

4000007887

HADIAH



PENGGUNAAN CARTA KAWALAN CUSUM DAN EWMA DALAM
MENGAWAL KETEBALAN LOGAM DI INDUSTRI PENGALVANIAN

KETIRAH HANK

TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM MATEMATIK DENGAN EKONOMI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400007887



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

PENGUNAAN CARTA KAWALAN CUSUM
2 EUMA DLM MENGAWAL KETEBALAN LOGAM
INDUSTRI PENGALVANIUM
MATEMATIK DENGAN EKONOMI

KETIRAH HANK
 (HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2002.

Su membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti
 Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.

Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.

Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

Sila tandakan (/)

- | | | |
|--------------------------|--------------|--|
| <input type="checkbox"/> | SULIT | (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972) |
| <input type="checkbox"/> | TERHAD | (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan) |
| <input type="checkbox"/> | TIDAK TERHAD | |

Disahkan Oleh

K. Hanik
 (TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Tetap: NO 7, MAXWELL
BERNAMENT FLAT,
LAN MAXWELL
8000 KUCHING, SIAK.
23/12/05

PUAN SITI RAHAYU BIJTI
MOHD. HASHIM Nama Penyelia

Tarikh: _____

TAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

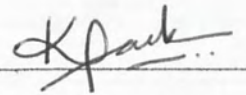
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

Mac 2005



KETIRAH HANK

HS2002/3814



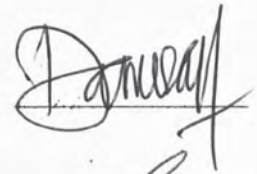
DIPERAKUKAN OLEH

TANDATANGAN

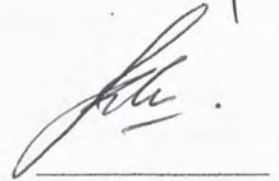
1. **PENYELIA**
(PUAN SITI RAHAYU BINTI MOHD HASHIM)



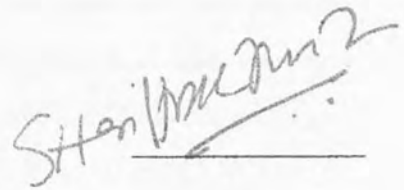
2. **PEMERIKSA 1**
(CIK DARMESAH GABDA)



3. **PEMERIKSA 2**
(CIK KHADIZAH GHAZALI)



4. **DEKAN**
(PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG)



PENGHARGAAN

Dalam usaha menghasilkan tesis ini, pelbagai komplikasi dihadapi. Namun saya bersyukur kerana sepanjang tesis ini, saya tidak berputus-asa malah lebih menaruh harapan kerana saya sentiasa diberkati dan dirahmati.

Penghargaan yang tidak terhingga ini saya tujukan khas buat penyelia saya, Puan Siti Rahayu di atas segala nasihat serta bimbingan sepanjang di bawah penyeliaan beliau. Kepada Cik Darmesah dan Cik Khadizah selaku pemeriksa tesis saya, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih ke atas masa yang diluangkan untuk menyemak tesis saya. Sekalung penghargaan ditujukan kepada semua pensyarah Matematik dengan Ekonomi di atas segala tunjuk ajar yang diberi sepanjang pengajian saya.

Ribuan terima kasih diucapkan kepada Pengarah Eksekutif Yung Kong, Encik Michael Hii kerana memberi izin untuk mendapatkan data dan mengunjung sekitar Industri Pengalvanian Yung Kong. Tidak lupa kepada Encik Fong dan Cik Catherine Sim serta Cik Ko yang memberi saya data yang perlu dan dorongan serta tunjuk ajar mengenai kawalan mutu. Rakan-rakan seperjuangan terutama sekali kepada mereka yang banyak membantu saya, Shima, Huda, Kak Azi, Sarina, Suan Ai, Chi Ing, Sui Mei, Ooi Lui, Ai Chee, Mei Fang dan Chong, terima kasih yang tak terhingga kepada anda semua. Khas buat Gary dan Fiona, saya amat menghargai semangat, bantuan moral serta masa yang telah kita kongsi bersama.

