

## Pengaruh Kondisi Pemotongan terhadap Karakteristik Pemesinan dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja pada Mesin Bubut CNC TU2A

Muhammad Yanis

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang

Jl. Raya Palembang-Prabumulih km 32 Inderalaya Ogan Ilir (30662)

yanis\_mhd@yahoo.co.id

### Abstrak

Karakteristik pemesinan merupakan faktor yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan proses pemesinan. Karakteristik pemesinan ditinjau dari nilai gaya, daya dan getaran yang terjadi selama pemesinan berlangsung. Besarnya harga parameter ini sangat dipengaruhi oleh kondisi pemotongan yang dipilih dan akan berdampak pada kualitas benda kerja yang dibuat. Kekasaran permukaan merupakan salah satu pengujian standar yang penting dalam penentuan kualitas produk hasil proses pemesinan. Penelitian ini bertujuan melihat kondisi karakteristik pemesinan dan kekasaran permukaan mesin perkakas CNC yang diuji terhadap variabel kondisi pemotongan yang dipilih. Variasi kondisi pemotongan meliputi tiga jenis yaitu kecepatan potong, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan. Parameter yang dianalisis adalah daya pemesinan dan persentase beban, gaya potong, getaran didekat poros spindel pada arah sumbu utama dan kekasaran permukaan produk yang dihasilkan. Gaya potong dihitung berdasarkan daya pemesinan yang didapat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara berurutan dari yang paling besar pengaruh kondisi pemotongan terhadap karakteristik pemesinan dan kekasaran permukaan produk adalah kecepatan pemakanan, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong. Peningkatan nilai kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan akan meningkatkan karakteristik pemesinan dan kekasaran permukaan. Pada daerah pengujian semakin cepat kecepatan potong maka karakteristik pemesinan yang terjadi semakin kecil dan kekasaran permukaan semakin halus. Berdasarkan pengujian karakteristik pemesinan dan kekasaran permukaan maka mesin bubut yang digunakan dapat bekerja di kondisi baik yaitu pada putaran spindel antara 750 rpm hingga 1250 rpm atau kecepatan potong lebih besar/sama dengan 50 m/min, kecepatan pemakanan maksimum 125 mm/min dan kedalaman pemotongan maksimum 1,0 mm.

**Keywords :** Kondisi pemotongan, gaya, daya, getaran dan kekasaran permukaan.

### Pendahuluan

Karakteristik pemesinan merupakan faktor yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan proses pemesinan. Karakteristik pemesinan ditinjau dari nilai gaya, daya dan getaran yang terjadi selama pemesinan berlangsung. Besarnya harga parameter ini sangat dipengaruhi oleh kondisi pemotongan yang dipilih dan akan berdampak pada kualitas benda kerja yang dibuat. Kondisi pemotongan tersebut adalah kecepatan potong, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan. Penentuan kualitas produk hasil pemesinan akan dilihat dari nilai kekasaran permukaan [3 dan 5].

Dalam perencanaan proses pemesinan dilakukan pada kondisi pemotongan dengan nilai tertentu. Pemilihan nilai kondisi pemotongan yang diambil mempertimbangkan mesin perkakas yang digunakan. Semakin kuat dan kaku mesin perkakas yang dipakai berarti semakin luas variasi nilai kondisi pemotongan yang dapat dipilih. Gaya pemotongan yang timbul bila kondisi sistem yang lemah akan menyebabkan

getaran. Permukaan produk akan menjadi tidak halus jika terjadi getaran selama pemesinan berlangsung [5]. Berkurangnya kekakuan dapat juga ditimbulkan oleh umur dari mesin yang digunakan. Karena bertambah usia akan menyebabkan komponen dari mesin perkakas mengalami keausan. Dengan demikian akan membatasi dalam pemilihan nilai kondisi pemotongan yang digunakan. Pengaruh yang nyata adalah penurunan produktivitas mesin yang akan berdampak pada penurunan kualitas produk maupun pencapaian waktu proses pemesinan yang akan lebih lama [8].

