

# PENGARUH SUDUT POTONG (*RAKE ANGLE*) PADA PROSES TURNING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN

Iskandar

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

E-mail: iskandarsml@gmail.com

## RINGKASAN

Penggunaan mesin-mesin CNC pada saat ini sudah semakin luas, hampir semua proses manufaktur sudah menggunakan mesin CNC termasuk turning. Pada prosesnya mesin CNC ini dapat dioperasikan secara manual ataupun otomatis dengan menggunakan program NC, dimana pergerakan dari mata potong akan diatur oleh dua sumbu dan bergerak sesuai dengan perintah dari program yang telah dimasukkan. Pada proses pembubutan untuk menentukan kualitas permukaan banyak faktor yang sangat berpengaruh antara lain kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong, termasuk geometri pahat. Pada penelitian ini difokuskan perubahan sudut potong (*rake angle*)  $3^\circ$ ,  $6^\circ$ ,  $9^\circ$ , dan  $120^\circ$ . Metode eksperimen faktorial digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan spesimen uji dari baja karbon sedang (*mild steel*). Hasil dari analisa data eksperimen menggunakan ANOVA ditemukan bahwa faktor sudut potong (*rake angle*) dan gaya potong pahat berpengaruh terhadap kekasaran spesimen uji.

**Kata kunci:** rake angle, gaya potong, kekasaran permukaan, desain eksperimen.

## PENDAHULUAN

Proses pembubutan adalah suatu proses pengurangan material untuk membentuk suatu produk dengan cara memutar benda kerja tersebut. Pada proses ini terdapat pengaruh dari proses pemakanan dan ketepatan sudut-sudut potong itu sendiri terhadap benda kerja, dimana hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas permukaan benda kerja.

Dengan adanya hal tersebut banyak operator/pengusaha kecil yang bergerak dibidang jasa pembubutan sering melakukan hal yang biasa dilakukan yaitu dengan cara merubah geometri pahat baik itu pada pahat HSS maupun pada pahat insert atau juga menggantikan sudut-sudut pahat tersebut untuk mendapatkan kualitas

permukaan benda yang akan dibubut sesuai dengan keinginan.

Diantara cara tersebut yang perlu diperhatikan adalah geometri pahat, sebab ada bagian dari geometri pahat itu yang boleh diubah-ubah sehingga hasil dari kekasaran permukaan pembubutan benda kerja akan didapat nilai maksimal, Oleh karena itu sebagai bagian dari orang teknik yang telah melibatkan diri dibidang keteknikan merasa perlu untuk mencoba melakukan penelitian tentang pengaruh dari perubahan geometri pahat bubut khususnya sudut potong (*rake angle*) pada pahat insert terhadap pengaruh kekasaran permukaan pada pembubutan benda kerja dengan material baja karbon sedang (*mild steel*), yang mana dalam penelitian ini

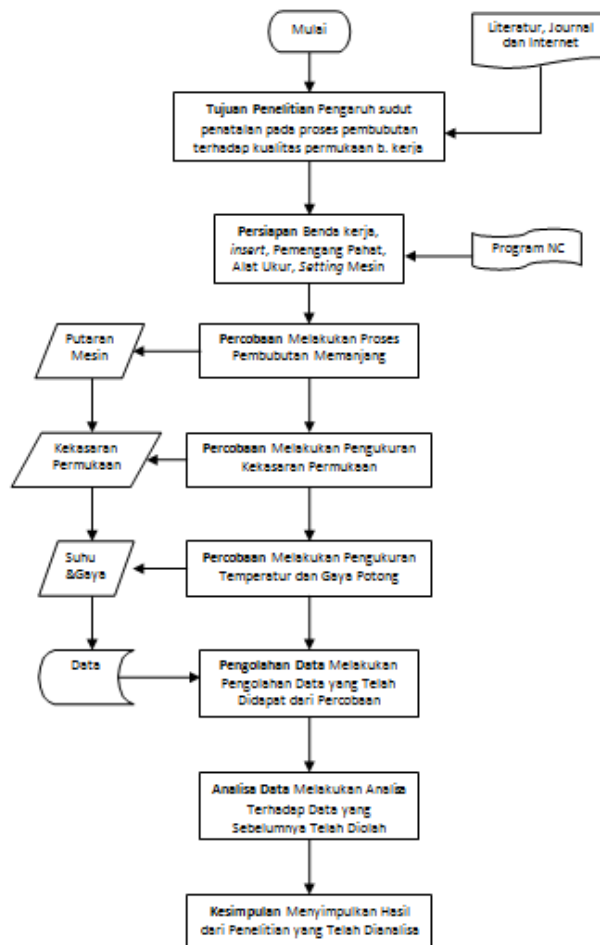
putaran dari mesin bubut direncanakan tetap (konstan) hanya pada geometri pahat yang bervariasi, khususnya pada sudut potong (rake angle).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini terlebih dahulu dibuat desain eksperimen dengan faktor sudut potong (rake angle) dan kedalaman pemakanan (depth of cut) menggunakan metode eksperimen faktorial, untuk pengolahan data hasil