Akhir sekali, penghargaan teristimewa ditujukan kepada keluarga saya di atas galakan, sokongan serta doa mereka yang sentiasa mengiringi saya. Terima kasih kerana memahami cita-cita dan harapan saya selama ini.

KETIRAH HANK

HS 2002-3814

MAC 2005



ABSTRAK

Carta kawalan digunakan untuk mengawal dan memperbaiki kualiti pengeluaran serta produktiviti proses pengeluaran. Pihak industri dapat mengetahui proses pengeluaran adalah terkawal atau tidak terkawal dengan menggunakan carta kawalan. Tindakan wajar dapat diambil supaya pengeluaran yang dihasilkan mencapai spesifikasi tertentu. Objektif kajian adalah untuk membandingkan carta kawalan CUSUM dan EWMA dalam mengesan perubahan anjakan dalam proses pengeluaran gegelung. Selain itu, proses pengeluaran gegelung ditentukan sama ada proses terkawal atau tidak terkawal ditentukan. Kecekapan proses yang dikaji melalui indeks kecekapan juga dikaji. Data ketebalan logam yang digunakan merupakan data sekunder yang diperolehi daripada Industri Pengalvanian Yung Kong di Kuching, Sarawak. Data ketebalan logam pada April 2004 dengan saiz subsampel lima. Hasil kajian menunjukkan bahawa proses pengeluaran adalah tidak terkawal dan berada di had kawalan bawah. Terdapat persamaan antara carta CUSUM dan EWMA dalam mengesan anjakan pada data pertama. Kecekapan proses adalah tidak cekap kerana indeks kecekapan adalah kurang daripada 1.33. Nilai indeks kecekapan melebihi 1.33 menunjukkan proses terkawal secara statistik.



THE USAGE OF CUSUM AND EWMA CONTROL CHARTS IN CONTROLLING BASE METAL THICKNESS IN GALVANISING INDUSTRIES

ABSTRACT

Control charts are used to control as well as to improve the quality and productivity of a manufacturing process. Control charts enable the industrial sectors to detect whether a manufacturing process is in control or out of control. Therefore, appropriate measures can be taken before production which is not within the required specification is produced. The objective of this study is to compare CUSUM and EWMA control charts in detecting any shifts in the process. The process of producing coils can be determined whether in control or out of control. The process capability which is studied by using the index capability also determined. The base metal thickness data that been used is a secondary data which is taken from Yung Kong Galvanising Industries in Kuching, Sarawak. The data is base metal thickness on April 2004 with 5 sub sample sizes. The study has shown that the production process is not in control. There are similarities between CUSUM and EWMA charts in detecting the process shifts in the first reading. The process capability is found to be not capable. The process capability index exceeds 1.33, which is usually considered very good in classifying the manufacturing process is in statistical control.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTARCT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 PENGENALAN	1
1.2 SEJARAH KAWALAN MUTU	2
1.2.1 Zaman Awal	2
1.2.2 Zaman Pertengahan	4
1.2.3 Penggunaan kawalan mutu akhir tahun 1800 sehingga 1920	5
1.2.4 Perkembangan kawalan mutu pada tahun 1930 sehingga 1940	5
1.2.5 Kawalan mutu berstatistik pada tahun 1950 sehingga 1960	7
1.2.6 Peningkatan kawalan mutu pada tahun 1970 sehingga 1980	9
1.3 LATAR BELAKANG KAJIAN	11



1.4	PEMROSESAN GEGELUNG LOGAM	13
1.4.1	Peringkat Kawalan Mutu Pertama	13
1.4.2	Peringkat Kawalan Mutu Kedua	13
1.4.3	Peringkat Kawalan Mutu Ketiga	14
1.4.4	Peringkat Kawalan Mutu Keempat	14
1.5	STRUKTUR ORGANISASI	15
1.6	OBJEKTIF KAJIAN	16
1.7	SKOP KAJIAN	16
1.8	MASALAH KAJIAN	16
BAB 2	ULASAN LITERATUR	
2.1	PENGENALAN	18
2.2	TAKRIFAN KAWALAN (MUTU) DAN KAWALAN MUTU	19
2.3	PENGGUNAAN CARTA KAWALAN DALAM KAWALAN MUTU	22
2.4	CARTA CUSUM DAN CARTA EWMA	28
2.5	LANGKAH-LANGKAH MENGHAMPIRI PENAMBAHBAIKAN KUALITI YANG MALAR	30
BAB 3	METADOLOGI KAJIAN	
3.1	PENGENALAN	32
3.2	UJIAN KENORMALAN	32
3.3	CARTA KAWALAN SELANJAR	33



