

Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium Dengan Menggunakan Mesin CNC TU- 2A

Muhammad Asiri

Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar

Kampus UMI, JL. Urip Sumoharjo KM.05 Makassar

Tlp : 0411.443685

Abstrak

Mesin CNC dapat menyelesaikan pekerjaan yang tingkat ketelitiannya sangat tinggi seperti ketelitian geometric, artistic, delivery time dan efisiensi kerja. Dalam proses pembuatan part/komponen tentunya tidak terlepas dari kekuatan maupun kemampuan logam untuk menahan kemampuan yang diberikan kepadanya baik itu beban statis maupun beban dinamis.

Dari hasil penelitian diperoleh Nilai kekasaran untuk putaran 600 rpm adalah 1,175 μm , dan kekasaran pada putaran 700 rpm adalah 2,435 μm , ini nilai kekasaran tinggi sedang pada putaran 1000 rpm dengan nilai kekasarannya 0,615 yang merupakan nilai terendah ini pada temperature 300°C, dan pada temperature 500°C dengan putaran 600 rpm, 700 rpm, dan 1000 rpm, masing-masing Ra = 11,050 μm , Ra = 10,820 μm dan Ra = 4,900 μm

Kata kunci : Kekasaran permukaan, Aluminium, Mesin CNC TU-2A

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam permesinan dihasilkan terobosan-terobosan baru dalam hal rekayasa dalam permesinan industri, baik itu kepentingan lingkup kecil maupun skala besar. Salah satu hasil rekayasa yang telah diciptakan dalam permesinan industri, yakni seperangkat mesin bubut jenis (Computer Numerically Controlled). Mesin ini merupakan perpaduan antara mesin bubut dengan perangkat lunak komputer yang merupakan suatu sistem pengolahan data sebagai pirantinya.

Kehadiran Mesin CNC ini kita dapat menyelesaikan pekerjaan yang tingkat ketelitiannya sangat tinggi, seperti ketelitian geometrik, artistik, delivery time (ketepatan waktu) dan efisiensi kerja. Oleh karena itu kami perlu melakukan penelitian untuk mempelajari Karakteristik Dari

Permukaan Aluminium Terhadap Perlakuan Panas.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Beberapa bagian yang hendak dicapai dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hubungan tingkat kekasaran permukaan material produk mesin CNC dengan variasi putaran mesin.
2. Untuk mengetahui hubungan variasi temperatur pemanasan dengan variasi putaran mesin.

1.3. Batasan Masalah

Mengingat begitu luas cakupan pembahasan tentang kekasaran permukaan terhadap proses perlakuan panas, maka kami membatasi ruang lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Bahan yang akan dianalisa adalah aluminium lokal.

2. Penelitian hanya menyangkut kekasaran permukaan saja.
3. Variasi perlakuan panas hanya mencakup tiga variasi temperatur
4. Sedangkan farameter lainnya dibuat (konstan) seperti : Kedalaman pemakanan, Kecepatan pemanasan Media pendingin udara
5. Adapun variable yang diperlukan pada pengujian kekasaran permukaan yaitu penyimpangan rata-rata aritmetik (Ra)

II. LANDASAN TEORI

2.1. Aluminium

Aluminium sudah merupakan masukan yang diperlukan dalam semua sektor utama industri diantaranya; angkutan, konstruksi, listrik, peti kemas dan kemasan, alat rumah tangga serta peralatan mekanis. Aluminium juga digunakan dalam hampir semua bidang produksi industri dan bidang ekonomi. Luasnya penggunaan ini disebabkan aluminium memiliki sifat-sifat yang lebih baik dari logam lainnya, yaitu : ringan, kuat, mudah dibentuk dengan semua proses pengerjaan logam, tahan korosi, konduktor listrik, konduktor panas, memantulkan sinar dan panas, non magnetik, aluminium sangat baik untuk penggunaan pada industri makanan, minuman dan obat-obatan, memiliki ketangguhan yang baik, menarik, mampu diproses ulang guna

Untuk mengenali aluminium dan pengolahannya mulai dari bijih aluminium sampai barang jadi secara singkat akan mengalami dua proses yaitu :

- a. Proses kimia
- b. Proses Elektrolit

2.2. Klasifikasi Aluminium

Menurut Clauser, (1975) aluminium dapat diklasifikasikan dalam 3 golongan yaitu :

- a. Menurut komposisinya, dibedakan dalam aluminium murni komersial

- b. Menurut perlakuan panas, dibedakan dalam paduan yang dapat diberi perlakuan dan yang tidak dapat diberi perlakuan panas.
- c. Menurut metode produksi dibedakan dalam tempa dan tuang.

