

PENGGUNAAN CARTA KAWALAN MULTI PEMBOLEHUBAH DALAM  
PROSES PENGELUARAN TABLET MAGNESIUM TRISILICATE

SHAFAZIRA BT ISMAIL

DISERTASI 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

April 2008

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGUNAAN CARTA KAWALAN MULTI PEMBULUHBAH DALAM PEMPROSESAN TABLET MAGNESIUM TRISILICATE

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

SAYA SHAFAZIRA BT ISMAIL SESI PENGAJIAN: 2007/2008  
(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

  
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 5394 TAMAN GUNUNG MAS,  
73000 TAMPIN, NEGERI SEMBILAN.

Tarikh: 28/4/08

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Siti Rahayu Mohd. Hashim  
 Pensyarah / Penasihat Akademik  
 Program Matematik Dengan Ekonomi  
 Sekolah Sains Dan Nama Penyelia  
 UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

Tarikh: 28/4/08

CATATAN:- \*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 adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

30 April 2008



---

SHAFAZIRA BINTI ISMAIL

HS 2004-1686



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

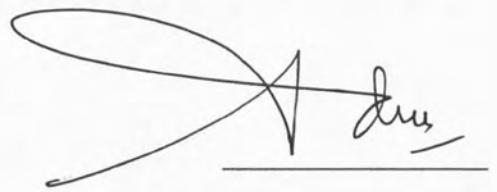
1. PENYELIA

(PUAN SITI RAHAYU MOHD HASHIM)



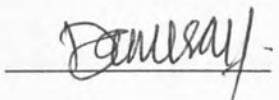
2. PEMERIKSA 1

(PROF. DR. ZAINODIN HJ JUBOK)



3. PEMERIKSA 2

(PUAN DARMESAH GABDA)



4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG)

**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA  
SABAH

## PENGHARGAAN

Assalammualaikum W. B. T.

Setinggi kesyukuran saya ucapkan ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan rahmatnya, saya berjaya menyiapkan penulisan disertasi saya ini. Jutaan terima kasih saya kalungkan kepada penyelia saya iaitu Puan Siti Rahayu Mohd Hashim kerana banyak memberikan bimbingan kepada saya selama ini.

Penghargaan juga ditujukan kepada keluarga saya, yang mana banyak memberikan sokongan padu secara berterusan kepada saya. Di samping itu penghargaan juga turut diberikan kepada pihak kilang di atas bantuan yang telah dihulurkan.

Akhir sekali, saya ingin merakamkan ucapan ribuan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah terutama kepada Prof. Dr. Zainodin Haji Jubok dan Puan Suriani Hassan kerana memberi pendedahan yang mendalam mengenai penggunaan *Microsoft Excel* dan *SPSS 12.0*. Begitu juga kepada rakan-rakan seperjuangan Matematik dengan Ekonomi yang banyak membantu dalam penghasilan disertasi ini. Bantuan anda semua amatlah dihargai dan jasamu sentiasa dikenang. Terima kasih.

## ABSTRAK

Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk menentukan samada proses pembuatan tablet *Magnesium Trisilicate* berada dalam kawalan statistik atau pun tidak. Selain itu, kajian ini juga adalah untuk memantau nilai masa hadapan proses pembuatan tablet *Magnesium Trisilicate*. Analisis dimulakan dengan melakukan alat asas dalam kawalan proses berstatistik. Nilai had kawalan atas bagi fasa pertama dikira dan carta kawalan *Multivariate Hotelling T<sup>2</sup>* dikaji. Didapati bahawa proses berada di luar kawalan statistik dan ciri kualiti diameter tablet menjadi punca berlakunya isyarat di luar kawalan statistik. Penyingkiran cerapan ke enam dan ke lapan dilakukan secara peringkat demi peringkat sehingga proses berada dalam kawalan statistik. Setelah itu, nilai had kawalan atas fasa kedua dikira. Pemantauan bagi proses pembuatan tablet bulan Disember 2006 dilakukan dengan menggunakan had kawalan atas fasa kedua. Hasil analisis mendapati bahawa proses pembuatan tablet *Magnesium Trisilicate* adalah di luar kawalan statistik bagi bulan Disember 2006. Ciri kualiti yang bermasalah adalah peratus kehancuran tablet.