eksperimen menggunakan analysis of variance (ANOVA)

Pengujian terhadap spesimen dilakukan dengan variasi sudut potong pahat yaitu 3°, 6°, 9° serta 120° dengan kedalaman pemakanan 0.5 mm dan 1 mm. Kemudian dilakukan proses pemesinan terhadap material baja karbon sedang, proses selanjutnya adalah uji kekasaran permukaan terhadap spesimen.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

**DESAIN EKSPERIMEN FAKTORIAL**

Dalam proses pemesinan banyak sekali faktor-faktor yang berpengaruh, untuk itu dalam penelitian ini ada beberapa faktor yang ditetapkan antara lain : pahat potong, material benda kerja, putaran mesin dan kecepatan potong. Adapun faktor yang divariasikan adalah sudut potong dan kedalaman pemakanan.

Penelitian ini direncanakan menggunakan metode eksperimen faktorial dengan dua faktor, yaitu :

- a) Sudut potong (rake angle) dengan 4 level (30, 60, 90 serta 120)
- b) Kedalaman pemakanan 2 level (0.5 mm dan 1 mm)

Faktor-faktor eksperimen yang akan dilakukan, ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor-faktor eksperimen

No	Faktor-Faktor Terkontrol	Satuan	Level			
			1	2	3	4
1	Sudut potong	derajat	3	6	9	12
2	Kedalaman pemakanan	mm	0.5	1		

Selanjutnya ditentukan kombinasi dari masing-masing faktor dan *level* untuk pembuatan spesimen uji ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kombinasi faktor dan level

No.	Factor 1	Factor 2
	A: Sudut potong	B: Kedalaman pemakanan
1	3	0.5
2	6	0.5
3	9	0.5
4	12	0.5
5	3	1
6	6	1
7	9	1
8	12	1

Dengan menggunakan desain eksperimen factorial dibutuhkan 8 spesimen uji, dimana masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan (replikasi) sehingga dibutuhkan total spesimen sebanyak 24 buah.

#### HASIL PENGUJIAN KEKASARAN PERMUKAAN

Pengujian kekasaran permukaan terhadap spesimen uji dilakukan dengan variasi sudut potong pahat 3°, 6°, 9° dan 12°.serta variasi kedalaman pemakanan 0.5 mm dan 1 mm. Adapun data hasil rerata pengujian kekasaran ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rerata hasil pengujian kekasaran specimen

Kedalaman pemakanan (mm)	Kekasaran permukaan dengan sudut potong			
	3°	6°	9°	12°
0.5	1.26 $\mu\text{m}$	1.37 $\mu\text{m}$	1.44 $\mu\text{m}$	1.50 $\mu\text{m}$
1	1.76 $\mu\text{m}$	1.85 $\mu\text{m}$	1.88 $\mu\text{m}$	1.98 $\mu\text{m}$

### HASIL PENGUKURAN GAYA POTONG

Setiap pemakanan benda kerja dilakukan pengukuran gaya potong pahat terhadap spesimen uji

menggunakan *strain gauge* yang dihubungkan ke *datalogger*. Rerata hasil pengukuran gaya potong ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rerata hasil pengukuran gaya potong pahat

