi dari z_t adalah

$$\sigma_{z_t}^2 = \frac{\sigma^2}{n}\left(\frac{r}{2-r}\right) \quad (3.2.6)$$

maka simpangan baku dari z_t adalah akar dari $Var(z_t)$, yaitu

$$\sigma_{Z_t} = \sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}} \quad (3.2.7)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dengan demikian karena $\bar{\bar{X}}$ merupakan penaksir dari nilai μ_{z_t} maka batas pengendali atas dan batas pengendali bawah dari rata-rata bergerak geometrik adalah

$$UCL = \bar{\bar{X}} + k\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}} \tag{3.2.8}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - k\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}} \tag{3.2.9}$$

(Montgomery,1990:286-287).

Selanjutnya akan dicari nilai ARLnya. Berdasarkan persamaan (2.4.3) maka ARL_{Z_t} dapat dirumuskan dengan bentuk sebagai berikut;

$$ARL_{Z_t} = \frac{1}{1-\beta}$$

$$\beta = P[BPB \leq Z_t \leq BPA|\mu_1]$$

dengan asumsi pergeseran $\mu_1 = \mu_0 + k\sigma$

maka,

$$\beta = \Phi\left[\frac{BPA-\mu_1}{\sigma}\right] - \emptyset\left[\frac{BPB-\mu_1}{\sigma}\right]$$

$$= \Phi\left[\frac{\mu_0 + k\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}} - (\mu_0 + k\sigma)}{\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}}}\right] - \Phi\left[\frac{\mu_0 - k\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}} - (\mu_0 + k\sigma)}{\sigma\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}}}\right]$$

$$= \Phi\left[k - \frac{(k)}{\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}}}\right] - \Phi\left[-k - \frac{(k)}{\sqrt{\frac{r}{(2-r)n}}}\right]$$

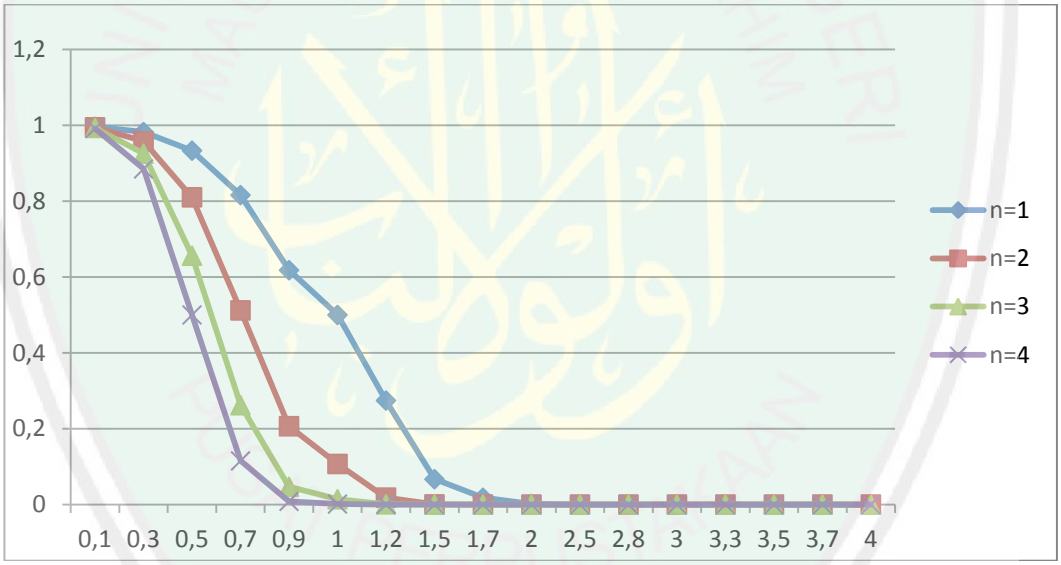
$$\beta = \Phi\left[k - \frac{k\sqrt{(2-r)n}}{\sqrt{r}}\right] - \Phi\left[-k - \frac{k\sqrt{(2-r)n}}{\sqrt{r}}\right] \tag{3.2.10}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka

$$ARL_{Z_t} = \frac{1}{1-\left(\Phi\left[3-\frac{k\sqrt{(2-r)n}}{\sqrt{r}}\right]-\Phi\left[-3-\frac{k\sqrt{(2-r)n}}{\sqrt{r}}\right]\right)} \quad (3.2.11)$$

Sebagaimana pada bagan M_t untuk mencari nilai ARL_{Z_t} maka akan dicari nilai â terlebih dahulu dari bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dengan nilai r=0,2, berdasarkan persamaan (3.2.10) didapatkan nilai â sebagaimana pada grafik berikut;

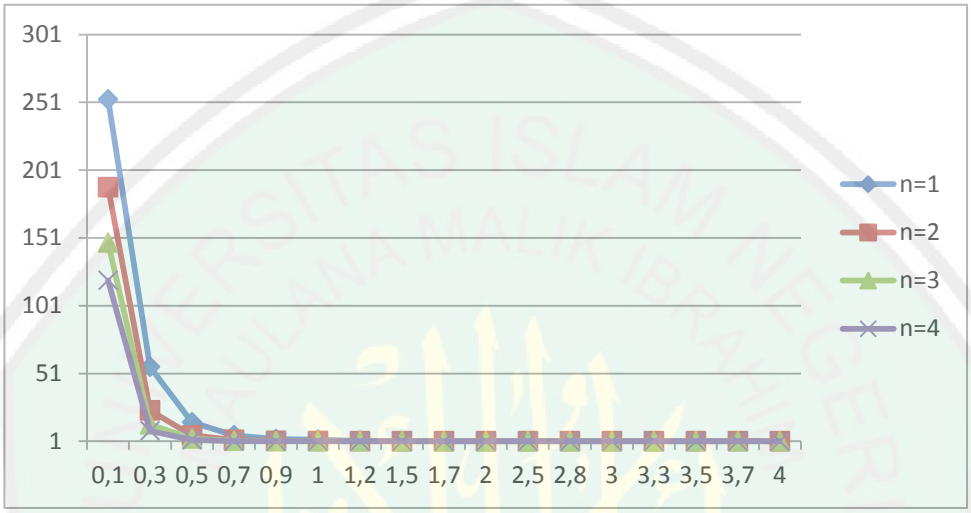


Gambar 3.7: Grafik â dengan r=0.2

Sama halnya dengan tabel M_t, nilai â pada bagan z_t juga menunjukkan bahwa jika nilai k semakin besar maka nilai â semakin kecil, hanya penyidikan dari bagan z_t lebih peka dibandingkan dengan bagan M_t dengan melihat nilai â, pada grafik â untuk M_t dengan n=4 menunjukkan nilai atau peluang yang lebih kecil dibandingkan nilai â pada grafik â untuk z_t.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Selanjutnya akan dicari nilai ARL dari bagan z_t dengan r=0.2. Berdasarkan persamaan (3.2.11) maka didapatkan ARL sebagaimana dalam grafik di bawah ini



Gambar 3.8: Grafik ARL_{Z_t} dengan r=0.2

Dari tabel di atas teramati bahwa nilai ARL dari bagan pengendali z_t dengan k semakin besar maka nilai ARL semakin kecil. Dengan nilai yang semakin kecil ini menunjukkan bahwa bagan pengendali z_t semakin peka atau semakin cepat terhadap pergeseran yang terjadi. Pandang tabel n=4, k=1 pada grafik ARL_{Z_t} dengan r=0.2, nilai ARL sangat kecil sehingga ini menunjukkan bahwa bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik semakin peka menyidik pergeseran.