# **USAGE OF MULTIVARIATE CONTROL CHART IN MAGNESIUM TRISILICATE PRODUCTION PROCESS**

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to check whether the production of Magnesium Trisilicate in November 2006 was under control. Besides that, the purpose for this research is also for monitoring the future production. The analysis began with seven statistical process control tools. The upper control limit for the phase one will be calculated first, than the Hotelling  $T^2$  Multivariate Control Chart will be examined. The result had showed that the process was out of control and the signal out of control was caused by the diameter of the tablets. The sixth and the eight observations have been removed by stages until the process will be under controlled. After that, the second upper control limit for phase two was being calculated. The upper control limit will be used as to monitor the future production, December 2006 production of Magnesium Trisilicate. Once again, the result showed that the process is out of control. The percentage of the tablets friability is the contributor to this occurrence.

## KANDUNGAN

Muka Surat

---

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kawalan Proses Berstatistik	2
1.3 Kepentingan Kawalan Proses Berstatistik	3
1.4 Latar Belakang Kajian	3
1.5 Pernyataan Masalah	10
1.6 Objektif Kajian	11
1.7 Skop Kajian	12
<b>BAB 2 ULASAN LITERATUR</b>	
2.1 Kualiti	14
2.2 Sejarah Kualiti	16
2.3 Kawalan Kualiti	18



2.4	Kawalan Proses Berstatistik	18
2.5	Objektif Kawalan Proses Berstatistik	20
2.6	Carta Kawalan	22
2.7	Variasi Pada Carta Kawalan	23
2.8	Carta Kawalan Multi Pembolehubah	26
2.9	Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	28
2.10	Perbandingan Carta Kawalan Tunggal dengan Carta Kawalan Multi Pembolehubah	33

### **BAB 3 METODOLOGI**

3.1	Pengenalan	35
3.2	Subjek Kajian	36
3.3	Perisian Komputer	37
3.4	Alat Asas Dalam Kawalan Proses Berstatistik	37
3.4.1	Carta Alir	38
3.4.2	Lembaran Semakan	42
3.4.3	Diagram Sebab dan Akibat	43
3.4.4	Diagram Serakan	44
3.4.5	Histogram	47
3.4.6	Carta Kawalan	49
3.4	Andaian Kenormalan Bagi Data Multi Pembolehubah	53
3.6	Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	57
3.7	Ujian Hipotesis Bagi Menguji Kestabilan Proses	64
3.8	Penginterpretasian Isyarat Apabila Proses	65



## Di Luar Kawalan Statistik

### **BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA**

4.1	Pengenalan	67
4.2	Andaian-andaian Data	67
4.3	Keputusan Alat Asas Dalam Kawalan Proses	68
Berstatistik Bagi Data Cerapan November 2006		
4.3.1	Carta Alir	69
4.3.2	Lembaran Semakan	76
4.3.3	Diagram Sebab dan Akibat	69
4.3.4	Ujian Korelasi	70
4.3.5	Ujian Kenormalan	71
4.3.6	Carta Kawalan	74
4.4	Keputusan Alat Asas Dalam Kawalan Proses	78
Berstatistik Bagi Data Cerapan Disember 2006		
4.4.1	Carta Alir	78
4.4.2	Lembaran Semakan	78
4.4.3	Diagram Sebab dan Akibat	79
4.4.4	Ujian Korelasi	79
4.4.5	Ujian Kenormalan	81
4.4.6	Carta Kawalan	82
4.5	Ujian Hipotesis Bagi Menguji Kestabilan Proses	84
4.5.1	Ujian Hipotesis Bagi Menguji Kestabilan Proses	84
Bagi Cerapan ke Enam Bagi Carta Kawalan		



	<i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> Pertama</i>	
4.5.2	Ujian Hipotesis Bagi Menguji Kestabilan Proses Bagi Cerapan ke Lapan Bagi Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> Kedua</i>	85
4.5.3	Ujian Hipotesis Bagi Menguji Kestabilan Proses Bagi Cerapan ke 35 Bagi Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> ke Empat</i>	87
4.6	Ujian Hipotesis Bagi Penginterpretasian Isyarat Apabila Proses Luar Kawalan Statistik 4.6.1 Ujian Hipotesis Bagi Penginterpretasian Isyarat Apabila Proses Di luar Kawalan Statistik Bagi Cerapan ke Enam Bagi Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> Pertama</i>	88 90
4.6.2	Ujian Hipotesis Bagi Penginterpretasian Isyarat Apabila Proses Di luar Kawalan Statistik Bagi Cerapan ke Lapan Bagi Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> Kedua</i>	91
4.6.3	Ujian Hipotesis Bagi Penginterpretasian Isyarat Apabila Proses Di luar Kawalan Statistik Bagi Cerapan ke 35 Bagi Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling <math>T^2</math> ke Empat</i>	93
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
5.1	Pengenalan	95