3.4	CARTA KAWALAN CUSUM	36
3.4.1	Jadual CUSUM	38
3.4.2	<i>V-mask</i>	42
3.5	CARTA KAWALAN EWMA	45
3.6	KECEKAPAN PROSES	50
BAB 4	HASIL DAN KEPUTUSAN	
4.1	PENGENALAN	53
4.2	DATA KETEBALAN LOGAM	54
4.3	KEPUTUSAN UJIAN KENORMALAN	55
4.4	ANALISIS DATA MENGGUNAKAN CARTA KAWALAN SELANJAR	55
4.4.1	Pemilihan Carta Kawalan	55
4.4.2	Pembinaan Carta Kawalan CUSUM dan Carta Kawalan EWMA	56
4.5	HASIL CARTA-CARTA KAWALAN	57
4.5.1	Carta Kawalan CUSUM	57
4.5.2	Carta Kawalan EWMA	64
4.6	KECEKAPAN PROSES	69
BAB 5	KESIMPULAN DAN PERBINCANGAN	72
5.1	PENGENALAN	72
5.2	KESIMPULAN	72
5.3	PERBINCANGAN	75



5.4 CADANGAN 76

RUJUKAN 79

LAMPIRAN



SENARAI JADUAL

	Muka Surat
3.1 Pengelasan bagi carta kawalan selanjar	35
3.2 Faktor bagi anggaran σ	40
3.3 Pengelasan mutu produk berdasarkan nilai C_p	51
4.1 Data ketebalan logam Industri Pengalvanian Yung Kong	54
4.2 Ujian Kenormalan dengan menggunakan Ujian <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	55
4.3 Min sampel keseluruhan julat sampel bagi ketebalan logam	58
4.4 Jadual CUSUM dibina dengan menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	61
4.5 Jadual EWMA bagi data ketebalan logam	66



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1 Format umum bagi carta kawalan	34
3.2 Graf CUSUM dengan <i>V-mask</i> pada subsampel <i>i</i>	44
3.3 Plot bagi λ lawan δ	49
3.4 Plot bagi L lawan λ	50
4.1 Plot data menggunakan <i>V-mask</i>	64
4.2 Plot data EWMA bagi ketebalan logam dengan $\lambda = 0.60$	69



SENARAI SIMBOL

μ_0	min proses
$\hat{\sigma}_{stat}$	anggaran sisihan piawai bagi sampel statistik
$\hat{\sigma}$	anggaran sisihan piawai
6σ	enam sisihan piawai daripada min
\bar{x}	min sampel
δ	delta
k	penentuan bagi anjakan proses
h	jarak tertentu
λ	lamda
d^2	pekali berdasarkan saiz kumpulan dan dipilih mengikut saiz subsampel
Δ_μ	perbezaan antara nilai purata dan nilai sasaran
θ	sudut
m	bilangan subsampel
n	saiz subsampel
C_p	indeks kecekapan
\bar{R}	min bagi julat subsampel
H	nilai julat bagi memastikan proses adalah terkawal dalam nilai sasaran
L	bilangan sisihan piawai bagi had kawalan daripada garis pusat
$\bar{\bar{X}}$	min bagi min subsampel



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Kualiti atau mutu bermaksud ciri sesuatu produk dan perkhidmatan yang mencapai keinginan pengguna dan memenuhi tahap kepuasan pengguna (Juran, 1988). Ini disebabkan pengguna sentiasa tidak berpuas hati terhadap produk atau perkhidmatan yang dikeluarkan dan disediakan untuk mereka.

Menurut Juran (1988), tujuan peningkatan kualiti adalah supaya pengguna berpuas hati dan sekaligus meningkatkan keuntungan pengeluaran produk atau perkhidmatan. Oleh demikian, prinsip kualiti diserap dalam industri pendidikan, fasiliti penjagaan kesihatan, agensi kerajaan, undang-undang persekitaran, industri hiburan, pelancongan, dan pengangkutan.

