

ANALISIS PENGARUH PUTARAN *SPINDLE* TERHADAP GAYA POTONG PADA MESIN BUBUT

Rudy Poeng, Fentje Abdul Rauf

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Penulisan ini bagaimana mengetahui gaya potong pada mesin bubut dengan menaikkan putaran *spindle* dan parameter pemesinan lainnya dianggap konstan.

Untuk mengetahui pengaruh putaran *spindle* tersebut terhadap gaya potong, maka perlu dilakukan pengujian proses pembubutan. Pada setiap pengujian dengan menaikkan putaran *spindle* dapat diukur arus listrik dengan menggunakan tang ampere. Dari data arus listrik dapat dihitung daya dan gaya potong pada setiap pengujian yang dilakukan.

Dari hasil perhitungan pemotongan diperoleh, bahwa pengaruh putaran *spindle* yang tinggi pada mesin bubut gaya potong akan menurun dengan hubungan $F_v = -802,4n + 2840,4$. Dan berdasarkan analisis varians *single factor* dengan tingkat kepercayaan 95 %, bahwa putaran *spindle* akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap gaya potong pada mesin bubut.

Kata kunci: Putaran *spindle*, Gaya Potong, Mesin Bubut

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Proses bubut dalam industri ma-nufaktur digunakan untuk membuat produk dalam jumlah massal sehing-ga diperlukan pemantauan terhadap kondisi permesinan. Salah satu tek-nik untuk memantau kondisi pemo-tongan dengan melibatkan pengukuran gaya potong. Perubahan gaya potong menunjukkan pe-rubahan dalam parameter proses pe-mesinan, seperti, kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong dan kondisi mesin perkakas. Dengan demikian akurasi operasi pemesinan dapat ditingkatkan melalui umpan balik gaya potong. Gaya potong juga dapat digunakan untuk menghitung daya potong sehingga dapat diketahui beban biaya listrik yang dibutuhkan dalam proses pemesinan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan pengukuran arus listrik ketika melakukan proses pemotongan, kemudian dihitung da-ya potong untuk memperoleh gaya potong pembentukan geram. pada salah satu mesin perkakas yang ada di Laboratorium manu-faktur Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat) dengan para-meter elemen dasar proses pemesinan yang bervariasi.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penulisan ini adalah bagaimana me-ngetahui gaya potong pada mesin bubut dengan menaikkan putan *spidle*.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini, untuk menganalisis hubungan antara putaran *spindle* gaya potong pada mesin bubut.

1.4 Batasan Masalah

1. Mesin perkakas yang dijadikan obyek penulisan ini mesin bubut KNUTH DM 1000 A, yang ada di Laboratorium manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Unsrat.
2. Alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur arus listrik menggunakan tang ampere yang diadakan dan yang ada di Labo-ratorium manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Unsrat, dengan variasi putaran *spindle*.
3. Benda kerja yang digunakan untuk melakukan proses pembubutan adalah baja karbon yang ada dipasaran S 45 C, dan menggunakan pahat potong jenis *carbide*.
4. Proses bubut dilakukan menggu-nakan sistem pemotongan tegak dan tidak menggunakan cairan pendingin dan keausan pahat tidak diperhitungkan.

5. Analisis varians menggunakan *Microsoft Excel*.

2. Landasan Teori

2.1 Pengertian Mesin Perkakas

Proses pemesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional. Proses pemotongan dengan menggunakan mesin pres meliputi pengguntingan (*shearing*), pengepresan (*pressing*) dan penarikan (*drawing, elongating*). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (*turning*), proses frais (*milling*), sekrap (*shaping*). Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses pemesinan, yang dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi geram (*chips*) sehingga terbentuk benda kerja. Proses pemesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses pemesinan. (Poeng, 2014)

2.2 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar.

Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (Rochim, 2007)

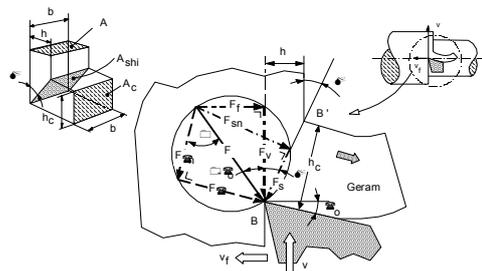


Gambar 2.1 Mesin Bubut KNUTH DM 1000 A di Laboratorium Manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Unsrat

Suatu analisis mekanisme pembentukan geram yang dikemukakan oleh Merchant berdasarkan teorinya pada model pemotongan sistem tegak (*orthogonal system*). Sistem pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari sistem pemotongan miring (*oblique system*) dimana gaya diuraikan menjadi komponennya pada suatu bidang.