3.3 Analisis Perbandingan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik

Berdasarkan hasil analis ARL dan penerapan masing-masing bagan maka didapatkan perbandingan sebagai berikut;

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.1 Nilai ARL dari Kedua Bagan Pengendali dengan *n*=4

K	ARLM_t, *w*=3	ARLM_t, *w*=4	ARLM_t, *w*=8	ARLz_t, *r*=0.2
0,1	227,7201779	200,0753368	130,8649709	119,6652554
0,3	40,03239219	27,82131438	10,38439856	8,69032738
0,5	9,764751617	6,302962987	2,31542224	1,999999996
0,7	3,538544107	2,376763088	1,2027593	1,130032463
0,9	1,828675319	1,377890866	1,018595963	1,008265291
1	9,829847847	1,188573417	1,003959291	1,001351723
1,2	5,643493534	1,037269421	1,000075869	1,000013346
1,5	1,014240461	1,001351723	1,000000021	1,000000001
1,7	1,001936255	1,000072353	1	1
2	1,000042793	1,000000287	1	1
2,5	1,000000008	1	1	1
2,8	1	1	1	1
3	1	1	1	1
3,3	1	1	1	1
3,5	1	1	1	1
3,7	1	1	1	1
4	1	1	1	1

Dari tabel di atas teramati bahwa nilai ARL dari masing-masing bagan pengendali dengan *k* semakin besar maka nilai ARL semakin kecil. Tabel di atas merupakan tabel nilai ARL masing-masing bagan dengan *n*=4, dari masing masing ARL bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik menunjukkan nilai ARL yang paling kecil, nilai tersebut menunjukkan bahwa bagan pengendali rata-rata bergerak merupakan bagan yang paling cepat dalam menyidik pergeseran yang terjadi yang berarti bagan pengandali rata-rata bergerak geometrik merupakan bagan yang lebih peka dari bagan pengandali rata-rata bergerak.

Berdasarkan analisis menggunakan ARL dengan pergeseran *k* dan *n* semakin besar maka nilai ARL semakin kecil. Sebagaimana nilai hasil perhitungan ARL yang ada dalam lampiran menunjukkan bahwa bagan

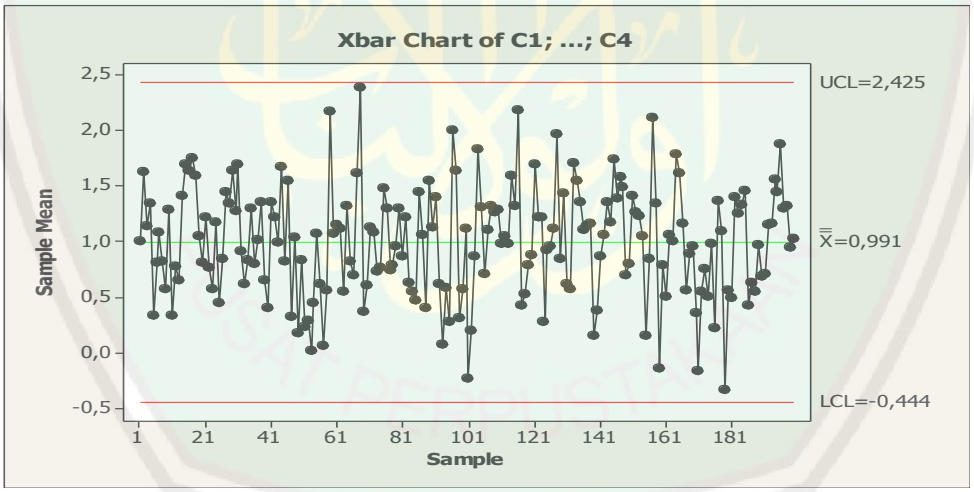
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pengendali rata-rata bergerak geometrik lebih peka terhadap pergeseran yang relatif kecil dibandingkan dengan bagan pengendali rata-rata bergerak.

3.4 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak dan Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak Geometrik

3.1.1 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-Rata Bergerak

Berdasarkan rumus (3.1.1) dengan menggunakan nilai jarak masing-masing w=3, w=4 dan w=8 maka rata-rata bergerak dapat digambarkan sebagaimana dalam grafik di bawah ini. Sebagai perbandingan maka digunakan grafik dari bagan pengendali $\bar{X}$ terlebih dahulu;

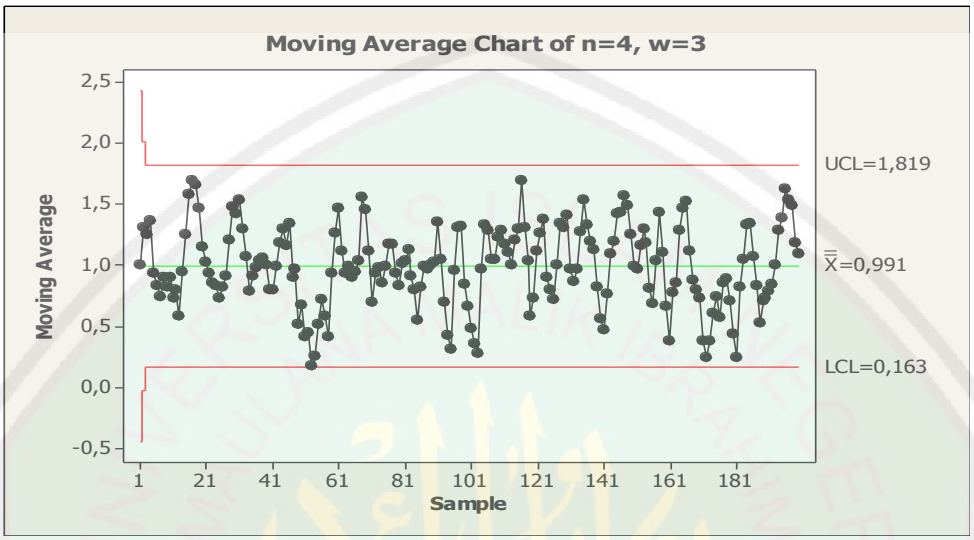


Gambar 3.9: Grafik $\bar{X}$ dengan n=4, k=1.0

Grafik di atas merupakan grafik $\bar{X}$ dengan UCL=2.425 dan LCL=-0.444 dan rata-rata pergeseran rata-rata 1.0, grafik di atas merupakan grafik $\bar{X}$, dari grafik tersebut teramati bahwa data yang diperoleh merupakan data yang *in control*, data yang masih terpengendali karena tidak ada data yang *out of control*. Sehingga dengan menggunakan bagan tersebut sebuah perusahaan menyatakan bahwa proses yang terjadi dan kualitas produk dalam keadaan aman karena tidak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