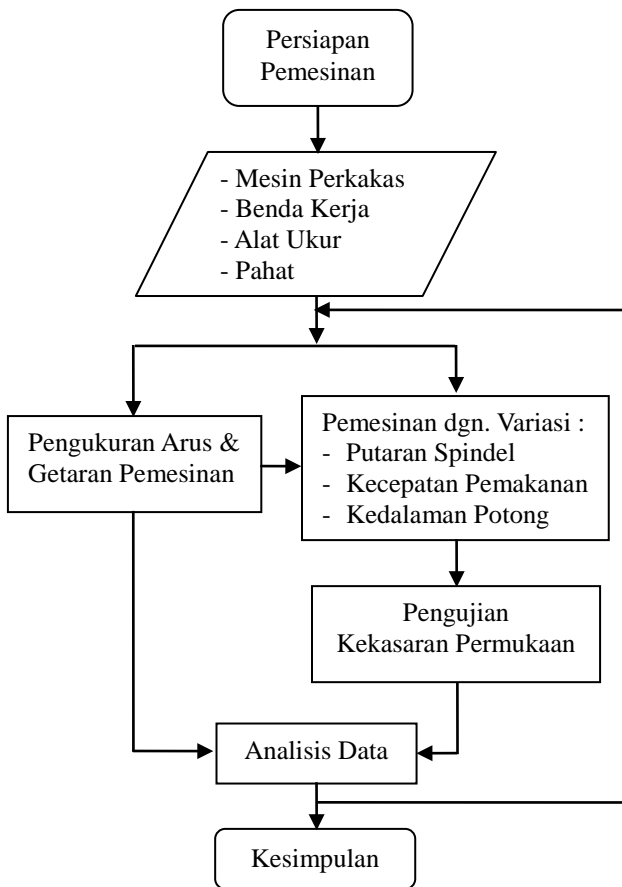
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi saat ini dari mesin bubut CNC TU2A yang diuji dengan melihat hasil parameter berupa daya pemesinan, persentase pemakaian daya motor yang tersedia, gaya potong, getaran pemesinan dan hasil uji kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan.

Parameter pengujian adalah dengan bervariasi kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan.

Pengukuran getaran berupa getaran pemesinan dengan pengukuran kecepatan rata-rata ( $v_{rms}$ ) yang terjadi disekitar ujung poros spindel mesin (pencekam) pada arah sumbu utama. Daya dan persentase pemakaian daya dihitung dari pengukuran arus listrik selama pemesinan berlangsung. Dan besar gaya potong ditentukan berdasarkan daya pemesinan yang didapat. Nilai-nilai ini akan dibandingkan dengan nilai standar yang diizinkan berdasarkan proses yang terjadi.

**Metode Penelitian**

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini mengikuti prosedur kerja seperti Gambar 1. Pengujian dilakukan menggunakan mesin bubut TU2A-EMCO Maier (daya 700 Watt). Benda kerja uji menggunakan Aluminium (ukuran  $\Phi 20 \times 100$  mm) dan pahat jenis karbida sisipan ( $\kappa_r = 90^\circ, \lambda_s = 0^\circ, \gamma_o = 0^\circ$ ). Parameter pemotongan dengan variasi putaran spindel (n): 300, 500, 750, 1000 dan 1250 rpm ( $v_f = 100$  mm/min dan  $a = 0,75$  mm). Variasi kecepatan pemakanan ( $v_f$ ): 50, 100, 125, 150, 200 dan 250 mm/min ( $n = 900$  rpm dan  $a = 0,75$  mm). Variasi kedalaman pemotongan (a): 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 dan 1,50 mm ( $n = 900$  rpm dan  $v_f = 100$  mm/min).



**Gambar 1. Prosedur kerja penelitian**

Pada saat pengujian pemesinan untuk setiap variasi kondisi pemotongan secara bersamaan dilakukan pengukuran konsumsi arus listrik dan getaran pemesinan (vibration tester TV300/Krisbow). Pengukuran arus listrik dilakukan dua cara yaitu menggunakan ampere meter yang ada di mesin dan menggunakan tang meter. Arus listrik yang diukur adalah sebelum pemesinan (idel) dan saat pemesinan. Setelah selesai pengujian pemesinan, semua benda kerja uji dilakukan pengukuran kekasaran permukaannya (roughness tester-Mitutoyo). Nilai kekasaran permukaan yang digunakan adalah kekasaran rata-rata aritmetik ( $R_a$ ).

