

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL (RPM) DAN PENGARUH PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA UMUM SGD 400 D PADA MESIN BUBUT CNC

Imam Syafi,¹ Nely Ana Mufarida, ST., MT², Asmar Finali, ST., MT³
¹Mahasiswa Teknik Mesin, ²Dosen Pembimbing 1, ³Dosen Pembimbing 2

ABSTRAK

Pemilihan mesin dan proses yang baik untuk membuat suatu produk tertentu memerlukan pengetahuan yang mendasar mengenai segala kemungkinan yang terjadi selama proses produksi. Oleh karena itu pemilihan bahan, set up mesin dan penentuan parameter pemesinan yang tepat perlu di optimalkan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Dalam penelitian ini parameter parameter pemesinan yang diverivikasikan adalah putaran spindel (n) yaitu sebesar 1000 rpm, 1500 rpm. Serta kecepatan makan 0,15 mm/rev. dan pengaruh metode pendinginan (Dromus), dengan perbandingan air 1:20 cc, dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0,5mm. Dan kemudian dilakukan pengujian kekasaran pada permukaan benda kerja tersebut menggunakan Surface Tester/surface roughness, kemudian data-data yang di peroleh dibuat tabel dan grafik, Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa semakin tinggi putaran spindel, dan semakin kecil kedalaman potong, maka tingkat / nilai kekasaran permukaan akan semakin rendah dan semakin tinggi kedalaman makan, maka tingkat / nilai kekasaran semakin tinggi.

Kata kunci : Media pendingin, uji kekasaran (*Surface roughness*) dan *putaran spindel*.

A. PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *Engineering* menyediakan mesin-mesin untuk proses produksi baik yang bekerja secara manual maupun CNC (*Computer Numerical Control*). Karena suatu tuntutan yang harus dipenuhi dalam bidang *engineering* seperti dimensi dengan toleransi yang sangat kritis, maka mesin CNC banyak dipilih oleh perusahaan karena mempunyai kelebihan dari pada mesin manual/konvensional yaitu lebih teliti dan lebih cepat dalam proses permesinan baik dari segi kuantitas maupun kualitas, Penelitian dengan variasi *feeding* kecepatan material produk berbahan baja umum SGD 400 D, adapun variasi kecepatan putar spindel (1000 dan 1500 rpm) dan kecepatan pemakanan (*feeding*) (0,15 mm/rev). Dengan kedalaman potong (*depth of cut*) 0,5 dan 1 mm, Tujuan utama penelitian ini

adalah Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan putar spindel dan kecepatan pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan material baja umum SGD 400 D pada proses pembubutan CNC.

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi permukaan baja SGD 400 D pada pengerjaan mesin bubut CNC dari kecepatan putar spindel (1000 dan 1500 rpm)?
2. Bagaimana pengaruh dari pendingin dromus dan kecepatan pemakanan (*feeding*) (0,15 mm/rev). kedalaman potong (*depth of cut*) 0,5 dan 1 mm Pada baja SGD 400 D saat pengerjaan mesin bubut C

2. Tujuan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini penulis mempunyai tujuan yaitu :

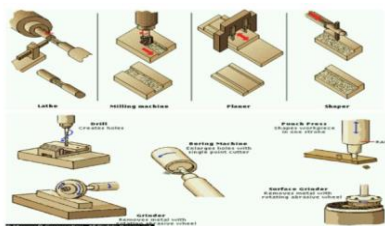
1. Mengetahui hasil kekasaran permukaan, pada baja SGD 400 D, dengan pengerjaan mesin bubut CNC.
2. Mengetahui pengaruh perlakuan pendingin dromus, pada proses bubut CNC, untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang minimum pada material SGD 400 D.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Pemesinan (*Machining*) merupakan suatu proses pembentukan suatu produk, dengan pemotongan dan menggunakan mesin perkakas. (*Metal Forging*). Proses pemesinan dibagi menjadi dua yaitu :

- a. *Traditional Machining: turning, milling, grinding.*
- b. *Non-traditional machining: chemical machining, machining dari material non-metallic* (Bondan, 2015).

proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Klasifikasi yang pertama meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin gurdi (*drilling*), mesin frais (*milling*), mesin gerinda (*grinding*). Klasifikasi kedua meliputi proses sekrap (*shaping, planing*), proses slot (*slotting*), proses menggergaji (*sawing*), dan proses pemotongan roda gigi (*gear cutting*) (Radyanta, 2010).