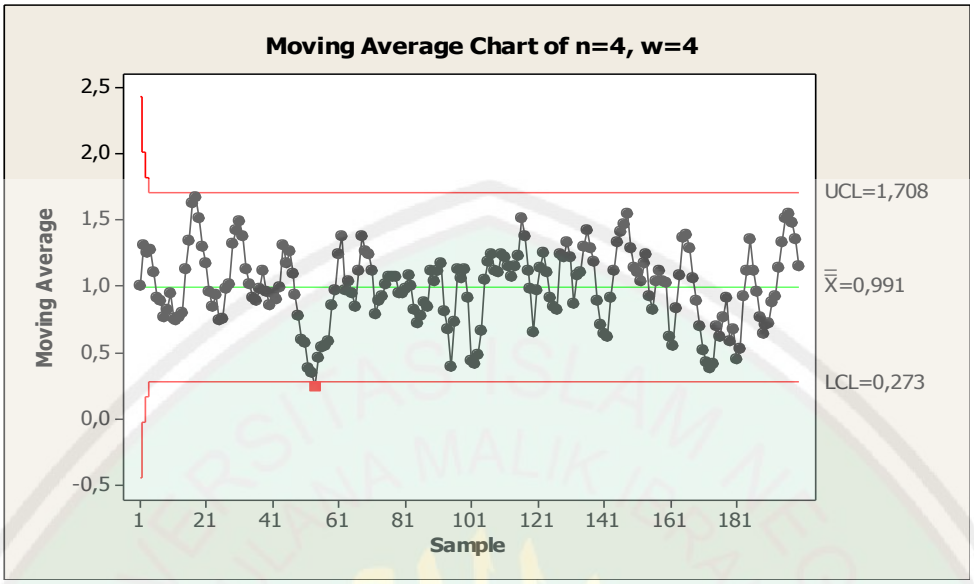
terlihat terjadi kesalahan atau pergeseran dalam proses produksi. Selanjutnya, analisis dari bagan pengendali rata-rata bergerak dengan *w*=3, *w*=4, dan *w*=8



Gambar 3.10: Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=3

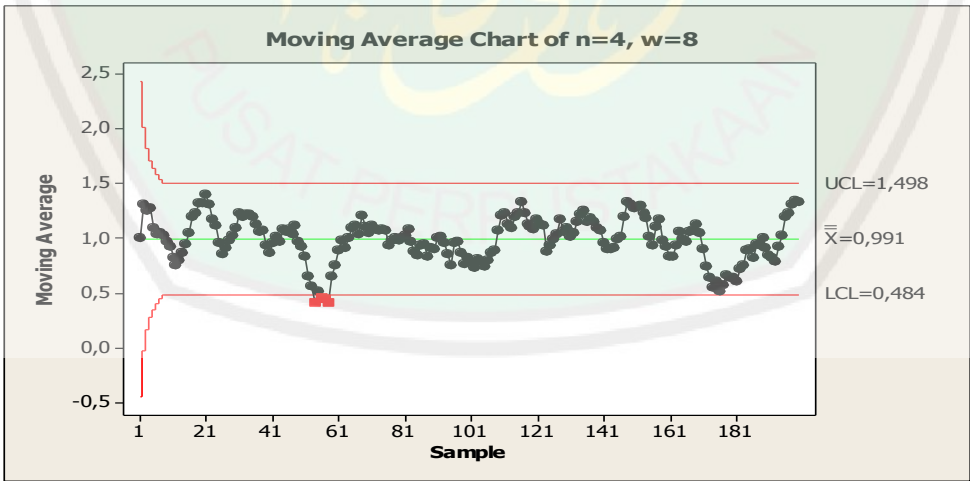
Grafik di atas merupakan grafik rata-rata bergerak dengan UCL=1.189 dan LCL=0.163 dan rata-rata pergeseran rata-rata 1.0, grafik di atas merupakan grafik rata-rata bergerak, dari grafik tersebut teramati bahwa data yang diperoleh merupakan data yang *in control*, data yang masih terkendali karena tidak ada data yang *out of control*. Sehingga dengan menggunakan bagan tersebut sebuah perusahaan menyatakan bahwa proses yang terjadi dan kualitas produk dalam keadaan aman karena tidak terlihat terjadi kesalahan atau pergeseran dalam proses produksi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.11: Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=4

Teramati pada gambar di atas bahwa bagan rata-rata bergerak dengan dengan UCL=1.708 dan LCL=0.273 dan rata-rata pergeseran rata-rata 1.0, *w*= 4 dan batas limit *k*-sigma mendeteksi adanya pergeseran rata-rata (*out of control*) pada sampel ke-54.



Gambar 3.12: Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=8

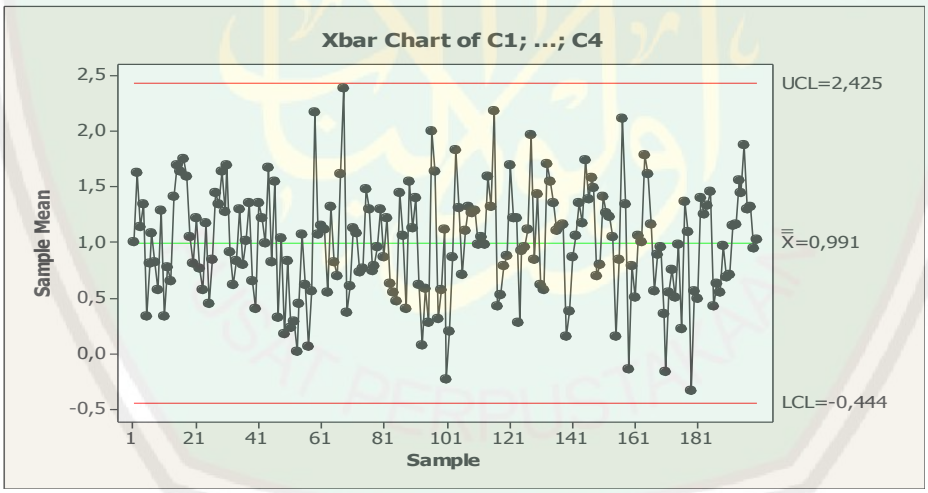
Teramati pada gambar di atas bahwa bagan rata-rata bergerak dengan dengan UCL=1.489 dan LCL=0.484 dan rata-rata pergeseran rata-rata 1.0, *w*= 8 dan batas limit *k*-sigma mendeteksi adanya pergeseran rata-rata (*out of control*)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pada sampel ke-54, 56, 57 dan 58. Berbeda dengan bagan pengendali $\bar{X}$, bagan pengendali rata-rata bergerak dengan w=4 dan w=8 menunjukkan adanya data yang *out of control*, Sehingga bagan pengendali ini lebih efektif digunakan dibandingkan dengan bagan pengendali $\bar{X}$ karena lebih peka dari pada bagan pengandali $\bar{X}$.