Ada beberapa sistem penomoran/ penandaan yang digunakan untuk mengidentifikasi aluminium, seperti standar Aluminium Association di Amerika (AA) yang didasarkan atas standar terdahulu dari Alcoa (Aluminium Company of America).

Tabel 2.1 klafikasi Paduan Aluminium Tempa

Standar AA	Standar Alcoa Terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau diatasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau diatasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086		Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069	50S-69S	Mg ₂ Si merupakan unsur paduan utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

Sifat Umum Paduan Aluminium

1. Jenis Aluminium Teknik

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99-99,9%. Aluminium dalam seri ini disamping sifatnya yang baik terhadap korosi, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dan mampu dalam las dan potong. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatannya rendah.

2. Jenis paduan Al - Cu

Sebagai unsur paduan aluminium prosentasenya antara 4-10%. Jenis paduan ini adalah jenis yang dapat diberikan perlakuan panas, sehingga menghasilkan peningkatan kekuatan dan kekerasannya. Namun dengan penambahan tembaga ketahanannya terhadap korosi serta sifat mampu lasnya menurun, karena paduan ini biasanya banyak digunakan pada konstruksi keling dan konstruksi pesawat terbang.

3. Jenis paduan Al - Mn

Mangan adalah unsur yang memperkuat aluminium tanpa mengurangi ketahanan terhadap korosi dan dapat dipakai untuk membuat paduan yang tahan terhadap korosi. Paduan ini termasuk jenis yang tidak dapat diberi perlakuan panas sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin. Mangan dapat diendapkan sebagai penabur partikel halus, sehingga tidak larut selama working atau annealing.

4. Jenis paduan Al - Si

Paduan aluminium silikon baik untuk paduan coran. Sebagai tambahan ini mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat, ringan, koefisien, pemuaian yang sangat kecil dan sebagai penghantar yang baik untuk listrik dan panas. Karena mempunyai kelebihan yang menyolok, paduan ini sangat banyak dipakai. Paduan Al-Si sangat banyak dipakai untuk paduan cor cetak.

2.3. PERLAKUAN PANAS

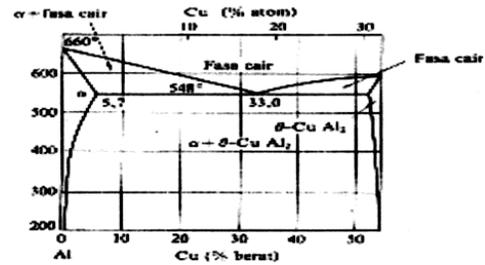
Heat Treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik dari material tersebut untuk tujuan tertentu. Secara umum proses heat treatment adalah sebagai berikut :

- Material dipanaskan pada suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula
- Mempertahankan temperatur untuk waktu yang tertentu. Hal ini dimaksudkan agar temperaturnya merata pada semua bidang.
- Menggunakan media quenching tertentu (udara, oli, air).

Ketiga hal tersebut diatas sangat tergantung pada material yang akan diberi perlakuan panas (*heat treatment*) dan sifat-sifat-sifat yang diinginkan.

2.3.1. Dasar perlakuan panas paduan aluminium

1. Pengerasan presipitasi atau pengerasan penuaan



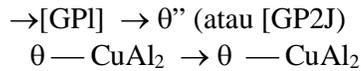
Gambar 2.1. Diagram fasa Al-Cu

Gambar 2.1 menunjukkan diagram fasa paduan Al-Cu. Perlakuan panas dan pengerasan paduan aluminium dapat dilakukan kalau sistem diantara Al dan CuAl_2 larutan padat alfa di daerah sisi Al pada temperatur tinggi merupakan larutan padat dari berbagai komponen kedua yang kelarutannya menurun kalau temperatur diturunkan. Bagi paduan yang mempunyai diagram fasa seperti itu kalau paduan pada komposisi tertentu umpamanya 4 % Cu-Al, didinginkan dari larutan padat yang homogen sampai pada temperatur memotong kurva kelarutan unsur kedua dimana konsentrasinya mencapai jenuh. Selanjutnya dengan pendinginan yang lebih jauh pada keadaan yang mendekati keseimbangan fasa kedua akan terpresipitaskan. Konsentrasi dari larutan dapat berubah tergantung kepada kurva kelarutan, dan pada temperatur biasa merupakan suatu campuran antara larutan padat yang jenuh dan fasa kedua.

