

# JUS TEKNO

Jurnal Sains & Teknologi

---

## **PENGARUH JUMLAH PUTARAN MESIN (RPM) DAN DAYA (kW) TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL ALLUMINIUM PADUAN AL 2024 PADA PEMBUBUTAN DENGAN MESIN CNC EMCO PU**

**Sigit Widiyanto, SPd, MT.**

**Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa.**

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh RPM pada sumbu utama mesin bubut CNC EMCO PU pada proses pembubutan Aluminium 2024-T3.

Kekasaran permukaan didapat dari proses pemesinan berupa mesin bubut CNC EMCO PU , dengan 4 tingkat rpm yaitu 1700 rpm , 1900 rpm , 2100 rpm, 2300 rpm. Keempat tingkatan rpm tersebut menghasilkan kekasaran tertentu, dilanjutkan dengan pengukuran kekasarannya. Sedangkan untuk ukuran benda kerja adalah diameter 12 mm dengan panjang 226 mm.

Dalam penelitian ini menggunakan instrumen pengukuran berupa mesin pengukur kekasaran permukaan *Surface Roughness Testing (Surface Com 120 A)* yang digunakan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan bahan. Setelah pengukuran kekasaran maka dilanjutkan dengan menganalisis pengaruh besarnya rpm terhadap tingkat kekasaran permukaan benda uji.

Dari hasil proses pembubutan didapat semakin kecil rpm yaitu 1700 rpm dan Daya 0.36 kW yang digunakan maka semakin kecil pula nilai kekasaran permukaan benda uji yaitu 0.9 micron dan semakin besar rpm = 2300 rpm dan daya 0.49 kW maka semakin besar pula nilai kekasaran permukaan yaitu 1.56 micron pada benda uji Al 2024 –T3. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemilihan rpm untuk hubungannya dengan tingkat kekasaran permukaan material AL 2024-T3.

## 1. PENDAHULUAN

Dahulu mesin-mesin berjalan dengan putaran lambat, logam-logam memiliki kekuatan rendah, sedangkan dimensi yang dipakai biasanya berukuran besar, kekuatan bahan/elastisitas bahan tidak menjadi kebutuhan yang berarti. Tetapi kini dengan meningkatnya putaran mesin dan pergerakan linier, serta peningkatan pembebanan yang diterima suatu komponen diperlukan suatu pemilihan proses, bahan dan perlakuan logam yang baik.

Dalam proses pengerjaan logam sering dijumpai faktor ketidakmulusan yang diakibatkan oleh pemesinan, pengecoran, pemotongan dan lain-lain. Pemesinan dilakukan agar produk mendapatkan ketepatan dimensi sesuai persyaratan penyelesaian permukaan. Munculnya ketidakmulusan permukaan diakibatkan oleh pengerjaan pemesinan, karena pengaruh kecepatan potong, kedalaman pemekanan, dan sifat elastisitas atau keuletan bahan.

Kegagalan komponen sebagian besar terjadi karena patah lelah, yaitu patah yang disebabkan oleh beban yang menimbulkan tegangan berfluktuasi secara periodik. Fenomena lelah bahan berkaitan dengan perpatahan logam karena tegangan rendah yang terjadi berulang-ulang. Kegagalan akibat lelah bermula dengan sebuah perambatan kecil yang diakibatkan oleh konsentrasi tegangan. Retak permulaan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi perlu menggunakan alat pembesar. Terjadinya kegagalan lelah bahan erat kaitannya dengan permukaan bahan, karena konsentrasi tegangan sebagai pemicu keretakan yang ditimbulkan oleh kekasaran permukaan.

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan proses pengerjaan terutama pada kecepatan potong bahan akan diteliti pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan, sedangkan kekasaran permukaan akan berpengaruh terhadap sifat mekanikal bahan. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam hal kekasaran permukaan masih sangat banyak dan dalam hal ini akan dibahas satu faktor saja yaitu kecepatan potong bahan.