3.1.2 Analisis Penerapan Bagan Pengendali Rata-rata Bergerak Geometrik

Berdasarkan rumus (3.2.1) dengan menggunakan nilai bobot r=0.2 maka rata-rata bergerak geometrik dapat digambarkan sebagaimana dalam grafik di bawah ini

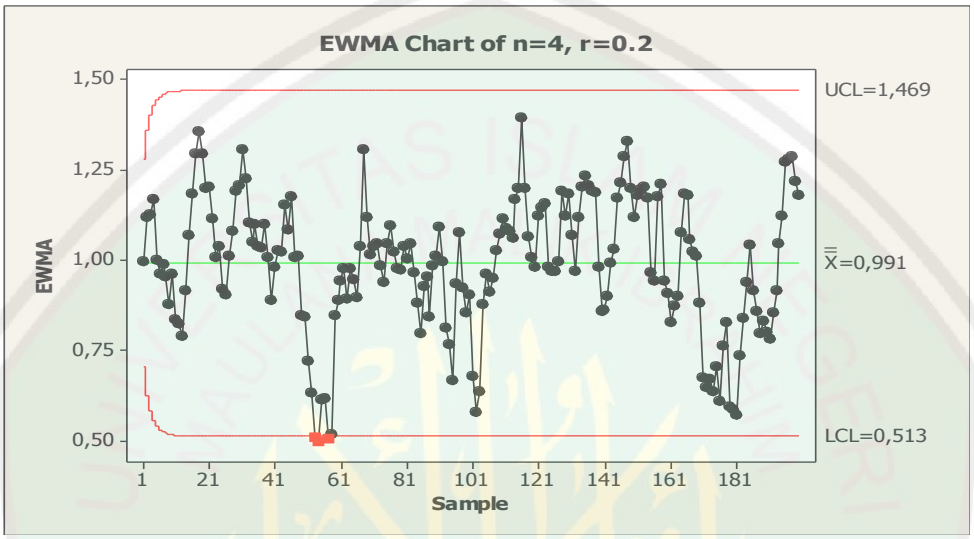


Gambar 3.13: Grafik $\bar{X}$ dengan n=4

Grafik di atas merupakan grafik rata-rata bergerak dengan UCL=1.189 dan LCL=0.163 dan pergeseran rata-rata 1.0, grafik di atas merupakan grafik rata-rata bergerak, dari grafik tersebut teramati bahwa data yang diperoleh merupakan data yang *in control*, data yang masih terpengendali karena tidak ada data yang *out of control*. Sehingga dengan menggunakan bagan tersebut sebuah perusahaan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

menyatakan bahwa proses yang terjadi dan kualitas produk dalam keadaan aman karena tidak terlihat terjadi kesalahan atau pergeseran dalam proses produksi.



Gambar 3.13: Grafik Rata-rata Bergerak Geometrik dengan *n*=4, *r*=0.2

Teramati pada Gambar di atas bahwa grafik EWMA dengan *r*= 0,2 dan batas limit *k*-sigma mendeteksi adanya pergeseran rata-rata (*out of control*), seperti halnya grafik dari bagan rata-rata bergerak, grafik rata-rata bergerak geometrik juga menunjukkan banyaknya data *out of control*, bahkan bagan rata-rata bergerak geometrik lebih peka dalam menyidik pergeseran dengan adanya data *out of control* pada sampel ke-53, 54 dan 57,58. Sehingga bagan rata-rata bergerak geometrik juga merupakan salah satu bagan yang efektif digunakan untuk menyidik pergeseran proses dibandingkan dengan bagan pengendali $\bar{X}$ dan bagan pengendali rata-rata bergerak karena tingkat penyidikanya lebih peka.

Di bawah ini merupakan tabel perbandingan analisis dari masing-masing bagan pengendali

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.2 Banyaknya Data *Out Of Control*

N	z_t	M_t		
		w=3	w=4	w=8
4	53,54,57,58	-	54	54,56,57,58
3	53,176	-	-	54,176
2	53	-	-	-
1	-	-	-	-

Dari tabel di atas memberi informasi bahwa bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dengan *n* semakin banyak maka tingkat kepekaan semakin tinggi. Selanjutnya bagan pengendali rata-rata bergerak dengan *n* dan nilai *w* semakin banyak maka semakin peka bagan tersebut menyidik pergeseran. Akan tetapi tingkat kepekaan dari bagan pengendali rata-rata bergerak sedikit lebih rendah dari bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik itu terlihat dari kecepatan menyidik data *out of control*.

3.5 Kajian Agama

Sebagaimana yang telah dituliskan pada bab 1, bahwa agama Islam mengajak pada jalan yang benar dan yang baik. Dengan kebaikan manusia akan mendapatkan balasan kebaikan baik di dunia dan di akhirat kelak. Dalam surat al-'Ashr ayat 1-3 Allah berfirman:

وَٱلۡعَصۡرِ ۝١ إِنَّ ٱلۡإِنسَٰنَ لَفِي خُسۡرٍ ۝٢ إِلَّا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ وَعَمِلُواْ ٱلصَّٰلِحَٰتِ وَتَوَاصَوۡاْ بِٱلۡحَقِّ وَتَوَاصَوۡاْ بِٱلصَّبۡرِ ۝٣

Artinya

" Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati

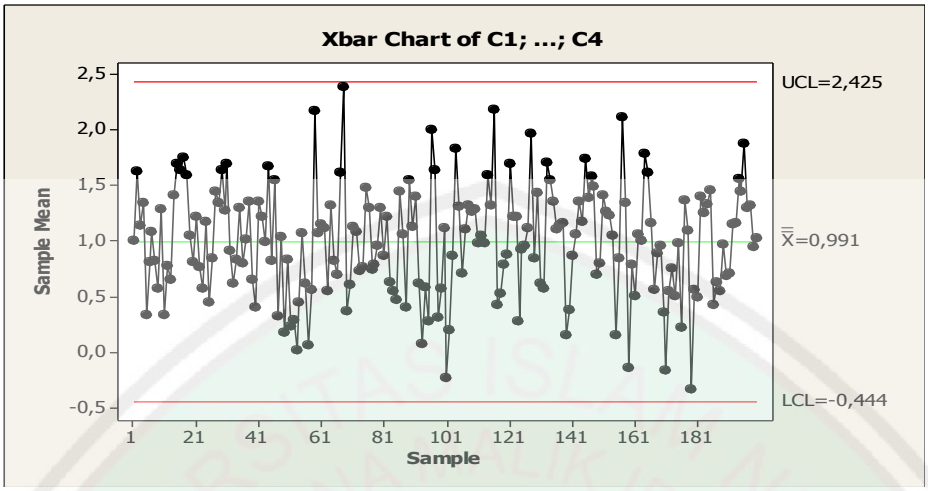
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran". (al-'Ashr:1-3)

