

Pengendalian Kualitas pada Produksi Pasta Gigi

Gan Shu San

Dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Susanto Widjojo

Alumnus Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Abstrak

Untuk dapat meningkatkan produktivitas dari suatu proses produksi, maka salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan mengurangi cacat produk. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan pengendalian kualitas yang memadai. Pada produksi pasta gigi ini dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi cacat produk dan dilakukan percobaan dengan metode desain faktorial untuk mendapatkan kondisi optimum. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berat pasta ditentukan oleh faktor tekanan dan waktu pengadukan dengan kondisi optimum 5 cm Hg dan 80 menit, sedangkan lipatan *tube* dipengaruhi oleh faktor tinggi *tube* dan tinggi meja dengan kondisi optimum 189 mm dan 130 mm.

Kata kunci : produktivitas, cacat produk, pengendalian kualitas, desain faktorial

Abstract

One effort to increase productivity of a production process is by decreasing the defects. This can be done by implementing the appropriate quality control. This research is conducted in a tooth paste production to seek which factors that will influence defects and uses factorial design method to get the optimum condition. Results show that the paste weight is determined by air pressure in the mixer and stirring time with optimum condition at 5 cm Hg and 80 minutes, while precision tube folded is determined by the height of tube and the height of the table with optimum condition at 189 mm and 130 mm.

Keywords : productivity, product defects, quality control, factorial design.

1. Pendahuluan

Dengan ketatnya persaingan di dunia industri dewasa ini maka diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan mengurangi cacat produk, yang dilakukan dengan menerapkan pengendalian kualitas yang baik. Dari pengamatan awal pada produksi pasta gigi dengan ukuran 20 gr, 27 gr, 40 gr, 80 gr, 130 gr, 204 gr, terdapat masalah pada proses pengisian dan pelipatan tube, yaitu terdapat sekitar 9% cacat produk.

Pada makalah ini akan diulas sistem pengendalian yang bertujuan untuk menentukan faktor-faktor penyebab kecacatan, menentukan model empirik yang sesuai dari faktor-faktor penyebab kecacatan serta menentukan kondisi proses yang menghasilkan kualitas

pasta dan pelipatan tube yang memenuhi spesifikasi.

Mengingat banyaknya jenis ukuran pasta gigi yang diproduksi maka dipilih salah satu ukuran, yaitu 130 gr sebagai obyek penelitian.

2. Proses Produksi Pasta Gigi

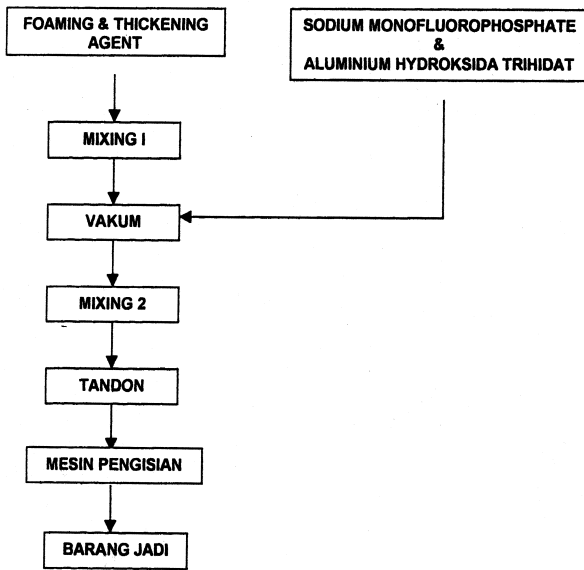
Diagram urutan proses dapat dilihat pada gambar 1.

Persiapan bahan baku :

Bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan pasta adalah sodium monofluoro phosphate, aluminium hidroksida trihidrate, bahan pengawet, *flavour*, *foaming agent*, *thickening agent*, sorbitol, sacharine, air.

Sebelum proses pembuatan dimulai, semua bahan baku yang diperlukan diteliti ulang oleh bagian pengendalian kualitas.

Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Januari 2000. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 2 Nomor 1 April 2000.



Gambar 1. Alur Proses Pembuatan Pasta Gigi

Proses *Mixing*

Proses ini dibedakan menjadi dua yaitu proses *mixing* 1 dan proses *mixing* 2. Pada proses *mixing* 1, *foaming dan thickening agent* diaduk terlebih dahulu kemudian dihisap ke *mixing tank* 2. *Sodium monofluoro phosphate, alumunium hidroksida trihidrate* dimasukkan kedalam hopper kemudian dihisap ke *mixing tank* 2 untuk dilakukan pengadukan. Pada *mixing tank* 1 hanya terdapat 1 *mixer* saja, sedangkan pada *mixing tank* 2 terdapat 2 *mixer* yang berfungsi untuk menghancurkan gumpalan yang terjadi pada pasta dan meratakan. Kemudian, pasta dipompa ke tandon.

Proses Pengisian

Setelah pasta dimasukkan ke tandon, pasta tersebut dipompa dengan pompa *trilobe* ke dalam mesin pengisian. Didalam mesin pengisian, pasta masuk ke dalam *hopper* kemudian dihisap oleh piston lalu didorong untuk dimasukkan ke dalam *tube*. Pada saat piston mendorong pasta, tekanan yang terjadi dengan menggunakan motor sebesar 0,5 hp adalah sebagai berikut :

$$T = 63000 \cdot 0,5 \text{ hp} / 30 \text{ rpm} = 1050 \text{ lb in} = 118,63 \text{ N.m}$$

$$F = T/r = 118,63 / 0,063 = 1883,016 \text{ N}$$

$$P = F/A = 1883,016 / (0,25\pi \cdot 0,05^2) = 959012,109 \text{ N/m}^2$$

Setelah itu dilakukan pelipatan *tube* yang disertai pemberian nomor *batch*. Selanjutnya, pasta turun ke *conveyor* dan dipacking oleh operator yang berada di sekitar *conveyor* itu untuk dimasukkan ke dalam kardus.

3. Pengumpulan dan Pengolahan Data Awal

Data diambil dari sebuah perusahaan pembuat pasta gigi selama enam hari kerja. Pencatatan dan pengambilan data dilakukan secara langsung di lantai produksi. Disamping itu dilakukan wawancara dengan operator hingga kepala bagian produksi.

Pada tiap hari kerja, yaitu pukul 08.00 - 15.00 diambil 70 sampel dengan tiap selang waktu satu jam diambil 10 sampel.

Data yang dikumpulkan adalah data pemeriksaan variabel dan attribut sebagai berikut:

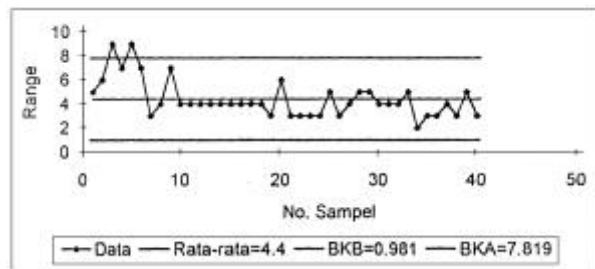
- Data pemeriksaan untuk berat (variabel)
- Data pemeriksaan untuk lipatan (atribut)

Peta Kendali Variabel (Berat)

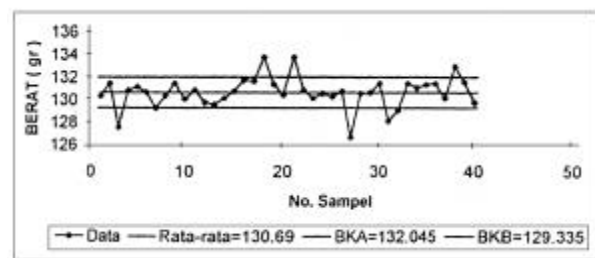
Batas kendali untuk R : BKA = 7,819 ; R = 4,4 ; BKB = 0,981