Perhitungan daya pemesinan ( $N_{mc}$ ) menggunakan persamaan berikut <sup>[5]</sup> :

$$N_{mc} = V \times I \quad \text{atau} \quad N_{mc} = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (1)$$

dimana :

- V = Tegangan listrik, volt
- I = Arus pemesinan yang terukur, A
- $\cos \phi$  = Faktor daya (0.75)

Persamaan pertama (kiri) untuk pengukuran arus DC yaitu pada ampere meter dan persamaan kedua (kanan) untuk arus AC yaitu menggunakan tang meter.

Penentuan gaya potong ( $F_v$ ) berdasarkan daya pemotongan ( $N_{ct}$ ) <sup>[5]</sup> yaitu :

$$N_{ct} = \eta \times N_{mc} \quad \text{dan} \quad N_{ct} = N_v + N_f \quad (2)$$

dimana :

- $\eta$  = Efisiensi pemesinan berkisar 20% s.d. 75%.
- $N_v$  = Daya potong, N  
=  $(F_v \times v) / 60$
- $N_f$  = Daya pemakanan, N. Karena nilainya sangat kecil dibanding daya potong maka daya pemakanan diabaikan..  
=  $(F_f \cdot v_f) / 60.000$
- v = Kecepatan potong, m/min  
=  $(\pi \cdot d \cdot n) / 1000$
- d = Diameter benda kerja, mm
- n = Putaran spindel, rpm

Untuk melihat seberapa jauh daya motor dimanfaatkan untuk pemesinan dihitung dari persentase beban  $\eta_l$  <sup>[5]</sup> yaitu:

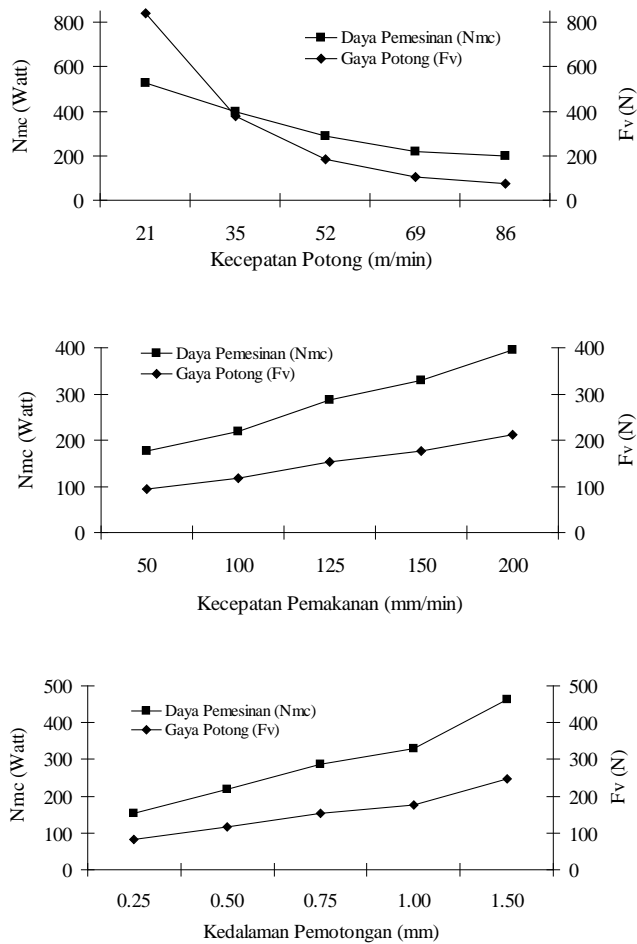
$$\eta_l = N_{ct} / N_{mr} \quad (3)$$

dimana  $N_{mr}$  = daya pemesinan tersedia yaitu daya nominal motor dikurangi daya idel ( $N_{mo}$ ).