Surat di atas menjelaskan bahwa semua manusia akan merugi, karena mereka tidak melakukan kebaikan dengan cara bermaksiat kepada Allah sehingga Allah akan membalas mereka dengan tidak baik pula yaitu neraka. Dalam ayat selanjutnya Allah berfirman *Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran*, yaitu terkecuali orang-orang mengerjakan amal saleh, amal kebaikan, maka mereka akan mendapatkan balasan yang baik pula yaitu surga.

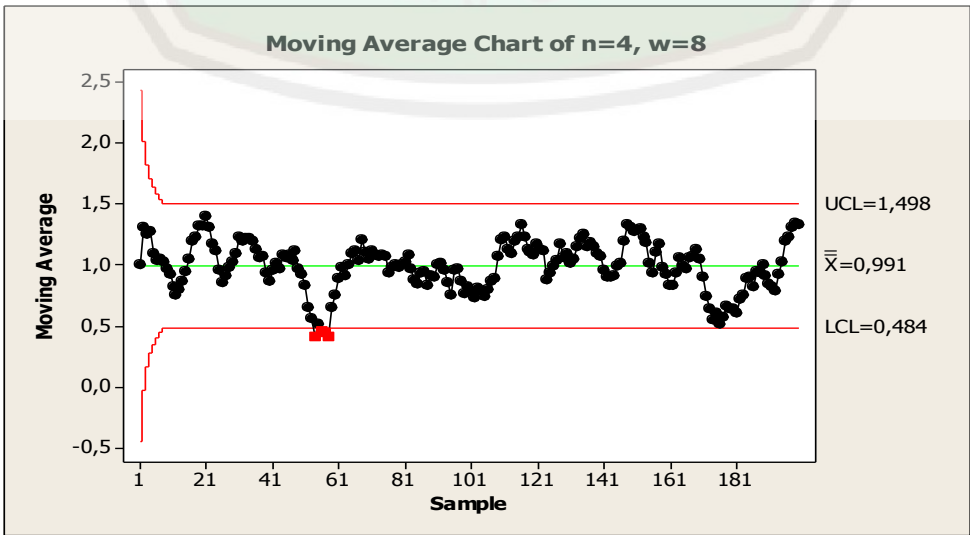
Seperti halnya dalam proses produksi sebuah perusahaan apabila bagian dari perusahaan tersebut bekerja dengan baik, maka akan mendapatkan hasil produksi yang baik pula, sebaliknya ketika bagian dari perusahaan bekerja kurang baik, maka hasilnya juga akan kurang baik. Salah satu unsur dari perusahaan, yang sangat berpengaruh pada hasil produksinya adalah analisis hasil produksi untuk meningkatkan hasil produksi berikutnya. Ketika analisisnya baik (teliti) maka akan berpengaruh positif terhadap perusahaan tersebut. Salah satu alat yang digunakan perusahaan untuk menganalisis data adalah bagan pengendali rata-rata atau yang sering disebut dengan $\bar{X}$ chart, bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.14: Grafik $\bar{X}$

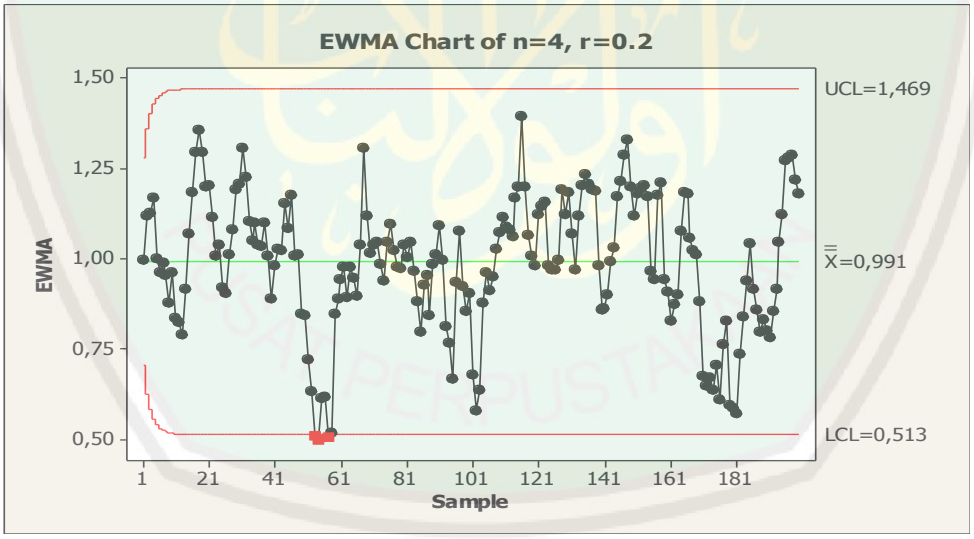
Grafik di atas merupakan grafik $\bar{X}$, dari grafik tersebut teramati bahwa data yang diperoleh merupakan data yang *in control*, data yang masih terkendali karena tidak ada data yang *out of control*. Sehingga dengan menggunakan bagan tersebut tidak terlihat terjadi kesalahan atau pergeseran dalam proses produksi. Akan tetapi jika data dilihat dengan bagan pengendali yang lain dalam hal ini bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik maka akan menunjukkan grafik yang berbeda seperti grafik di bawah ini;



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 3.15: Grafik Rata-rata Bergerak dengan *n*=4, *w*=8

Grafik di atas merupakan grafik dari bagan pengendali rata-rata bergerak dengan menggunakan *w*=8 karena dari analis ARL dalam pembahasan di atas di antara bagan pengendali rata-rata bergerak jarak *w*= 8 yang menunjukkan penyidikan pergeseran yang paling efektif. Berbeda dengan bagan pengendali $\bar{X}$, bagan pengendali rata-rata bergerak menunjukkan banyaknya data yang *out of control*, Sehingga bagan pengendali ini lebih efektif digunakan dibandingkan dengan bagan $\bar{X}$ dan bagan pengendali rata-rata bergerak. Selanjutnya jika data diteliti dengan menggunakan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik maka akan menghasilkan grafik seperti di bawah ini :



Gambar 3.16: Grafik Rata-rata Bergerak Geometrik dengan *n*=4, *r*=0.2

Grafik di atas merupakan grafik dari bagan pengendali rata-rata bergerak dengan menggunakan bobot *r*=0.2. Seperti halnya grafik dari bagan rata-rata bergerak, grafik rata-rata bergerak geometrik juga menunjukkan adanya data *out of* control, bahkan bagan rata-rata bergerak geometrik lebih peka dalam menyidik

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pergeseran dengan adanya data *out of* control yang lebih cepat di bandingkan data *out of control* yang berada dalam grafik bagan rata-rata bergerak, kepekaan ini juga dapat dilihat pada analisis ARL di atas. Sehingga bagan rata-rata bergerak geometrik merupakan salah satu bagan yang efektif digunakan untuk menyidik pergeseran proses.