Batas kendali untuk x : BKA = 132,045 ; x = 130,69 ; BKB = 129,335

Peta Kendali :



Gambar 2. Grafik R Data Berat



Gambar 3. Grafik x Data Berat

Peta kendali R diatas menunjukkan bahwa proses dalam keadaan tidak terkendali, yang diperlihatkan pada sampel 3 dan 5. Setelah dilakukan peninjauan dari awal pengambilan sampel ditentukan bahwa faktor yang menyebabkan proses dalam keadaan tidak terkendali adalah

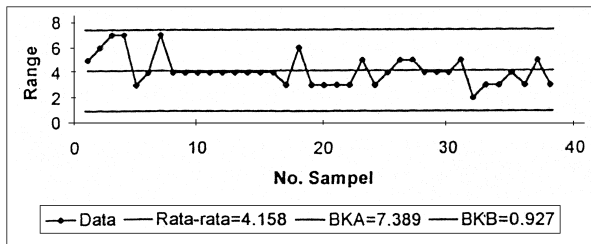
- Tidak homogennya pasta pada saat pengadukan
- Kesalahan operator
- Terdapatnya gelembung pada pasta dan bahan baku pembuat pasta yang kasar

Untuk itu, data yang keluar dari batas kendali dibuang lalu dibuat peta kendali yang baru. Batas kendali R dan x setelah data nomor 3 dan 5 dibuang adalah sebagai berikut :

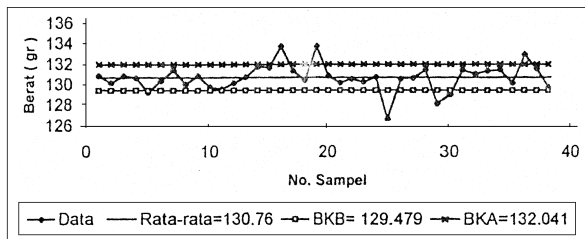
Batas kendali untuk R : BKA = 7,389 ; R = 4,158; BKB = 0,927

Batas kendali untuk x : BKA = 132,041 ; x = 130,76 ; BKB = 129,479

Peta Kendali :



Gambar 4. Grafik R Perbaikan 1 Data Berat



Gambar 5. Grafik x Perbaikan 1 Data Berat

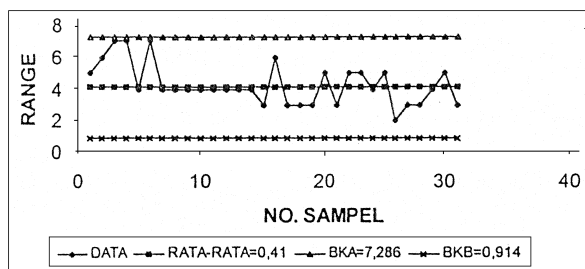
Peta kendali R sudah terkendali, namun peta kendali x masih belum, yaitu pada sampel 5, 16, 19, 25, 29, 30, 36. Sampel yang keluar dari batas kendali atas disebabkan oleh bahan baku yang kasar sedangkan sampel yang keluar dari batas kendali bawah disebabkan oleh terdapatnya gelembung pada pasta dan tidak homogenya pasta pada saat pengadukan.

Setelah sampel yang keluar dari batas kendali dibuang, diperoleh hasil :

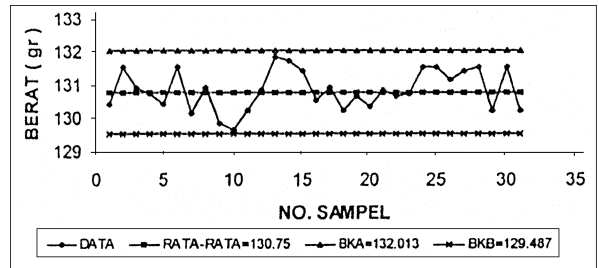
Batas kendali untuk R : BKA = 7,286 ; R = 4,1 ; BKB = 0,914