Misalnya, pertimbangkan industri pengeluaran iaitu matlamat pengeluaran bukan sahaja menjalankan pemeriksaan produk yang siap dihasilkan tetapi adalah perlu untuk mengawal proses pengeluaran pada setiap tahap (Newbold *et al.*, 2003). Melalui ini,



produk yang dihasilkan mencapai piawaian yang disahkan. Syarikat penghantaran dan penerbangan mengawal pakej-pakej dan kapal terbang tiba pada masa yang ditetapkan. Restoran mengawal kualiti makanan, masa penyediaan dan perkhidmatan layanan terhadap pengguna. Manakala hotel dan hospital menitikberatkan mengenai kepuasan pengguna.

Kesemua syarikat pengeluaran produk dan perkhidmatan seperti syarikat perindustrian dan pengeluaran, penghantaran, penerbangan, restoran, perhotelan serta hospital sentiasa berusaha meningkatkan kualiti atau mutu produk atau perkhidmatan mereka.

Oleh sebab itu, pengeluaran produk dan perkhidmatan seharusnya ditingkatkan kualitinya untuk memenuhi permintaan pengguna yang kian meningkat terhadap kualiti produk atau perkhidmatan untuk memenuhi kepuasan diri.

1.2 SEJARAH KAWALAN MUTU

1.2.1 Zaman Awal

Kawalan mutu telah wujud sejak zaman kuno (Banks, 1989). Keterangan mengatakan tindakan kawalan mutu dijalankan pada zaman kuno adalah tidak disedari tetapi ia dilakukan tanpa kesedaran dalam kehidupan seharian secara individu. Menurut Banks



(1989), sejarah dalam evolusi kawalan mutu adalah berkait rapat dengan teknologi terkini manusia.

Ahli arkeologi menyatakan kawalan mutu telah wujud semasa piramid orang Mesir didirikan. Pembinaan piramid yang sempurna dan unik disebabkan oleh kemahiran kerja klasik orang Yunani. Ini membuktikan usaha kesedaran mengawal kualiti. Selain itu, sumbangan utama kawalan mutu adalah dalam bidang kejuruteraan, arimetik, geometri, dan survei. *Encyclopedia Americana* menyatakan bahawa disebabkan oleh sumbangan ini, orang Mesir menghasilkan ukuran untuk panjang dan luas. Penghasilan kalendar yang memiawaikan tahun kepada 12 bulan serta konsep 24 jam sehari juga dihasilkan pada zaman ini. Kualiti piramid dikatakan tinggi disebabkan penggunaan ketepatan matematik dan bahan-bahan pembinaan membuktikan piramid masih bertahan beribu-ribu tahun. Kalendar yang digunakan masa kini juga hampir sama dengan yang dihasilkan oleh orang Mesir. Ini membuktikan wujudnya kualiti yang tinggi sejak zaman kuno.

Zaman kuno Yunani dan zaman kuno Rom juga menyumbang kepada kawalan mutu. Banks (1989) mengatakan orang Yunani menghasilkan kualiti yang tinggi dalam bidang kesenian, arkitek dan kesusasteraan. Manakala orang Rom pula menyumbang kepada kualiti yang tinggi dalam bidang arkitek, pertukangan batu dan struktur kejuruteraan.



Evolusi dan perkembangan kawalan mutu wujud dalam beberapa peringkat umum. Peringkat ini dinyatakan sebagai (Feingenbaum, 1983) :-

- a) *operator quality control*
- b) *foreman quality control*
- c) *inspection quality control*
- d) *statistical process control*
- e) *total quality control*
- f) *organization-wide total quality management*