Dari hasil analisis di atas telah didapatkan bagan yang teliti dalam menyidik pergeseran yang kecil, dengan demikian sebuah perusahan dapat meningkatkan kualitas hasil produksi berikutnya. Sebagaimana dalam surat Az-Zalzalah ayat 7-8 :

فَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُۥ ۝٧ وَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُۥ ۝٨

Artinya: *"Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya. Dan Barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya pula".* (az-Zalzalah:7-8)

Man adalah isim syarat yang menunjukan keumuman. Yakni, siapa saja yang mengerjakan perbuatan baik dan buruk (sewaktu di dunia) walaupun seberat *dzarrah*, maka dia pasti akan melihat (balasannya). *Mitsqaala dzarrah* yaitu seberat *dzarrah*. Dan yang dimaksud dengan *dzarrah* adalah seekor semut kecil yang sudah dimaklumi (Al-'Utsaimin, 2004). Hal tersebut menunjukkan bahwa Allah SWT sangat teliti dalam menimbang amal manusia. Maka kita juga harus teliti dalam menganalisis sesuatu hal, misalnya: hasil produksi, sehingga

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

kesalahan sekecil apapun akan terdeteksi agar dapat meningkatkan kualitas yang lebih bagus untuk hasil selanjutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Berdasarkan perhitungan ARL dengan n=1,2,3,4, w=3,4,8, r=0.2 dan k=0.1-4 dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai n, w, dan k maka nilai ARL semakin kecil, nilai ARL semakin kecil menunjukkan bahwa tingkat kepekaan dari bagan pengendali rata-rata bergerak dan bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik semakin tinggi.
2. Berdasarkan hasil perbandingan dari perhitungan ARL dengan n=1,2,3,4, w=3,4,8, r=0.2 dan k=0.1-4 maka dapat disimpulkan bahwa bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik lebih peka dalam menyidik pergeseran rata-rata proses yang relatif kecil dibandingkan dengan bagan pengendali rata-rata bergerak.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian berikutnya ialah menganalisis perbandingan kinerja bagan pengendali rata-rata bergerak geometrik dan bagan pengendali regresi atau dengan yang lainnya dengan perhitungan ARL atau dengan metode yang lain.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Al-Hasyimi. 1948. *Mukhtarul Ahadits.* Surabaya: al-Hidayah

As-Syirazi. 1992. *Tafsir Al-Amtsal*. Jakarta: Gerbang Ilmu Press

Ariani, Dorothea Wahyu. 2003. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajenen Kualitas).* Yogyakarta: Andi Offset

Grant, Eugene L. Ricard S. Leavenworth. 1993. *Pengendalian Mutu Statistik.* Jakarta: Erlangga

Kurniawan, Taufan Rizki. 2008. *Pengendalian Proses Statistik Menggunakan Grafik Kendali Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) Dan Unequal Sample Size (USS) MEWMA.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang Universitas Brawijaya

Mauliddiyah, Faizah. 2011. *Kajian Peta Kendali MEWMA Dalam Mendeteksi Pergeseran Proses Rata-rata Produksi.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Montgomery, Douglas C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press

Mendelson dan Frank. 2004. *Kalkulus Edisi Keempat.* Jakarta: Penerbit Erlangga

Shihab, M Quraish. 2004. *Tafsir Al- Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati

Walpole, Ronald E. 1997. *Pengantar Statistika.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Wijaya, Rista. 2011. *Penerapan Diagram Control EWMA dan NEWMA Pada Proses Pembuatan Benang 30 Rayon di PT. Lotus Indah Textile Industries Surabaya.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 1

Nilai beta dan ARL bagan pengendali rata-rata bergerak dan rata-rata bergerak geometrik