Batas kendali untuk x : BKA = 132,013 ; x = 130,75 ; BKB = 129,487

Peta Kendali :



Gambar 6 : Grafik R Perbaikan 2 Data Berat



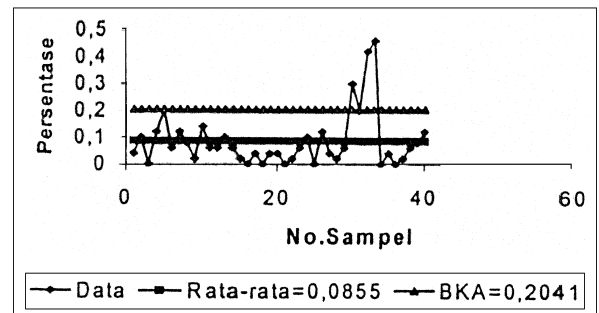
Gambar 7. Grafik x Perbaikan 2 Data Berat

Peta Kendali Atribut (lipatan)

Untuk pengolahan data lipatan tube digunakan peta kendali np sebagai berikut :

p = 0,0855 ; BKA = 0,2041 ; BKB = - 0,0331 (dianggap nol)

Peta Kendali :

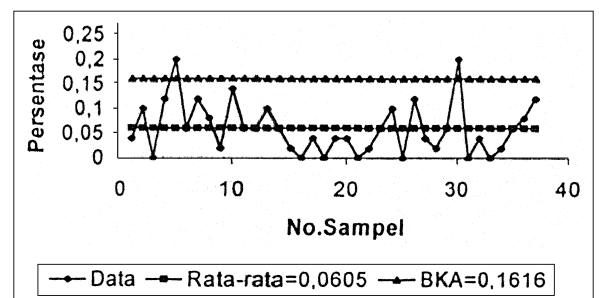


Gambar 8. Grafik np Data Lipatan

Sampel nomor 30,32,33 menyebabkan proses dalam keadaan tidak terkendali. Diperkirakan bahwa faktor yang menyebabkan proses dalam keadaan tidak terkendali adalah ketinggian tube yang tidak sama, setting ketinggian meja dan kesalahan operator pada saat memasukkan tube kedalam tube holder, sehingga terjadi kecacatan pada proses pelipatannya. Setelah data yang keluar dari batas kendali dibuang maka diperoleh

p = 0,0605 ; BKA = 0,1616 ; BKB = - 0,0406 (dianggap nol)

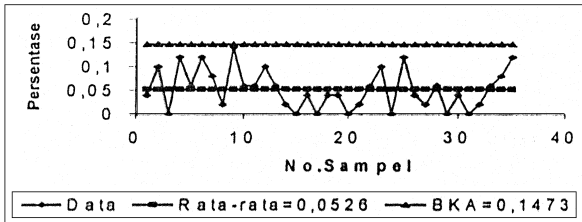
Peta Kendali :



Gambar 9. Grafik np Perbaikan 1 Data Lipatan

Ternyata masih terdapat sampel yang keluar dari batas kendali, yang diperkirakan karena faktor yang sama. Setelah data yang keluar dari batas kendali dibuang maka diperoleh $p = 0,0526$; $BKA = 0,1473$; $BKB = - 0,0421$ (dianggap nol)

Peta Kendali :



Gambar 10 : Grafik np Perbaikan 2 Data Lipatan

Setelah ditemukan perkiraan faktor yang mempengaruhi maka dapat dilakukan eksperimen untuk pengisian dan lipatan.