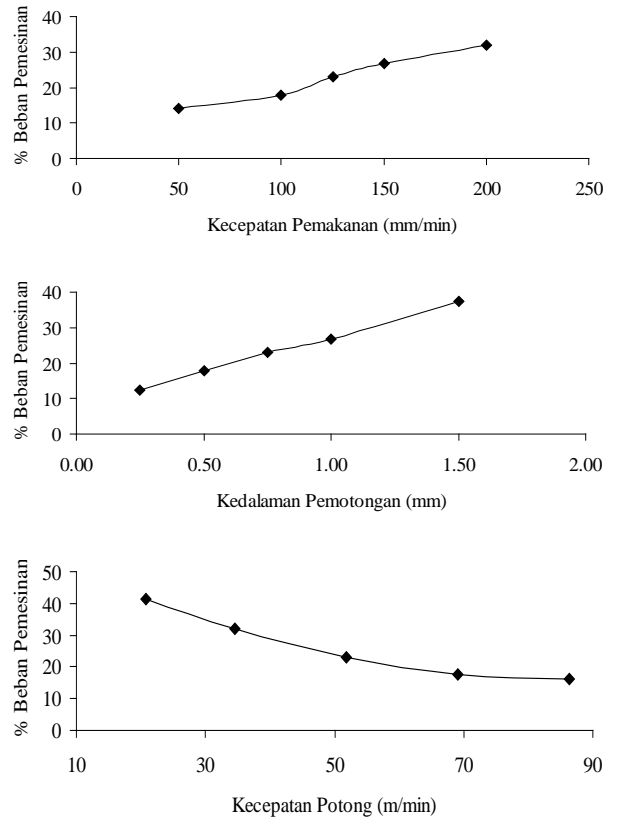
**Hasil dan Pembahasan**

Pada pengujian ini data yang diamati meliputi arus *idel* dan arus pemesinan, getaran ( $v_{rms}$ ) pemesinan dan kekasaran permukaan benda kerja hasil pengujian. Arus *idel* dan arus pemesinan digunakan dalam perhitungan daya *idel*, daya pemesinan, gaya potong dan persentase konsumsi daya yang tersedia untuk pemesinan. Gaya potong dihitung menggunakan Persamaan (2). Gaya potong ini seharusnya ditentukan dengan pengukuran menggunakan dinamometer dua komponen,<sup>[5]</sup> namun dari pengujian yang pernah dilakukan didapat efisiensi pemesinan rata-rata  $\eta = 50\%$ .

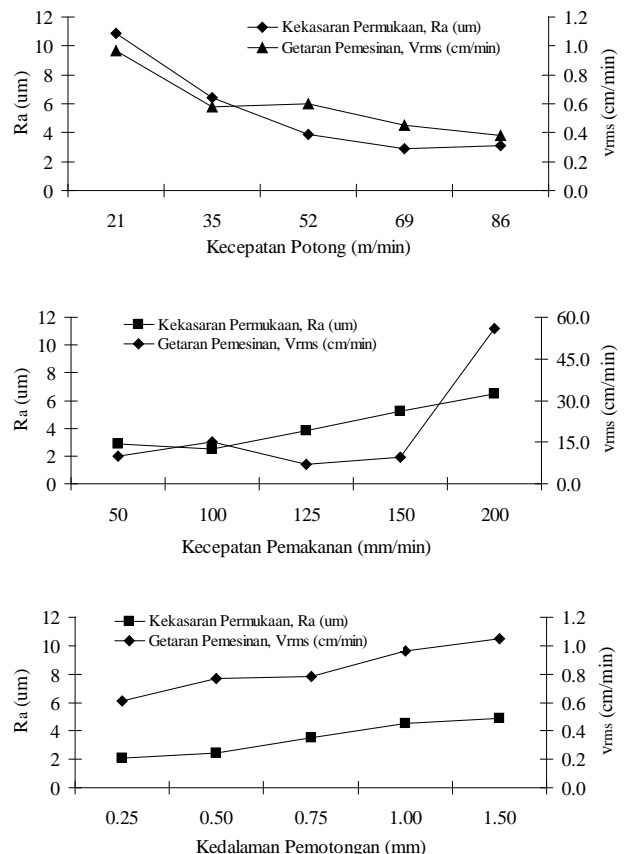
Data hasil pengujian diplot dalam grafik variasi kondisi pemotongan terhadap daya pemesinan ( $N_{mc}$ ), persentase beban pemesinan ( $\eta_i$ ), gaya potong ( $F_v$ ), getaran ( $v_{rms}$ ) dan kekasaran permukaan ( $R_a$ ). Kondisi pemotongan terdiri atas parameter kecepatan potong ( $v$ ), kecepatan pemakanan ( $v_f$ ) dan kedalaman pemotongan ( $a$ ). Kecepatan potong dihitung dari variasi putaran spindel yang dipilih dan diameter benda kerja. Berikut plot grafik hasil pengujian berdasarkan variabel yang dicari.