Beberapa asumsi yang digunakan dalam analisis model tersebut, antara lain: (Rochim, 2007)

1. Mata potong pahat sangat tajam sehingga tidak menggosok atau menggaruk benda kerja.
2. Deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi.
3. Distribusi tegangan yang merata pada bidang geser.
4. Gaya aksi dan reaksi pahat terhadap bidang geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen kopel).



Gambar 2.2 Lingkaran Gaya Pemotongan (Rochim, 2007)

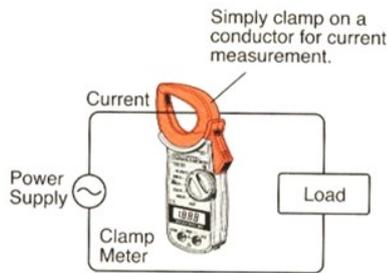
2.3 Tang Ampere

Tang ampere adalah clamp meter adalah sebuah alat ukur yang sangat nyaman digunakan yang memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listriknya. Namun jika

menggunakan clamp meter/tang am-pere, dapat mengukur arus dengan hanya mengclampkan pada salah satu kabel/konduktor. Salah satu keuntungan dari metode ini adalah dapat mengukur arus

	A	B	C	D	E
1			Populasi		
2	Sampel	1	2	3	k
3	1	A11	A21	A31	Ak1
4	2	A12	A22	A32	Ak2
5	3	A13	A23	A33	Ak3
6	n	A1n	A2n	A3n	Akn
7					

tinggi tanpa harus mematikan terlebih dulu rangkaian yang akan diukur.



Gambar 2.3 Pengukuran Kuat Arus Listrik

Alat ukur tang ampere ini dapat digunakan untuk mengukur besar arus listrik yang dibutuhkan pada saat proses pembubutan, sehingga dapat ditentukan daya potong total yang terpakai dalam proses pem-bentukan geram, dengan persamaan berikut ini:

$$N_{ct} = \frac{I.V}{1000} \text{ (kW)} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana,

I = Arus listrik (ampere)

Dari pengukuran tang ampere

V = tegangan listrik (volt)

Untuk konsumsi Perusahaan Listrik Negara, 220 volt.

Daya potong dalam proses pembentukan geram ditentukan oleh gaya potong dengan kecepatan potong (kecepatan pahat relatif terhadap benda kerja), dengan demikian kecepatan dan gaya potong dapat ditentukan dengan persamaan: (Rochim, 2007)

$$v = \frac{\pi.d.n}{1000} \text{ (m/menit)} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$F_v = \frac{N_{ct} \cdot (60.000)}{v} \text{ (N)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana,

d = diameter benda kerja (mm)

n = putaran spindle (rpm)

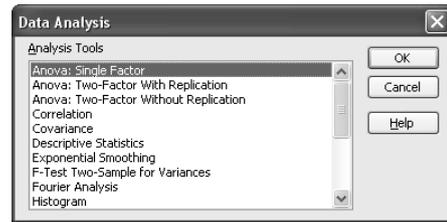
2.4 Analisis Varians

Anova (*Analysis Of Variance*) dibagi dalam tiga jenis yaitu Anova satu arah (*single factor*), Anova dua arah tanpa interaksi dan Anova dua arah dengan interaksi. Pembahasan ini dibatasi pada analisis variansi *single factor* dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

Pada *Microsoft Excel* buat tabulasi data hasil pengamatan, seperti pada Gambar 2.4.

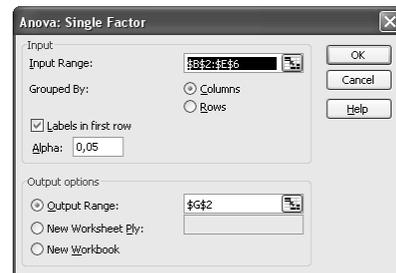
Gambar 2.4 Data hasil pengamatan

Kemudian gunakan *Data Analysis*, akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Data analysis

Pilih Anova: *Single Factor*, lalu klik OK, akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Anova single factor

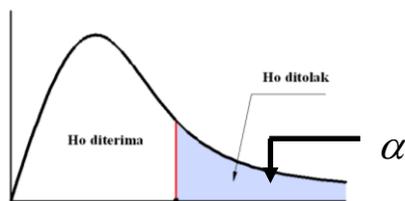
Pada kolom *Input Range*, klik lalu blok data hasil pengamatan dari B2 sampai E6. Centang *Labels in first row* dan pada *Output Range*, klik G2 lalu OK. Hasilnya seperti pada Gambar 2.7.

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups						
Within Groups						
Total						

Gambar 2.7 Hasil anova single faktor

Kriteria pengujian pencarian batas wilayah penolakan hipotesis awal H_0 atau penerimaan hipotesis alternatif H_a dengan membandingkan hasil anova F dan F_{crit} .