4. Desain Ekperimen Dan Analisa

4.1. Penentuan Faktor Kendali

1. Berat Pasta

Pada proses pembuatan pasta gigi terdapat beberapa faktor yang memberikan efek pada karakteristik kualitas, antara lain:

- Komposisi bahan
- Waktu pengadukan
- Tekanan
- Kecepatan
- Kerusakan pada mesin pengisian
- Operator
- Bahan baku

Mengingat bahwa komposisi bahan tidak mungkin diubah maka faktor tersebut diabaikan. Faktor kerusakan mesin dan operator dapat diabaikan karena diasumsikan mesin selalu terawat dan bekerja dengan baik dan operator mempunyai performa yang baik. Faktor bahan baku juga diabaikan karena tidak tersedianya alat penguji bahan baku. Karena itu, yang dianggap sebagai faktor kendali dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

- Tekanan pengadukan
Tekanan udara yang berada dalam tempat pengadukan adalah antara 0 sampai 10 cmHg sedangkan kondisi awalnya adalah sebesar 5 cmHg.
- Waktu pengadukan
Lama waktu pengadukan pasta gigi adalah antara 70 sampai 90 menit dan kondisi awalnya adalah 80 menit

• Kecepatan

Kecepatan mesin pengisian pada proses pengisian pasta gigi ke dalam *tube* adalah antara 1600 hingga 2000 rph sedangkan kondisi operasi pada perusahaan adalah 1800 rph.

Percobaan ini menggunakan 3 level untuk perubahan nilai dari setiap faktor, yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Faktor dan Level Berat

Faktor	Level		
	-1	0	1
Tekanan (cm Hg)	0	5	10
Waktu pengadukan (menit)	70	80	90
Kecepatan (rph)	1600	1800	2000

2. Lipatan Tube

Faktor yang mempengaruhi kualitas lipatan pada proses pelipatan *tube* adalah :

- Tinggi *tube*
- Tinggi meja
- Kerusakan pada *tube holder*
- Operator

Kerusakan atau keausan pada *tube holder* bisa diabaikan karena akan langsung diganti dengan yang baru apabila terjadi kerusakan. Sedangkan faktor operator diabaikan karena diasumsikan sudah baik.

Penentuan level untuk lipatan ini dilakukan berdasarkan pengalaman selama di lapangan dan ditentukan 3 level seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Faktor dan Level Lipatan

Faktor	Level		
	-1	0	1
Tinggi Tube (mm)	187	188	189
Tinggi Meja (mm)	130	130.5	131

4.2. Perencanaan Percobaan

1. Berat Pasta

Untuk setiap sel pada 27 percobaan ini dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali

Tabel 3. Tabel Eksperimen Berat

Faktor Waktu	Faktor Kecepatan	Faktor Tekanan		
		-1	0	1
-1	-1	-1 -1 -1	0 -1 -1	1 -1 -1
	0	-1 -1 0	0 -1 0	1 -1 0
	1	-1 -1 1	0 -1 1	1 -1 1
0	-1	-1 0 0	0 0 -1	1 0 -1
	0	1 0 1	0 0 0	1 0 0
	1	-1 0 1	0 0 1	1 0 1
1	-1	-1 1 -1	0 1 -1	1 1 -1
	0	-1 1 0	0 1 0	1 1 0
	1	-1 1 1	0 1 1	1 1 1

2. Lipatan Tube

Untuk setiap sel pada 9 percobaan ini dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali

Tabel 4. Tabel Eksperimen Lipatan

Faktor Tinggi Meja	Faktor Tinggi Tube		
	-1	0	1
-1	-1 -1	0 -1	1 -1
0	-1 0	0 0	1 0
1	-1 1	0 1	1 1

5. Hasil dan Analisa Percobaan

Dalam percobaan ini dilakukan pengukuran terhadap berat pasta gigi yang dihasilkan dan jumlah lipatan yang sesuai atau tidak cacat dari 50 sampel uji tiap perlakuan. Pengumpulan data untuk berat pasta dilakukan berdasarkan rancangan percobaan 3³ sedangkan untuk lipatan berdasarkan pada rancangan percobaan 3².