2. Perubahan struktur dalam yang diikuti oleh presipitasi

Seperti akan dikemukakan kemudian studi mengenai faktor penguatan paduan aluminium sebagai bahan struktur utama untuk pesawat terbang merupakan sejarah yang telah lama, studi yang terperinci yang dilakukan terhadap paduan Al-Cu dikatakan menyebabkan perubahans truktur dalam urutan sebagai berikut :

Larutan padat lewat jenuh

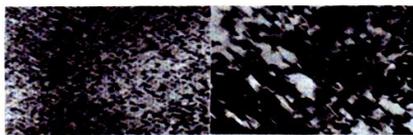
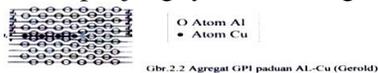


- Larutan padat lewat jenuh

Pertama paduan diproses dengan pelarutan agar terjadi larutan padat lewat jenuh pada temperatur kamar. Pada saat ini secara simultan kekosongan atom dalam keseimbangan termal pada temperatur tinggal tetap pada tempatnya sebagai bahan tambahan karena tegangan termal disebabkan pendinginan cepat, terjadi cacat-cacat kisi yaitu dislokasi dan barisannya yaitu batas butir atau batas butir sub yang memberikan pengaruh besar terhadap penuaan.

- Formasi dan reversi dari Zona GP (Zona Guiner-Preston)

Pada tahap mula dari penuaan kristal tunggal paduan 4 % Cu-Al teramati titik-titik Laue dari sinar X berasal dari agregat dua dimensi disebabkan oleh agegrasi atom Cu pada bidang (1 0 0) dari Al yang ditemukan oleh Guiner-Preston di Perancis secara terpisah, ini dinamakan Zona GP. Kalau cukup dituakan pada temperatur kamar, terlihat seperti plat-plat kecil dengan satu lapisan atom pada tebalnya dan kira-kira 50 Å panjangnya sebuah segmen.



a. Dituakan pada 150°C selama 30 menit, Zona GP (1) 200.000 kali
b. Dituakan selama 48 jam, Zona GP (2) 200.000kali

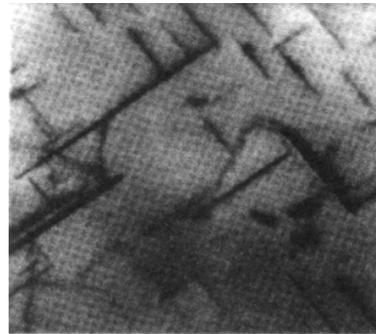
Gambar 2.2. Gambar Mikroskopi elektron dari zona Guiner Preston (GP) dalam Al-4%Cu Kristal tunggal, dengan perlakuan pelarutan pada 520°C (dipotret oleh Y. Kojima)

Gambar 2.2 menunjukkan skema V. Gerold dan gambar 2.3 menunjukkan foto yang sama dibawah mikroskop elektron resolusi tinggi. Seperti akan dikemukakan kemudian kalau agregat seperti itu timbul, paduan tersebut menjadi keras tetapi

konstanta kisi dari fasa induk sukar berubah.

- Presipitasi fasa antara θ'' -Cu-Al₂.

Kalau paduan Al-Cu dinaikkan temperatur penuaannya atau waktu penuaannya diperpanjang pada temperatur tetap, titik-titik pada gambar Laue menjadi titik-titik yang kabur disebabkan karena perubatan fasa presipitasi dengan struktur kristal yang teratur, yang berbeda dari fasa ekuivalen θ'' -CuAl₂. fasa ini dinamakan fasa antara θ'' -CuAl₂



Gambar 2.3. Gambar Mikroskopi electron fasa θ'' dari CuAl₂

Sebagian koheren dengan kisi induk dari Al pada hubungan arah yang tetap. Keadaan ini cukup dapat diamati dibawah mikroskop elektron dalam bentuk plat mengarah pada suatu arah yang tetap, seperti ditunjukkan pada gbr-2.3.

- Presipitasi fasa keseimbangan θ'' CuAl₂.