5.2	Perbincangan Carta Kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	95
5.3	Perbincangan Kesan Kenormalan Data Terhadap Isyarat di Luar Kawalan Statistik	100
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
6.1	Pengenalan	105
6.2	Kesimpulan	105
6.3	Cadangan	106
<b>RUJUKAN</b>		109
<b>LAMPIRAN</b>		113



## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka surat
3.1 Contoh lembaran semakan bagi kerosakan pada tangki angkasa lepas	43
3.2 Contoh data dengan saiz sampel n bersamaan dengan satu	58
4.1 Jadual korelasi daripada output <i>SPSS 12.0</i> .	70
4.2 Jadual ujian kenormalan daripada output <i>SPSS 12.0</i> .	72
4.3 Rumusan ketiga-tiga carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	77
4.4 Jadual korelasi daripada output <i>SPSS 12.0</i> .	80
4.5 Jadual kenormalan daripada output <i>SPSS 12.0</i> .	81
4.6 Rumusan penguraian statistik <i>d</i> , bagi penginterpretasian isyarat apabila proses di luar kawalan statistik.	89



## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Carta alir bagi proses pembuatan tablet	7
1.2	Carta alir bagi proses pengeluaran tablet	8
3.1	Simbol asas yang digunakan dalam carta alir	39
3.2	Carta alir proses penggunaan tiket kapal terbang	41
3.3	Diagram sebab dan akibat	44
3.4	Diagram serakan bagi fungsi peparu terhadap bilangan rokok sehari	45
3.5	Histogram bagi frekuensi pembelian tiket melawan masa	48
3.6	Contoh carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	51
3.7	Contoh histogram bagi data yang normal	54
3.8	Contoh <i>Whisker Boxplot</i> bagi data yang normal	55
3.9	Contoh plot kebarangkalian normal (plot Q-Q) bagi data yang normal	55
3.10	Contoh <i>detrended normal plot</i> bagi data yang normal	56
3.11	Contoh carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i>	64
4.1	Carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i> pertama.	75
4.2	Carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i> kedua	76
4.3	Carta kawalan <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i> ketiga.	77
4.4	Carta <i>Multivariate Hotelling T<sup>2</sup></i> ke empat.	83
5.1	<i>Whisker Boxplot</i> bagi data cerapan diameter tablet Nov 2006	100
5.2	<i>Whisker Boxplot</i> bagi data cerapan diameter tablet Nov 2006	102



setelah cerapan ke enam disingkirkan.

5.3 *Whisker Boxplot* bagi cerapan data peratus kehancuran Dec 2006

103

## SENARAI SIMBOL

>	besar daripada
=	sama dengan
-	tolak
+	tambah
$\sqrt{ } $	punca kuasa dua
$\Sigma $	hasil tambah
<	kurang daripada
$H_0 $	hipotesis nol
$H_1 $	hipotesis alternatif
$x_k $	nilai cerapan
$\bar{x}_j $	purata cerapan individu sehingga p ciri kualiti
m	bilangan sampel
$s_j^2 $	varians
$s_{jh} $	kovarians
S	matriks kovarians
$T_k^2 $	nilai <i>Hotelling T<sup>2</sup></i>



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Apabila sesuatu produk itu dihasilkan, objektif utamanya sudah pasti inginkan produk itu berkualiti. Namun begitu, tidak semua impian akan menjadi kenyataan. Setiap benda yang baik itu sukar untuk didapati dan banyak usaha perlu dilakukan bagi menghasilkannya. Begitu jugalah analoginya dengan kualiti produk. Walaupun kita telah sedaya upaya membuat perancangan yang mantap dan menggunakan bahan ataupun input yang terbaik bagi penghasilan sesuatu produk, tetapi ini belum pasti dapat menjamin kualiti produk tersebut.