	Mt, w=3					ARL Mt, w=3			
K	1	2	3	4	K	ARL1	ARL2	ARL3	ARL4
0,1	0,99689535	0,9964785	0,996049602	0,995608646	0,1	322,0973611	283,9692946	253,1390543	227,7201779
0,3	0,99322188	0,9881544	0,982087483	0,975020229	0,3	147,5335208	84,41982758	55,8268838	40,03239219
0,5	0,98352226	0,9620602	0,933189401	0,897590841	0,5	60,68792715	26,35751344	14,96768501	9,764751617
0,7	0,96306421	0,900665	0,815939705	0,717397899	0,7	27,07401474	10,06694931	5,433002262	3,538544107
0,9	0,92522688	0,7868267	0,617911416	0,453156069	0,9	13,37378931	4,691018872	2,617194133	1,828675319
1	0,89759084	0,7090153	0,499999999	0,321287472	1	9,764751617	3,436606249	1,999999996	1,473377843
1,2	0,82161527	0,524166	0,274253118	0,123652127	1,2	5,605861093	2,101573296	1,377890866	1,141099364
1,5	0,65612993	0,2500811	0,066807201	0,014040518	1,5	2,908075149	1,333477497	1,071589924	1,014240461
1,7	0,52213536	0,1221851	0,017864421	0,001932513	1,7	2,092642811	1,13919239	1,018189363	1,001936255
2	0,32128747	0,0287836	0,001349898	4,27914E-05	2	1,473377843	1,029636635	1,001351723	1,000042793
2,5	0,09173821	0,0008929	3,39767E-06	7,55745E-09	2,5	1,101004153	1,000893686	1,000003398	1,000000008
2,8	0,03217535	5,703E-05	3,33204E-08	1,04578E-11	2,8	1,033245024	1,000057029	1,000000033	1
3	0,01404052	6,855E-06	9,86588E-10	7,21526E-14	3	1,014240461	1,000006855	1,000000001	1
3,3	0,00330612	1,855E-07	2,60013E-12	1,7058E-17	3,3	1,003317082	1,000000185	1	1
3,5	0,00109866	1,25E-08	3,19089E-14	3,60821E-20	3,5	1,001099873	1,000000013	1	1
3,7	0,0003265	6,676E-10	2,74796E-16	4,74833E-23	3,7	1,000326607	1,000000001	1	1
4	4,2791E-05	5,306E-12	1,12859E-19	9,29611E-28	4	1,000042793	1	1	1
	Mt, w=4					ARL Mt, w=4			
k	1	2	3	4	K	ARL1	ARL2	ARL3	ARL4
0,1	0,996757732	0,996193905	0,995608646	0,995001883	0,1	308,4260515	262,7364565	227,7201779	200,0753368
0,3	0,991643355	0,984221098	0,975020229	0,964056335	0,3	119,6652554	63,37576586	40,03239219	27,82131438
0,5	0,977218197	0,943601049	0,897590841	0,841344459	0,5	43,89468172	17,73082638	9,764751617	6,302962987
0,7	0,945195296	0,846159404	0,717397899	0,579259706	0,7	18,24660882	6,500234812	3,538544107	2,376763088
0,9	0,884929536	0,675235118	0,453156069	0,274253118	0,9	8,69032738	3,079150656	1,828675319	1,377890866
1	0,841344459	0,56811333	0,321287472	0,158655254	1	6,302962987	2,31542224	1,473377843	1,188573417
1,2	0,725746849	0,346748973	0,123652127	0,035930319	1,2	3,646266218	1,530805094	1,141099364	1,037269421
1,5	0,499999999	0,107000135	0,014040518	0,001349898	1,5	1,999999996	1,119820998	1,014240461	1,001351723
1,7	0,344578258	0,03527788	0,001932513	7,2348E-05	1,7	1,525735166	1,036567919	1,001936255	1,000072353
2	0,158655254	0,003943677	4,27914E-05	2,86652E-07	2	1,188573417	1,003959291	1,000042793	1,000000287
2,5	0,022750132	2,33991E-05	7,55745E-09	1,27981E-12	2,5	1,023279749	1,0000234	1,000000008	1
2,8	0,004661188	4,33615E-07	1,04578E-11	1,20194E-16	2,8	1,004683016	1,000000434	1	1
3	0,001349898	2,06406E-08	7,21526E-14	1,12859E-19	3	1,001351723	1,000000021	1	1
3,3	0,000159109	1,1959E-10	1,7058E-17	9,91363E-25	3,3	1,000159134	1	1	1
3,5	3,16712E-05	2,60939E-12	3,60821E-20	1,91066E-28	3,5	1,000031672	1	1	1
3,7	5,41254E-06	4,15928E-14	4,74833E-23	1,95156E-32	3,7	1,000005413	1	1	1
4	2,86652E-07	4,63784E-17	9,29611E-28	6,11716E-39	4	1,000000287	1	1	1
	Mt, w=8					ARL Mt, w=8			
K	1	2	3	4	K	ARL1	ARL2	ARL3	ARL4
0,1	0,996193905	0,995001883	0,993723584	0,992358536	0,1	262,7364565	200,0753368	159,3265894	130,8649709
0,3	0,984221098	0,964056335	0,937025601	0,903701693	0,3	63,37576586	27,82131438	15,87946863	10,38439856
0,5	0,943601049	0,841344459	0,709015253	0,56811333	0,5	17,73082638	6,302962987	3,436606249	2,31542224
0,7	0,846159404	0,579259706	0,333857683	0,168578451	0,7	6,500234812	2,376763088	1,501180715	1,2027593
0,9	0,675235118	0,274253118	0,07940553	0,018256466	0,9	3,079150656	1,377890866	1,086254624	1,018595963
1	0,56811333	0,158655254	0,028783587	0,003943677	1	2,31542224	1,188573417	1,029636635	1,003959291
1,2	0,346748973	0,035930319	0,001996113	7,58637E-05	1,2	1,530805094	1,037269421	1,002000105	1,000075869
1,5	0,107000135	0,001349898	6,85455E-06	2,06406E-08	1,5	1,119820998	1,001351723	1,000006855	1,000000021

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1,7	0,03527788	7,2348E-05	4,95777E-08	1,83712E-11	1,7	1,036567919	1,000072353	1,00000005	1
2	0,003943677	2,86652E-07	5,30558E-12	4,63784E-17	2	1,003959291	1,000000287	1	1
2,5	2,33991E-05	1,27981E-12	1,14957E-20	3,91104E-29	2,5	1,0000234	1	1	1
2,8	4,33615E-07	1,20194E-16	4,2288E-27	4,94507E-38	2,8	1,000000434	1	1	1
3	2,06406E-08	1,12859E-19	6,60676E-32	1,17878E-44	3	1,000000021	1	1	1
3,3	1,1959E-10	9,91363E-25	6,82771E-40	1,25919E-55	3,3	1	1	1	1
3,5	2,60939E-12	1,91066E-28	9,82433E-46	1,24118E-63	3,5	1	1	1	1
3,7	4,15928E-14	1,95156E-32	5,43796E-52	3,41674E-72	3,7	1	1	1	1
4	4,63784E-17	6,11716E-39	3,72973E-62	4,50922E-86	4	1	1	1	1
	Zt					ARL Zt			
k	1	2	3	4	K	ARL1	ARL2	ARL3	ARL4
0,1	0,996049602	0,994690416	0,993221879	0,991643355	0,1	253,1390543	188,3387	147,533521	119,6652554
0,3	0,982087483	0,957925172	0,925226876	0,884929536	0,3	55,8268838	23,76718	13,3737893	8,69032738
0,5	0,933189401	0,810212352	0,656129932	0,499999999	0,5	14,96768501	5,269047	2,90807515	1,999999996
0,7	0,815939705	0,512026892	0,261962545	0,11506967	0,7	5,433002262	2,049293	1,35494478	1,130032463
0,9	0,617911416	0,206571084	0,04681651	0,008197536	0,9	2,617194133	1,260352	1,04911595	1,008265291
1	0,499999999	0,107000135	0,014040518	0,001349898	1	1,999999996	1,119821	1,01424046	1,001351723
1,2	0,274253118	0,018256466	0,000607398	1,33457E-05	1,2	1,377890866	1,018596	1,00060777	1,000013346
1,5	0,066807201	0,000384162	8,1651E-07	9,86588E-10	1,5	1,071589924	1,000384	1,00000082	1,000000001
1,7	0,017864421	1,26286E-05	2,7145E-09	3,01063E-13	1,7	1,018189363	1,000013	1	1
2	0,001349898	2,06406E-08	7,21526E-14	1,12859E-19	2	1,001351723	1	1	1
2,5	3,39767E-06	1,40698E-14	8,39675E-24	1,77648E-33	2,5	1,000003398	1	1	1
2,8	3,33204E-08	3,36128E-19	3,72438E-31	1,27426E-43	2,8	1,000000033	1	1	1
3	9,86588E-10	1,14614E-22	1,22202E-36	3,67097E-51	3	1,000000001	1	1	1
3,3	2,60013E-12	1,89558E-28	9,7029E-46	1,22022E-63	3,3	1	1	1	1
3,5	3,19089E-14	1,08573E-32	2,17143E-52	9,74095E-73	3,5	1	1	1	1
3,7	2,74796E-16	3,04191E-37	1,65783E-59	1,85046E-82	3,7	1	1	1	1
4	1,12859E-19	1,17878E-44	4,65044E-71	3,27928E-98	4	1	1	1	1