**Gambar 2. Pengaruh variasi kondisi pemotongan terhadap daya pemesinan ( $N_{mc}$ ) dan gaya potong ( $F_v$ )**



**Gambar 3. Pengaruh variasi kondisi pemotongan terhadap persentase beban pemesinan**



**Gambar 4. Pengaruh variasi kondisi pemotongan**

### terhadap kekasaran permukaan ( $R_a$ ) dan getaran pemesian ( $v_{rms}$ )

Dari hasil pengujian terlihat bahwa kondisi pemotongan mempengaruhi daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi. Secara berurutan dari yang terbesar hingga terkecil kondisi pemotongan yang sangat berpengaruh adalah kecepatan pemakanan, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong. Hal ini sesuai dengan kondisi umum pengaruh kondisi pemotongan terhadap parameter yang dicari [3 dan 5], demikian juga hasil penelitian tentang getaran pemesian yang telah dilakukan menunjukkan hal yang sama [8].

- Daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi akan turun dengan meningkatnya harga kecepatan potong. Peningkatan kecepatan potong menyebabkan semakin sering permukaan benda kerja mengalami penyayatan (feeding) sehingga permukaan benda kerja menjadi lebih halus. Selain itu dengan meningkatnya putaran menyebabkan naiknya temperatur pemotongan, secara teoritis kekuatan logam akan melemah dengan naiknya temperatur. Bergantung jenis pahat, putaran spindel tidak dapat ditingkatkan terus karena hal ini akan menyebabkan keausan pahat itu sendiri. Pada kecepatan potong yaitu  $v \geq 50$  m/min nilai parameter yang uji mendekati konstan. Hal ini merupakan ciri dari pahat karbida bahwa kondisi optimumnya  $50 \text{ m/min} \leq v \leq 200 \text{ m/min}$ .
- Perubahan nilai kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan sangat mempengaruhi daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi. Dengan meningkatnya kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan menyebabkan semakin besar penampang pemotongan sehingga bertambahnya gaya pemotongan dan berpengaruh pada besar getaran yang terjadi. Meningkatnya kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan berarti bertambah luasnya daerah yang harus disayat, hal ini akan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan dimana semakin cepat proses pemotongan semakin cepat pula pahat bergerak sehingga permukaan yang disayat semakin tidak halus. Pengaruh kecepatan pemakanan jauh lebih besar dari kedalaman pemotongan.
- Persentase beban pemakaian daya listrik (Persamaan 3) untuk pemesian yang terjadi adalah 12.5% s.d. 41.4%. Dari hasil ini terlihat bahwa daya yang terpakai untuk pemesian

maksimum mendekati setengah dari daya maksimum yang dapat dilakukan oleh mesin.

Pada kondisi ini dilihat dari nilai rata-rata teoritis kekasaran permukaan ( $R_a$ ) yang terjadi untuk proses bubut [6] yaitu  $0,4 \mu\text{m} \leq R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$  hanya pada kecepatan dibawah 50 m/min yang tidak memenuhi. Dilihat dari getaran pemesian yang terjadi berdasarkan standar getaran pada mesin ISO 2372 [7] maka kondisi pemesian yang terjadi pada "not satisfying" (1,8 cm/min hingga 4,5 cm/min) dan "forbidden (damage)" (diatas 4,5 cm/min). Getaran pemesian yang besar menunjukkan bahwa mesin tersebut konstruksinya tidak kaku ataupun akibat komponen mesin yang sudah aus.