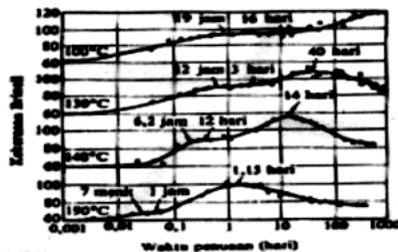
Kalau temperatur dinaikkan atau waktu penuaan diperpanjang selanjutnya θ'' -CuAl₂ berubah menjadi θ'' CuAl₂ atau langsung menjadi presipitasi θ . θ menjadi terdispersikan terpisah dari matriks Al, yang menjadi lunak. Proses presipitasi tersebut berhubungan dengan paduan dan temperatur penuaan. Tabel 2.2 menunjukkan hubungan antara konsentrasi, temperatur penuaan dan fasa presipitasi dari paduan.

Tabel 2.2 Fasa Presipitasi Terbentuk Selama Penuan Paduan Biner Al-Cu (silcock dkk)

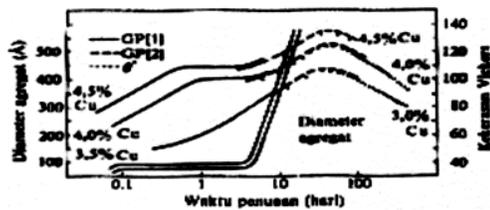
Temperatur Penuan (°C)	Konsentrasi paduan			
	2%Cu	3%Cu	4%Cu	4,5%Cu
120	GP[1]	GP[1]	GP[1]	GP[1]
130	θ' atau θ' dan GP[2] atau GP[1]	GP[1]	GP[1]	GP[1]
165	θ'	θ' dan GP[2] sesaat dan GP[2] terbatas	GP[1] dan GP[2]	-
190	θ'	-	GP[2] dan θ' terbatas	GP[2]
220	θ'	-	θ'	θ'
240	-	-	θ'	-

3. Perubahan sifat-sifat mekanis yang disertai oleh presipitasi.

Gambar 2.4 menunjukkan perubahan kekerasan terhadap waktu penuaan kalau paduan %Cu-Al dituakan setelah perlakuan pelarutan pada temperatur yang bersangkutan.



Gambar 2.4 Pengerasan penuaan dua tahap paduan Al-4%Cu (Gayler)



Gambar 2.5 Fasa presipitasi selama penuaan pada 130°C dan pengerasan penuaan dua tahap paduan al-Cu (Silcock)

Penuaan pada temperatur biasa selesai dengan satu tahap perubahan, tetapi pada temperature diatas 100 °C terjadi dua tahap pengerasan Fasa-fasa memberikan sumbangan terhadap pengelasan adalah GP[1], θ'' , GP[2] θ' “ Cu-Al₂. Fasa θ'' CuAl₂ yang kasar tidak memberi sumber sumbangan terhadap pengerasan. Gbr 2.6 menunjukkan hasil identifikasi fasa-fasa pada kondisi yang simultan dari

pengamatan kekerasan dan sinar X. telah dijelaskan bahwa pengerasan tahap pertama disebabkan oleh GP[1], perubahan tahap kedua oleh GP[2] dan oleh fasa antara yang halus yaitu presipitasi θ'' . Pengerasan dua tahap tersebut diatas juga terdapat pada sistim Al-Mg₂Si dan sistim Al-Cu-Mg.

2.4. KEKASARAN PERMUKAAN

Dalam hal ini untuk mengetahui kekasaran suatu permukaan kita menggunakan alat surface tester. Surface tester merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur kekasaran permukaan benda kerja secara elektronik. Penggunaan surface tester sangat penting dalam menentukan tingkat kekasaran suatu benda baik dari proses manual maupun melalui proses permesinan. Dari hasil pengerjaan tersebut sangat ditentukan oleh adanya tiga faktor :

1. Faktor kekasaran(roughness faktor)
2. Faktor gelombang (Waviness faktor)
3. Faktor kerataan(Flatness faktor)

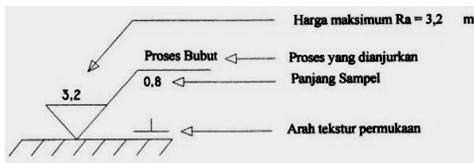
Hal lain ialah karena keadaan penyayatan saat terlepasnya serpih-serpih seperti tampak dengan jelas bentuk kekasaran saat pengerjaan. Kondisi-kondisi inilah yang mempengaruhi permukaan benda kerja menjadi kasar dan tidak rata..

2.4.1. Permukaan dan Profil

Ketidaktepatan alat ukur dan cara pengukuran maupun cara evaluasi hasil pengukuran maka suatu permukaan sesungguhnya (*real surface*) tidaklah dapat dibuat Tiruan/duplikatnya yang sempurna. Tiruan permukaan hasil pengukuran hanya biasa mendekati bentuk konfigurasi permukaan yang sesungguhnya dan disebut sebagai permukaan terukur (*measured surface*). Dalam praktek seorang perancang akan menuliskan syarat permukaan pada gambar teknik dengan menggunakan cara yang mengikuti suatu aturan standard) yang tertentu, lihat

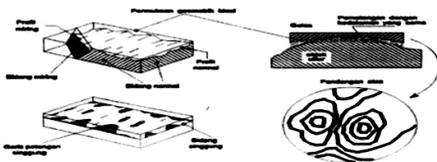
gambar 2.6 Suatu permukaan seperti yang disyaratkan pada gambar teknik ini disebut Permukaan nominal (nominal surface).

Karena kesulitan dalam mengukur dan menyatakan besaran yang diukur bagi suatu permukaan secara tiga dimensi maka dilakunlah suatu pembatasan. Permukaan hanya dipandang sebagai penampang yang dipotong (yang ditinjau relatif terhadap permukaan dengan geometri ideal) secara tegak lurus (normal), serong {ablique), atau singgung (tangensial). Bidang potong dapat juga diatur orientasinya sehingga "sejajar" permukaan lalu digeser ke "dalam" permukaan dengan jarak kedalaman yang sama (equidistant). Keempat cara pemotongan ini akan menghasilkan suatu garis atau daerah yang dimakan sesuai dengan cara pemotongannya. Khusus untuk pemotongan normal dan serong, garis pemotongannya disebut profil, lihat gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.6 Spesifikasi suatu permukaan dalam gambar teknik

Dari beberapa cara "melihat" permukaan seperti yang diuraikan diatas jelaslah bahwa hasil analisis suatu permukaan akan berbeda-beda sesuai dengan cara pengambilan bidang potong secara tegak lurus yaitu yang menghasilkan suatu profil. Analisis permukaan berdasarkan frofil inilah yang banyak digunakan dalam praktek.



Gambar 2.7 orientasi bidang pemotong terhadap permukaan

Ketidakteraturan konfigurasi suatu permukaan bila ditinjau dari profilnya dapat diuraikan menjadi beberapa tingkat. Tingkat pertama merupakan ketidak teraturan makrogeometri. Tingkat kedua yang disebut dengan gelombang (waviness) merupakan ketidakteraturan yang periodik dengan panjang gelombang yang jelas lebih besar kedalamannya (amplitudonya). Tingkat ketiga adalah alur (grooves) serta tingkat keempat yang disebut dengan serpihan (flakes) kedua duanya lebih dikenal dengan istilah kekasaran (roughness).

2.4.2. Pararameter Kekasaran

Untuk mereproduksi profil suatu permukaan, maka sensor/peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*trwersing length, l_g*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat setelah jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian dari panjang pengukuran dimana dilakukan analisis profil permukaan disebut dengan panjang sample (*sampling length*). eproduksi profil sesungguhnya adalah seperti yang ditunjukkan gambar 2.6 dengan penambahan keterangan mengenai beberapa istilah profil yang penting yaitu:

- Profil geometrik ideal (*geometrically ideal profile*)
- Profil terukur (*measured profile*)
- Profil referensi/ acuan/puncak (*reference profile*).
- Profil akar/alas (*root frofile*)

2.4.3. Kekasaran rata-rata aritmetik

(CLA; R_a) :

Harga kekasaran nta-rata aritmetik R_a maksimum yang di izinkan, misalnya $3,2 \mu\text{m}$, dituliskan diatas simbol segitiga lihat gambar 2.5. Satuan sesuai dengan

sistem satuan panjang yang digunakan pada gambar teknik (metric atau inci).

Berdasarkan profil-profil yang diterangkan diatas, maka dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, yaitu yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah memanjang/mendatar. Untuk dimensi dengan arah tegak dikenal beberapa parameter yaitu:

- **Kekasaran total** (peak to valley height/total height); $R_t(\mu\text{m})$. Adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.
- **Kekasaran perataan** (depth of surface smoothness/peak to mean line), $R_p(\mu\text{m})$. Adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur.

$$R_p = \frac{1}{l} \int_0^l y_i dx$$

- **Kekasaran rata-rata aritmetik** (mean roughness index/center line average,CLA), $R_a(\mu\text{m})$. Adalah harga rata-rata aritmetik dari harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_p = \frac{1}{l} \int_0^l |h_i| dx$$

- **ekasaran rata-rata kuadratik** (root mean square height), $R_q(\mu\text{m})$. Adalah akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_p = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx}$$

- **Kekasaran total rata**, (μm) . Merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah $R_z = \Sigma[R_1 + R_2 + \dots + R_5 - R_6 - \dots R_{10}] / 5$

Tabel 2.4. Angka kekasaran (ISO) roughness number dan panjang sampel standard

Harga kekasaran, R_a (μm)	Angka kelas Kekasaran	Panjang Sampel(mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N 9	
3,2	N 8	0,8
1,6	N 7	
0,8	N 6	
0,4	N 5	
0,2	N 4	0,25
0,1	N 3	
0,05	N 2	
0,025	N 1	

Harga R_a ini ISO telah mengklasifikasikannya menjadi 12 angka kelas kekasaran sebagaimana table 2.4. Panjang sampel (L_c) yang harus digunakan sewaktu mengukur kekasaran ditentukan misalnya 0,8 mm. Harga akan berubah jika digunakan panjang sampel yang berlainan.

Oleh karena itu dianjurkan untuk menggunakan suatu panjang sampel yang tertentu sesuai dengan tingkat harga kekasaran R_a sebagaimana yang ditunjukkan table 2.4. Oleh sebab itu, apabila harga panjang sampel tidak dicantumkan pada simbol kekasaran permukaan, berarti digunakan panjang sampel sebesar 0,8 mm (bila diperkirakan proses permesinannya adalah halus sampai sedang atau sebesar 2,5 mm (jika merupakan permesinan kasar). Untuk memperoleh tingkat atau kelas kekasaran hasil permesinan dapat digunakan perhitungan "interpolasi" terhadap hasil pengukuran yang dilakukan dengan tabel diatas dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$N = \frac{(Nu - Nb)(Rm - Rb)}{(Ru - Rb)} + Nb$$

II.5. Pengenalan Mesin Bubut CNC

Mesin CNC adalah mesin perkakas yang pengoperasiannya dikendalikan melalui program yang diakses dengan komputer. Tahapan proses kerjanya adalah masukan proses- keluaran. Masukan adalah data-data yang kita berikan ke processor, disini data diolah/diproses, hasilnya adalah keluaran yang berupa

informasi ataupun aktifitas fungsi mekanis dari mesin.

Program Numeric Control (NC) sesungguhnya merupakan sejumlah urutan perintah logis yang dibuat suatu jenis mesin perkakas NC dalam rangka pembuatan suatu komponen mesin/peralatan. Mesin bubut CNC adalah suatu mesin yang kita beri angka dan huruf. Pada awal perkembangannya, mesin CNC merupakan mesin yang tergolong langka dan sangat mahal harganya. Namun saat ini penggunaan mesin CNC cenderung semakin meluas, hal ini dikarenakan:

- Tuntutan kualitas produksi
- Tuntutan produktifitas
- Harga mesin yang semakin murah

Dibanding mesin perkakas konvensional yang manual/semi otomatis, maka mesin CNC mempunyai beberapa kelebihan, antara lain :

- Teliti (Accurate)
- Tepat (Precision)
- Luwes (Flexibility)
- Cepat (Productive)

2.5.1. Macam-macam mesin CNC

Banyak macam ragam mesin CNC sesuai dengan fungsi serta proses permesinan yang dilaksanakan, antara lain :

1. Mesin Bubut (Turning)
2. Mesin Frais (Milling)
3. Mesin Koter (Boring)
4. Mesin Bor (Drilling)
5. Mesin Gerinda (Grinding)

Bahkan Indonesiapun sudah merintis pembuatan mesin CNC hasil kerja bersama antara PT. PINDAD dan FANUC, produknya adalah mesin CNC dan merk dagang FANUC.

2.5.2. Mesin CNC TU-2A

Mesin CNC TU-2A adalah singkatan dari training unit 2 axis, yaitu mesin bubut CNC yang bekerja dalam sistem dua sumbu yaitu sumbu Z yang membujur

sejajar dengan bed mesin dan sumbu X yang melintang.

III. METODE PENELITIAN

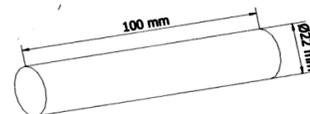
3.1. Bahan dan Alat penelitian

Material uji yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium impor (aluminium standar CNC buatan Austria) dan aluminium lokal yang berbentuk silinder yang diperoleh dipasaran Kota Makassar. Adapun alat yang digunakan antara lain :

- a. Mesin gergaji
- b. Dapur pemanas/Heat Furnace(Naber)
- c. Mesin CNC TU-2A merk EMCO
- d. Penguji kekasaran permukaan/Surface Tester

3.3. Cara Pelaksanaan Metode Penelitian

1. Bentuk dan ukuran benda uji



Gambar 3.1 Bentuk benda uji

Material uji yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium impor (aluminium standar CNC buatan Austria) dan aluminium lokal yang diperoleh dipasaran kota Makassar. Berpenampang Silinder sebanyak 30 buah.

2. Perlakuan Panas dan Pendinginan

Proses perlakuan panas yang diberikan dalam tungku. Temperatur yang digunakan adalah 300⁰C, 400⁰C dan 500⁰C. Setelah mencapai saat yang telah ditentukan masing-masing sampel didinginkan dengan udara bebas. Dapur pemanas yang digunakan adalah merk Naber type N₃ buatan Austria dengan kuat arus 5,5 A dan daya 1,2 Kw. Adapun tahapan proses pemanasan benda uji adalah sebagai berikut:

- Sebelum melakukan proses pemanasan sebaiknya ruang dapur

tungku dibersihkan terlebih dahulu kemudian pasang Thermometer Digital (TM-900), masukkan material yang akan dipanasi dan pintu dapur pemanas ditutup dengan rapat.

- Putar Switch kecepatan pemanasan pada posisi 90, proses pemanasan sudah dimulai
- Temperatur pemanasan dapat dilihat pada thermometer digital dan apabila sudah mencapai temperatur panas yang diinginkan maka material dikeluarkan dari dapur pemanas.
- Proses pendinginan dilakukan dengan media udara.

3. Pembubutan.

Pembubutan dilalrukan dengan pemakanm (Feeding) lmm dengan berbagai variasi putaran mesin yaitu 600.700,800,900 dan 1000 rpm. Adapun pengoperasian mesin bubut CNC TU-2A meliputi beberapa tahap.

IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dari tingkat kekasaran permukaan,maka diambil nilai rata-rata. Selanjutnya untuk mendapatkan grafik hubungan pengaruh putaran mesin dengan tingkat kekasaran hasil pengadaan mesin CNC TU-2A, digunakan metode statistik.

4.1. Perhitungan Harga Kekasaran Rata-rata

Sebagai contoh perhitungan diambil sampel aluminium impor yang dipanaskan pada temperatur 300⁰ C dengan putaran mesin 600 rpm

1. Harga kekasaran rata-rata aritmetik(Ra)

$$Ra = \frac{0,92 + 1,10 + 1,42 + 1,26}{4} = 1,175 \mu m$$

4.2. Perhitungan angka Kelas Kekasaran

Untuk angka kelas kekasaran suatu permukaan dibutuhkan tabel harga kekasaran dan angka kelas kekasaran seperti pada table 2.4. Sebagai contoh perhitungan diambil sampel aluminium impor yang dipanaskan pada temperatur 300⁰ C dengan putaran mesin 600 rpm yang akan mewakili cara perhitungan. Adapun proses perhitungannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{(Nu - Nb)(Rm - Rb)}{(Ru - Rb)} + Nb$$

$$N = \frac{(7 - 6)(1,175 - 0,8)}{(1,6 - 0,8)} + 6 = 6,46785 \approx 6$$

Tabel harga Kekasaran rata-rata dan Tingkat Kekasaran permukaan aluminium impor

No	Temperatur Pemanasan (° C)	Putaran Mesin (rpm)	Kekasaran aritmetik (Ra)	Tingkat kekasaran permukaan
1	300	600	1.175	≈N6
		700	2.435	≈N8
		800	1.175	≈N6
		900	0.810	≈N6
		1000	0.615	≈N6
2	400	600	2.400	≈N8
		700	6.850	≈N9
		800	0.840	≈N6
		900	0.570	≈N5
		1000	0.550	≈N6
3	500	600	11.050	≈N10
		700	10.800	≈N10
		800	10.850	≈N10
		900	7.800	≈N9
		1000	4.900	≈N9

Tabel harga Kekasaran rata-rata dan Tingkat Kekasaran permukaan aluminium lokal

No	Temperatur Pemanasan (° C)	Putaran Mesin (rpm)	Kekasaran aritmetik (Ra) rata-rata	Tingkat Kekasaran permukaan
1	300	600	1.040	≈ N6
		700	1.010	≈ N6
		800	0.815	≈ N6
		900	0.805	≈ N6
		1000	0.690	≈ N6
2	400	600	1.270	≈ N7
		700	1.050	≈ N6
		800	0.630	≈ N6
		900	0.790	≈ N6
		1000	0.680	≈ N6
3	500	600	3.900	≈ N8
		700	5.000	≈ N9
		800	1.200	≈ N7
		900	0.950	≈ N6
		1000	0.450	≈ N5

4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian kekasaran permukaan aluminium yang diproses pada mesin CNC TU-2A menunjukkan bahwa variasi temperatur mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan, dimana makin tinggi suatu temperatur dalam pemanasan maka harga kekasaran permukaan makin tinggi. Dan semakin tinggi putaran mesin CNC maka harga kekasaran permukaan rendah.

- a. pada temperatur 300⁰ C untuk aluminium lokal diperoleh nilai kekasaran

aritmetik, dari hasil diatas menunjukkan nilai kekasaran cenderung konstan, dimana semakin besar putaran yang diberikan maka nilai kekasaran semakin kecil. Sedangkan untuk aluminium impor diperoleh nilai kekasaran aritmetik. Dari hasil diatas terlihat bahwa nilai Ra pada putaran 600 adalah 1,175 μm dan pada putaran 700 terjadi kenaikan nilai kekasaran 2,431 μm dan cenderung konstan pada putaran 800 hingga 1000 rpm, dimana untuk putaran 800 diperoleh nilai Ra 1,175 μm , pada putaran 900 diperoleh Ra 0,810 μm dan pada putaran 1000 diperoleh nilai 0,615 μm .

b. Untuk putaran dan temperatur pemanasan yang sama, aluminium lokal memiliki nilai kekasaran aritmetik lebih kecil dibandingkan dengan aluminium impor.

Dari hasil pengujian aluminium impor kekasaran minimum terjadi pada temperatur 400⁰C pada putaran mesin 1000 rpm dengan tingkat kekasaran N5 sedangkan kekasaran maksimum terjadi pada temperatur 500⁰C pada putaran mesin 600 rpm dengan tingkat kekasaran N10. Sedangkan pada aluminium lokal kekasaran minimum terjadi pada temperatur 400⁰C pada putaran mesin 800 rpm sedangkan kekasaran maksimum terjadi pada temperatur 500⁰C pada putaran mesin 600 rpm.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan hasil penelitian tersebut di atas bahwa pengaruh perlakuan panas bahan terhadap kekasaran bahan aluminium yang didinginkan dengan media udara dan diroses pada mesin CNC TU-2A maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin tinggi temperatur yang diberikan terhadap bahan, maka semakin tinggi pula tingkat kekasaran permukaan bahan tersebut. Ini terlihat dari hasil pengujian dimana pada

aluminium Impor untuk temperatur 300⁰ C putaran 600 rpm nilai Ra nya adalah 1,175 μm dan untuk temperatur 400⁰ C putaran 600 rpm nilai Ra nya adalah 2,400 μm . Hal ini disebabkan oleh proses pertumbuhan butir yang terjadi pada temperature 400⁰C. Kekasaran yang maksimum adalah dengan harga Ra pada aluminium impor adalah 11.050 μm sedangkan kekasaran minimumnya adalah 0.550 μm . Pada aluminium lokal kekasaran yang maksimum adalah dengan harga Ra 3.900 μm sedangkan kekasaran minimumnya adalah 0.450 μm .

2. Semakin tinggi putaran yang diberikan pada proses permesinan terhadap bahan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan bahan tersebut. Ini terlihat dari hasil pengujian dimana pada aluminium impor temperatur 300⁰ C untuk putaran 600 rpm nilainya adalah 1,175 μm sedangkan pada putaran 1000 rpm nilai Ra nya adalah 0,615 μm

DAFTAR PUSTAKA

- AMSTEAD B.H. "**Teknologi Melanik II**", Penerbit Erlangga, Jakarta. 1990
- EMCO MAIER & CO STUDENT *Handbook* FRIEDMANN-MAIER-STRABE9A-5400 HALLEIN
- ALOIS SCHNMETZ, PETER SINUL, "**Pengerjaan Logam dan Mesin**", Angkasa Bandung Vo 85.
- SUTRONIC 3⁺ OPERATOR HAND BOOKS", 1993, Publication No. THP H8103 England.
- Sato K. "**Menggambar Mesin**", Pradnya Paramita. Jakarta.
- Van Vlack, Sriati Djoprie, "**Ilmu dan Teknologi Bahan**", Penerbit Erlangga.
- Tata Surdia & Prof. DR. Shinroko Saito, "**Pengetahuan Bahan Teknik**", Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 1985