Gambar 1 proses pemesinan

1. Pengertian Mesin CNC

Computer Numerical Control / CNC (komputer kontrol numerik) merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram dalam bentuk kode angka dan disimpan di media penyimpanan. Karena informasi yang digunakan berbentuk rumus matematik, maka sistem ini dinamakan kontrol dengan angka (numerical control).

mesin yang dikontrol dengan kode angka ini lebih cermat, cepat, konsisten dan fleksibel, bahkan untuk manufaktur yang sangat rumit sekalipun. Rancangan produk dapat diubah atau disesuaikan cukup dengan mengubah instruksi saja.

Selain ditinjau dari gerakan dan mesin yang digunakan proses pemesinan dapat di klasifikasikan berdasarkan proses terbentuknya permukaan (surface generation). Dalam hal ini proses tersebut di kelompokkan dalam dua garis besar yaitu:

- a. Pembentukan permukaan silindris atau konis.
- b. Pembentukan permukaan rata/lurus dengan atau tanpa putaran benda kerja.

Berdasarkan gambar tehnik, dimana dinyatakan spesifikasi geometri suatu produk komponen mesin, geometri proses bubut dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Dengan tingkatan proses, ukuran obyektif dengan mengurangi sebagian material kerja sampai ukuran obyektif. Hal ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Kecepatan potong (*cutting speed*)
: v (m/min)
2. Kecepatan makan (*feeding speed*)
: vf (mm/min)
3. Kedalaman potong (*depth of cut*)
: α (mm)

4. Waktu pemotongan (*cutting time*)
: t_c (min)

Elemen proses pemesinan tersebut (v , v_f , α , dan t_c) dihitung berdasarkan dimensi benda kerja atau pahat serta besaran mesin perkakas. proses bubut terdapat sudut potong utama.

2. Jenis Mesin CNC

Secara garis besar, mesin CNC dibagi dalam 2 (dua) macam, yaitu: mesin bubut CNC dan mesin *frais/milling* CNC salah satu contoh mesin bubut CNC adalah Mazatrol Slant Turn 35 seperti pada Gambar 2



Gambar 2 Mesin Bubut CNC

Sedangkan untuk mesin *milling/frais* contohnya adalah mesin *frais* Emco seperti pada Gambar 3



Gambar 3 Mesin Frais CNC Emco

3. Cara Mengoperasikan Mesin CNC

Secara garis besar dari karakteristik cara mengoperasikan

mesin CNC dapat dilakukan dengan dua macam cara, yaitu :

a. Sistem Absolut

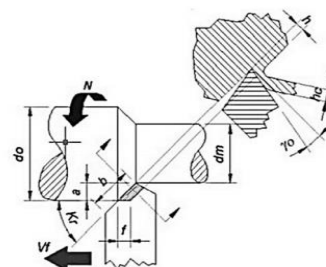
Pada sistem ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah menetapkan titik referensi yang berlaku tetap selama proses operasi mesin berlangsung.

b. Sistem Instrumental

Pada sistem ini titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik actual yang dinyatakan terakhir.

4. Parameter pada Proses Bubut

Proses bubut merupakan suatu proses pembentukan benda kerja dengan mengerjakan permukaan luar yang silindris, permukaan konis, permukaan dalam silindris ataupun konis. Harga putaran poros utama (n) dan gerak makan (f) dapat dipilih dan umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan. Untuk mesin bubut dengan putaran motor variabel, ataupun dengan sistem transmisi variabel, kecepatan putaran poros utama tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan dengan lainnya. Untuk itu perlu dipahami beberapa parameter pada proses bubut (Rochim, 2007), yaitu:



Gambar 4 Kondisi Pemotongan

(Sumber : Paridawati, 2015)

Keterangan :

Benda kerja :

d_o = diameter awal (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

l_t = panjang pemesinan (mm)

Pahat ;

χ_r = sudut potong utama ($^\circ$)

Mesin bubut :

A = kedalaman potong (mm)

F = gerak makan (mm/rev)

n = putaran poros utama (rpm)

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

1. Kecepatan potong (Cutting speed)

Kecepatan potong adalah sebagai kerja rata-rata pada sebuah titik lingkaran pada pahat potong dalam satu menit. Kecepatan putar (speed) selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindle) dan benda kerja. Kecepatan putar secara sederhana diasumsikan sebagai keliling benda kerja dikali kecepatan potong dan dinyatakan dalam unit satuan m/menit (Widarto, 2008).