Peribidalan mengatakan bahawa “setiap masalah, ada jalan penyelesaiannya dan setiap jalan penyelesaian didapati daripada puncanya”. Ini bermaksud sesuatu masalah itu dapat dielakkan jika kita berupaya mengawal faktor-faktor yang menyumbang kepada punca masalah tersebut. Di sini dapat dilihat bahawa masalah kita adalah bagi memastikan kualiti sesuatu produk itu terjamin, dan punca masalah sudah tentulah prosesnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pula adalah ciri-ciri yang diukur semasa proses dijalankan. Maka jelaslah bahawa proses adalah pencorak kepada kualiti sesuatu produk. Jika baik prosesnya, maka baiklah



produknya. Oleh yang demikian kawalan terhadap proses adalah sesuatu yang mandatori, bagi menjamin produk sentiasa berada pada tahap kualiti yang ditetapkan. Namun, kawalan terhadap proses itu adalah lebih tepat dan lebih saintifik lagi jika dikatakan sebagai kawalan proses berstatistik.

## 1.2 Kawalan Proses Berstatistik

Berdasarkan Bisell (1994), perkataan kawalan proses berstatistik terbit daripada gabungan tiga patah perkataan iaitu kawalan, proses dan statistik. Kawalan bermaksud pengurusan yang efektif, proses pula adalah satu aktiviti yang mengubah input kepada output manakala statistik adalah pengumpulan, persembahan dan menganalisis data secara efektif. Oleh yang demikian maksud keseluruhan perkataan kawalan proses berstatistik ini adalah pengurusan yang efektif semasa proses dijalankan dengan mengumpul dan menganalisis data yang diperolehi secara efektif.

Dalam kajian ini, penyelidik memberikan tumpuan terhadap kawalan proses bagi penghasilan produk. Kawalan dilakukan daripada peringkat permulaan proses sehingga peringkat akhir proses. Semasa kawalan dilakukan, data diambil pada selang masa tertentu. Melalui data ini, carta kawalan multi pembolehubah dibina dan dianalisis. Carta kawalan ini mengukur semua jenis variasi yang ada pada proses. Sebarang variasi yang mengganggu semasa proses dijalankan, dikenal pasti. Selalunya variasi berpunca daripada pekerja, mesin dan bahan-bahan yang digunakan bagi penghasilan produk tersebut seperti berat, diameter, ketebalan, ketahanan atau kekuatan struktur tablet, peratus kehancuran tablet dan peratus kandungan air pada tablet. Apabila variasi ini wujud, maka proses perlu diubahsuai bagi menyingkirkan

variasi tersebut. Setelah itu, barulah proses diteruskan sehingga produk yang dikehendaki berjaya dihasilkan tanpa terganggu kualitinya.

### **1.3 Kepentingan Kawalan Proses Berstatistik**

Menurut Smith (2004), tujuan utama kawalan proses berstatistik ini adalah sebagai satu langkah pencegahan bagi penghasilan produk yang tidak berkualiti. Apabila bilangan penghasilan produk yang tidak berkualiti dapat dikurangkan, kadar jualan produk meningkat, maka risiko untuk syarikat mengalami kerugian juga dapat dikurangkan. Ini adalah kerana kadar jualan produk berkadar songsang dengan kadar kerugian syarikat. Jika kadar jualan meningkat, kadar kerugian akan menurun dan pulangan modal menjadi lebih besar. Dengan demikian, syarikat akan dapat mempertingkatkan lagi kadar penghasilan produknya bagi mengaut keuntungan yang lebih banyak. Begitulah hebatnya implikasi kawalan proses berstatistik terhadap penghasilan produk.

### **1.4 Latar Belakang Kajian**

Dalam kajian ini, penyelidik telah mengambil data daripada sebuah kilang yang terletak di Kedah. Kilang ini telah beroperasi selama tujuh tahun, bermula pada tahun 2000. Produk yang dikeluarkan oleh kilang ini adalah tablet gastrik atau nama saintifiknya adalah *Magnesium Trisilicate*. Tablet gastrik ini berfungsi bagi mengubah kandungan asid di dalam perut, dengan mengikat atau meneutralkan asid yang berlebihan. Antara yang diperlukan bagi keseluruhan proses pembuatan tablet ini adalah bahan-bahan kimia yang berkaitan, mesin pengisar, mesin pengadun, mesin



pembakar, mesin penimbang berat, mesin pemampat, penebuk atau acuan bagi membentuk tablet, penguji nilai pH dan botol kosong.