## 2. LANDASAN TEORI

### Pemesinan

Pengerjaan pemesinan sebagai proses dalam merubah bentuk elemen mesin baik dengan cara memotong atau membuang sebagian material menggunakan alat potong (*cutting tool*) yang dipasang pada mesin perkakas. Pemotongan timbul karena adanya gaya yang bekerja, bergerak relative terhadap benda kerja, kemudian menghasilkan geram dan sementara itu benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang diinginkan. Gerak relative antara pahat terhadap benda kerja dapat dibagi dua macam yaitu gerakan makan dan gerakan potong. proses pemotongan dengan mesin bubut selalu menghasilkan geram. Besarnya penampang geram dan kecepatan pemotongan dapat diatur sesuai dengan kondisi bentuk yang diinginkan. Ada lima

elemen dasar yang menentukan dalam pemulihan kondisi pemotongan pada proses pemesinan , yaitu<sup>[7]</sup> :

1. Kecepatan potong (*cutting speed*).
2. Kecepatan pemakanan (*feeding speed*).
3. Kedalaman pemotongan (*depth of cut*).
4. Waktu pemotongan (*cutting time*).
5. Pendinginan.

Kecepatan potong ( $V_s$ ) pada benda kerja <sup>[5]</sup>:

$$V_s = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

Dengan :

$V_s$  = Kecepatan Potong (M/Menit).

$d$  = Diameter benda kerja (mm).

$n$  = Jumlah Putaran sumbu Utama (put/menit).

Jumlah Putaran ( $n$ ) pada sumbu utama <sup>[1]</sup>.

$$n = \frac{V_s \times 1000}{d \times \pi}$$

Penghitungan asutan <sup>[1]</sup>:

$F_a$  (mm/menit) =  $n$  (put/men) X  $F_b$  (mm/put)

$F_a$  = asutan dalam (mm/menit).

$n$  = Jumlah Putaran sumbu Utama (put/menit).

$F_b$  = asutan dalam (mm/put).

**Cutting Force** <sup>(7)</sup>

$$F_c = K_c \times A_p \times f$$

$K_c$  = Specific Cutting Force (N/mm<sup>2</sup>)

$A_p$  = Deep of Cut (mm)

$f$  = Feeding (mm/rev)

## Daya <sup>(7)</sup>

$$Pd = Kc \times ap \times Vc \times f / 60 \times 1000$$

## Kekasaran Permukaan

Dalam hal proses pemesinan suatu permukaan yang dikerjakan, sedikit banyak akan selalu menyimpang dari permukaan yang ideal. Hal ini terutama dapat memperlihatkan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi karena pembengkokan pada waktu pengerjaan atau permukaan itu dapat bergelombang karena pengerjaan sebuah pisau pemotong yang berputar tidak tepat. Juga perbedaan-perbedaan kekasaran didalam bahan benda kerjanya dan menumpulkan perkakas sayat merupakan sebab dari penyimpangan. penyimpangan-penyimpangan tersebut merupakan bentuk lain dari kekasaran permukaan<sup>[3]</sup>.

Kekasaran, selain dari bahan perkakas sayat, sudut sayat, kecepatan sayat, bentuk tatal, pelumasan dan pendinginan. Kekasaran permukaan yang dimaksud disebabkan oleh dalamnya alur-alur pengerjaan yang terjadi oleh bentuk perkakas sayat dan asutan. Selanjutnya kakasaran permukaan itu ditentukan oleh keadaan penyayatan pada waktu terlepasnya serpih-serpih.

Ada beberapa cara untuk menyatakan kekasaran permukaan. Terutama sekali "penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil" dipergunakan, sesuai perkembangan alat ukur dan persyaratan rencana. Dibeberapa Negara dipakai "sepuluh titik ketinggian  $Rz$  dari ketidak rataan" atau " ketinggian Maksimum  $Rmax$  dari ketidak rataan secara konvensional. Ketentuan-ketentuan dari tiga macam kekasaran permukaan dan nilai-nilai numeriknya digariskan dalam ISO/R 468-1966 [2].

## Aluminium 2024-T3

Aluminium adalah logam yang sangat aktif. Kalau dilingkungan yang mengandung oksigen, logam ini bereaksi untuk membuat sebuah selaput tipis oksida yang transparan di seluruh permukaan yang terbuka, selaput ini mampu mengendalikan dan melindungi logam dari korosi oleh karena itu logam yang terbuat dari aluminium memiliki umur panjang. Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik, logam ini dipakai secara luas dalam bidang industry, transportasi dan lain-lain. Paduan aluminium diklasifikasikan dalam tiga macam, yaitu berdasarkan pembuatan dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa, berdasarkan perlakuan panas, yaitu paduan yang dapat diperlaku-panaskan dan tidak dapat diperlaku-panaskan dan cara ketiga adalah berdasarkan unsur paduan. Berdasarkan unsure paduan, Aluminium dibagi dalam tujuh jenis, antara lain: Aluminium murni, Al Cu, Al Zn, Al Si, Al Mg, Al Mg Si, Al Mn. Paduan yang dapat diperlaku-panaskan adalah paduan yang kekuatannya dapat diperbaiki dengan pengerasan dan penemperan, sedangkan yang tidak dapat diperlaku-panaskan, kekuatan hanya dapat diperbaiki dengan pengerjaan dingin. Pengerasan yang terjadi pada aluminium bukan karena transformasi martensit, seperti pada baja karbon, tetapi karena adanya pengendapan halus kedua dalam butir Kristal oleh karena itu pengerasan ini disebut

pengerasan endap atau pengerasan presipitasi. Sifat yang dimiliki paduan ini juga tergantung terhadap unsur-unsur pembentuk.