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}; \text{m/min} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$d = \left(\frac{d_o - d_m}{2} \right); \text{mm} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana: d = diameter rata-rata (mm)

V = kecepatan potong (m/min)

2. Kecepatan makan

$$V_f = \frac{l_t}{t_c} \text{ : atau } V_f = f \cdot n \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

V_f = kecepatan pemakanan (mm/min)

l_t = panjang pemotongan (mm)

t_c = waktu pemotongan (min)

f = gerak makan (mm/rev)

n = putaran poros utama (rpm)

3. Kedalaman Pemakanan (*Depth of Cut*)

Kedalaman pemakanan (*Depth of cut*) adalah ketebalan benda kerja yang dibuang atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum dipotong.

(sumber: *main catalogue for turning-milling-drilling-boring-toolholding: cutting tool from sanvic Coromant*)

$$a = \frac{D-d}{2} \dots \dots \dots (2.2)$$

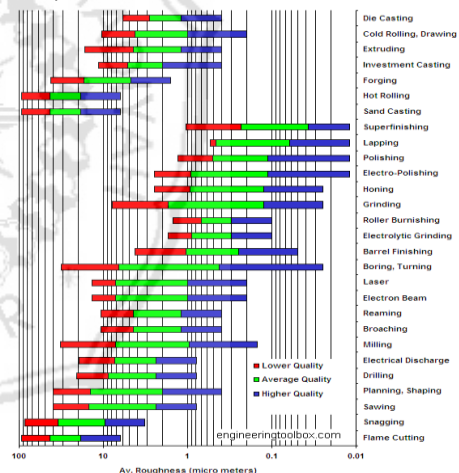
Keterangan :

D = diameter awal pembubutan (mm)

d = diameter akhir pembubutan (mm)

5. Toleransi Harga Ra

Toleransi harga kekasaran rata-rata, R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut. Tabel berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya (Paridawati, 2015).



Tabel 1 Tingkat kekasaran rata-rata

6. Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *Surface Roughness Tester*. Alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur tingkat kekasaran dari suatu permukaan dengan standar ISO. Beberapa data yang dapat di tunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya.

Kekasaran didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam Roughness Average (Ra). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond untuk bergerak

C.METODOLOGI PENELITIAN

sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat indicator pengukur kekasaran permukaan benda uji. Penelitian ini dilakukan di dua tempat

- a. Balai Latihan Kerja Industri (BLKI) Jember
Jl. Basuki Rahmat No.203, Muktisari, Tegal Besar, Kaliwates, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68131.
- b. Universitas jember
Jl. Kalimantan No 37, Kampus Tegal Boto, Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121.

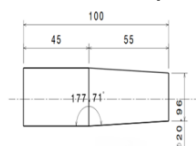
Penelitian ini berlangsung dimulai dari bulan juli 2018 – sampai selesai,

1. Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Bahan Penelitian

1. Material baja SGD 400 D



Gambar 1 Panjang dan diameter

2.Prosedur Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, set-up pemessinan dengan sistem pahat putar dan pengolahan data dengan data dengan metode yang digunakan.

a.Perencanaan Data Percobaan

Pada tahap ini melakukan perencanaan pengolahan data penelitian. Adapun tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan parameter pemotongan.

Pengujian Kekasaran Permukaan dan jenis geram pada kecepatan potong Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan putar Spindel (rpm) (1000, 1500, rpm) dan kecepatan pemakanan (*feeding*) (0,15 mm/rev), dan *Depth of cut* 0,5 dan 1 mm panjang penyayatan 47,4 mm pada system operasi pemessinan menggunakan material baja SGD 400 D dengan menggunakan mesin bubut CNC.