Proses pembuatan tablet bermula dengan mencampurkan kesemua bahan kimia yang diperlukan mengikut sukatan dan nisbah yang betul. Antaranya bahan kimia tersebut adalah *aluminium hydroxide*, *magnesium trisilicate (AHMT)* dan air. Campuran ini akan dikisar menggunakan mesin pengisar sehingga menjadi sebatian. Berat sebatian direkodkan. Setelah itu sebatian ini disukat nilai pHnya sebelum diadun menggunakan mesin pengadun sehingga ia menjadi adunan. Pengujian nilai pH ini dilakukan dengan menggunakan alat penguji nilai pH yang khas. Ini penting bagi memastikan sebatian tersebut mempunyai julat nilai pH antara tiga hingga lima.

Kemudian adunan ditimbang dan bacaannya diambil. Adunan itu dimampatkan dengan menggunakan mesin pemampat sebelum ia dikenakan acuan atau ditebuk, bagi mendapatkan bentuk bulat seperti yang dilihat pada tablet. Adunan yang telah siap dibentuk, dibakar dengan menggunakan mesin pembakar pada suhu yang tertentu. Istilah Kimia bagi proses ini adalah menukar cecair (sebatian) kepada pepejal (adunan yang siap dibakar).

Setelah proses pembakaran selesai dijalankan, pada peringkat ini tablet sudah dikatakan terhasil. Kemudian ujian-ujian kualiti dilakukan ke atas tablet. Ujian-ujian ini terbahagi kepada dua iaitu ujian kimia dan ujian fizikal. Bagi ujian kimia, ia akan melihat kandungan bahan kimia iaitu aluminium dan magnesium samada ia mengikut nisbah dan sukatan yang ditetapkan. Penentuan nisbah dan sukatan bahan kimia yang tepat adalah perlu bagi memastikan tablet tersebut menjalankan fungsinya dengan baik.

iaitu mampu meneutralkan kandungan asid yang berlebihan dalam perut. Ini penting supaya tablet tersebut dapat membantu pengguna yang menghidapi masalah gastrik dan tidak pula memudaratkan pengguna.

Ujian kedua pula adalah ujian fizikal yang mana bertujuan menguji kualiti tablet itu sendiri secara fizikal seperti berat, diameter, ketebalan, ketahanan atau kekuatan struktur tablet, peratus kehancuran tablet dan peratus kandungan air pada tablet. Bagi pengukuran berat, secara rawak, 20 biji tablet diambil bagi setiap cerapan, ditimbang dan dikiraikan purata bagi satu tablet. Bacaan kemudian diambil.

Tujuan ujian berat ini dijalankan adalah bagi memastikan kandungan dan berat setiap tablet menepati piawaian yang ditetapkan. Ini dapat mengelakkan daripada berlakunya aduan daripada pengguna yang menyatakan bahawa tablet tersebut mengandungi dos yang berlebihan. Jika perkara ini terjadi, maka pihak syarikat boleh menunjukkan rekod ujian yang dijalankan yang mana menjadi bukti kepada kawalan kualiti syarikat.

Pengukuran seperti diameter, ketebalan dan ketahanan atau kekuatan struktur tablet itu, dikategorikan sebagai ujian dimensi. Istilah ujian dimensi boleh ditakrifkan sebagai ujian bagi memastikan rupa bentuk fizikal tablet tersebut mengikut spesifikasi yang ditetapkan. Sebanyak lima tablet diambil secara rawak, bagi setiap cerapan untuk menjalankan ujian dimensi ini. Pengukuran bagi ujian diameter dan ujian ketebalan dibuat dengan menggunakan angkup vernier. Setelah itu bacaan diambil. Kedua-dua ujian ini bersfungsi bagi memastikan bentuk tablet yang terhasil adalah konsisten dan pada standard yang dikehendaki.