Tabel 6 : Tabel Hasil Percobaan untuk Lipatan

Faktor Tinggi Tube (mm)	Faktor Tinggi Meja (mm)		
	130	130.5	131
187	28	32	35
	30	30	38
	27	29	37
188	40	49	48
	39	50	49
	37	50	48
189	48	46	26
	49	45	21
	49	45	23

5.1. Analisa Percobaan

1. Analisa untuk Berat

Dengan menggunakan Anova maka diperoleh hasil bahwa faktor **tekanan** dan faktor **waktu pengadukan** mempengaruhi hasil percobaan, sedangkan faktor **kecepatan pengadukan** tidak mempengaruhi. Untuk menentukan hasil pasta yang optimum maka

Tabel 5 : Tabel Hasil Percobaan untuk Berat Pasta

Waktu Pengaduan (menit)	Tekanan								
	0			5			10		
	Kecepatan (rph)								
	1600	1800	2000	1600	1800	2000	1600	1800	2000
70	127.27	128.10	128.10	127.15	127.44	126.88	125.94	125.92	126.23
	127.55	128.54	127.74	127.22	126.84	126.94	125.88	126.34	125.86
	126.88	127.83	128.13	126.94	126.93	127.24	125.85	126.10	125.55
	129.45	127.60	127.77	127.21	127.21	126.91	126.34	125.82	126.18
	128.14	128.41	127.94	126.84	127.11	127.34	126.22	125.44	126.36
	127.61	127.56	128.22	126.74	127.31	127.21	126.13	125.68	126.42
	127.22	129.14	127.86	127.10	127.16	127.11	125.86	125.60	126.11
	128.24	128.22	127.88	127.24	127.20	127.55	126.24	126.41	126.22
	129.12	127.77	127.90	127.46	126.90	126.58	126.14	126.27	125.93
80	130.07	129.11	128.15	126.83	126.84	126.78	126.45	126.45	126.45
	130.16	129.93	131.14	128.91	128.88	129.47	128.59	128.87	128.82
	131.08	130.71	131.20	129.46	129.00	129.83	129.14	128.82	129.21
	129.96	130.45	130.93	129.56	129.16	129.44	128.86	129.35	129.25
	131.92	130.07	131.96	129.76	129.17	130.15	128.76	129.13	128.65
	131.84	131.92	130.94	129.70	128.79	129.61	129.27	129.36	128.68
	130.26	130.18	131.17	130.14	128.57	130.47	129.15	128.76	128.91
	129.43	131.33	129.21	130.18	129.22	129.44	128.94	128.68	129.48
	131.71	131.08	129.33	128.11	130.09	129.48	129.23	129.41	129.08
90	130.87	131.10	131.14	130.14	129.82	128.90	128.87	129.22	128.90
	132.21	132.24	131.44	130.81	130.24	130.83	129.25	130.11	128.86
	133.45	133.05	133.16	129.77	131.73	130.55	131.22	131.77	132.48
	132.49	132.21	132.48	131.38	131.20	130.57	131.56	132.43	131.68
	132.51	131.95	132.59	130.14	131.18	130.45	132.14	132.10	131.96
	132.45	132.27	132.78	131.20	130.93	131.81	132.11	131.32	132.46
	133.05	131.87	132.56	131.55	131.15	131.92	131.88	131.85	132.21
	132.63	132.27	133.40	132.33	130.83	131.29	131.91	132.12	131.97
	131.95	132.55	132.13	131.28	130.17	129.57	132.24	131.64	132.01
132.98	131.98	132.71	130.91	131.07	131.25	131.83	131.82	131.97	
132.14	132.44	131.96	131.42	130.05	130.75	131.55	131.77	131.81	
131.28	131.74	131.87	131.24	130.16	130.98	130.95	131.90	132.14	

digunakan persamaan regresi :

$$Y = 130 + 0,737 A + 2,34 C + 0,181 A^2 - 0,138 C^2 - 0,374 A C$$

dimana A adalah besar nilai *coding* dari faktor tekanan, sedangkan C adalah besar nilai *coding* dari faktor waktu pengadukan.