3.Tahap penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan alat dan bahan yang sudah dipersiapkan. Untuk penelitiannya sebagai berikut:

- 1.Menyiapkan sampel yang akan digunakan, yaitu SGD 400 D
2. Panjang spesimen 100 mm
- 3.*Setting* putaran *spindel* dan *feeding* pada mesin CNC bubut
- 4.Proses pemotongan/penyayatan tirus
- 5.Panjang total penyayatan 55 mm
- 6.Diameter \varnothing 25,4 mm
- 7.Penelitian dilakukan sebanyak 8 spesimen.
- 8.Mengumpulkan data hasil penelitian specimen.

Tabel 2 Data hasil penelitian

No	Tanpa Media Pendingin dan pendingin dromus	Putaran Spindel (rpm)	Feeding (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Ra (µm)
1	Tanpa Pendingin	1000	0,15	0,5 mm	
2	Dromus	1000	0,15	0,5 mm	
3	Tanpa Pendingin	1000	0,15	1 mm	
4	Dromus	1000	0,15	1 mm	
5	Tanpa Pendingin	1500	0,15	0,5 mm	
6	Dromus	1500	0,15	0,5 mm	
7	Tanpa Pendingin	1500	0,15	1 mm	
8	Dromus	1500	0,15	1 mm	

4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan dengan prosedur adalah sebagai berikut seperti terlihat pada gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Pengaruh kecepatan spindel dan media pendingin terhadap kekasaran permukaan Material SGD 400 D menggunakan mesin bubut CNC, maka data dari hasil penelitian dimasukkan dalam tabel dan dianalisis secara sederhana. Adapun hasil penelitian yang didapatkan sebagaimana Tabel 1 berikut ini:

Tabel 3 Data hasil penelitian

No	Tanpa Media Pendingin dan pendingin dromus	Putaran Spindel (rpm)	Feeding (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Ra (µm)
1	Tanpa Pendingin	1000	0,15	0,5 mm	8,985
2	Dromus	1000	0,15	0,5 mm	3,491
3	Tanpa Pendingin	1000	0,15	1 mm	4,458
4	Dromus	1000	0,15	1 mm	3,777
5	Tanpa Pendingin	1500	0,15	0,5 mm	7,902
6	Dromus	1500	0,15	0,5 mm	2,368
7	Tanpa Pendingin	1500	0,15	1 mm	3,545
8	Dromus	1500	0,15	1 mm	2,864

1. Perhitungan Data

Dengan adanya perhitungan rumus-rumus berikut ini, agar mempermudah cara untuk memperoleh hasil kekasaran permukaan rata-rata (Ra) tersebut. Berikut rumus-rumus hasil rata-rata (Ra) yang telah diperoleh:

a. Kecepatan Potong (Cutting Speed)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang total yang terpotong dalam ukuran meter yang diperkirakan apabila benda kerja berputar dalam satu menit. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 25,4 \times 1000}{1000} = 79,7 \text{ m/min}$$

Dari hasil perhitungan diatas menghasilkan kecepatan potong 94,2 m/min.

b. Diameter Akhir Pemesinan

Depth of cut adalah ketebalan benda kerja yang dibuang atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum

D.HASIL DAN PEMBAHASAN

dipotong. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$a = \frac{D-d}{2} \Rightarrow d = D - (a \times 2)$$

$$= 25,4 - (3 \times 2) = 19,40 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas menghasilkan diameter akhir 29,80 mm.

c. Gerak Pemakanan (*Feeding*)

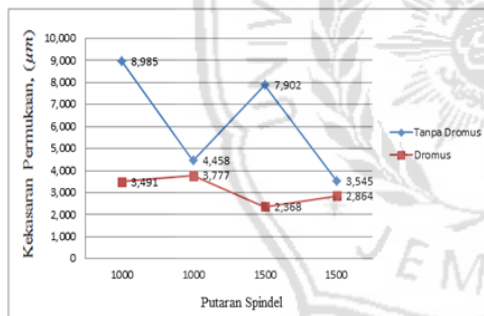
Feeding (f) adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan f adalah mm/rev. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$Vf_1 = f.n = 0,15 \times 1000 = 150 \text{ mm / min}$$

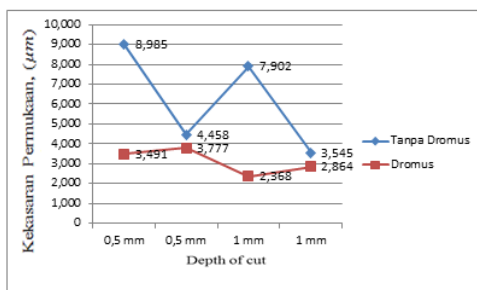
$$Vf_2 = f.n = 0,15 \times 1500 = 225 \text{ mm / min}$$

2. Grafik Hasil Penelitian

Dari data tabel hasil penelitian dapat dilihat bahwa pengaruh putaran spindle.