1.2.2 Zaman Pertengahan

Banks (1989) menyatakan dari zaman pertengahan sehingga tahun 1800an, penawaran untuk perkhidmatan dan pengeluaran produk adalah terhad terhadap seorang individu atau beberapa orang dalam satu kumpulan. Keputusan antara kualiti bagi sesuatu produk atau perkhidmatan dan keinginan pengguna dilakukan oleh individu itu sendiri. Pada zaman ini, persatuan pertukangan adalah sangat aktif di Eropah kerana kawalan mutu yang teratur. *Encyclopedia Americana* (Banks, 1989) menyatakan persatuan ini telah mengawal ekonomi tempatan dengan menubuhkan monopoli perdagangan, mengekalkan harga barangan dan menentukan piawaian kualiti produknya. *Encyclopedia International* (Banks, 1989) menyatakan bahawa dalam usaha mengurus kualiti, persatuan ini menjaga piawaiannya, menentukan keadaan pekerja dan upah serta menjaga ahli-ahlinya daripada disalahgunakan oleh kerajaan dan persaingan yang tidak adil. Persatuan pertukangan ini



juga mengawal setiap pengkhususan pengeluaran daripada penggunaan bahan-bahan mentah sehingga produk siap dihasilkan. Pengawalan aktiviti pengeluaran merupakan usaha secara langsung terhadap kawalan mutu.

1.2.3 Penggunaan kawalan mutu akhir tahun 1800 sehingga 1920

Pada sekitar tahun 1800 sehingga 1920 kerumitan pengeluaran semakin meningkat. Disebabkan ini, era penyeliaan telah wujud. Pengurus diperlukan untuk menyelia pekerjaannya untuk memastikan kualiti pekerjaan mereka dan produk yang dihasilkan adalah bersesuaian dengan piawaian dan matlamatnya. Akhirnya, penyeliaan dan setiap pekerja mampu menguntukkan masa dan kesungguhan terhadap pengeluaran yang semakin rumit dan perusahaan kilang serta peningkatan teknik pada kurun ke-19.

Pada akhir kurun ke-19, *Journal of the American Statistical Society* diterbitkan. Jurnal ini melibatkan penerbitan mengenai kualiti yang mewakili pengetahuan teknikal terkini dan pembangunan. Selain itu, perkembangan teori dan kaedah kawalan mutu oleh ahli-ahli dalam *Western Electric's Bell Telephone Laboratories* menyebabkan carta kawalan Shewhart dihasilkan pada tahun 1924.

1.2.4 Perkembangan kawalan mutu pada tahun 1930 sehingga 1940

Perkembangan yang utama pada tahun 1930 adalah aplikasi peningkatan terhadap kaedah persampelan di kawasan perindustrian. Kaedah ini berkembang di *Western Electric* dan di



sekitar Amerika Syarikat serta luar negara. Pada tahun tersebut, penyebaran idea Shewhart telah muncul. Untuk mengawasi persetujuan teori Kawalan Mutu Berstatistik oleh industri di Amerika Syarikat, Shewhart mencadangkan ideanya dan memiliki pembiayaan pada tahun 1929 untuk *Joint Committee* untuk membangunkan aplikasi statistik dalam bidang kejuruteraan dan pengeluaran.

Menurut Banks (1989), minat terhadap kawalan mutu telah muncul pada pertengahan tahun 1930. Pada tahun 1935, Pearson menghasilkan artikel berjudul *Applications of Statistical Methods to Industrial Standardization and Quality Control*. Artikel *The Control of Proportion Defective as Judged by a Single Quality Characteristic Varying on Continuous Scale* yang merupakan pengasas terhadap persampelan selanjar pada tahun 1939. Selain itu, J. Scanlon (Banks, 1989) mengemukakan konsep kawalan mutu melalui motivasi pekerja dan penglibatan mereka yang dikenali sebagai *Scanlon Plan* bagi memperbaiki keseluruhan kualiti pekerja. Pemprosesan makanan di Amerika Syarikat, Akta Dadah dan Akta Kosmetik juga mengamalkan pengeluaran, pemprosesan dan pembungkusan yang berkualiti.

Kawalan Mutu Berstatistik muncul pada tahun 1940 (Feingenbaum, 1983). *American Standard Association* (ASA) bertindak melalui permintaan Jabatan Peperangan yang melibatkan diri dalam aplikasi Kawalan Mutu Berstatistik untuk pengeluaran produk. Oleh sebab itu, *American War Standard AWS Z1.1* dan *AWS Z1.2* masing-masing menghasilkan panduan untuk kawalan mutu dan kaedah carta kawalan bagi data analisis.