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi diatas menunjukkan bahwa kondisi optimum terjadi pada nilai *level* 0 untuk tekanan dan 0 untuk waktu pengadukan, sehingga kondisi optimum untuk tekanan adalah 5 cm Hg dan untuk waktu pengadukan adalah 80 menit. Skor mutu rata-rata yang akan dihasilkan pada proses diatas adalah sebesar 130 gr.

2. Analisa untuk Lipatan

Penggunaan Anova menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi hasil percobaan adalah faktor tinggi meja dan faktor tinggi *tube*. Untuk menentukan hasil lipatan yang optimum maka digunakan persamaan regresi

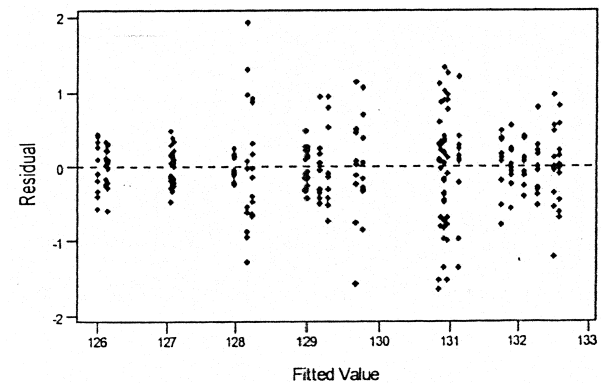
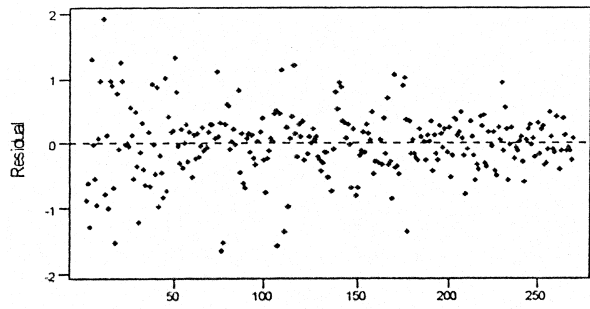
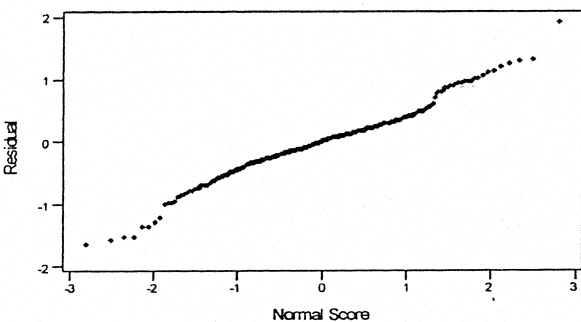
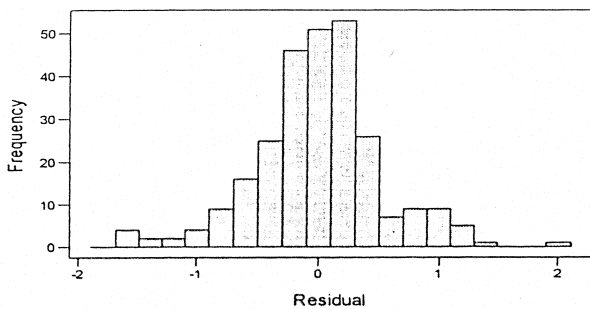
$$Y = 38,8 + 3,67 T - 1,22 M - 3,37 T^2 - 1,48 M^2 - 8,42 T M$$

dimana T adalah besar nilai *coding* dari faktor tinggi *tube* dan M adalah besar nilai *coding* dari faktor tinggi meja.