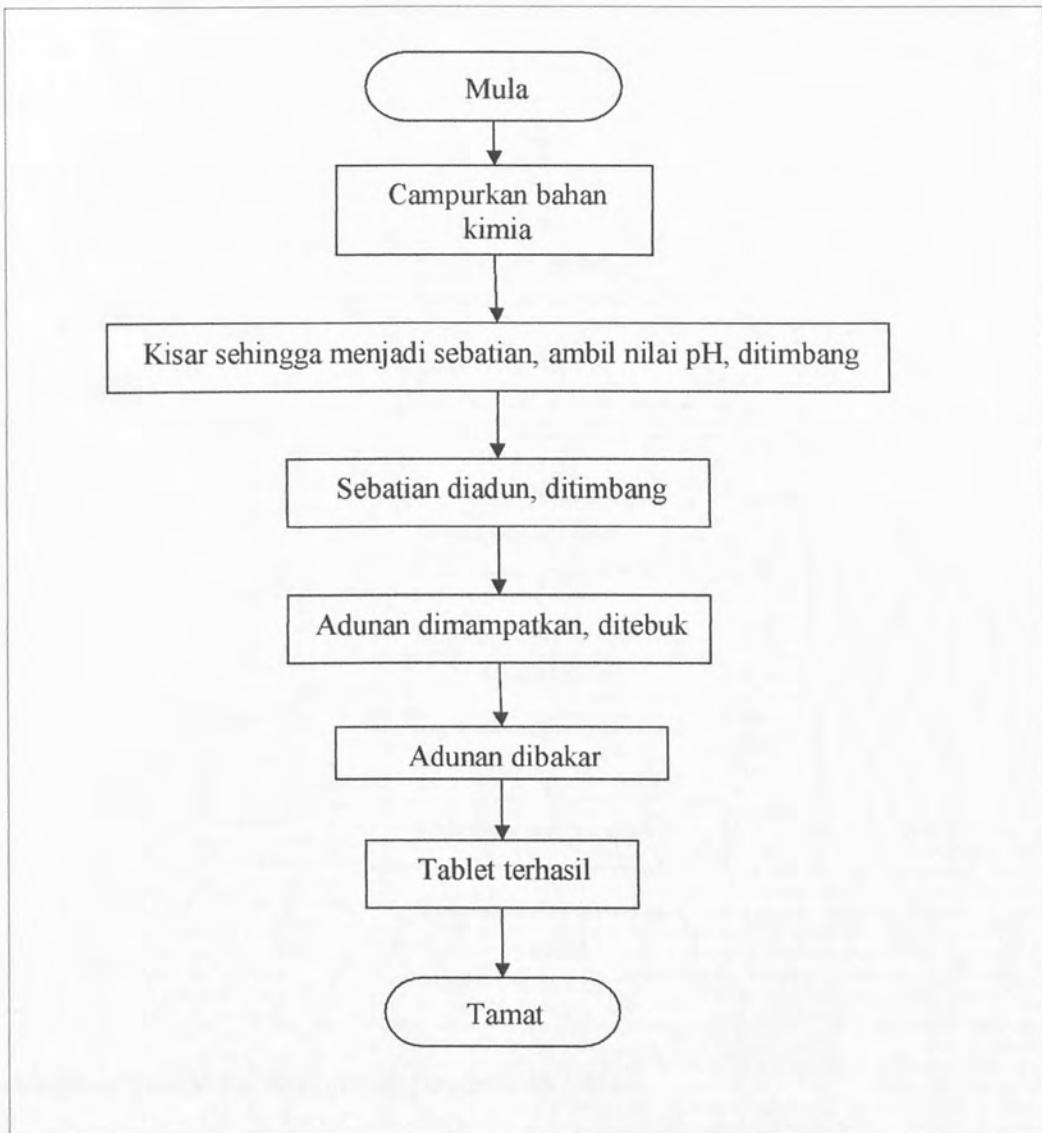


Ujian dimensi yang terakhir adalah ujian ketahanan atau kekuatan struktur tablet. Bagi menjalankan ujian ini, satu alat khas digunakan, dan sejumlah daya dikenakan ke atas tablet sehingga tablet tersebut hancur. Ini bertujuan untuk mengetahui jumlah daya maksimum yang boleh diterima oleh tablet supaya tablet tidak hancur. Daya maksimum yang dikenakan direkodkan, dan peratus kehancuran tablet dikira. Oleh itu, secara tidak langsung, melalui ujian ketahanan atau kekuatan struktur tablet ini, keputusan bagi ujian peratus kehancuran tablet diperolehi.