Perang dunia ke-2 menyebabkan perkembangan dengan pantas dalam perindustrian yang berhubung kait dengan usaha peperangan. Usaha untuk mengatasi permintaan yang besar terhadap bahan-bahan untuk peperangan menyebabkan peningkatan pengambilan kakitangan yang tidak berpengalaman dalam industri pengeluaran sekaligus menyebabkan kualiti produk menurun. Pada tahun 1942, *Standard Inspection Procedures* dihasilkan oleh *Chief Ordinance* daripada Pejabat Askar untuk meningkatkan kualiti produk. Prosedur ini menggunakan jadual persampelan *Ordinance* di mana jadual ini berdasarkan *Acceptance Quality Level (AQL)*.

Dodge (1943) telah memperkenalkan skim penyemakan pembetulan untuk rangkaian produk yang berterusan. Pada tahun 1943, A.Wald seorang ahli kumpulan penyelidikan statistik mengemukakan teori persampelan urutan. Kumpulan ini juga menghasilkan pensampelan atribut, analisis urutan serta serakan (Schilling, 1982). Perhubungan besar daripada peperangan adalah penyebaran pengetahuan terhadap kawalan mutu. Kursus Kawalan Mutu Berstatistik dalam perindustrian, carta kawalan, dan persampelan diajar di sekitar Amerika Syarikat. Jurnal seperti *Industry Control* pada tahun 1944 diterbitkan khas untuk kawalan mutu.

1.2.5 Kawalan mutu berstatistik pada tahun 1950 sehingga 1960

Walaupun Kawalan Mutu Berstatistik terus berkembang, era ini penting dalam peningkatan aktiviti perkembangan dan pengubahsuaian terhadap kawalan mutu. Kesedaran terhadap kepentingan kawalan mutu tersebar luas di Amerika Syarikat.



Deming (1980) menyebarkan dan mempopulasikan kawalan mutu di Jepun dengan mengajar kursus kaedah statistik. Ishikawa merupakan seorang yang mahir dalam kawalan mutu dan memperkenalkan teknik carta kawalan melalui konsep yang direka oleh Dr. Shewhart di Jepun pada tahun 1955. Pada 1952, *Journal Applied Statistics* diterbitkan oleh *Royal Statistical Society*. Penubuhan Organisasi Eropah untuk kawalan mutu juga ditubuhkan.

Carta *Cumulative Sum* (CUSUM) diperkenalkan oleh Page pada tahun 1954 (Banks, 1989). Carta CUSUM tidak memplotkan nilai statistik yang dipilih tetapi pengiraan nilai ini dibentuk dan dicartakan. Teknik carta CUSUM memberi berat kesetaraan terhadap semua nilai data terdahulu dan terkini. Seterusnya, carta *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) diaplikasikan dalam kawalan mutu. Carta EWMA memaparkan data yang kurang berat dari masa ke semasa dengan mengurangkan data terdahulu.

Pada tahun 1960, *Total Quality Control* diperkenalkan dan lebih menumpu kepada kawalan mutu terhadap pekerja di bawah pihak pengurusan. *Total Quality Control* menganjurkan idea bahawa setiap jabatan bertanggungjawab terhadap kawalan mutu jabatan tersebut. Pada masa yang sama konsep *Zero Defects* (ZD) dan *quality circles* diperkenalkan. *Quality circles* bermaksud penyelia pada setiap jabatan mengumpulkan pekerjanya untuk membincang mengenai isu kawalan mutu dan untuk mengajar teknik kawalan mutu.



Pada tahun 1967, majalah *Quality Progress* diterbitkan oleh *American Society* untuk kawalan mutu bagi penyebaran pengetahuan dan informasi mengenai kawalan mutu. *Journal of Quality Technology* diterbitkan untuk teknik kualiti teknologi manakala majalah *Quality* juga diterbitkan supaya pengurus dan jurutera bertanggungjawab terhadap jaminan produk.