Kedalaman pemakanan (mm)	Gaya potong dengan sudut potong			
	3°	6°	9°	12°
0.5	242.46	297.62	303.66	359.12
1	293.12	345.05	362.87	388.58

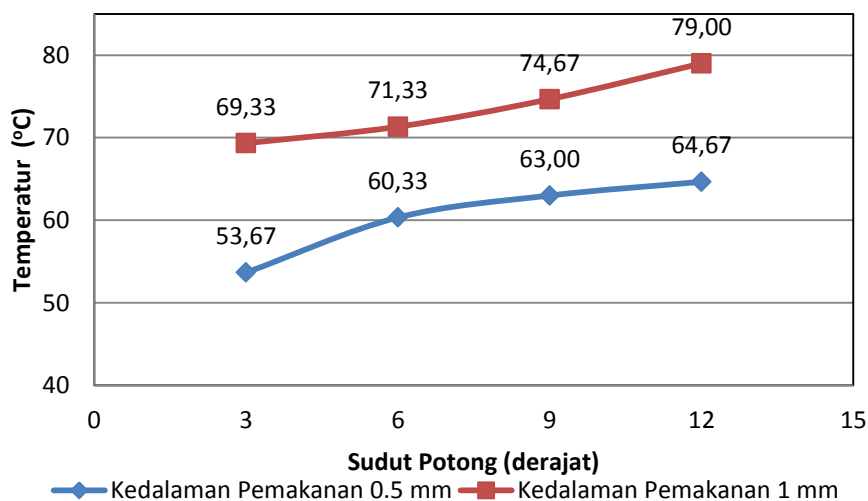
### HASIL PENGUKURAN TEMPERATUR

Pada proses penatalan (pembuangan benda kerja oleh pahat potong) dilakukan pengukuran temperatur terhadap bidang sentuh pahat dan spesimen/benda kerja, dari hasil pengukuran temperatur menunjukkan kecenderungan kenaikan temperatur linier terhadap sudut potong (*rake angle*) dan gaya potong ditunjukkan pada gambar 4.1.

Hal ini dikarenakan dengan semakin besarnya sudut potong, maka bidang sentuh antara pahat dan benda kerja semakin besar sehingga gaya gesek yang terjadi antara pahat potong dan benda kerja semakin besar pula sehingga mengakibatkan temperatur menjadi naik. adapun rerata hasil pengukuran temperatur ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rerata hasil pengukuran temperature

Kedalaman pemakanan (mm)	Temperatur dengan sudut potong			
	3°	6°	9°	12°
0.5	53.67 °C	60.33 °C	63 °C	64.67 °C
1	69.33 °C	71.33 °C	74.67°C	79 °C



Gambar 4.1 Pengaruh sudut potong dan kedalaman pemakanan terhadap temperatur

### Analisa Data Hasil Pengujian Terhadap Variabel Yang Berpengaruh Pada Kekasaran Permukaan

Untuk mengetahui pengaruh faktor sudut potong (*rake angle*) dan kedalaman pemakanan serta memperkirakan kontribusi dari setiap faktor terhadap kekasaran spesimen uji, maka dilakukan analisa data hasil pengujian dengan *analysis of variance* (ANOVA). Analisa ini bertujuan untuk

mengidentifikasi pengujian kebenaran hipotesa terhadap pengaruh faktor terkendali. Adapun hipotesa ( $H_0$ ) yang diuji yaitu tidak ada pengaruh dari faktor sudut potong (*rake angle*) dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran spesimen uji. Data-data hasil pengujian kekerasan terhadap spesimen uji dikelompokkan berdasarkan perlakuan yang diterima, ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengelompokan data hasil pengujian kekasaran