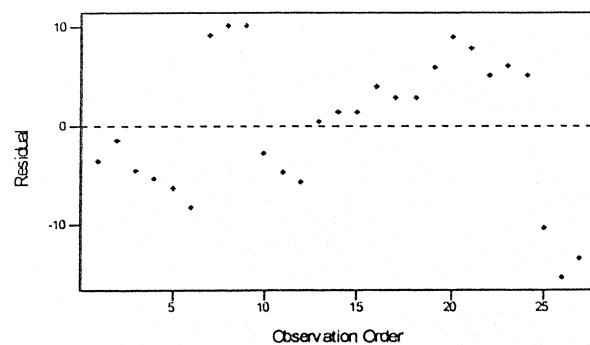
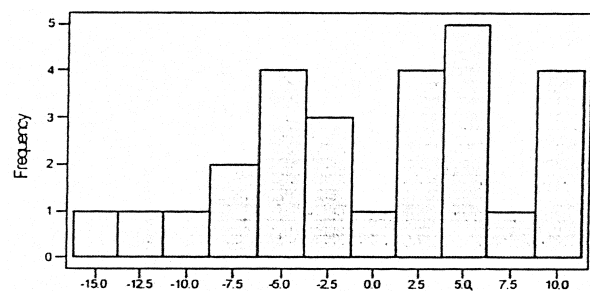
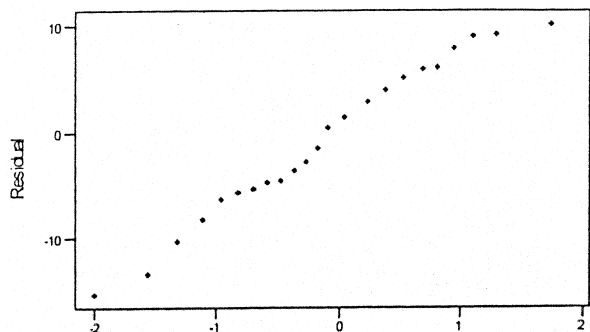
Kondisi optimum terjadi pada nilai *level* 1 untuk tinggi *tube* dan *level* -1 untuk faktor tinggi meja, sehingga kondisi optimum terjadi pada tinggi *tube* 189 mm dan tinggi meja 130 mm. Skor mutu rata-rata yang akan dihasilkan pada proses diatas adalah sebesar 47,26 dari 50 sampel yang diuji.

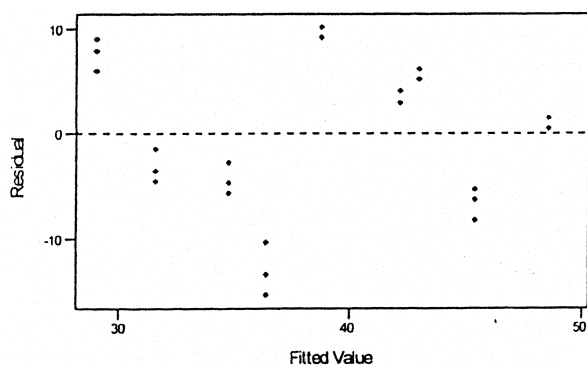
6. Grafik Hasil Percobaan

6.1. Data Berat



6.2. Data Lipatan





7. Penutup

Dengan menggunakan hasil yang diperoleh dari perhitungan dan pengolahan data statistik diatas dan menerapkan pengendalian kualitas yang bersesuaian maka diharapkan cacat produk dari produksi pasta gigi ini dapat dikurangi sehingga dapat meningkatkan produktifitas. Untuk memperbaiki hasil penelitian ini maka dapat dilakukan penelitian lanjutan pada berat pasta mengenai variabilitas proses karena variabilitas yang terjadi sangat besar.

Daftar Pustaka

1. Montgomery, D. C., *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Universitas Gajah Mada, 1996.
2. Ishikawa, K., *Teknik Penuntun Pengendalian Kualitas Statistik*, Mediyatama Sarana Perkasa, 1988.
3. Grant, E. L., Laevenworth, R.S., *Pengendalian Mutu Statistik*, Erlangga, 1989.
4. Montgomery, D. C., *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley and Sons, 1991.
5. Gaspersz, V., *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan*, Tarsito, 1992.