Logam paduan aluminium yang termasuk ke dalam kelompok yang tidak dapat diperlakukan adalah jenis aluminium murni, Al Mn, Al Si, Al Mg. Sedangkan kelompok yang dapat diperlakukan-panaskan yaitu anil-temper (O-Temper) pengerasan (H-Temper) pengerasan alamiah dan buatan.

Paduan aluminium yang dapat dikeraskan secara ilmiah adalah jenis Al Cu. Pengerasan terjadi karena pengendapan fasa kedua pada suhu kamar dalam waktu beberapa hari. Sedangkan yang termasuk dalam kelompok pengerasan buatan adalah Al Cu Mg, Al Mg Si, dan jenis Al Zn Mg. dalam pengerasan ini pengendapan fasa kedua pada suhu kamar 160-185 C dalam waktu 6-20 jam.

Al Cu melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat mekanik paduan baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah, bila dibandingkan dengan jenis paduan aluminium yang lain. Istilah lain dari paduan Al Cu adalah aluminium 2024 (super duralumin)<sup>[4]</sup>. Super duralumin sebagai bagian dari paduan aluminium yang memiliki kompleksitas tertentu, apalagi dengan penambahan Mangan dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap korosi. Paduan aluminium 2024 terdiri dari aluminium Al yang dipadukan dengan Cu dan Mg. komposisi dan sifat mekaniknya ditunjukkan pada table dibawah ini :

Material	Chemical Composition (% Wt)								Tensile Strength	Modulus Elastisitas	Kekerasan	Electricity
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti				
AL 2024-T3	0.09	0.19	4.11	0.69	1.51	0.1	0.01	0.02	70000 psi	10,6 x 10 <sup>6</sup>	120	5.75

Paduan aluminium 2024-T3 memiliki *wall thickness* 0.018 - 0.128 inch dan *minimum bending factor* 6. Aluminium 2024-T3 memiliki sifat :

1. Sifat elastisnya hampir isotropi (jika dibandingkan dengan logam lain).
2. Mudah mengalami *cross-slip*, kerana mempunyai energy salah umpuk (*stacking-fault*) yang tinggi.
3. Jika dilakukan perlakuan-panas, maka paduan aluminium ini dapat mengalami pengerasan presipitasi sehingga kekerasannya bisa sangat tinggi.

Alumunium paduan di kategorikan memiliki sifat *Specific Cutting Force (Kc)* sebesar 1130 N/mm<sup>2</sup> pada *feeding (f)* 0.1 mm/rev.<sup>(7)</sup>

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tujuan Operasional Penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh RPM pada sumbu utama mesin bubut CNC EMCO PU pada proses pembubutan Aluminium 2024-T3.

### **3.2 Metode penelitian [6].**

Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan (*action Research*). Penelitian tindakan adalah suatu proses yang dilalui oleh perorangan atau kelompok yang menghendaki perubahan dalam situasi tertentu untuk menguji prosedur yang diperkirakan akan menghasilkan perubahan tersebut dan kemudian membuat kesimpulan serta melaksanakan prosedur berikut. Penelitian tindakan merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan metode kerja yang paling efisien, sehingga biaya produksi dapat ditekan dan produktifitas dapat meningkat.

Kekasaran permukaan didapat dari proses pemesinan berupa mesin bubut CNC EMCO PU , dengan 4 tingkat rpm yaitu 1700 rpm , 1900 rpm , 2100 rpm, 2300 rpm. Keempat tingkatan rpm tersebut menghasilkan kekasaran tertentu, dilanjutkan dengan pengukuran kekasarannya. Sedangkan untuk ukuran benda kerja adalah diameter 12 mm dengan panjang 226 mm.