	B <sub>1</sub>			B <sub>2</sub>			Jumlah
A <sub>1</sub>	1.19	1.27	1.31	1.75	1.72	1.81	ΣA <sub>1</sub> = 9.05
A <sub>2</sub>	1.37	1.35	1.39	1.83	1.86	1.85	ΣA <sub>2</sub> = 9.65
A <sub>3</sub>	1.44	1.42	1.45	1.91	1.85	1.88	ΣA <sub>3</sub> = 9.95
A <sub>4</sub>	1.52	1.49	1.5	1.97	2.01	1.95	ΣA <sub>4</sub> = 10.44
	ΣB <sub>1</sub> = 16.70			ΣB <sub>2</sub> = 22.39			ΣTotal= 39.09

Dari tabel 4.3 dapat ditentukan bahwa ;

ΣA <sub>1</sub> = 9.05	ΣB <sub>1</sub> = 16.70
ΣA <sub>2</sub> = 9.65	ΣB <sub>2</sub> = 22.39
ΣA <sub>3</sub> = 9.95	nB <sub>1</sub> = 12
ΣA <sub>4</sub> = 10.44	nB <sub>2</sub> = 12
nA <sub>1</sub> = 6	N = 24
nA <sub>2</sub> = 6	nA <sub>4</sub> = 6
nA <sub>3</sub> = 6	T = 39.09

Dengan melakukan model analisis varians (ANOVA) dua arah yang terdiri dari perhitungan jumlah kuadrat, derajat kebebasan, rata-rata jumlah kuadrat dan  $F_{Hitung}$  ( $F_0$ ), maka dapat ditentukan nilai-nilai tersebut ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis varians rata-rata kekasaran spesimen uji

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F <sub>0</sub>	F <sub>Tabel</sub>	Persentase kontribusi
A-Sudut Potong	0.169	3	0.056	51.50	3.24	10.92%
B-Kedalaman Pemakanan	1.349	1	1.349	1233.37	4.49	87.62%
AB	0.002713	3	9.043E-04	0.83	3.24	0.11%
Error	0.0175	16	1.094E-03			
Total	1.5383	23				

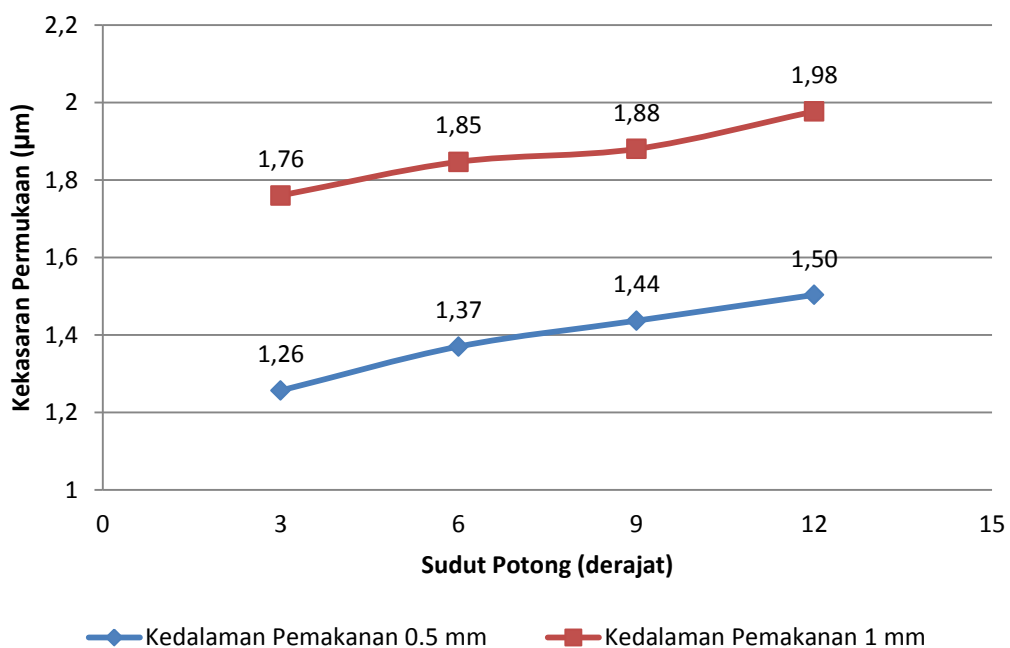
Dari hasil ANOVA  $F_{HITUNG}$  ( $F_0$ ) >  $F_{TABEL}$ , maka hipotesis ( $H_0$ ) dapat ditolak, sehingga dapat diambil kesimpulan

bahwa faktor sudut potong, kedalaman pemakanan dan interaksi keduanya dengan tingkat keyakinan 95% ( $\alpha=0.05$ )

memiliki pengaruh terhadap kekasaran spesimen uji. Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa faktor kedalaman pemakanan memberikan persentase kontribusi terbesar terhadap kekasaran permukaan spesimen uji yaitu 87.62%.

Dari analisa data hasil pengujian menggunakan metode factorial dengan ANOVA dapat diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan spesimen uji sangat dipengaruhi oleh sudut potong (*rake angle*) dan kedalaman pemakanan. Pada gambar 4.2 yang

diperoleh berdasarkan data rerata hasil pengujian kekasaran permukaan terhadap spesimen uji dapat diketahui bahwa pada sudut potong 3°, 6°, 9° dan 12°, dengan semakin besarnya sudut potong (*rake angle*) dan kedalaman pemakanan, maka tingkat kekasaran permukaan semakin meningkat. Sedangkan dari data hasil pengujian diperoleh nilai kekasaran terendah terdapat pada sudut potong 3° dengan kedalaman pemakanan 0.5 mm sebesar 1,19 μm.



Gambar 4.2 Pengaruh sudut potong terhadap nilai kekasaran spesimen uji

**Analisa Data Hasil Pengujian Terhadap Variabel Yang Berpengaruh Pada Gaya Potong**

Dari data hasil pengujian kuat tekan, dapat dianalisa pengaruh dari sudut potong dan kedalaman pemakanan terhadap gaya potong pada proses pemesinan saat pembuatan spesimen

uji dari baja karbon sedang (*mild steel*) menggunakan *analysis of variance* (ANOVA), dengan terlebih dahulu mengelompokan data hasil pengujian berdasarkan perlakuan yang diterima. ANOVA dari data hasil pengujian ditunjukkan pada table 4.6.

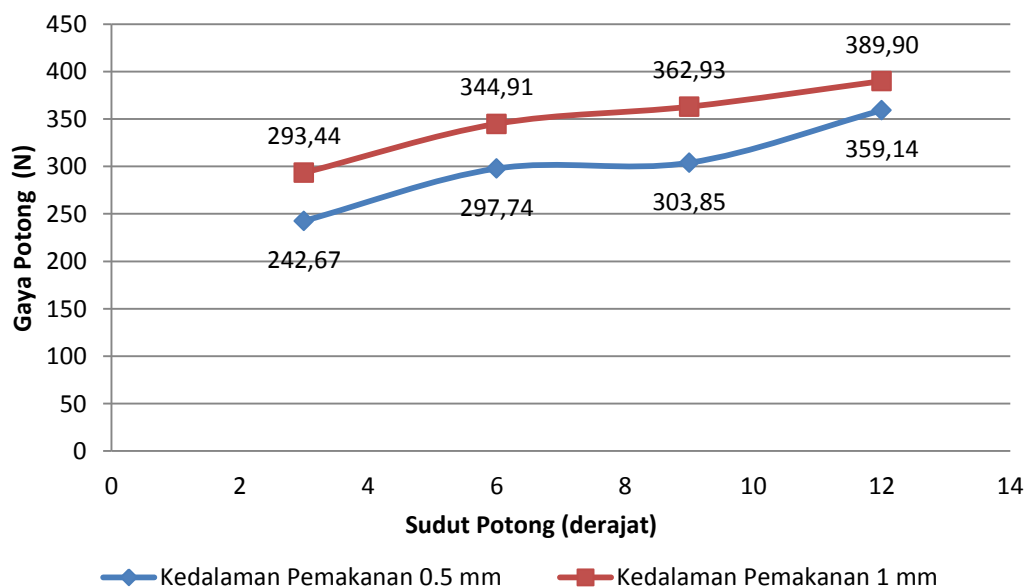
Tabel 4.6 Analisis varians rata-rata gaya potong pahat