- Bila $F < F_{crit}$, maka hipotesis awal H_0 diterima. Dapat disimpulkan tidak ada perbedaan yang signifikan (sama) antara populasi terhadap variabel respon (tidak mempengaruhi).
- Bila $F > F_{crit}$, maka hipotesis alternatif H_a diterima. Dapat disimpulkan ada perbedaan yang signifikan (tidak sama) antara populasi terhadap variabel respon (mempengaruhi).



Gambar 2.8 Wilayah Kritis Distribusi F

3. Metodologi Penelitian

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penulisan ini dilakukan di Jurusan Teknik Mesin Unsrat. Dan waktu pelaksanaan 20 Agustus sampai 20 November 2015.

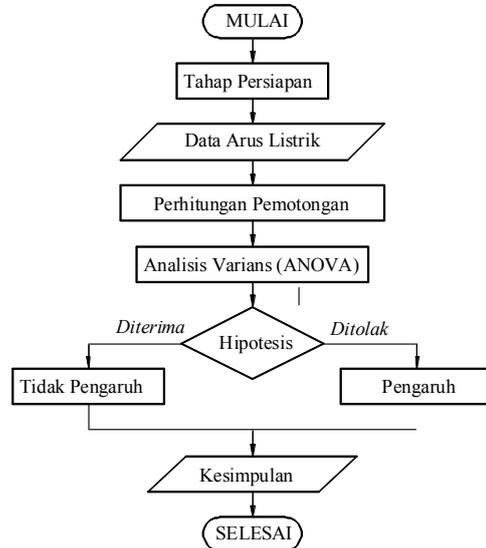
3.2 Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian ini menggunakan material S45C berdiameter 1 inci, dengan peralatan yang digunakan, yaitu:

- Mesin gergaji
- Mesin bubut KNUTH DM 1000 A
- Alat ukur arus listrik (Tang Ampere)
- Mistar baja dan Jangka Sorong

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan struktur pelaksanaannya dengan prosedur penelitian seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian

3.4 Pengolahan Data

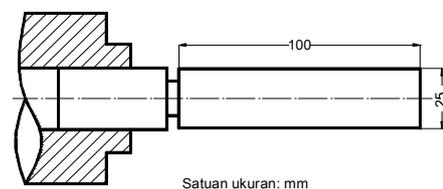
3.4.1 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penulisan ini adalah data sekunder yang didapatkan dari penelitian Mahasiswa, yang telah melakukan pengujian pematangan pada mesin perkakas bubut KNUTH DM 1000 A di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Unsrat.

3.4.2 Benda Kerja

Benda kerja yang digunakan adalah:

- Material : Baja karbon S45C
- Bentuk : Silindris
- Diameter : 25,4 mm
- Panjang : 100 mm.



Gambar 3.2 Dimensi benda kerja

3.4.3 Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji, pengujian pematangan dan pengukuran arus listrik pada mesin bubut, dapat didokumentasikan sebagai berikut:



Gambar 3.3 Proses pembuatan benda uji



Gambar 3.4 Proses Pembubutan dan pengukuran arus listrik



Gambar 3.5 Benda uji Hasil pembubutan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Data Hasil Pengujian Proses Pembubutan

Hasil pengujian proses pembubutan yang dimaksud berupa hasil pengukuran arus listrik, data yang diperoleh seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data arus listrik hasil pengujian pembubutan (Hindom, 2015)

Material : Baja Karbon S 45 C		Kedalaman Potong (mm) : 0,5
Diameter (mm) : 25		Gerak Makan (mm/r) : 0,11
No	Putaran (rpm)	Arus Listrik (Ampere)
1	300	4,0
		3,9
		3,9
2	700	3,7
		3,8
		3,8
3	1600	5,5
		5,9
		5,7

4.1.2 Perhitungan Pemotongan

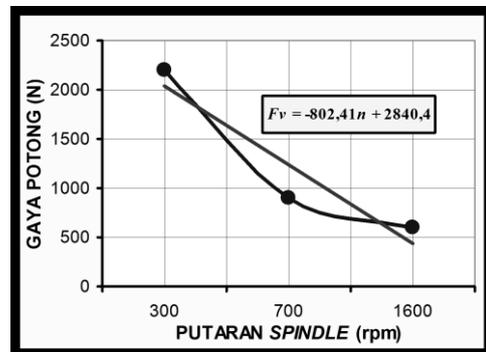
Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dan persamaan (2.1), (2.2), (2.3) dapat dihitung gaya potong.