Gambar 3 Grafik Pengaruh Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar Grafik Pengaruh depth of cut Terhadap Kekasaran Permukaan

3. Analisa Data

Dari data hasil uji dapat dilihat

bahwa penelitian tanpa media pendingin dan variasi media pendingin dan perbedaan nilai angka pada kedalaman pemakanan (*depth of cut*) maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Pada media tanpa pendingin dan pendingin menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda. Untuk penelitian tanpa media pendingin sangatlah jelas mendapatkan nilai kekasaran tertinggi pada penelitian ini, dikarenakan nilai mendinginkannya kurang pada saat proses pembubutan. Untuk media pendingin Dromus menghasilkan kekasaran permukaan lebih halus pada penelitian ini dikarenakan berfungsi melumasi dan mendinginkan lebih baik pada benda kerja saat proses pembubutan. Pada grafik diatas menunjukkan semakin tinggi titik garis pada grafik maka nilai kekasarannya semakin tinggi yaitu di tunjukkan pada grafik tanpa media pendingin dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0,5mm dengan hasil 8,985. Sebaliknya semakin rendah titik garis pada grafik maka nilai kekasarannya semakin rendah yaitu ditunjukkan pada grafik Dromus dengan perbandingan air 1:20 cc, dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0,5mm dengan hasil 2,368µm.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi kecepatan spindle dan media pendinginan terhadap nilai kekasaran permukaan pada proses bubut, sangat berpengaruh.
2. Kekasaran permukaan paling kecil diperoleh pada hasil penelitian yang didapatkan nilai kekasaran permukaan sebesar 2,368 µm dengan menggunakan *Feeding* 0.15 mm/rev dan putaran spindle 1500

rpm, dan media pendinginnya yaitu Dromus.

3. Kekasaran permukaan paling besar diperoleh pada hasil penelitian yang didapatkan nilai kekasaran permukaan yaitu 8,985 μm dengan menggunakan *feeding* 0,15 mm/rev dan putaran spindel 1000 μm , yaitu tanpa media pendingin.

a.Saran

Pada percobaan ini hanya membahas tentang pengaruh parameter-parameter pada proses bubut terhadap kekasaran permukaan. Sebaiknya perlu dikaji lebih dalam lagi untuk penelitian selanjutnya supaya menggunakan nilai-nilai variabel yang berbeda, agar diketahui nilai dari variabel-variabel lain untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Contohnya kecepatan potong, variasi jenis pahat lain, variasi cairan pendingin yang digunakan dan variasi jenis spesimen.

F.DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, Paulus. 2012. Aplikasi DOE Untuk Menentukan Setting Parameter Optimum Pada Proses Pembuatan Produk Roll. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. D.I. Yogyakarta Asilturk,
- Choirul, Muhammad Azhar. 2014. Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Doni, A.R. 2015. Analisa Nilai Kekasaran Permukaan Paduan Magnesium AZ31 Yang Dibubut Menggunakan Pahat Potong Berputar. Universitas Lampung. Lampung
- Emco (1988), Petunjuk Pemrograman dan Pelayanan EMCO TU-2A, Austria: EMCO MAIER & Co.
- Ibrahim, Gusri Akhyar. 2010. Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengidentifikasi Kekasaran Permukaan Dalam Pembubutan Paduan Titanium. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9. Palembang
- Paridawati, 2015. Pengaruh Kecepatan Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut. Universitas Islam 45 Bekasi. Jawa Barat
- Purnomo, Bagus. 2017. Analisa Nilai Kekasaran Permukaan Magnesium Az3 Yang Dibubut Menggunakan Pahat Putar Dan Udara Dingin. Universitas Lampung. Lampung
- Rahdiyana, Dwi. 2010. Materi Kuliah Proses Pemesinan. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta