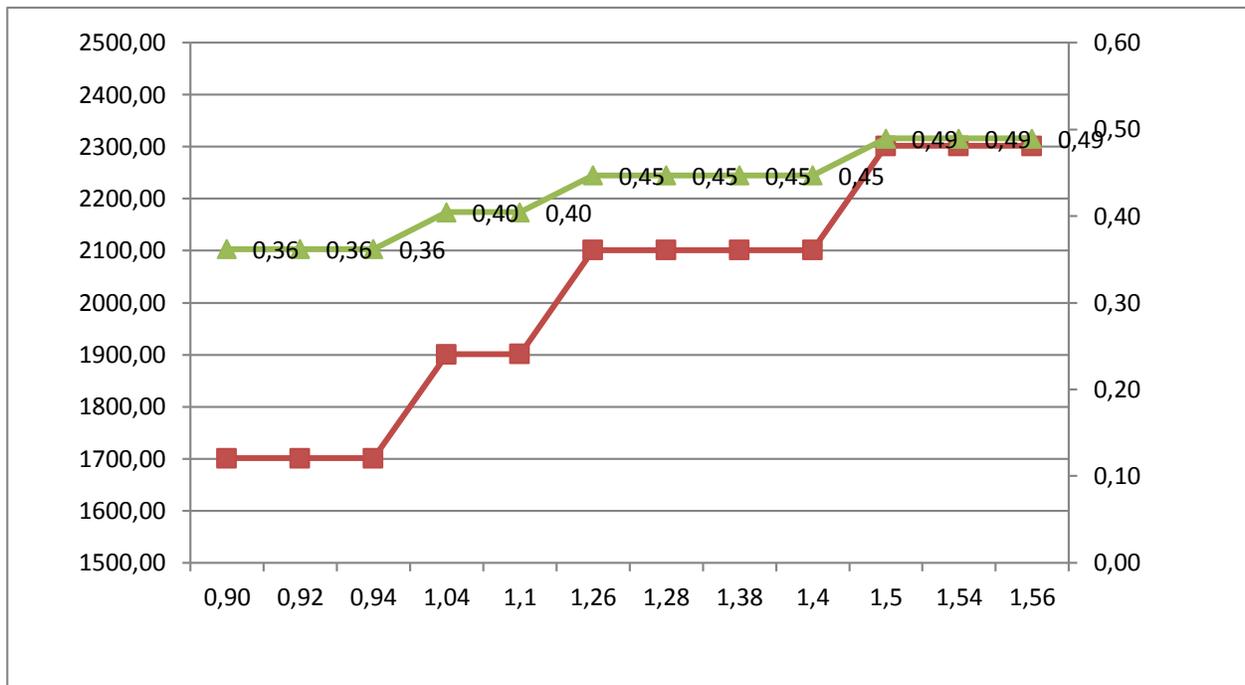
Dalam penelitian ini menggunakan instrumen pengukuran berupa mesin pengukur kekasaran permukaan *Surface Roughness Testing* (Surface Com 120 A) yang digunakan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan bahan.

Setelah pengukuran kekasaran maka dilanjutkan dengan menganalisis pengaruh besarnya rpm terhadap tingkat kekasaran permukaan benda uji.

## **4. ANALISIS**

### **Data kekasaran permukaan.**

Untuk mendapatkan kekasaran permukaan tertentu, maka proses pembubutan dilakukan dengan menggunakan 4 macam pembubutan yaitu setiap benda kerja dibedakan rpmnya



## 5. KESIMPULAN

Dari hasil proses pembubutan didapat semakin kecil rpm dan daya yang kecil yang digunakan maka semakin kecil pula nilai kekasaran permukaan benda uji dan semakin besar rpm dan daya yang digunakan maka semakin besar pula nilai kekasaran permukaan benda uji. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemilihan rpm untuk hubungannya dengan tingkat kekasaran permukaan material AL 2024-T3.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sato, G. Takeshi, N. Sugiarto Hartanto. Menggambar mesin menurut Standart ISO, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1996.
2. Van Terheijden, Harun, Alat-alat Perkakas, Bandung : Bina Cipta, 1981.
3. Wiryosumarto Harsono, Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 1992.
4. Petunjuk Pemrograman-Pelayanan EMCO TU-2A, Austria : EMCO MAIER, 1988
5. Riduwan, Metode & Teknik Menyusun Tesis, Bandung: Alfabeta, 2004.
6. Rochman Taufik, Teori dan Teknologi Proses Permesinan, bandung: Laboraturium Teknik Produksi dan Metrologi Industri Jurusan Teknik mesin ITB, 1986.
7. Cutting Tools, Japan : Tungaloy Corporation, 2009-2010.