1.2.6 Peningkatan kawalan mutu pada tahun 1970 sehingga 1980

Pada tahun 1970, *Companywide Quality Control* diperkenalkan atau dikenali sebagai *Total Quality Control Organizationwide* oleh Feingenbaum (1983). Ini melibatkan kawalan mutu bagi setiap pekerja daripada pengerusi syarikat sehingga ke mesin operasi. Sistem kualiti juga diperkenalkan untuk menghuraikan cadangan berkumpulan, aktiviti dan perkara yang memastikan produk, proses atau perkhidmatan memberi kepuasan kualiti terhadap pengguna. Konsep kawalan mutu yang melibatkan keputusan tempat kerja, persekitaran, kerja pemprosesan dan produk merupakan konsep sistem kualiti. Penggunaan diagram Ishikawa telah disyorkan dan diagram ini merupakan kaedah untuk mengetahui faktor dan sebab untuk mengatasi masalah kualiti.

Taguchi (1976/1977) memberi sumbangan terhadap kawalan mutu. Sumbangan ini adalah perbezaan terhadap nilai dalam parameter proses pengeluaran menyebabkan kualiti sesuatu produk yang dikeluarkan menurun kian meningkat. Kaedah statistik Taguchi melibatkan rekabentuk parameter, rekabentuk eksperimen, *orthogonal arrays* dan aplikasi metodologi untuk menilai ukuran sistem (Sullivan, 1987).



Perlaksanaan kepelbagaian kaedah Kawalan Mutu berstatistik dan perindustrian dikembangkan dengan penggunaan komputer. Pada pertengahan tahun 1970, komputer digunakan untuk pengujian automasi, dalam *Computer Aided Design* (CAD), dalam *Computer Aided Manufacturing* (CAM), dalam *Computer Aided Quality* (CAQ), dalam *Computer Aided Process Control* dan dalam perolehan data, penyimpanan data serta analisis.

Pada tahun 1980 adalah era kualiti slogan. Kesan besar terhadap perindustrian kawalan mutu pada tahun tersebut adalah kualiti pengurusan. Kualiti pengurusan melibatkan kepentingan sistem organisasi, mencari cara yang efektif untuk menyatukan bilangan pekerja yang ramai dengan bilangan mesin yang banyak serta informasi kuantiti yang banyak. Terdapat dua jenis kecatatan pengeluaran iaitu jenis kecatatan yang berada dalam kawalan pengurusan. Kedua adalah jenis kecatatan yang berada dalam kawalan pekerja. Kawalan mutu dan jaminan mutu mengecapi perkembangan pesat dalam aplikasi komputer. Pada tahun 1926, isu *Journal of Quality Technology* mengandungi program komputer untuk menganalisis data dalam kawalan mutu.

Kawalan mutu terhadap pengeluaran terdiri daripada semua aktiviti yang dilakukan dalam proses pengeluaran untuk mengecapi kualiti yang diinginkan. Aktiviti-aktiviti ini terdiri daripada penggunaan komputer dalam kawalan pemprosesan dan pengeluaran, mengelak dan memperbetulkan penyegaraan, pelaksanaan pemprosesan dan ujian kemampuan dan pengawalan kualiti. Aktiviti ini juga terdiri daripada kualiti dan kawalan mutu proses inventori, kajian mengenai program kawalan proses dan sistem

RUJUKAN

- Al-Ghanim, Amjed dan Jordan, Jay, 1996. Automated process monitoring using statistical pattern recognition techniques on X-bar control charts. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* **2** (1), 25-24.
- Alwan, Layth C., 2001. *Statistical Process Analysis*. McGraw-Hill, New York.
- Antony, Jiju, Balbontin, Alenjandro dan Taner, Tolga, 2000. Key ingredients for the effective implementation of statistical process control. *Work Study* **49** (6), 242-247.
- Banks, Jerry, 1989. *Principles of Quality Control*. John Wiley & Sons, Inc.
- Braun, W. John, 2000. Run length distributions for estimated attribute charts. *Metrika* **50** (2), 121-129.
- Chen, Argon dan Elsayed, E.A., 2002. Design and performance analysis of the exponentially weighted moving average mean estimate for processes subject to random step changes. *Technometrics* **44** (4), 1-11.
- Coakes, Sheridan J. dan Steed, Lyndall G., 2003. *SPSS: Analysis without Anguish Version 11.0 for Windows*. John Wiley & Sons, Australia.



- Crowder, Stephen V., 1987. A simple method for studying run-length distributions of exponentially weighted moving average charts. *Technometrics* **29**, 401-407.
- Duncan, Acheson J. 1974. *Quality Control and Industrial Statistics*. Ed. Ke-4. Irwin, Homewood.
- Farnum, Nicholas R., 1994. *Modern Statistical Quality Control and Improvement*. Wadsworth, California.
- Feigenbaum, A.V., 1983. *Total Quality Control*, McGraw-Hill, New York.
- Feiring, Bruce R., 1993. A ten-step approach to constant quality improvement. *International Journal of Quality & Reliability Management* **10** (8).
- Han, Don dan Tsung, Fugee, 2004. A generalized EWMA control chart and its comparison with the optimal EWMA, CUSUM and GLR schemes. *The Annals of Statistics* **32** (1), 316-339.
- Juran, J.M., 1988. How to think about quality. Dlm: Juran, J.M. (pnyt.) *Quality Control*. Ed. ke-4. McGraw Hill, New York, 2.1-2.17.
- Juran, J.M. dan Godfrey, A. Blanton, 1988. The quality control process. Dlm: Juran, J.M. (pnyt.) *Quality Control*. Ed. ke-4. McGraw-Hill, New York, 4.1-4.27.



- Ledolter, Johannes dan Burrill, Claude W., 1999. *Statistical Quality Control Strategies and Tools for Continual Improvement*. John Wiley & Sons, New York.
- Mahaney, John K. Jr., 2003. *The ARMA (1, 1) model in the context of the joint estimation technique and outlier detection in quality control*. Kent State University.
- McComb, Mark Anthony, 2001. *Statistical approaches to process management: Shewhart and the idea of process control (Walter Shewhart)*. Illinois Institute of Technology.
- Montgomery, D. C., 1985. *Introduction to Statistical Quality Control*. Ed. Ke-6. John Wiley & Sons, New York.
- Nembhard, Harriet Black dan Kao, Ming Shu, 2002. *Adaptive forecast-based monitoring for dynamic systems*. Department of Industrial Engineering, University of Wisconsin-Madison.
- Newbold, Paul, Carlson, William L. dan Thorne, Betty, 2003. *Statistics for Business and Economics*. Prentice Hall, New Jersey.
- Olmstead, P.S., 1967. Our debt to Walter Shewhart. *Industrial Quality Control* **24** (2), 72-73.



Page, E.S., 1954. Continuous inspection scheme. *Biometrika* **41**, 100-115.

Pignatiello, Joseph J. dan Samuelsabre, Thomas R., 2001. Estimation of the change point of a normal process mean in SPC applications. *Journal of Quality Technology* **33** (1).

Roberts, S.W., 1959. Control chart tests based on geometric moving averages. *Technometrics* **1**, 239-250.

Ryan, Thomas, 1989. *Statistical Methods for Quality Improvement*. John Wiley & Sons, New York.

Siegel, A.F., 2000. *Practical Business Statistics*. Ed. Ke-4. McGraw-Hill, New York.

Sullivan, L.P. (1987). The power of Taguchi methods. *QualityProgress*, **20** (6), 76-79.

Swift, J.A., 1995. *Introduction to Modern Statistical Quality Control and Management*. St. Lucie Press, Florida.

Wadsworth, Harrison M., Stephens, Kenneth S. dan Godfrey, A. Blanton, 2002. *Modern Methods for Quality Control and Improvement*. Ed. ke-2. John Wiley & Sons, New York.

Will, Stewart W., 2001. Early implementation of SPC at Lasertel. *Compound Semiconductor*, Ogos.



Woodall, William H. dan Maragah, Hazem D., 1990. Comparison between EWMA and CUSUM control charts. *Technometrics* **32** (1), 17-18.

Woodall, William H., 1997. Control charts based on attribute data: bibliography and review. *Journal of Quality and Technology* **29** (2), 172-183.

Woodall, William H., 2000. Statistical design of quality control charts. *Journal of the American Statistical Association*.