- Kondisi mesin yang digunakan untuk pengujian dapat bekerja di kondisi baik yaitu pada putaran spindel antara 750 rpm hingga 1250 rpm atau kecepatan potong lebih besar/sama dengan 50 m/min, kecepatan pemakanan maksimum 125 mm/min dan kedalaman pemotongan maksimum 1,0 mm.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan bahwa :

- Kondisi pemotongan akan mempengaruhi daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi. Secara berurutan dari yang terbesar hingga terkecil kondisi pemotongan yang sangat berpengaruh adalah kecepatan pemakanan, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong.
- Peningkatan kecepatan potong menyebabkan *turunnya* harga daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi.
- Peningkatan harga kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan *meningkatkan* parameter daya pemesian, persentase pemakaian daya yang tersedia, gaya potong, getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi.
- Kondisi mesin yang digunakan untuk pengujian dapat bekerja di kondisi baik yaitu pada putaran spindel antara 750 rpm hingga 1250 rpm atau kecepatan potong lebih besar/sama dengan 50 m/min, kecepatan pemakanan maksimum 125 mm/min dan kedalaman pemotongan maksimum 1,0 mm.

**Nomenklatur**

a	Kedalaman pemotongan (mm)
$F_f$	Gaya pemakanan (N)
$F_v$	Gaya potong (N)
I	Arus listrik (A)
n	Putaran spindel (rpm)
$N_c$	Daya potong (W)
$N_f$	Daya pemakanan (W)
$N_{ct}$	Daya pemotongan (W)
$N_{mc}$	Daya pemesinan (W)
$N_{mr}$	Daya tersedia (W)
$R_a$	Kekasaran permukaan ( $\mu\text{m}$ )
V	Tegangan listrik (Volt)
v	Kecepatan potong (m/min)
$v_f$	Kecepatan pemakanan (mm/min)
$v_{rms}$	Getaran pemesinan (cm/min)
$\eta$	Efisiensi pemesinan (%)
$\eta_l$	Persentase beban pemesinan (%)
$\kappa_r$	Sudut potong utama pahat ( $^\circ$ )
$\lambda_s$	Sudut sisi miring pahat ( $^\circ$ )
$\gamma_o$	Sudut geram pahat ( $^\circ$ )

- [7] Time Group Inc, 2009, User's Manual – TV300 Vibration Tester.
- [8] Zainal Abidin, 2011, *Analisi Vibrasi Mesin Bubut CNC EMCO MAIER TU2A pada Berbagai Variasi Kondisi Pemotongan*, Laporan Penelitian Dosen Muda Dana DIPA Sateks Universitas Sriwijaya.

**Referensi**

- [1] Aryassov Gennady, Otto Tauno, Gromova Svetlana, 2004, *Analysis of Lathe Vibration Influence of Blank Roughness*, 4<sup>th</sup> International DAAAM Conference, Industrial Engineering-Innovation as Competitive Edge for SME, Tallinn, Estonia.
- [2] B. Komang, 2005, *Pengukuran Getaran Permesinan tingkat Lanjut*, Laboratorium Dinamika – PPAU Ilmu Rekayasa-ITB, Bandung.
- [3] Fritz Klocke, 2010, *Manufacturing Processes I-Cutting*, Springer H.D, New York, London.
- [4] Kassab S.Y & Khoshnaw Y. K, 2007, *The Effect of Cutting Tool Vibration on Surface Roughness of Workpiece in Dry Turning Operation*, Engineering and Technology, Vol. 25 No. 7, Mechanical Engineering Dept. University of Salahddin, Erbil.
- [5] Rochim Taufiq, 2007, *Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan*, Buku 1, Lab. Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.
- [6] Rochim Taufiq, 2001, *Spesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometris*, Buku 1, Lab. Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.