Tabel 4.2 Gaya potong

Putaran (rpm)	Kecepatan Potong (m/menit)	Arus Listrik (Ampere)	Daya Potong (kW)	Gaya Potong (N)	Rata-Rata Gaya Potong (N)
300	23,562	4,0	0,880	2241	2204
		3,9	0,858	2185	
		3,9	0,858	2185	
700	54,978	3,7	0,814	888	904
		3,8	0,836	912	
		3,8	0,836	912	
1600	125,664	5,5	1,210	578	599
		5,9	1,298	620	
		5,7	1,254	599	

4.1.3 Hubungan Putaran Spindle Terhadap Gaya Potong

Dari data pada Tabel 4.2, dapat dibuatkan hubungan berupa grafik putaran spindle terhadap gaya potong pada mesin bubut, seperti diperlihatkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik putaran spindle terhadap gaya potong pada mesin bubut

Dari Gambar 4.1, menunjukkan bahwa putaran spindle tinggi gaya potong akan menurun pada mesin bubut.

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Hipotesis dan Tingkat Kepercayaan

1. Hipotesis

Hipotesis awal H_o : Apakah dengan menaikkan putaran spindle tidak akan memberikan pengaruh terhadap gaya potong pada mesin bubut ($F < F_{crit}$).

Hipotesis alternatif H_a : Apakah dengan menaikkan putaran spindle akan memberikan pengaruh terhadap gaya potong pada mesin bubut ($F > F_{crit}$).

2. Tingkat Kepercayaan

Ditetapkan tingkat kepercayaan 95 %. Jadi tingkat kesalahan $\alpha = 5\% = 0,05$.

4.2.2 Analisis Varians

Analisis varians ini dengan klasifikasi single factor berdasarkan pengelompokan data pada Tabel 4.3.

Hasil analisis varians (anova) dengan menggunakan *Microsoft Excel*, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2.

Tabel 4.3 Pengelompokan data *single factor*

GAYA POTONG (N)			
No	Putaran, <i>n</i> = 300 rpm	Putaran, <i>n</i> = 700 rpm	Putaran, <i>n</i> = 1600 rpm
1	2241	912	578
2	2185	912	620
3	2185	578	599

ANOVA: Single Factor Gaya Potong						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Putaran, n = 300 rpm	3	6611	2204	1046		
Putaran, n = 700 rpm	3	2402	801	37327		
Putaran, n = 1600 rpm	3	1796	599	441		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4683914	2	2291957	177,15	5E-06	5,14
Within Groups	77629	6	12938			
Total	4661542	8				

Gambar 4.2 Hasil Anova *single factor*

Hasil $F > F_{cirt}$ yaitu $177,15 > 5,14$, maka hipotesis awal yang ditolak H_0 , melainkan hipotesis alternatif yang diterima H_a , maka kesimpulannya bahwa dengan menaikkan putaran *spindle* memberikan pengaruh terhadap gaya potong pada mesin bubut.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Hasil Perhitungan Pemotongan

Pengaruh putaran *spindle* yang tinggi pada mesin bubut gaya potong akan menurun, dengan hubungan $F_v = -802,4n + 2840,4$.

4.3.2 Hasil Analisis Varinas

Dengan tingkat kepercayaan 95 %, bahwa putaran *spindle* akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap gaya potong pada mesin bubut.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan perhitungan pemotongan, bahwa pengaruh putaran *spindle* yang

tinggi pada mesin bubut gaya potong akan menurun, dengan hubungan $F_v = -802,4n + 2840,4$.

- Berdasarkan hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, bahwa putaran *spindle* akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap gaya potong pada mesin bubut.

5.2 Saran

- Proses pemotongan, sebaiknya di-lakukan pada beberapa jenis ma-terial dan proses pemesinan lainnya, sehingga dapat diketahui perban-dingan atau perbedaan pengaruh putaran *spindle* terhadap gaya potong.
- Dianjurkan untuk menggunakan alat ukur gaya dengan menggunakan dinamometer, sehingga gaya potong langsung diperoleh yaitu gaya potong dan gaya pemakanan.
- Untuk pengembangan penulisan selanjutnya dianjurkan menggunakan parameter pemesinan kedalaman potong dan gerak makan.

Daftar Pustaka

- Arifin, S. 1993, Alat Ukur dan Mesin Perkakas. Ghalia Indonesia, Ja-karta
- Harinaldi, 2002. Prinsip-prinsip Sta-tistik untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta.
- Hindom S, 2015 Pengaruh Variasi Parameter Proses Pemesinan terhadap Gaya Potong pada Mesin Bubut KNUTH DM 1000 A, Skripsi Teknik Mesin Unsrat, Manado..
- Priambodo, B. 1981. Teknologi Me-kanik, Erlangga Jakarta.
- Rochim, T. 2007. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.