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F <sub>0</sub>	F <sub>Tabel</sub>	Persentase kontribusi
A-Sudut Potong	48519.28	3	11553.615	112143.80	3.01	71.43%
B-Kedalaman Pemakanan	34660.84	1	13222.998	128347.47	3.24	27.25%
AB	635.44	3	211.813	2055.94	4.49	1.31%
Error	1.65	16	0.103			
Total	48520.93	23				

Dari hasil ANOVA  $F_{\text{HITUNG}} (F_0) > F_{\text{TABEL}}$ , maka hipotesis ( $H_0$ ) dapat ditolak, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa faktor sudut potong, kedalaman pemakanan dan interaksi keduanya dengan tingkat keyakinan 95% ( $\alpha=0.05$ ) memiliki pengaruh terhadap gaya potong pahat. Dari tabel 4.7 menunjukkan bahwa faktor sudut potong (*rake angle*) memberikan persentase kontribusi terbesar terhadap gaya potong pahat yaitu 71.43%.

spesimen uji dapat diketahui bahwa pada sudut potong 3°, 6°, 9° dan 12°, dengan semakin besarnya sudut potong (*rake angle*) dan kedalaman pemakanan, maka gaya potong pahat semakin meningkat. Sedangkan dari data hasil pengujian diperoleh gaya potong tertinggi sebesar 389.88 N terdapat pada sudut potong 12° dengan kedalaman pemakanan 1 mm dan gaya potong terendah diperoleh pada sudut potong (*rake angle*) 3° serta kedalaman pemakanan 0.5 mm sebesar 243.05 N

Pada gambar 4.3 yang diperoleh berdasarkan data rerata hasil pengujian kekasaran permukaan terhadap



Gambar 4.3 Pengaruh sudut potong terhadap gaya potong pahat

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa data yang dilakukan terhadap nilai kekasaran permukaan dan gaya potong pada spesimen uji dengan faktor sudut potong dan kedalaman pemakanan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa data hasil percobaan terhadap spesimen uji dengan metode factorial dan ANOVA dapat disimpulkan bahwa kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap dengan tingkat keyakinan 95% ( $\alpha=0.05$ ).
2. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kekasaran spesimen uji adalah faktor kedalaman pemakanan dengan persentase kontribusi sebesar 87.62%, sedangkan faktor yang paling berpengaruh terhadap gaya potong adalah sudut potong (*rake angle*) dengan persentase kontribusi yaitu 71.43%.
3. Nilai respon optimum berdasarkan data hasil pengujian terdapat pada sudut potong  $12^\circ$  dengan kedalaman pemakanan 1mm, hal ini disebabkan semakin besar sudut potong pahat, maka bidang kontak antara pahat potong dan benda kerja semakin besar sehingga gaya yang dibutuhkan semakin tinggi, demikian pula halnya dengan kedalaman pemakanan.

## SARAN

Hasil analisa dari penelitian ini berdasarkan parameter yang telah ditentukan salah satunya adalah jenis material dari baja karbon sedang, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi dari material yang digunakan, kecepatan potong dan putaran.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Rochim, Taufiq. Teori dan Teknologi Proses Permesinan. Bandung : Penerbit Laboratorium Teknik Produksi Permesinan, Jurusan Teknik Mesin, FTI – ITB, 1993.
2. Kalpakjian, S. *Manufacturing Engineering and Technology Third Edition*. Chicago : Addison Wesley Company, 1995.
3. Ghosh, A and A.K. Mallik. *Manufacturing Science*. Chichester : Ellis Horwood Limited, 1986.
4. Gibbs, David dan Thomas M. Crandell. Dasar-Dasar Teknik dan Pemograman CNC, New York : *Industrial Press. Inc.* Jakarta : PT Rosda Jaya putra, 1991.
5. www. Bibsonomy.org, diunduh tanggal 7 April 2010
7. Irwan soejanto, 2009, “Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi”, edisi pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta
8. Sudjana, 1994, “Desain Dan Analisis Eksperimen”, Edisi III, Tarsito, Bandung