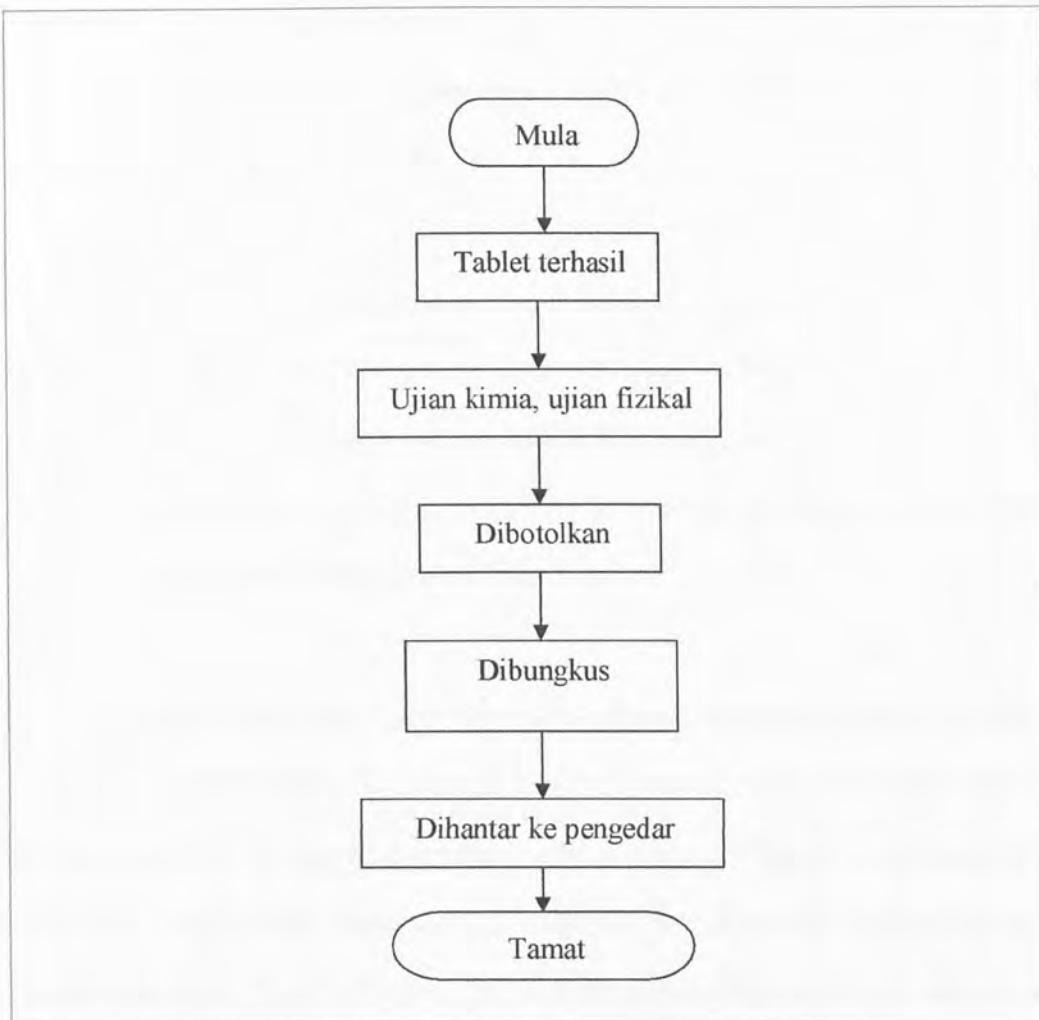
Relevannya bagi kedua-dua ujian ini dijalankan adalah supaya pihak yang terbabit dalam proses penghantaran tablet, tahu akan kadar hentakan yang boleh diterima oleh tablet. Contohnya jika lori penghantaran melalui jalan yang tidak rata, berbonggol atau pun berlopak, pemandu berkenaan bolehlah mengambil langkah berjaga-jaga dengan mengurangkan kelajuan pemanduannya supaya tablet yang dibawa tidak hancur. Maka, masalah seperti tablet yang dihantar ke pengedar hancur dan terpaksa dikembalikan tidak timbul.

Sebanyak 20 biji tablet dipilih secara rawak bagi ujian peratusan kandungan air pada tablet. Keputusan bagi ujian ini diperolehi dengan mengira berat sebelum dan selepas adunan dibakar iaitu peringkat di mana sebelum dan selepas tablet dihasilkan. Setelah tablet melalui kesemua ujian kualiti ini, barulah tablet sedia untuk dibotolkan, dibungkus dan seterusnya dihantar ke pengedar. Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 adalah contoh carta alir bagi proses pembuatan dan pengeluran tablet.





Rajah 1.1 Carta alir bagi proses pembuatan tablet.



**Rajah 1.2** Carta alir bagi proses pengeluaran tablet.

Terdapat beberapa langkah berjaga-jaga yang perlu diambil sepanjang proses pembuatan tablet, bagi mengawal mutu produk supaya ia sentiasa berada pada tahap spesifikasi kualiti yang ditetapkan. Langkah berjaga-jaga yang pertama adalah semasa mencampurkan kesemua bahan kimia dengan memastikan sukatan dan nisbahnya adalah tepat. Ini penting bagi mengelakkan berlakunya kemerosotan pada kualiti kerana kandungan bahan kimialah yang menentukan struktur dan fungsi tablet yang terhasil. Jika kandungannya tidak tepat, tablet yang terhasil mungkin akan terlalu keras atau terlalu lembut, mudah rapuh, terlalu tebal atau terlalu nipis, terlalu kecil

## RUJUKAN

- Alwan dan Layth, C. 2000. *Statistical Process Analysis*. McGraw-Hill, Boston.
- Bisell, D. 1994. *Statistical Methods for SPC dan TQM*. Chapman and Hall, London.
- Coakes, S.J. 2005. *SPSS Version 12.0 for Windows*. John Wiley and Sons, Milton.
- Fuchs, C. dan Kenett, R.S. 1998. *Multivariate Quality Control: Theory and Applications*. Marcel Dekker, New York.
- Hardy, A. M. A. 1996. The economic design of cumulative sum charts used to maintain current control of non-normal process means. *Computers Industry Engineering* **31**: 783-790.
- Hong, D.L. 2007. Automated visual inspection of ripple defects using wavelet characteristic based multivariate statistical approach. *Image and Vision Computing* **25**: 1785-1801.
- Ishak Shari dan Ahmad Mohd Yusof. 1997. *Pengantar Statistik Ekonomi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Ampang.



MacGregor, J.F. dan Kourt, T. 1995. Process control of multivariate processes.  
*Control Engineering Practice* **3** (3) : 403-414.

Marengo, E. 2004. Monitoring of pigmented and wooden surfaces in accelerated ageing processes by FT-Raman spectroscopy and multivariate control charts.  
*Talanta* **63** : 987-1002.

McMillen, N. 1991. *Statistical Control and Company Wide: Quality Improvement*. IFS, Bedford.

Mebarki, N. 2000. An approach based on Hotelling's test for multicriteria stochastic simulation-optimization. *Simulation Practice and Theory* **8**: 341-355.

Montgomery, D.C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*. Ed. Ke-5. John Wiley and Sons, New Jersey.

Nijhuis, A. 1997. Multivariate statistical process control on chromatography.  
*Chemometrics and intelligent laboratory systems* **38** : 51-62.

Nijhuis, A. 1999. The application of multivariate quality control in gas chromatography. *Chemometrics and intelligent laboratory systems* **47** : 107-125.

- Saibt, E.F., Barchet V.M.F., dan Radharamanan R. 1996. Use of multivariate analysis in controlling a soft drink fabrication process. *Computers Industry Engineering* 31: 261-264.
- Smith, G.M. 2004. *Statistical Process Control and Quality Improvement*. Ed. ke-5. Pearson, New Jersey.
- Swift, J.A. 1995. *Introduction to Modern Statistical Quality Control and Management*. St. Lucie Press Delray Beach, Florida.
- Thompson, J.R. dan Koronacki, J. 1993. *Statistical Process Control for Quality Improvement*. Chapman and Hall, New York.
- Trietsch, D. 1999. *Statistical Quality Control: A Loss Minimization Approach*. Series on Applied Mathematics, 10. World Scientific Publishing, Singapore.
- Villalobos, J.R. 2003. Using fixed and adaptive multivariate SPC charts for online SMD assembly monitoring. *International Journal of Production Economics* 95 : 109-121.
- Wadsworth, H.M., Stephens, K.S. dan Godfrey, A.B. 2002. *Modern Methods for Quality Control and Improvement*. Ed. ke-2. John Wiley and Sons, New York.



Wetherill, G.B. dan Brown, D.W. 1991. *Statistical Process Control: Theory and Practice*. Chapman and Hall, London.

Wikstrom, C. 1998. Multivariate process and quality monitoring applied to an electrolysis process. Part I: Process supervision with multivariate control charts. *Chemometrics and intelligent laboratory systems* **42** : 221-231.

Yan, K.W. 2007. Hotelling's  $T^2$  charts with variable sample size and control limit. *European Journal of Operational Research* **182**: 1251-1262.

<http://www.stat-athens.aueb.gr/~jpan/diatrives/Maravelakis/Index.html>