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2 Data simulasi yang telah dibangkitkan

NO	DATA I	DATA II	DATA III	DATA IV	RATA-RATA
01	1,3647	0,53731	0,38918	1,0502	0,83534
02	-1,08567	-0,35326	-2,27233	1,2896	-0,60541
03	0,66891	-0,45938	-2,37316	-1,09324	-0,81422
04	0,36335	-1,71194	-0,92381	-0,93658	-0,80225
05	0,10433	0,54649	-0,9571	0,91597	0,15242
06	-1,1304	1,37212	0,25269	0,13029	0,15618
07	1,36272	-1,1163	-1,70125	0,16009	-0,32368
08	-1,69747	-1,42235	-0,03251	0,79189	-0,59011
09	0,17151	-0,46986	0,83222	-1,55635	-0,25562
10	0,39195	0,57516	0,39838	-0,00864	0,33921
11	-0,86571	1,97821	-1,84994	0,56898	-0,04212
12	0,41677	0,47879	0,29802	-1,14842	0,01129
13	1,34823	1,67805	0,14592	-0,69414	0,61952
14	-0,36193	0,28527	0,95764	-0,92282	-0,01046
15	-0,58069	-2,6018	-0,13709	-0,44677	0,94159
16	-1,13952	-0,91365	-1,30661	0,89046	-0,61733
17	-0,50039	0,08553	-1,2905	0,77076	-0,23365
18	-1,04936	-0,27614	-0,80482	-0,18614	-0,57911
19	1,13371	0,9481	0,61964	-1,86161	0,20996
20	0,1538	-0,38988	0,05308	1,31972	0,28418
21	0,57664	-0,88447	-0,87354	0,78247	-0,09973
22	-1,14048	-1,23001	-0,64406	0,01103	-0,75088
23	1,28721	1,36408	-1,15	1,77986	0,82029
24	0,40609	1,81283	-0,46161	0,27379	0,50777
25	-0,40378	1,40767	-1,5698	1,3233	0,18935
26	0,02285	-1,51027	0,09626	-2,55957	-0,98768
27	0,86861	1,23054	-1,31152	2,60268	0,84758
28	-1,36005	-1,64125	-0,88108	-1,29273	-1,29378
29	-0,57571	-1,85582	0,40684	1,52018	-0,12613
30	-0,30721	1,57068	-1,17661	-0,53584	-0,11224
31	0,23076	0,51452	1,98495	0,40876	0,78475
32	1,58335	0,33766	-0,69874	-0,45116	0,19283
33	0,39333	-2,10525	1,60468	1,72758	0,40509
34	0,138	1,43428	1,2019	-0,64532	0,53221
35	0,63713	-0,49956	0,23841	-0,46852	-0,02313
36	0,75395	0,15865	-1,10749	0,36282	0,04198
37	2,31033	-0,79569	1,0376	2,25254	1,20119
38	0,68636	-0,44574	-0,72475	0,47493	-0,0023
39	-2,48927	1,35898	-0,22852	0,02097	-0,33445
40	1,11965	1,61518	1,40489	0,07308	1,0532

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

41	-1,05986	0,0281	-0,47607	0,13334	-0,34362
42	0,20164	0,86872	1,253	0,7268	0,76254
43	-1,25874	0,95722	0,41674	0,21937	0,08364
44	-0,73723	-0,7747	-0,62429	-0,23781	-0,59351
45	-0,03476	-0,18766	-0,78523	1,13141	0,03094
					RT=0,032481

Hasil perhitungan Mt

NO.	w=3	w=4	w=8
01	0,83534	0,83534	0,83534
02	0,114965	0,114965	0,114965
03	-0,19476	-0,19476	-0,19476
04	-0,74063	-0,34664	0,003729
05	-0,48802	-0,51737	-0,24682
06	-0,16455	-0,32697	-0,17966
07	-0,00503	-0,20433	-0,20023
08	-0,25254	-0,1513	-0,24897
09	-0,3898	-0,25331	-0,38534
10	-0,16884	-0,20755	-0,26726
11	0,013823	-0,13716	-0,17075
12	0,102793	0,01319	-0,06905
13	0,19623	0,231975	-0,01067
14	0,206783	0,144558	-0,0315
15	0,516883	0,390485	0,126663
16	0,1046	0,23333	0,12326
17	0,030203	0,072908	0,126006
18	-0,4767	-0,12213	0,011216
19	-0,20093	-0,30503	0,042726
20	-0,02832	-0,07966	0,076838
21	0,13147	-0,04618	-0,01307
22	-0,18881	-0,08912	-0,10562
2	-0,01011	0,063465	-0,12078
24	0,192393	0,119363	0,019854
25	0,505803	0,191633	0,072729
26	-0,09685	0,132433	0,021658
27	0,016417	0,139255	0,10136
28	-0,47796	-0,31113	-0,09589

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

29	-0,19078	-0,39	-0,09919
30	-0,51072	-0,17114	-0,01936
3	0,182127	-0,18685	-0,0238
32	0,288447	0,184803	-0,06317
33	0,46089	0,317608	-0,0362
34	0,37671	0,47872	0,153789
35	0,304723	0,27675	0,04495
36	0,183687	0,239038	0,21192
37	0,40668	0,438063	0,377835
38	0,413623	0,304435	0,391578
39	0,288147	0,226605	0,251678
40	0,238817	0,47941	0,359224
41	0,125043	0,093208	0,265635
42	0,490707	0,284418	0,294426
43	0,16752	0,38894	0,307773
44	0,084223	-0,02274	0,228336
45	-0,15964	0,070903	0,082055

Hasil perhitungan Zt

No.	Zt	Zt	Zt
01	0,19305	-0,27329	0,0212
02	0,03336	-0,26536	0,05553
03	-0,13615	-0,32811	0,12544
04	-0,26937	-0,2205	0,20679
05	-0,18502	-0,11956	0,1608
06	-0,11678	-0,1156	0,13704
07	-0,15816	-0,24266	0,34987
08	-0,24455	-0,03007	0,27944
09	-0,24676	0,07749	0,15666
10	-0,12957	0,09986	33597
11	-0,19208	-0,11765	0,26191
12	-0,1514	0,0754	0,36204
13	0,00278	-0,19844	0,30636
14	0,0013	-0,18405	0,12639
15	-0,18728	-0,16969	0,1073

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG