

ANALISA PENGARUH KECEPATAN POTONG MESIN BUBUT DENGAN PAHAT HSS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM ALLOY

SKRIPSI

Oleh :

MARSISWANTO SIREGAR
NPM : 10.813.0062



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

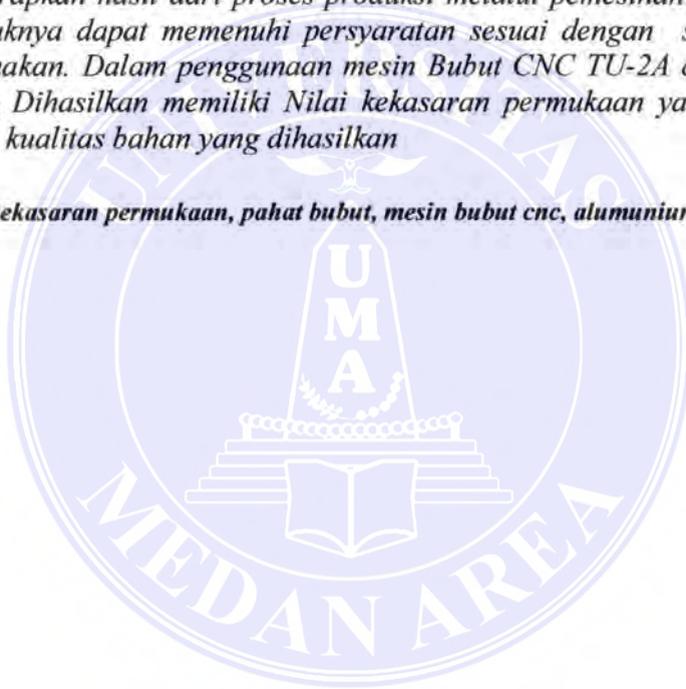
Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)19/9/23

Abstrak

Karakteristik suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin. Hal tersebut perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan pembubutan dan kekasaran permukaan, pembubutan merupakan bagian dari komponen dan alat produksi untuk menghasilkan suatu benda, yang salah satu bagian permukaannya harus memenuhi standar kekasaran dengan spesifikasi tertentu. Dimana permukaan komponen tersebut diperlukan suatu standar kekasaran permukaan yang ditetapkan dalam perancangan yaitu menurut standar ISO Sebagai master produk pengukuran terhadap nilai kekasaran permukaan perlu dilakukan pengukuran geometrik secara teliti dan akurat dengan memperhatikan nilai ketidakpastian pengukurannya. Dengan analisis dari nilai ukurnya, diharapkan hasil dari proses produksi melalui pemesinan yang dilakukan, seluruh produknya dapat memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi teknis yang direncanakan. Dalam penggunaan mesin Bubut CNC TU-2A diharapkan hasil bubutan yang Dihasilkan memiliki Nilai kekasaran permukaan yang sangat kecil, guna menjaga kualitas bahan yang dihasilkan

Kata kunci : *kekasaran permukaan, pahat bubut, mesin bubut cnc, alumunium*



Abstract

Characteristics of a surface roughness plays an important role in the design of engine components. It needs to be stated clearly, for example in relation to the lathe and surface roughness, turning a part of components and production equipment to produce an object, which is one part of the surface roughness must comply with specific standards. Where the surface of the components required a surface roughness standards set forth in the design that is according to the ISO standard as a master product of the value of surface roughness measurement needs to be done carefully and geometric measurements accurately by taking into account the value of the measurement uncertainty. With the analysis of the measuring value, the expected outcome of the production process is carried out through machining, all products can meet the requirements in accordance with the technical specifications are planned. In the use of CNC Lathe machines TU-2A is expected to result Generated lathe has a surface roughness value is very small, in order to maintain the quality of the resulting material

Keywords: *surface roughness, chisel lathe, cnc lathe, aluminum*



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. LatarBelakang	1
I.2. Batasan Masalah	3
I.3. TujuanPenelitian.....	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI	
II.1. Kekasaran Permukaan	6
II.2. Batasan dan Parameter Permukaan	10
II.3. Bahan Aluminium (Al)	36
II.4. Pahat	43
II.5. Mesin Bubut CNC	45
BAB III METODE PENELITIAN	
III.1. Prosedur Penelitian.....	49
III.2. Bahan Penelitian.....	50
III.3. MetodePengambilan Data.....	50
III.4. Persiapan Bahan dan Alat	51

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

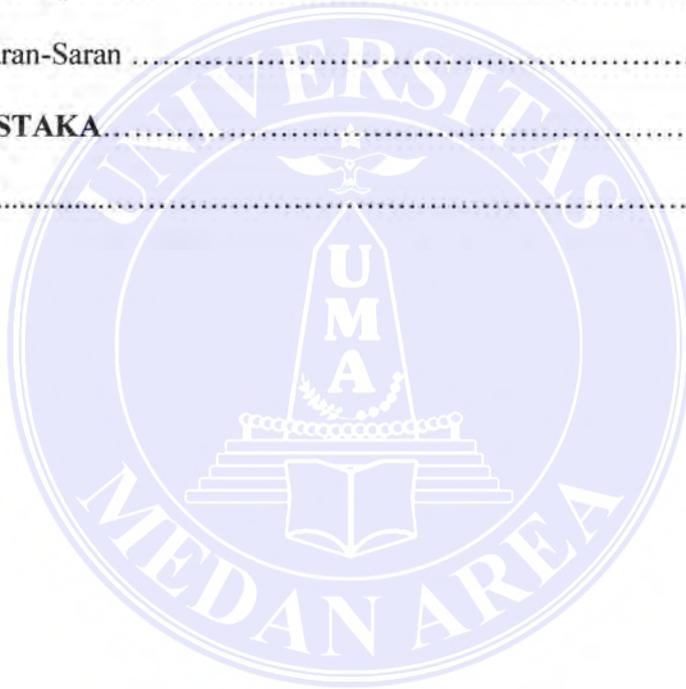
IV. 1. Hasil Penelitian.....	56
IV. 2. Pengaruh Kecepatan Potong	57
IV.3. Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Ketahanan Lelah	60

BAB V KESIMPULAN dan SARAN

V.1. Kesimpulan.....	62
V.2. Saran-Saran	63

DAFTAR PUSTAKA	64
-----------------------------	----

LAMPIRAN	65
-----------------------	----



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pertumbuhan permintaan kuantitas produk di dalam suatu pabrik, mengakibatkan performa mesin-mesin perlu dijaga, dalam kaitannya dengan memelihara kualitas dan proses monitoring. Menentukan kekasaran permukaan merupakan salah satu peranan penting dalam menentukan kualitas untuk memastikan bahwa produk yang dibuat sesuai dengan standard yang telah ditentukan. Dengan demikian kualitas produk dan biaya fabrikasi, merupakan fungsi dari kekasaran permukaan. Misalnya pengukuran kekasaran pada produk tekstil, amplas, asbes, alumunium, keramik, industri baja dan logam, dan masih banyak pengukuran yang diperlukan dalam meningkatkan kualitas produk. Selain itu, pengukuran kekasaran permukaan dapat menunjukkan tingkat kerusakan suatu sistem diantaranya penyumbatan, korosi dan retakan pada suatu produk. Oleh sebab itu, untuk melihat hasil produksi tersebut sangat diperlukan cara untuk mengantisipasi keadaan yang tidak diinginkan. Aplikasi pengukuran kekasaran permukaan memberikan jalan untuk pengembangan dalam berbagai hal (dengan jangkauan aplikasi yang sangat luas). Salah satu aplikasinya adalah untuk menaksir tingkat kekasaran permukaan dari bermacam-macam bahan. Hasil penaksiran dari kekasaran permukaan tersebut secara kuantitatif diperoleh dengan beberapa teknik yang berbeda yaitu cara mekanik atau cara optik. Metode pengukuran kekasaran permukaan dengan cara mekanik terbukti

cukup mampu untuk menyatakan tingkat kekasaran permukaan secara kuantitatif dan akurat.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran kekasaran permukaan dari benda uji paduan aluminium dengan menggunakan alat Roughness Tester. Benda uji (specimen) dibubut dengan mesin bubut konvensional. Untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat presisi yang tinggi dan kekasaran permukaan, perlu didukung oleh proses pemesinan yang gerakannya dikontrol secara otomatis. Proses pemesinan dilakukan pada suatu material paduan Aluminium.

Karakteristik kekasaran permukaan dipengaruhi oleh faktor kondisi pemotongan dan geometri pahat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh faktor kecepatan potong, gerak pemakanan dan nose radius pahat terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Menentukan parameter pemotongan yang terbesar pengaruhnya terhadap kekasaran, dan juga menentukan model persamaan kekasaran permukaan. Kondisi pemotongan divariasikan dengan jumlah benda uji tertentu dan kecepatan potong adalah konstan.

Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. Karakteristik permukaan tersebut ada yang bentuknya halus, dapat juga dalam bentuk kekasaran (*roughness*) maupun membentuk gelombang (*waviness*)

Bentuk-bentuk kekasaran dan gelombang pada permukaan dapat ditunjukkan dengan cara mengukur menggunakan surface tester. Kekasaran didefinisikan sebagai ketidak halusan bentuk yang menyertai proses produksi

yang disebabkan oleh pengerjaan mesin, sedangkan penggelombang adalah komponen tekstur dimana kekasaran saling menumpuk. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti penyimpangan mesin, getaran, berbagai penyebab regangan pada bahan dan pengaruh-pengaruh lainnya. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average (Ra)*. Ra didefinisikan sebagai rata-rata aritmatika dan penyimpangan mutlak profil kekasaran dari garis tengah rata-rata.

Pengertian kasar dan halus dalam penelitian ini adalah kasar berarti tidak halus atau halus berarti tidak kasar saat diraba, jadi yang dimaksud pengukuran kekasaran dalam penelitian ini adalah suatu metode untuk mengetahui kekasaran permukaan benda, adapun dilakukannya pengujian ini untuk mengetahui bagaimana tingkat kekasaran permukaan benda yang diinginkan dan ditampilkan dalam grafik 3 dimensi. Metode-metode pengukuran dengan mata telanjang hanya untuk membandingkan permukaan yang satu lebih kasar dari permukaan yang lainnya dan mungkin hanya untuk perbedaan yang menyolok, untuk kekasaran yang kecil sulit diteliti dengan indera mata dan tidak dapat diketahui seberapa besar tingkat kekasarannya.

I.2. Batasan Masalah

Permasalahan yang ada dalam hal produk hasil pembubutan dengan mesin bubut konvensional adalah presisi ukuran hasil pembubutan dan kekasaran permukaan hasil pembubutan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi presisi ukuran dan kekasaran permukaan ini, oleh karena itu perlu dibatasi permasalahan pada penelitian ini.

Pada penelitian ini presisi ukuran diasumsikan sama untuk semua produk, sehingga faktor ini tidak diperhitungkan. Sedangkan kekasaran permukaan hasil pembubutan selalu dianggap tidak sama, sangat tergantung kepada kecepatan pembubutan dan kehausan pahat, dengan demikian faktor kecepatan yang akan diperhitungkan.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

- a. Menentukan nilai kekasaran (*Roughness*) secara relative dari benda uji yang dibubut dengan menggunakan mesin bubut konvensional.
- b. Mengukur kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan dengan variasi kecepatan pembubutan.
- c. Mengukur kekasaran permukaan dengan alat dan cara yang tepat dan benar.
- d. Menganalisis hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja.
- e. Membedakan antara kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan.

I.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat terhadap :

- a. Dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan Ilmu pengetahuan dan Teknologi.

- b. Dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat, khususnya masyarakat yang selalu berhubungan produk-produk hasil proses permesinan, dan juga bagi masyarakat akademisi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI

II.1. Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan kekasaran permukaan. Dalam prakteknya cukup sulit untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain ; faktor manusia (operator mesin bubut) dan faktor-faktor lainnya dari mesin-mesin yang digunakan pada proses pembentukannya. Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi, penyelesaian permukaan terus berkembang, sehingga diperoleh peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi, sesuai dengan standar ukuran yang berlaku dalam metrology. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris komponen-komponen mesin melalui pengalaman para peneliti. Tingkat kehalusan suatu permukaan memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin, khususnya yang menyangkut masalah gesekan permukaan, pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa biaya yang harus dikeluarkan. Dengan demikian akan diperoleh benda produksi yang tidak menyimpang ketentuan yang telah ditentukan, yang salah satunya adalah karakteristik permukaan komponen mesin yang direncanakan.

Karakteristik permukaan biasanya diberikan di dalam hasil perancangan misalnya pada Gambar Teknik komponen tersebut. Akan tetapi untuk menjelaskan secara rinci mengenai karakteristik suatu permukaan nampaknya sulit. Walaupun hingga saat ini sudah banyak parameter yang digunakan dalam pembahasan karakteristik permukaan, namun belum ada suatu parameter yang menjelaskan secara sempurna mengenai keadaan yang sesungguhnya dari permukaan. Untuk pembahasan selanjutnya mengenai kekasaran permukaan, maka terlebih dahulu perlu dibicarakan mengenai batasan dan beberapa parameter penting yang ada kaitannya dengan kekasaran/kehalusan permukaan yang hingga saat ini masih banyak dipakai dalam praktek. Beberapa peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan, juga akan dibicarakan.

Permukaan adalah batas yang memisahkan suatu benda dengan sekelilingnya. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin/peralatan. Banyak hal yang perlu dinyatakan dengan jelas tentang karakteristik permukaan, misalnya dalam hal kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, ketahanan kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen-komponen mesin dan sebagainya. Karakteristik permukaan yang dimaksud oleh seorang perancang, sedapat mungkin harus dapat dipenuhi oleh si pembuat komponen (produsen). Salah satu karakteristik permukaan yang penting adalah kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan sangat penting pula bila dihubungkan dengan fungsi komponen. Pembuatan komponen tidak semata-mata harus semuanya dengan nilai kekasaran yang kecil atau halus, tetapi harus benar sesuai fungsi dan permintaan si perancang (designer). Untuk mendapatkan

karakteristik permukaan yang diinginkan tersebut, tidak terlepas dengan alat ukur dan cara atau metode pengukurannya. Pemotongan permukaan perlu parameter tertentu untuk mendapatkan karakteristik permukaan terutama tentang kekasaran permukaan yang diinginkan dapat tercapai. Hal ini berhubungan dengan waktu proses serta alat ukur yang tepat sebagai hasil pengukuran yang diinginkan sesuai permintaan atau keinginan si perancang. Kekasaran permukaan sangat berhubungan erat dengan masalah keausan komponen terutama misalnya komponen yang dipakai untuk slot, maka perlu permukaan dengan nilai kekasaran yang kecil atau nilai Ra yang kecil.

Permukaan suatu komponen sangat penting diukur nilai kekasaran permukaannya. Apabila itu berhubungan dengan masalah cetakan, untuk pasangan poros, bantalan (bearing), maka perlu permukaan dengan nilai kekasaran yang kecil. Jika nilai kekasaran permukaan tersebut tidak tercapai dengan tepat, maka dapat mengakibatkan banyak eksekusi yang terjadi misalnya pada bantalan akan cepat aus dan umur bantalan menjadi pendek.

Nilai kekasaran permukaan pada cetakan plastik atau pada cetakan logam akan berpengaruh terhadap hasil cetakan yang tidak perlu proses pemesinan lagi. Setiap proses pengerjaan mempunyai ciri tertentu atas permukaan benda kerja yang dihasilkannya. Oleh karena itu dalam memilih proses pengerjaan aspek kekasaran permukaan ini perlu dipertimbangkan. Aspek lain yang tidak boleh diabaikan adalah ongkos pembuatan. Kompromi haruslah didapat antara persyaratan fungsional komponen dengan ongkos pembuatan. Ketidaktepatan alat ukur dan cara pengukuran maupun cara evaluasi hasil

pengukuran, maka suatu permukaan sesungguhnya tidak dapat duplikatnya secara sempurna. Tiruan permukaan hasil pengukuran hanya bisa mendekati bentuk atau konfigurasi permukaan yang sesungguhnya dan disebut sebagai permukaan terukur (measured surface).

Sebagai contoh suatu celah atau retakan yang sempit pada permukaan tidak akan dapat diikuti oleh jarum peraba (stylus) alat ukur karena dimensi ujung jarum peraba ini lebih besar dari pada ukuran celah. Hal ini adalah salah satu kelemahan pengukuran permukaan dengan jarum peraba (stylus) yang dikenal dengan pengukuran kontak langsung antara alat ukur dan obyek ukur. Perkembangan industri menuntut hasil proses akhir pemesinan dengan kualitas baik dengan parameter nilai kekasaran permukaan (surface roughness) yang dihasilkan sesuai dengan keinginan konsumen atau industri. Nilai kekasaran permukaan merupakan faktor penting yang perlu penanganan serius, terutama untuk komponen yang bergerak dan kontak langsung dengan pasangannya atau komponen lainnya.

Radhakrishnan, (1970) dan Mc Cool, (1984), mengungkapkan bahwa dalam pengukuran secara kontak (mekanik), ukuran dari ujung stylus mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil pengukuran kekasaran permukaan obyek ukur. Ukuran ujung stylus yang tidak sesuai dengan karakteristik profil permukaan akan menghasilkan ketidak akuratan hasil pengukuran kekasaran permukaan obyek ukur.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, ukuran ujung stylus yang besar hanya sesuai digunakan pada profil permukaan yang mempunyai celah dan jarak puncak

(peak) yang besar. Untuk permukaan yang mempunyai celah dan antar puncak (peak) yang kecil, maka ukuran stylus yang besar tentu akan menyebabkan ketidak akuratan hasil pengukuran kekasaran permukaan. Sedangkan bila dibuat ujung stylus yang kecil timbul masalah lain yakni selain ujung stylus harus kecil juga harus tahan aus.

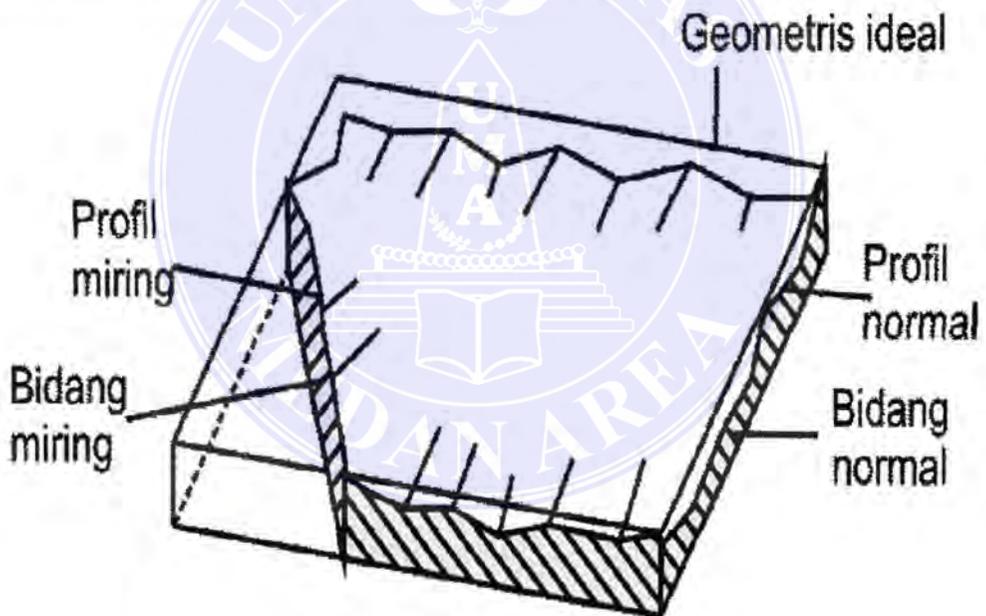
Poon & Bhushan, (1995), dan Bushan, (1996), juga menyatakan bahwa stylus yang keras dan tajam akan merusak permukaan obyek ukur. Kerusakan yang terjadi disebut dengan micro-scratches. Dengan keberadaan atau kehadiran micro-scratches akan menghasilkan data pengukuran yang tidak akurat, karena ujung stylus tidak mengukur permukaan melainkan menggores pada permukaan obyek ukur. Kehadiran adanya micro-scratches, bila dilakukan pengukuran berulang pada permukaan yang sama akan menghasilkan nilai kekasaran yang berbeda pula.

II.2. Batasan dan Parameter Permukaan

II.2.1. Permukaan

Menurut istilah keteknikan, permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Dalam dunia industri, bahan yang digunakan untuk komponen-komponen mesin kebanyakan dari bahan logam. Oleh karena itu, benda-benda padat yang bahannya terbuat dari tanah, batu, kayu dan karet tidak akan disinggung dalam analisa ini. Kadang-kadang ada pula istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Istilah profil sering disebut dengan istilah lain yaitu bentuk. Profil atau bentuk yang dikaitkan dengan istilah

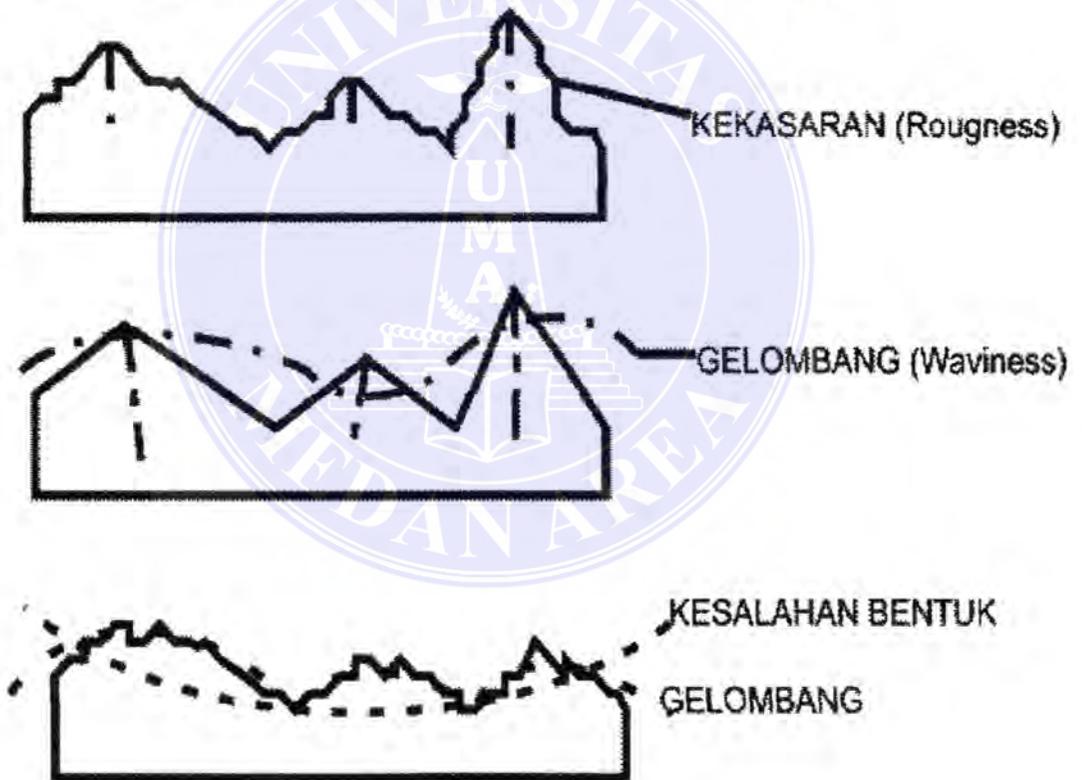
permukaan mempunyai arti tersendiri yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau miring dari suatu penampang permukaan. Untuk mengukur dan menganalisis suatu permukaan dalam tiga dimensi adalah sulit. Oleh karena itu, untuk mempermudah pengukuran maka penampang permukaan perlu dipotong. Cara pemotongan biasanya ada empat cara yaitu pemotongan normal, miring, singgung dan pemotongan singgung dengan jarak kedalaman yang sama. Garis hasil pemotongan inilah yang disebut dengan istilah profil, dalam kaitannya dengan permukaan. Dalam analisisnya hanya dibatasi pada pemotongan secara normal. Gambar 2.1. menunjukkan perbedaan antara bidang dan profil.



Gambar II.1. Bidang Dan Profil Pada Penampang Permukaan

Dengan melihat profil ini maka bentuk dari suatu permukaan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (roughness) dan permukaan yang bergelombang (waviness). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat)

potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (feed) pisau potong dalam proses pembuatannya. Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi center yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (non linier) dari pemakanan (feed), getaran mesin, tidak imbangnya batu gerinda, perlakuan panas (heat treatment) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (roughness) dan gelombang (waviness) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar II.2. Kekasaran, Gelombang Dan Kesalahan Bentuk

II.2.2. Parameter permukaan

Sebelum membicarakan parameter-parameter permukaan perlu dibicarakan terlebih dulu mengenai profil permukaan.

II. 2.3. Profil geometris ideal

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya. Bentuk dari profil geometris ideal ini dapat berupa garis lurus, lingkaran, dan garis lengkung.

II.2.4. Profil referensi

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan. Bentuknya sama dengan bentuk profil geometris ideal, tetapi tepat menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur pada panjang sampel yang diambil dalam pengukuran.

II.2.5. Profil terukur

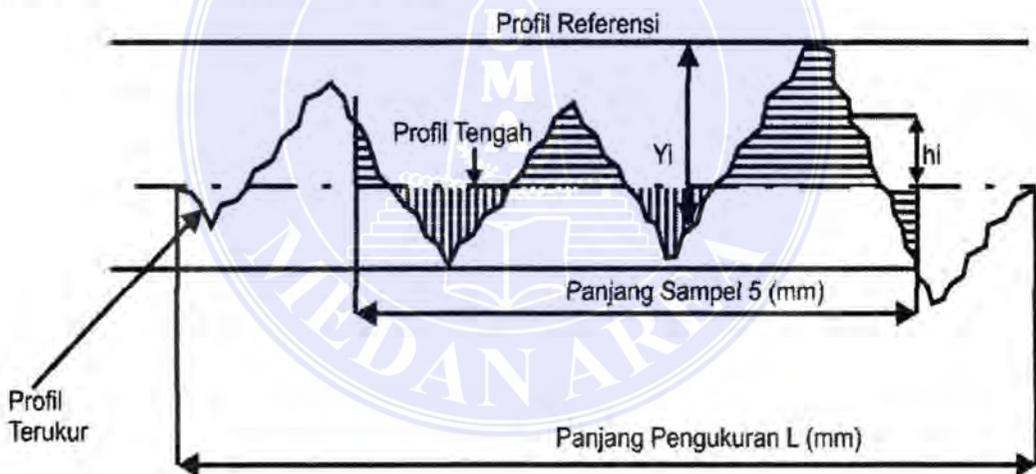
Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran. Profil inilah yang dijadikan sebagai data untuk menganalisis karakteristik kekasaran permukaan produk pemesinan.

II. 2.6. Profile dasar

Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan kebawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

II.2.7. Profile tengah

Profil tengah adalah profil yang berada ditengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur. Profil tengah ini sebetulnya merupakan profil referensi yang digeserkan ke bawah dengan arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal sampai pada batas tertentu yang membagi luas penampang permukaan menjadi dua bagian yang sama yaitu atas dan bawah. Untuk lebih memperjelas dimana posisi dari profil geometis ideal, profil terukur, profil referensi, profil dasar, dan profil tengah, dapat dilihat gambar II.3.berikut ini.

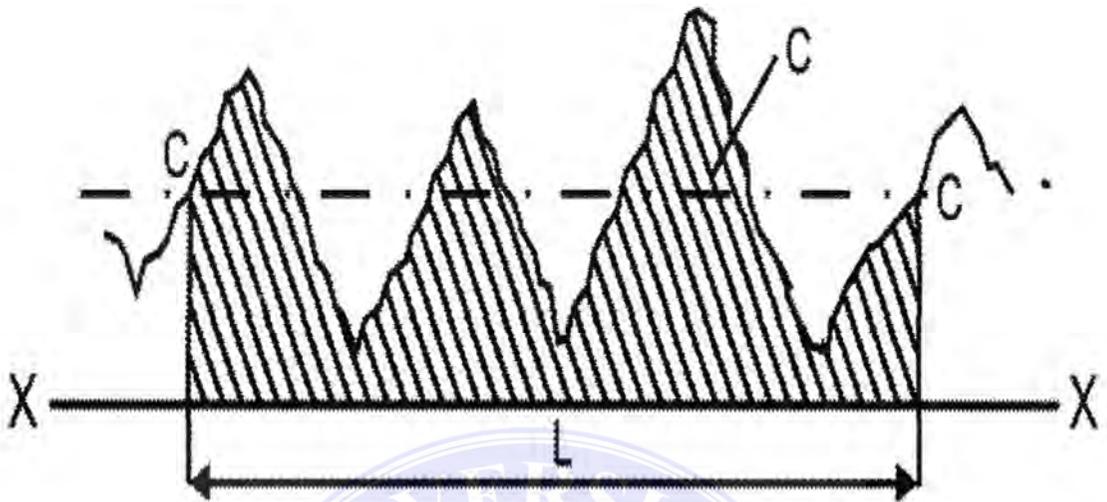


Gambar II.3. Profil permukaan

Beberapa parameter yang bisa dijabarkan dari profil-profil yang telah disebutkan diatas antara lain adalah: (a) Kedalaman total. Kedalaman total ini adalah besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar. Satuannya adalah dalam micron (μm). Lihat gambar II.4, (b) Kedalaman perataan. Kedalaman perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil

terukur. Bila juga dikatakan bahwa kedalaman perataan merupakan jarak antara profil tengah dengan profil referensi. Lihat Gambar II.4. (c) Kekasaran Rata-Rata (R_a). Kekasaran rata-rata merupakan harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. Menentukan kekasaran rata-rata (R_a) dapat pula dilakukan secara grafis. Adapun caranya adalah sebagai berikut :

- (1) Gambarkan sebuah garis lurus pada penampang permukaan yang diperoleh dari pengukuran (profil terukur) yaitu garis X – X yang posisinya tepat menyentuh lembah paling dalam.
- (2) Diambil sampel panjang pengukuran sepanjang L yang memungkinkan memuat sejumlah bentuk gelombang yang hampir sama.
- (3) Diambil luasan daerah A di bawah kurva dengan menggunakan planimeter atau dengan metode ordinat. Dengan demikian diperoleh jarak garis center C – C terhadap garis X – X secara tegak lurus.
- (4) Sekarang diperoleh suatu garis yang membagi profil terukur menjadi dua bagian yang hampir sama luasnya, yaitu luasan daerah di atas ($P_1 + P_2 + \dots$ dan seterusnya) dan luasan daerah di bawah ($Q_1 + Q_2 + \dots$ dan seterusnya). Lihat gambar II.5.b. Dengan demikian maka R_a dapat ditentukan besarnya.



Gambar II.4. Menentukan Kekasaran Rata-Rata (Ra)

Kekasaran rata-rata dari puncak ke lembah ,Rz sebetulnya hampir sama dengan kekasaran rata-rata aritmatik Ra, tetapi cara menentukan Rz adalah lebih mudah dari pada menentukan Ra, cara menentukan Rz adalah sampel pengukuran diambil sejumlah profil yang memuat, misalnya 10 daerah yaitu 5 daerah puncak dan 5 daerah lembah. Kemudian buat garis lurus horizontal di bawah profil permukaan. Tarik garis tegak lurus dari masing-masing ujung puncak dan lembah ke garis horizontal. Dengan cara ini maka diperoleh harga Rz yang besarnya adalah :

$$Rz = \frac{1}{5} (R1+R3+R5+R7+R9+Pa) - \frac{1}{5} (R2+R4+R6+R8+R1) \times \frac{1000}{Vv}$$

II. 2.8. Toleransi harga (Ra)

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmatik Ra juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian

UNIVERSITAS MEDAN AREA

masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N1 sampai N12. Besarnya toleransi untuk Ra biasanya diambil antara 50% ke atas dan 25% ke bawah.

Tabel II.1. Menunjukkan harga kekasaran rata-rata beserta toleransi

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (mm)	Harga Ra(mm)	Toleransi	Panjang sampel (mm)
N 1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N 2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N 3	4	0.0	0.08 – 0.15	0.25
N 4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N 5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N 6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N 7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N 8	125	3.2	2.4 – 4.8	
N 9	250	6.3	4.8 – 9.6	0.8
N 10	500	12.5	9.6 – 18.75	
N 11	1000	25.0	18.75 – 37.5	2.5
N 12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

Toleransi harga kekasaran rata-rata, Ra 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 22 berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23

17

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)19/9/23

Tabel II.2. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
Flat and cylindrical lapping, Superfinishing Diamond turning	N1 – N4	0.025 – 0.2
	N1 – N6	0.025 – 0.8
Flat cylindrical grinding Finishing	N1 – N8	0.025 – 3.2
	N4 – N8	0.1 – 3.2
Face and cylindrical turning, milling and reaming Drilling	N5 – N12	0.4 – 50.0
	N7 – N10	1.6 – 12.5
Shapping, planing, horizontal milling Sandcasting and forging	N6 – N12	0.8 – 50.0
	N10 – N11	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i> <i>Die casting</i>	N6 – N8	0.8 – 3.2
	N6 – N7	0.8 – 1.6

II.2.9. Kekasaran rata-rata kuadratis (Rg)

Besarnya harga kekasaran rata-rata kuadratis ini adalah jarak kuadrat rata-rata dari harga profil terukur sampai dengan profil tengah. Pada arah mendatar juga terdapat beberapa parameter yang bias digunakan untuk menjelaskan ketidakteraturan permukaan. Parameter parameter tersebut antara lain : (a) Lebar Gelombang (Aw)

Lebar gelombang adalah jarak rata-rata aritmetis dari jumlah jarak Aw yang terletak diantara dua puncak gelombang pada profil terukur yang letaknya berdekatan dengan panjang sampel pengukuran sw. Satuan dari lebar gelombang adalah dalam milimeter. (b) Lebar Kekasaran (Ar). Lebar kekasaran adalah jarak rata-rata aritmetis dari jumlah jarak Aw yang terletak diantara dua puncak



kekasaran pada profil terukur yang letaknya berdekatan dengan panjang sampel pengukuran s . Satuan dari lebar kekasaran juga dalam milimeter.

II.2.10. Parameter-parameter lainnya

Untuk menjelaskan parameter lain yang dapat memberikan keterangan tambahan bagi ketidak teraturan dari suatu permukaan maka perlu kiranya dilukiskan suatu profil permukaan yang agak berlebihan, menunjukkan suatu profil permukaan dengan bentuk puncak seperti duri dan bentuk lembah yang sempit dan dalam. Bila dari kedua profil ini ditarik harga R_a maka nampak bahwa harga R_a dari profil yang atas hampir sama dengan harga R_a dari profil yang bawah. Hal yang sama juga berlaku untuk harga R_t . Sedangkan untuk harga R_p nampak ada perbedaan antara kedua profil tersebut. Agar informasi mengenai permukaan lebih lengkap perlu dikemukakan parameter yang lain yaitu :

(a) Bentuk.

Parameter ini dapat dijelaskan dengan menganalisis hubungan antara R_p dan R_t sehingga didapatkan suatu angka yang disebut dengan koefisien lekukan (K_u) dan koefisien kelurusan (K_v). Koefisien lekukan (K_u) dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$K_u = \frac{R_p}{R_t}$$

Sedangkan koefisien kelurusan (K_v) dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$K_v = 1 - K_u$$

Kekasaran untuk profil permukaan. Kombinasi dari bentuk gelombang dan kekasaran selalu terdapat dalam ketidak teraturan suatu permukaan. Oleh karena itu, dalam pemeriksaan kekasaran permukaan sedapat mungkin dipisahkan antara gelombang dan kekasaran. Dengan mengambil dua buah sampel yang berbeda panjangnya maka dapat dipisahkan bentuk gelombang dari kekasaran, yaitu untuk gelombang panjang sampelnya lebih panjang dari pada untuk kekasaran. Dari caraini diperoleh parameter yang lain lagi dari profil permukaan yaitu ketinggian gelombang (W) (*waviness height*), lihat gambar II. 5.



Gambar II.5. Tinggi Gelombang Pada Permukaan

Besarnya tinggi gelombang ini bisa ditentukan dengan mengurangkan harga R_t , dari panjang sampel gelombang dengan harga panjang sampel gelombang tersebut di atas. Dari penjelasan-penjelasan di atas maka dapat disebutkan di sini beberapa parameter dari suatu permukaan, yaitu: kedalaman total (R_t), kedalaman perataan (R_p), kekasaran rata-rata aritmatis (R_a), kekasaran rata-rata kuadratis (R_g) dan koefisien lekukan (K_u). Dengan menggunakan rumus matematis maka dapat dicari besarnya harga parameter-parameter di atas. Secara teoritis dapat dilukiskan suatu profil permukaan dengan harga-harga parameternya seperti tampak pada Tabel II.2. Dalam tabel tersebut nampak

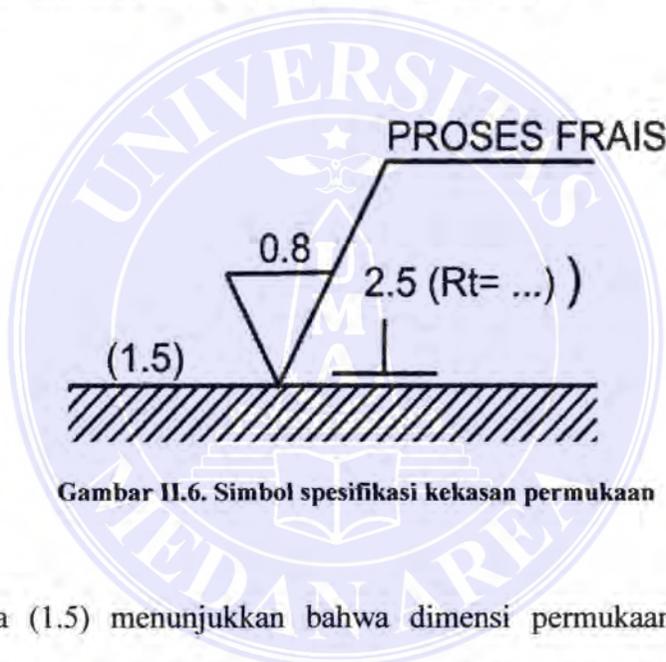
bahwa profil permukaan secara teoritis dilukiskan agak berlebihan, seolah-olah mempunyai bentuk yang begitu teratur. Hal ini sebetulnya hanyalah salah satu cara untuk menjelaskan karakteristik suatu permukaan yang memang sangat kompleks. Dari pembahasan-pembahasan di muka nampaknya parameter Ra lebih banyak dibicarakan dalam menjelaskan karakteristik permukaan. Parameter Ra adalah sangat cocok untuk digunakan dalam pemeriksaan kekasaran permukaan dari komponen-komponen mesin dalam jumlah besar yang proses pengerjaannya dengan proses permesinan tertentu. Hal ini dimungkinkan karena parameter Ra ternyata lebih peka dari pada parameter yang lain terhadap adanya perubahan kehalusan permukaan. Sehingga dengan demikian, bila diketahui adanya penyimpangan maka dengan segera bisa diambil tindakan pencegahannya. Parameter Rt juga sering digunakan untuk menjelaskan ketidakteraturan permukaan. Dengan mengetahui harga Rt berarti dapat diketahui pula besarnya celah dari profil permukaan. Apabila dalamnya celah tersebut terlalu besar, yang berarti sudah melampaui batas-batas yang diijinkan bagi kehalusan suatu permukaan maka tindakan koreksi perlu diambil. Hal lain yang berkaitan dengan Rt ini adalah pengambilan sampel panjang pemeriksaan yang relatif pendek. Proses pengerjaan yang berusaha memperkecil harga Rt berarti berusaha memperoleh bentuk permukaan yang semakin mendekati standar kehalusan. Dengan cara ini berarti juga mempertinggi daya tahap kelelahan dari komponen. Parameter Ku juga bisa digunakan untuk menjelaskan ketidakteraturan permukaan walaupun dalam penjelasannya dipengaruhi oleh

besarnya R_p dan R_t . Ini berarti bahwa K_u tidak bisa berdiri sendiri untuk penjelasan permukaan. Untuk proses pengerjaan dengan mesin-mesin yang berbeda bisa saja diperoleh suatu bentuk permukaan dengan koefisien K_u yang hampir sama namun harga R_t -nya bisa jauh berbeda. Dari penjelasan beberapa parameter di atas ternyata tidak dipengaruhi satu parameter pun yang dapat menjelaskan karakteristik permukaan secara sempurna. Sistem yang digunakan dalam menurunkan atau menjabarkan parameter-parameter yang telah dikemukakan pada dasarnya menggunakan sistem M (*meanline system*). Ada pula sistem lain yaitu sistem E (*envelope system*) yang menjelaskan karakteristik permukaan dari segi fisisnya. Berarti, secara teoritis sistem M lebih baik dari pada sistem E. Hanya sayangnya, peralatan ukur yang bekerjanya berdasarkan sistem E ini kurang begitu dikenal maka dalam praktek-praktek pengukuran di industri sistem E tidak banyak digunakan.

(b). Penulisan Spesifikasi Permukaan dalam Gambar Teknik.

Meskipun tidak ada satu parameter yang bisa digunakan untuk menjelaskan ketidak teraturan suatu permukaan secara sempurna, namun salah satu atau beberapa parameter permukaan masih tetap digunakan orang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan suatu persyaratan yang diinginkan dalam usaha mendapatkan suatu produk dengan tingkat kehalusan semaksimal mungkin, sesuai dengan kualitas fungsional dari komponen yang dibuat. Untuk mendapatkan informasi yang jelas mengenai bentuk permukaan yang harus dibuat maka beberapa symbol harus dicantumkan dalam gambar teknik. Agar diperoleh suatu keseragaman bahasa dalam menterjemahkan simbol tersebut

maka badan standar internasional ISO dengan rekomendasinya R 1302 telah menganjurkan cara penulisan spesifikasi permukaan. Simbol untuk pengerjaan permukaan menurut ISO R 1302 pada dasarnya berupa segitiga sama sisi yang salah satu ujungnya tepat pada permukaan yang bersangkutan. Salah satu contoh penulisan spesifikasi dari permukaan dapat dilihat pada Gambar II.6. Beberapa keterangan singkat dari symbol penulisan spesifikasi permukaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

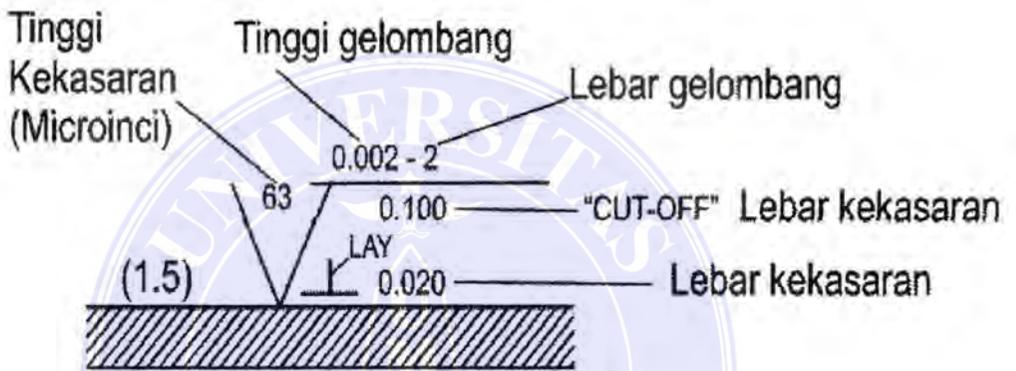


Gambar II.6. Simbol spesifikasi kekasaran permukaan

1. Angka (1.5) menunjukkan bahwa dimensi permukaan yang akan di kerjakan harus diberi kelonggaran sebesar 1.5 milimeter sebelum dilakukan penyelesaian akhir (finishing) melalui permesinan. Dalam prakteknya, pencantuman angka kelonggaran ini tidak diharuskan ada karena biasanya sudah diketahui bahwa untuk pemrosesan kembali suatu permukaan sudah tentu harus ada kelebihan dimensi ukuran dari permukaan tersebut. Dalam gambar kerja, biasanya dicantumkan angka kelonggaran, tetapi angka kelonggaran untuk permesinan.

2. Angka 0.8 menunjukkan bahwa kekasaran rata-rata maksimum yang diijinkan adalah 0.8 mm. Pada Tabel II.1 dapat dilihat angka-angka kekasaran Ra dari 12 kelas kekasaran. Ada pula satuan lain yang biasa digunakan untuk menyatakan harga kekasaran rata-rata selain yaitu *microinch* atau μi , $1\mu i = 0.025$ mm.
 3. Pada bagian atas dari tanda segitiga terdapat tulisan yang berbunyi proses frais, artinya: penyelesaian akhir dari permukaan (finishing) dilakukan dengan menggunakan mesin frais (milling machine). Kadang-kadang dicantumkan pula keterangan lain dalam penyelesaian permukaan, misalnya proses pengerasan, proses pelapisan, proses pancaran pasir, dan sebagainya.
 4. Angka 2.5 menunjukkan angka panjangnya sampel pengukuran yang harus diambil dalam pemeriksaan kekasaran permukaan dari komponen yang dibuat tersebut. Jadi, angka 2.5 pada contoh di atas artinya adalah panjang sampel untuk pemeriksaan kekasaran sama dengan 2.5 milimeter.
 5. Tanda ($R_t = \dots$) menunjukkan bahwa harga parameter yang lain selain Ra perlu diperhatikan dalam proses akhir permesinan dari suatu permukaan.
 6. Tanda menunjukkan bahwa arah bekas pengerjaan harus tegak lurus pada bidang proyeksi dari penampang tepat tanda dipakai. *American Standard Association* (ASA) juga telah memberikan rekomendasinya dalam kaitannya dengan penulisan spesifikasi permukaan parameter-parameter yang digunakan dalam menjelaskan karakteristik permukaan.
- Gambar II.7. menunjukkan contoh penulisan spesifikasi permukaan

berdasarkan ASA.B46.1-1962. Simbol yang digunakan oleh ASA.B46.1-1962 untuk mengkomunikasi standard permukaan melalui gambar teknik ternyata tidak jauh berbeda dengan yang dikemukakan oleh ISO R 1302. Yang berbeda adalah pada system satuannya, yaitu dalam *microinch* untuk ASA b 46.1 dan micrometer untuk ISO 1302.



Gambar II.7. Simbol penulisan spesifikasi permukaan dengan parameternya

Mengenai tanda atau simbol bekas pengerjaan (*lay*) ada beberapa macam antara lain yaitu :artinya: arah bekas pengerjaan sejajar dengan bidang proyeksi dari potongan tempat tanda dipakai.artinya: arah bekas pengerjaan tegak lurus bidang proyeksi dari penampang tempattanda dipakai. X artinya: arah bekas pengerjaan bersilangan pada dua arah terhadap bidang proyeksi tempat tanda dipakai. M artinya: arah bekas pengerjaan tidak teratur atau banyak arahnya (*multi direction*). artinya: arah bekas pengerjaan hampir berupa lingkaran-lingkaran terhadap pusat permukaan tempat tanda dipakai.

R artinya: arah bekas pengerjaan mendekati radial terhadap pusat permukaan tempat tanda dipakai.

(c). Cara Pengukuran Permukaan.

Banyak cara yang bisa dilakukan untuk memeriksa tingkat kekasaran permukaan. Cara yang paling sederhana adalah dengan meraba atau menggaruk permukaan yang diperiksa. Cara ini sudah tentu ada beberapa kelemahannya, karena sifatnya hanya membandingkan saja. Dan dasar pengambilan keputusan baik tidaknya suatu permukaan adalah berdasarkan perasaan si pengukur belaka yang antara pengukur yang satu dengan lainnya sudah tentu terdapat perbedaan. Cara lain yang lebih teliti lagi adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan jarum peraba (*stylus*). Peralatan ini memiliki system kerja berdasarkan prinsip elektris. Dengan peralatan yang dilengkapi dengan *stylus* ini maka hasil pengukuran permukaan bisa langsung dibaca. Bila dilihat dari proses pengukurannya maka cara pengukuran permukaan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu: pengukuran permukaan secara tak langsung atau membandingkan dan pengukuran permukaan secara langsung.

II.2.11. Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Tidak Langsung

Dalam pemeriksaan permukaan secara tidak langsung atau membandingkannya ada beberapa cara yang bisa dilakukan, antara lain yaitu dengan meraba (*touch inspection*), dengan melihat/mengamati (*visual inspection*), dengan menggaruk

(*scratch inspection*), dengan mikroskop (*microscopic inspection*) dan dengan potografi permukaan (*surface photographs*).

(a). Pemeriksaan Kekasaran Permukaan Dengan Cara Meraba.

Pemeriksaan kekasaran dengan cara ini adalah dengan cara meraba muka ukur. Sebagai alat perabanya adalah ujung jari. Dengan kepekaan perasaan dalam meraba maka dapat dirasakan kasar halusny suatu permukaan. Untuk mengetahui seberapa tinggi tingkat kehalusannya biasanya dilakukan dengan permukaan standar (*surface finish comparator*). Dalam laboratorium pengukuran atau dalam bengkel-bengkel mesin biasanya dilengkapi dengan alat ukur pembanding kekasaran permukaan. Alat ukur pembanding kekasaran permukaan ini ditempatkan dalam satu set yang terdiri dari beberapa lempengan baja yang masing-masing lempengan mempunyai angka kekasaran sendiri-sendiri. Karena proses pengerjaan mesin bisa dilakukan dengan mesin bubut, mesin sekrup, mesin frais, mesin gerinda dan sebagainya, maka alat ukur pembanding kekasaran permukaan pun dikelompokkan menurut jenis mesin yang digunakan. Dengan demikian, dalam laboratorium pengukuran atau bengkel mesin biasanya selalu tersedia beberapa set alat ukur pembanding kekasaran permukaan (*surface finish comparator*) yang sudah dikelompokkan sesuai dengan jenis mesin yang digunakan untuk pembuatannya. Jadi, dengan adanya alat ukur pembanding kekasaran permukaan maka dapat diperkirakan besarnya tingkat kekasaran permukaan yang diperiksa. Yang perlu diperhatikan adalah alat ukur pembanding kekasaran permukaan yang digunakan harus sesuai jenis mesin yang dipakai. Jadi, bila permukaan yang akan diperiksa dikerjakan dengan mesin bubut maka alat

ukur pembanding kekasaran permukaan yang digunakan adalah set kekasaran permukaan kerja bubut. Permukaan yang diperiksa diraba dengan ujung jari, kemudian ganti meraba beberapa lempengan alat ukur pembanding kekasaran permukaan. Bila dirasakan ada salah satu lempengan yang tingkat kehalusannya sama dengan kehalusan dari permukaan yang diperiksa bahwa kehalusan permukaan yang diperiksa adalah sama dengan kehalusan permukaan pembanding. Angka tingkat kehalusan/kekasaran bisa dibaca pada lempengan dari pembanding. Dengan cara yang sama maka pemeriksaan kekasaran bisa dilakukan dengan melihat dan menggaruk permukaan kemudian ganti melihat dan menggaruk permukaan alat ukur pembanding kekasaran. Jadi, dengan mata telanjang bisa juga dilakukan pemeriksaan (*visual inspection*) suatu permukaan, yaitu melihat permukaan yang diperiksa kemudian melihat kehalusan permukaan pembanding. Dari perbandingan dengan melihat ini bisa ditentukan permukaan pembanding yang mana yang kira-kira sama dengan permukaan yang diperiksa. Demikian juga halnya dengan menggaruk permukaan (*scratch inspection*). Permukaan yang diperiksa digaruk dengan kuku, kemudian ganti menggaruk permukaan pembanding. Dengan perbandingan menggaruk permukaan ini maka dapat diperkirakan permukaan pembanding yang mana yang sama dengan permukaan yang diperiksa. Besarnya angka tingkat kehalusan bisa dibaca pada angka yang tercantum untuk permukaan pembanding. Dari pemeriksaan permukaan dengan meraba, melihat dan menggaruk di atas jelas bahwa ada beberapa kelemahan yaitu dari sudut penentuan besarnya angka tingkat kehalusan permukaan. Hal ini disebabkan sulitnya menentukan besarnya tingkat kehalusan

yang hanya berdasarkan pada kepekaan perasaan individu. Di samping itu, perasaan dari meraba, melihat dan menggaruk permukaan antara individu yang satu dengan yang lain sudah tentu ada perbedaannya. Meskipun demikian, cara-cara pemeriksaan permukaan dengan perbandingan di atas cukup efisien digunakan dalam praktek kerja mesin dan pengepasan maupun pada produksi komponen-komponen yang tingkat kehalusannya tidak begitu ditekankan. Bila pemeriksaan kekasaran permukaan harus dilakukan dengan cara meraba, melihat dan menggaruk, maka sebaiknya perlu juga dilakukan pemeriksaan kekasaran permukaan dengan *stylus*. Hal ini dimaksudkan untuk sebagai beban perbandingan antara harga Ra yang diperoleh dari meraba atau menggaruk dengan harga Ra yang diperoleh dengan *stylus*. Jadi, sifatnya hanya mengecek harga Ra yang diperoleh dari pemeriksaan secara tidak langsung.

(b). Pemeriksaan Kekasaran Permukaan dengan Mikroskop.

Cara pemeriksaan kekasaran permukaan dengan menggunakan mikroskop adalah metode yang lebih baik dari pada cara yang sudah dibicarakan yaitu meraba, melihat dan menggaruk permukaan. Keterbatasan pemeriksaan permukaan dengan mikroskop ini adalah pengambilan bagian permukaan yang sempit setiap kali akan melakukan pengukuran. Maka dari itu, dalam pemeriksaan kekasaran permukaan harus dilakukan berulang-ulang untuk kemudian dicari harga rata-ratanya. Pemeriksaan kekasaran permukaan dengan mikroskop ini termasuk juga salah satu pengukuran dengan cara membandingkan, yaitu membandingkan hasil pemeriksaan permukaan yang diukur dengan permukaan

dari pembandingan yang kedua-duanya dilihat dengan mikroskop. Pertama melihat permukaan ukur dengan mikroskop, kemudian ganti melihat permukaan pembandingan. Dengan membandingkan kedua permukaan yang dilihat dengan mikroskop ini maka dapat dianalisis bagaimana keadaan yang sesungguhnya dari permukaan yang diperiksa

(c). Pemeriksaan Kekasaran Permukaan dengan Poto.

Pengukuran dengan cara ini adalah mengambil gambar atau memotret permukaan yang akan diperiksa. Kemudian foto permukaan tersebut diperbesar dengan perbesaran yang berbeda-beda. Perbesaran yang diambil adalah perbesaran secara vertikal. Dengan membandingkan hasil perbesaran foto permukaan yang berbeda-beda ini maka dapat dianalisis ketidakraturan dari permukaan yang diperiksa.

(d). Pemeriksaan Kekasaran Dengan Peralatan Kekasaran Secara Mekanik.

Mechanical Roughness Instrument yang disingkat dengan MECRIN adalah peralatan untuk memeriksa kekasaran permukaan yang merupakan perkembangan dari cara perabaan atau penggarukan permukaan. Alat ini bekerja dengan sistem mekanik dan diproduksi oleh Messrs. Ruber and Co. Peralatan ini hanya cocok untuk permukaan yang tidak teratur. Sebagai peraba dari alat ini adalah sebuah pelat tipis. Alat ini terdiri dari pelat tipis sebagai peraba, penutup pelat, jarum ukur (*dial indicator*) dan kait pengatur. Pada waktu bekerja, pelat peraba akan tetap lurus dan bias melengkung tergantung pada tingkat kekasaran

permukaan dan sudut kemiringan dalam menekankan peraba pada permukaan ukur. Bila sudut kemiringan dibawah sudut kritisnya maka pelat peraba akan dengan mudah meluncur di atas permukaan dalam keadaan tetap lurus. Bila sudut kemiringannya diperbesar maka peraba akan melengkung. Pada saat peraba mulai melengkung inilah terdapat sudut kritis (*critical angle*) antara pelat peraba dengan permukaan. Dengan demikian berarti bahwa makin halus permukaan makin besar pula sudut kritisnya. Jadi, sudut kemiringan ini merupakan fungsi dari tingkat kekasaran permukaan yang diperiksa. Perubahan sudut ini dapat diamati pada penutup peraba yang tembus pandang (*transparent*) dan perubahan bentuk pelat peraba ini akan mempengaruhi posisi dari jarum penunjuk jam ukur (*dial indicator*). Pada piringan jam ukur tercantum simbol-simbol kelas kekasaran. Dengan demikian, setiap kali pengukuran permukaan bisa dilihat di mana letak posisi jarum penunjuk jam ukur yang pada posisi itulah kelas kekasaran dari permukaan yang diukur. Untuk menjaga ketelitian maka alat ukur *MECRIN* ini juga harus dikalibrasi dalam periode waktu tertentu. Sebagai benda pembanding dalam mengkalibrasi alat ukur *MECRIN* adalah baja karbon specimen yang sudah dikeraskan yang mempunyai harga normal Ra antara $0.1 \mu\text{m}$ dan $0.4 \mu\text{m}$. Dan toleransi yang diberikan untuk alat ini adalah 12%. Alat ukur kekasaran secara mekanis (*MECRIN*) secara umum bias digunakan untuk tujuan-tujuan :

- (1) Sebagai alat pembanding untuk menentukan permukaan yang mana yang lebih kasar dalam pemeriksaan dua permukaan.
- (2) Sebagai alat ukur batas untuk kekasaran, yaitu dalam kaitannya dengan *GO* dan *NOT GO*.

- (3) Untuk memeriksa arah bekas pengerjaan permukaan (*lay*).
- (4) Untuk mengukur kedalaman kekasaran yang dalamnya sampai 1mm yang tidak bisa diperiksa dengan *stylus*.
- (5) Sebagai pembanding permukaan selain logam, misalnya kertas, plastik, kayu, permukaan-permukaan yang dicat, dan sebagainya.
- (6). Untuk melengkapi harga-harga Ra dari permukaan-permukaan yang relatif halus.

Untuk harga kekasaran Ra di atas 5.0 mm, misalnya permukaan yang dikerjakan dengan sekrap, perlu diperiksa dengan peralatan yang lebih cocok karena keterbatasan dari penggunaan peralatan *stylus*. Salah satu peralatan ukur yang dikembangkan untuk maksud di atas adalah alat ukur kedalaman kekasaran (*Dial Dept Gauge*). Keuntungan dari alat ini adalah dapat dilakukan pengukuran secara cepat tanpa harus membuat grafik kekasaran permukaan terlebih dulu. Bentuk pengukur kedalaman kekasaran ini hampir sama dengan jam ukur, namun perabanya diganti dengan sebuah silinder dari baja atau *diamond* yang berfungsi sebagai *stylus*. Pada bagian *stylus* ini dilengkapi dengan dua atau tiga penyentuh data (*datum attachment*) yang bisadiatur untuk permukaan yang rata atau bulat. Pada waktu digunakan, posisi nol jam ukur harus disetel yaitu tepat pada saat *stylus* menyentuh alur kekasaran. Kemudian kaki dari *datum attachment* ditekan ke permukaan. Dari sini baru dibaca skala ukurnya. Cara ini diulang-ulang sampai empat atau lima kali, kemudian harga pemeriksaannya di rataratakan. Harga rata-rata ini adalah sama dengan Rz. Harga pembacaan tertinggi adalah harga Rt. Pembahasan peralatan ukur untuk kekasaran permukaan

MECRIN dan *Dial Depth Gauge* sebetulnya bisa juga dikatakan dengan pemeriksaan permukaan secara langsung. Hanya saja sistem kerjanya secara mekanis dan juga tidak diperoleh grafik kekasaran permukaan pada saat pengukuran dilakukan dengan kedua alat tersebut. Yang bias dibaca langsung dari kedua alat ini adalah harga R_a -nya.

11.2.12. Pemeriksaan Kekasaran Permukaan Secara Langsung

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa pemeriksaan permukaan secara langsung adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan peraba yang disebut *stylus*. Pada pembahasan alat ukur *MECRIN* dan *Dial Depth* juga telah disinggung adanya kata *stylus*. *Stylus* merupakan peraba dari alat ukur kekasaran permukaan yang bentuknya konis atau piramida. Bagian ujung dari *stylus* ini ada yang berbentuk rata dan ada pula yang berbentuk radius. Untuk ujung *stylus* yang berbentuk radius, jari-jari keradiusannya biasanya sekitar 2 μm . Bila *stylus* bergeser maka setiap perubahan yang dialami oleh *stylus* karena permukaan yang tidak halus akan nampak pada kertas grafik dari peralatan ukurnya karena perubahan ini terekam secara otomatis. Dengan adanya bagian pembesar pada peralatan ukurnya (*amplifier*) kekasaran permukaan yang tidak jelas dilihat dengan mata akan nampak lebih jelas tergambar pada kertas di bagian rekorder (perekam) jalannya *stylus*. Pada bagian daerah *stylus* biasanya dilengkapi dengan *skid* atau *datum attachment*. Fungsi *skid* ini pada dasarnya adalah penahan dan pengatur menyentuhnya *stylus* terhadap permukaan ukur. Bentuk *skid* ini ada yang berbentuk kurva dan ada pula yang rata. Jadi, perlengkapan secara umum

dari peralatan ukur kekasaran permukaan dengan *stylus* yang bekerjanya berdasarkan prinsip kelistrikan adalah peraba (*stylus*), *skid*, *amplifier*, perekam (*recorder*) dan bagian pencatat semua profil kekasaran yang direkam. Beberapa peralatan ukur permukaan yang menggunakan *stylus* ini antara lain adalah profil meter, The Tomlinson Surface Meter dan The Taylor-Hobson Taysurf.

(a). Pemeriksaan Kekasaran Permukaan dengan Profilometer.

Sistem kerja dari profilometer pada dasarnya sama dengan prinsip peralatan *gramophone*. Perubahan gerakan *stylus* sepanjang muka ukur dapat dibaca pada bagian amplimeter. Gerakan *stylus* bisa dilakukan dengan tangan dan bisa secara otomatis dengan yang dilakukan oleh motor penggerakannya. Angka yang ditunjukkan pada bagian skala adalah angka tinggi rata-rata dari kekasarannya. Sebagai contoh hasil pemeriksaan permukaan dengan profilometer dapat dilihat sampel pengukuran berikut ini :

(1) Alat Ukur Permukaan Tomlinson Surface Meter.

Alat pengukur kekasaran permukaan ini memiliki prinsip kerja mekanis optis yang dirancang oleh *Dr. Tomlinson* dari *National Physical Laboratory (NPL)*. Peralatan ukur *Tomlinson Surface Meter* terdiri dari beberapa komponen antara lain yaitu: *stylus*, *skid*, pegas spiral, pegas daun, rol tetap, kaca tetap yang dilapisi bahan tertentu sehingga terdapat bekas ada goresan pada permukaannya (*smoked glass*) dan badan (*body*). Disini gerakan *stylus* hanya dibatasi khusus pada gerakan vertikal saja. Gerakan vertikal ini terjadi karena ada pengaruh dari pegas spiral dan pegas daun. Gaya dari pegas spiral menyebabkan timbulnya gaya

yang sama pada pegas daun. Gerak *stylus* secara vertikal akan menyebabkan sebuah lengan dari pelat tipis yang ujungnya dilengkapi dengan penggores ikut bergerak. Bahan penggores tersebut dari diamond. Bergeraknya ujung penggores dari diamond ini akan menyebabkan terjadinya goresan pada kaca. Karena kaca ini sudah diberi bahantertentu (*smokedglass*) maka setiap goresan pada permukaannya akan menjadi jelas. Agar bekas goresan tidak hanya mengarah secara vertikal saja maka badan (*body*) harus digerakkan secara horizontal. Gerakan horizontal dari badan dapat dilakukan dengan memutar mur penggerak yang dalam satu putaran mur memakan waktu kira-kira 1 menit. Perputaran mur ini dilakukan oleh motor. Selama terjadi gerakan horizontal dari badan kaca tempat penggoresan tetap pada posisinya. Dengan adanya gerakan horizontal dan vertikal secara bersama-sama ini maka bekas goresan akan nampak seperti ada lembah dan puncak yang tajam berjejer secara bersambung dalam arah mendatar. Terjadinya bekas goresan vertikal dengan puncak dan lembah yang nampak jelas pada kaca disebabkan adanya perbesaran vertikal 100 kali. Peralatan *Tomlinson Surface Meter* dilengkapi juga dengan proyektor optis yang digunakan memproyeksikan goresan yang ada pada kaca. Dalam proses proyeksi ini juga ada perbesaran 50 kali. Dengan adanya perbesaran 50 kali ini maka hasil proyeksi dari goresan pada kaca diperbesar secara vertikal sebanyak 5000 kali dan secara horizontal 50 kali. Hasil perbesaran ini kemudian diambil, bisa dilakukan dengan tangan atau bisa juga dengan memotretnya. Selanjutnya, dengan data ini maka ketidak teraturan permukaan yang diperiksa bisa dianalisis.,

(2). Alat Ukur Permukaan Taylor-Hobson Talysurf.

Alat ukur permukaan ini merupakan alat ukur elektronik dan bekerja atas dasar prinsip modulasi (modulating principle). Pada dasarnya, Taylor-Hobson Talysurf ini bentuknya hampir sama dengan Hominson SurfaceMeter, bedanya hanya terletak pada sistem perbesarannya. Alat ukur Taylor-Hobson Talysurf dapat memberikan informasi yang lebih cepat dan bahkan lebih teliti dari pada Hominson Surface Meter. Seperti halnya pada Hominson Surface Meter, pada Taylor-Hobson Talysurf juga terdapat stylus dari diamond dengan bentuk radius yang berjari-jari 0.002 mm. Juga terdapat skid yang membantu mengatur kontakannya ujung stylus dengan muka ukur. Stylus dan skid akan bergerak secara elektronik karena adanya motor penggerak. Pada bagian stylus dan skid terdapat peralatan yang berbentuk E (E-shaped stamping), bagian tengahnya menahan/menyentuh lengan/pemegang stylus dan bagian kedua kakinya terdapat belitan (coil) kawat sebagai media lewatnya arus. Setiap ada perubahan yang dialami oleh stylus akan menyebabkan terjadinya jarak (air gap) antara lengan stylus dengan kaki tengah penekan berbentuk E. Besarnya jarak (air gap) ini bervariasi sesuai dengan variasi kekasaran permukaan yang diperiksa. Dengan demikian amplitudo yang terjadi pada koil dimodulasi. Dengan adanya perlengkapan demodulator maka arus dari koil ini diberikan secara langsung dengan pendorong tertentu ke gerakan vertikal dari stylus.

11.3. Bahan Alumunium (Al)

Alumunium merupakan salah satu logam non ferrous. Dalam sector perindustrian, alumunium dikembangkan dengan begitu pesat. Aluminium paduan diolah menjadi berbagai macam produk dengan lebih ekonomis. Alumunium merupakan logam ringan dengan berat jenis 2.643 kg/cm^3 dan titik cairnya 660°C . Bauksit adalah salah satu sumber alumunium, dan banyak terdapat di daerah Bintan dan Kalimantan. Bauksit dapat diolah dengan proses bayer untuk mendapatkan alumina yang selanjutnya diolah kembali untuk mendapatkan alumunium. Untuk menghasilkan 500kg alumunium diperlukan 550kg bauksit, 450kg NaOH, 31.5 ton H₂O dan 1.5 ton uap. Bauksit dapat juga diolah menggunakan proses elektrolisa. Untuk 1kg alumunium diperlukan 4 kg bauksit, 0.6kg karbon, dan criolit.

11.3.1. Sifat-Sifat Alumunium

Sifat-sifat umum dari alumunium antara lain :

- (1). Ringan, tahan korosi dan tidak beracun maka banyak digunakan untuk alat rumah tangga seperti panci, wajan dan lain-lain.
- (2). Reflektif, dalam bentuk aluminium foil digunakan sebagai pembungkus makanan, obat, dan rokok.
- (3). Daya hantar listrik dua kali lebih besar dari Cu maka Al digunakan sebagai kabel tiang listrik.
- (4). Paduan Al dengan logam lainnya menghasilkan logam yang kuat seperti Duralium (campuran Al, Cu, Mg) untuk pembuatan badan pesawat.

(5). Al sebagai zat reduktor untuk oksida MnO_2 dan Cr_2O_3 . Aluminium terdapat melimpah dalam kulit bumi, yaitu sekitar 7,6 %. Dengan kelimpahan sebesar itu, aluminium merupakan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon, serta merupakan unsur logam yang paling melimpah. Namun, Aluminium tetap merupakan logam yang mahal karena pengolahannya sukar. Mineral aluminium yang bernilai ekonomis adalah bauksit yang merupakan satu-satunya sumber aluminium. Kriolit digunakan pada peleburan aluminium, sedang tanah liat banyak digunakan untuk membuat batu bata, keramik. Di Indonesia, bauksit banyak ditemukan di pulau Bintan dan di tayan (Kalimantan Barat).

11.3.2. Jenis-Jenis Aluminium Alloy

- (1). **Wrought Alloy.** Aluminium wrought alloy terdiri dari 2 macam yaitu aluminium wrought alloy yang bisa di-heat treatment dan aluminium wrought alloy yang tidak bisa ditempa.
- (2). **Casting Alloy.** Aluminium casting alloy terdiri dari aluminium die casting dan aluminium permanent casting.

11.3.3. Jenis-Jenis Aluminium alloy berdasarkan paduannya :

- (1). Magnal (terdiri dari campuran Aluminium dan Magnesium).
- (2). Manal (terdiri dari campuran Aluminium dan Mangan).
- (3). Siluminal (terdiri dari campuran Aluminium, Tembaga dan Silicon).
- (4). Duraluminium terdiri dari campuran aluminium, tembaga, mangan.

11.3.4. Pengolahan Aluminium

Aluminium dibuat menurut proses Hall-heroult yang ditemukan oleh Charles M. Hall di Amerika Serikat dan Paul Heroult tahun (1886). Pengolahan aluminium dan bauksit meliputi 2 tahap :

- a) **Pemurnian bauksit.** Pemurnian bauksit bertujuan untuk memperoleh alumina murni, yang terdiri dari beberapa langkah : (1) Ba direaksikan dengan $\text{NaOH}(q)$. Aluminium oksida akan larut membentuk $\text{NaAl}(\text{OH})_4$, (2). Larutan disaring lalu filtrat yang mengandung $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ diasamkan dengan mengalirkan gas CO_2 Al mengendap sebagai $\text{Al}(\text{OH})_3$, (3). $\text{Al}(\text{OH})_3$ disaring lalu dikeringkan dan dipanaskan sehingga diperoleh Al_2O_3 tak berair. Bijih –bijih Aluminium yang utama antara lain : Bauksit, Mika, dan Tanah liat.
- b) **Peleburan Alumina.** Peleburan ini menggunakan sel elektrolisis yang terdiri atas wadah dari besi berlapis grafit yang sekaligus berfungsi sebagai katode (-), sedang anode (+) adalah grafit. Campuran Al_2O_3 dengan kriolit dan AlF_3 dipanaskan hingga mencair dan pada suhu 950 C kemudian dielektrolisis .Al yang terbentuk berupa zat cair dan terkumpul didasar wadah lalu dikeluarkan secara periodik ke dalam cetakan untuk mendapat aluminium batangan (*ingot*). Anode grafit terus menerus dihabiskan karena bereaksi dengan O_2 sehingga harus diganti dari waktu ke waktu. Untuk mendapat 1 Kg Al dihabiskan 0,44 anode grafit. $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{CO}_2$. Jenis-Jenis biji Al yang utama adalah : (1) Bauksit



($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$), (2) Mika (K-Mg-Al-Silikat), (3) Tanah liat ($Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$)

Aluminium ada di alam dalam bentuk silikat maupun oksida, yaitu antara lain : (1) sebagai silikat misal feldspar, tanah liat, mika, (2) sebagai oksida anhidrat misal kurondum (untuk amril), (3) sebagai hidrat misal bauksit, (4) sebagai florida misal kriolit.

II.3.5. Penggunaan paduan aluminium dan senyawa aluminium

(a). Beberapa penggunaan paduan aluminium antara lain:

- 1) Pada sektor industri otomotif, untuk membuat bak truk dan komponen kendaraan bermotor.
- 2) Sebagai bahan untuk membuat badan pesawat terbang.
- 3) Sektor pembangunan perumahan sebagai bahan untuk kusen pintu dan jendela.
- 4) Sektor industri makanan, untuk kemasan berbagai jenis produk.
- 5) Sektor lain, misal untuk kabel listrik, perabotan rumah tangga dan barang kerajinan.
- 6) Membuat *termit*, yaitu campuran serbuk aluminium dengan serbuk besi (III) oksida, digunakan untuk mengelas baja ditempat, misalnya untuk menyambung rel kereta api.

(b). Beberapa penggunaan senyawa Aluminium antara lain:

1) Tawas ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$). Tawas mempunyai rumus kimia $KSO_4 \cdot Al_2 \cdot (SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Tawas digunakan untuk menjernihkan air pada pengolahan air minum.

1. Alumina (Al_2O_3). Alumina dibedakan atas alfa-alumina dan gamma-alumina. Gamma-alumina diperoleh dari pemanasan $Al(OH)_3$ di bawah $4500C$. Gamma-alumina digunakan untuk pembuatan aluminium, untuk pasta gigi, dan industri keramik serta industri gelas. Alfa-alumina diperoleh dari pemanasan $Al(OH)_3$ pada suhu di atas $10000C$. Alfa-alumina terdapat sebagai korundum di alam yang digunakan untuk amplas atau grinda. Batu mulia, seperti rubi, safir, ametis, dan topaz merupakan alfa-alumina yang mengandung senyawa unsur logam transisi yang memberi warna pada batu tersebut. Warna-warna rubi antara lain: (1) Rubi berwarna merah karena mengandung senyawa kromium (III), (2) Safir berwarna biru karena mengandung senyawa besi(II), besi(III) dan titan(IV), (3) Ametis berwarna violet karena mengandung senyawa kromium (III) dan titan (IV), (4) Topaz berwarna kuning karena mengandung besi (III)

Aluminium mempunyai sifat tahan karat yang baik selain itu juga sebagai penghantar listrik yang baik dan mudah ditempa. Pada umumnya, aluminium digunakan sebagai paduan dari logam murni karena bersifat lunak, yaitu 20 BHN (Kalpakjian,1995). Unsur-unsur lain ditambahkan untuk meningkatkan sifat-sifat

Aluminium. Pengaruh dari elemen paduan akan menentukan karakteristik Al sebagai berikut :

- (1) Seri 1000. Pada keadaan 99 % Al atau lebih tinggi banyak digunakan pada batang kelistrikan dan kimia. Sifatnya yaitu tahan korosi, termal yang tinggi, konduktivitas elektrik, sifat mekanik yang rendah dan kemampuan untuk dimesin yang baik.
- (2) Seri 2000. Elemen paduan utamanya tembaga 4.5 % yang memiliki sifat mekanis dan ketermesinan yang baik tapi mampu cor yang buruk. Paduan ini butuh laku panas untuk dapat sifat yang optimum. Paduan ini memiliki ketahanan korosi yang paling buruk di antara paduan seri lainnya. Paduan yang terkenal adalah 2024 yang digunakan pada industri penambangan.
- (3) Seri 3000. Mn elemen utama paduan yang biasanya tak dilaku panas. Tetapi dengan penambahan Mn sampai optimal (15 %) untuk mendapatkan sifat ketermesinan yang baik. Contoh seri 3003.
- (4) Seri 4000. Elemen utama dalam paduannya adalah Si yang dapat menurunkan titik lebur tanpa menyebabkan kegetasan. Sebagai contoh, Al-Si digunakan sebagai elektroda las dan paduan Brazing. Paduan ini biasanya tak dilaku panas.
- (5) Seri 5000. Mg adalah elemen paduan terbaik untuk Al. Mg dianggap lebih efektif dari Mn. Sebagai penguat (0.8 % Mg = 1.25 % Mn). Paduan ini

memiliki sifat mampu las dan ketahanan korosi yang baik. Penambahan kandungan Mg lebih banyak 3.5 % akan menaikkan temperatur operasi samapai 150.

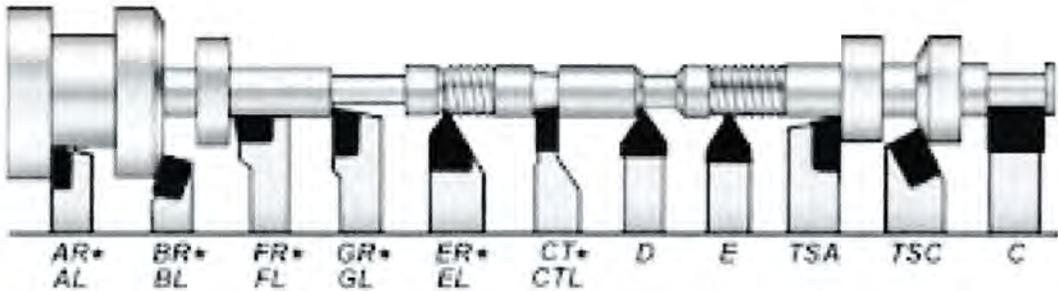
(6) Seri 6000. Paduan ini dari Mg dan Si yang membentuk MgSi sehingga mampumengalami laku panas.Paduan yang terkenal adalah 6061, paduan yang paling mampu dilaku panas walaupun kurang kuat dibanding seri 2000 atau 4000.paduan ini memiliki mampu bentuk dan ketahanan yang baik dengan kekuatan menengah.

(7) Seri 7000. Zinc adalah paduan utama dan ketika dicampur dengan persentase Mgyang kecil menghasilkan paduan yang mampu laku panas dengan kekuatan yang sangat tinggi, paduan yang terkenal yaitu 7075, yaitu paduan dengan kekuatan yang sangat tinggi.

II.4. Pahat

II.4.1. Jenis-jenis pahat bubut

Beragam bentuk benda kerja yang ingin kita buat di mesin bubut, menuntut kita untuk mempersiapkan bentuk - bentuk pahat bubut yang umum dipakai. Gambar berikut menjelaskan macam-macam bentuk pahat bubut dan benda kerja yang dihasilkan. Bagian pahat yang bertanda bintang adalah pahat kanan, artinya melakukan pemakanan dari kanan ke kiri saat proses pengerjaan.



Gambar II.8 Macam- Macam Pemotongan Pahat

Berdasarkan bentuknya, pahat bubut diatas dari kanan ke kiri adalah:

- 1) Pahat alur lebar
 - 2) Pahat pinggul kiri
 - 3) Pahat sisi kiri
 - 4) Pahat ulir segitiga
 - 5) Pahat alur segitiga (kanan – kiri)
 - 6) Pahat alur
 - 7) Pahat ulir segitiga kanan
 - 8) Pahat sisi/ permukaan kanan (lebih besar)
 - 9) Pahat sisi/permukaan kanan
 - 10) Pahat pinggul/champer kanan
 - 11) Pahat sisi kanan
- Berdasarkan bahan pembuatnya, ada dua macam pahat bubut yang umum dipakai, yakni pahat HSS dan Carbide/Tungsten Carbide.

a) Pahat HSS (High Speed Steel)

Bila diartikan kedalam bahasa indonesia maka menjadi baja berkecepatan tinggi. Namun dapat dipahami HSS merupakan peralatan yang berasal dari baja dengan unsur karbon yang tinggi. Biasanya digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Pahat ini sering digunakan karena kuat dalam pengerjaan panas. Pahat HSS memiliki ketahanan terhadap abrasif yang tinggi, jadi awet jika digunakan.

b) Carbide/ Insert

Pahat jenis ini dibentuk dengan campuran bahan kimia. Dalam bentuk dasarnya carbide berbentuk butir – butir abrasif yang sangat halus, tetapi dapat dipadatkan dan dibentuk menjadi peralatan dalam perindustrian. Carbide ini memiliki kekerasan 3 kali lipat dari baja. Sehingga hanya dapat dilakukan proses pemolesan menggunakan silikon karbida, boron nitrida bahkan berlian.

II.5. Mesin Bubut CNC

II.5.1. Perkembangan mesin CNC

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari tahun 1952 yang dikembangkan oleh John Pearseon dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat mesin CNC memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih

sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas.

Dewasa ini penggunaan mesin CNC hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil penelitian yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak.

II.5.2. Jenis-jenis Mesin CNC

1) Jenis Mesin CNC

Pada industri menengah dan besar, akan banyak dijumpai penggunaan mesin CNC dalam mendukung proses produksi. Secara garis besar, mesin CNC dibagi dalam 2 (dua) macam, yaitu :

- a. Mesin bubut CNC
- b. Mesin frais CNC

2). Mesin Bubut CNC TU-2A

Mesin Bubut CNC TU-2A adalah mesin bubut CNC yang digunakan dalam pelatihan-pelatihan permesinan. Salah satu yang sering digunakan adalah Emco TU-2A buatan Emco Austria, berupa mesin perkakas CNC untuk simulasi proses pembubutan. Spesifikasi mesin ini adalah:

1. Daerah kerja putaran spindel antara 50-3200 rpm
2. Kecepatan garak pahat arah longitudinal atau melintang

- a. Kecepatan penuh (tak boleh memotong) :700 mm/menit
 - b. Kecepatan secara manual (mode manual) :5-400 mm/menit
 - c. Kecepatan secara otomatis (mode CNC) :5-499 mm/menit
3. Ketelitian gerakan (yang tercantum pada display digital) 0,01 mm
- a. Daerah kerja memanjang :300 mm
 - b. Daerah kerja melintang :50 mm
 - c. Gaya pemakanan maksimum yang diperbolehkan : 1000 N



Gambar II.9. Mesin CNC Bubut EMCO TU-2A

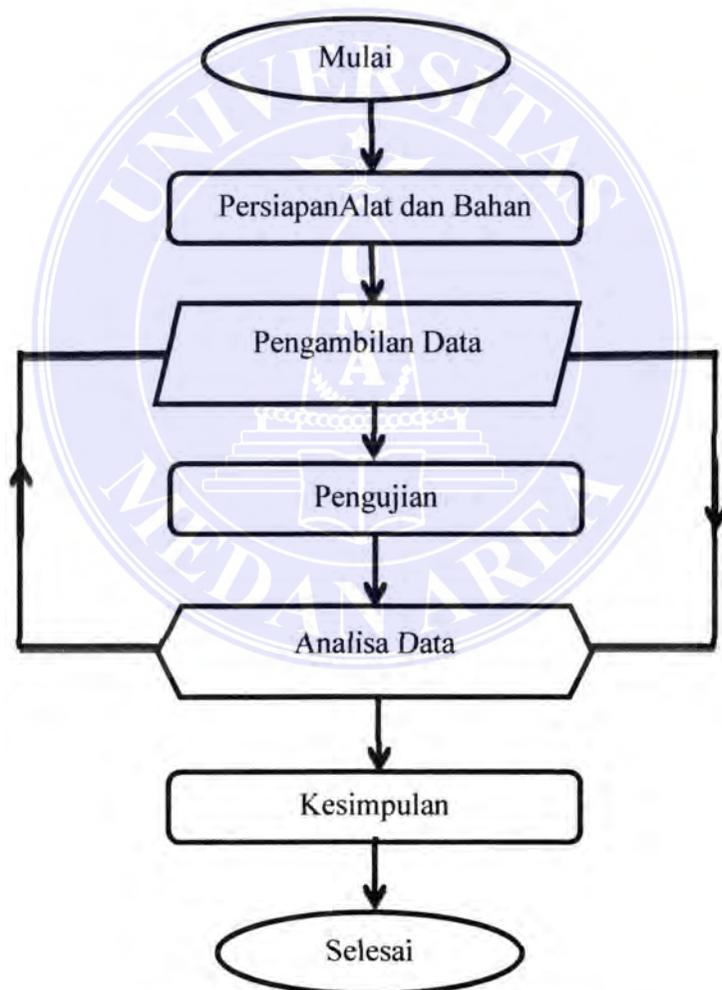
II.5.3. Pengaruh kekasaran permukaan terhadap sifat-sifat leleh logam

Pada pengujian sifat-sifat mekanis suatu bahan, selalu dibuat suatu asumsi bahwa permukaan benda uji adalah halus mengkilap seperti kaca. Untuk menghasilkan benda yang seperti ini, memerlukan biaya yang mahal, oleh karena itu diperlukan harga-harga pendekatan. Kekasaran permukaan tergantung pada penyelesaian akhir permukaan dengan permesinan. Benda uji yang dipoles sampai halus akan menghasilkan harga uji leleh yang lebih baik, karena kekasaran permukaan dapat menimbulkan konsentrasi tegangan. Dengan demikian penyelesaian akhir yang berbeda dan perubahan sifat-sifat permukaan akan berpengaruh besar terhadap kekuatan leleh. Banyak data yang menunjukkan bahwa perbedaan ketahanan benda uji tergantung pada jenis penyelesaian akhir permukaan.

BAB III METODE PENELITIAN

III.1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan suatu rangkaian kegiatan dalam pelaksanaan penelitian sehingga sesuai dengan alur pemikiran yang berdasarkan ilmiah.



Gambar III.1. Prosedur Penelitian

III.2. Bahan Penelitian

Hasil dari proses Pembubutan adalah benda kerja yang dihasilkan setelah mengalami proses perlakuan pemakanan pada mesin bubut CNC yang meliputi pengurangan ukuran karena pemakanan yang dilakukan oleh pahat. Hasil pembubutan dapat dikatakan baik atau buruk didasarkan dua faktor, yaitu ketepatan pada ukuran-ukurannya (kepresisian) dan tingkat kualitas kekasaran permukaan yang dihasilkan. Melihat kedua faktor tersebut maka hasil bubutan akan dikatakan baik apabila sesuai dengan ukuran dan hasil yang diinginkan oleh sipembuat dan kekasaran permukaan benda kerja memiliki tingkat kasaran permukaan yang rendah (halus).

Dalam hal ini peneliti melakukan pengukuran kekasaran permukaan pada Alumunium yang telah dibubut sebelumnya dengan menggunakan mesin bubut CNC TU-2A dengan menggunakan Mata Pahat Insert CNMG 120412 dan dengan kecepatan potong yang bervariasi terhadap benda kerja.

III.3. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil uji coba yang dilakukan oleh penulis yang dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu benda alumunium di bubut dengan mesin CNC dan diukur kekasaran permukaanya dengan alat surface test type 402.



Gambar III.2. Surface Test Type 402

III.4.Persiapan Bahan dan Alat

a. Bahan Penelitian

1) Aluminium

Adapun bahan dan alat yang digunakan baik eksperimen, alat, alat uji, alat ukur dan perlengkapannya yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Alumunium Alloy JIS A2017

Aluminium memiliki bahan yang tahan terhadap korosi dan karat, selain itu aluminium juga digunakan sebagai alat penghantar listrik yang baik dan mudah di tempa, pada umumnya alumunium digunakan sebagai paduan dari logam murni

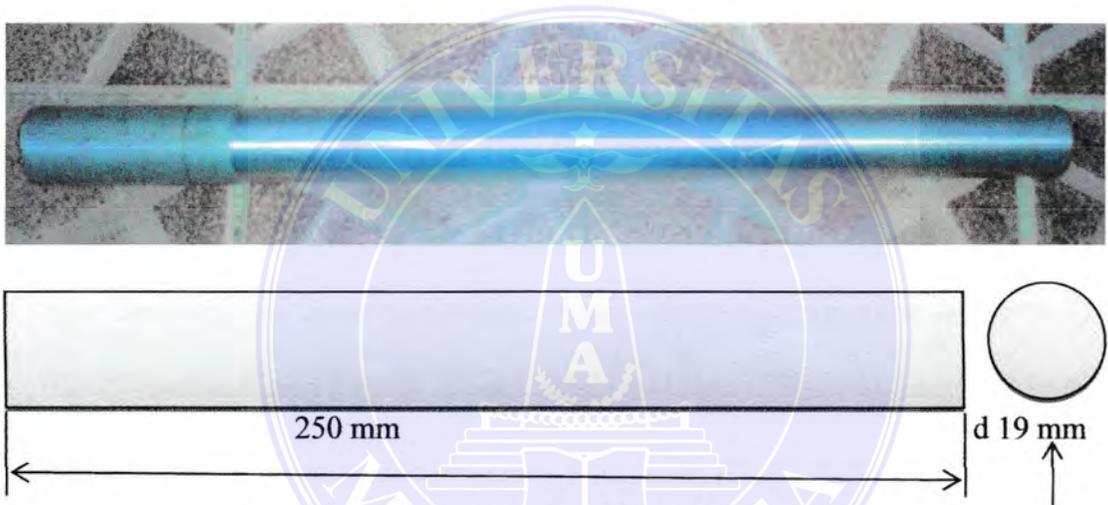
Spesimen bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Nama : Alumunium Alloy JIS A2017

Panjang : 25 cm (250 mm)

Diameter : 19 mm

Banyak : 1 Buah



Gambar III.3 Bentuk dan dimensi benda kerja

Tabel III.1 Sifat- Sifat Mekanis dari paduan alumunium alloy JIS A2017

Sifat mekanis	Alumunium Alloy JIS A2017
Tegangan leleh	270 Mpa
Tegangan batas	310 Mpa
Kekuatan tarik	245 N/m
Kekerasan	117 BHN

Modulus elastic	26 Gpa
Kerapatan massa	2700 kg/m ³
Berat spesifik	26 Kn/m ³
Kapasitas panas	0.896 C
Konduktifitas panas	167 W/m-k
Kekuatan geser	207 MPa

b. Alat-Alat Penelitian

1). Mesin bubut CNC TU-2A

Mesin Bubut CNC TU-2A adalah mesin bubut CNC yang digunakan dalam pelatihan-pelatihan permesinan. Salah satu yang sering digunakan adalah Emco TU 2A buatan Emco Austria, berupa mesin perkakas CNC untuk simulasi proses pembubutan. Spesifikasi mesin ini adalah :

Tabel III.2 Data Teknis Mesin Bubut CNC TU-2A

Nama	EMCO TU-2A
Buatan	EMCO, Austria
Tahun	1989
Kecepatan penuh (takbolehmotong)	700 mm/menit
Kecepatan secara manual (mode manual)	5-400 mm/menit

Kecepatan secara otomatis (mode CNC)	5-499 mm/menit
Ketelitian gerakan (pada display digital)	0,01 mm
Daerah kerja memanjang	300 mm
Daerah kerja Melintang	50 mm
Gaya pemakanan maksimum yang diperbolehkan	1000 N

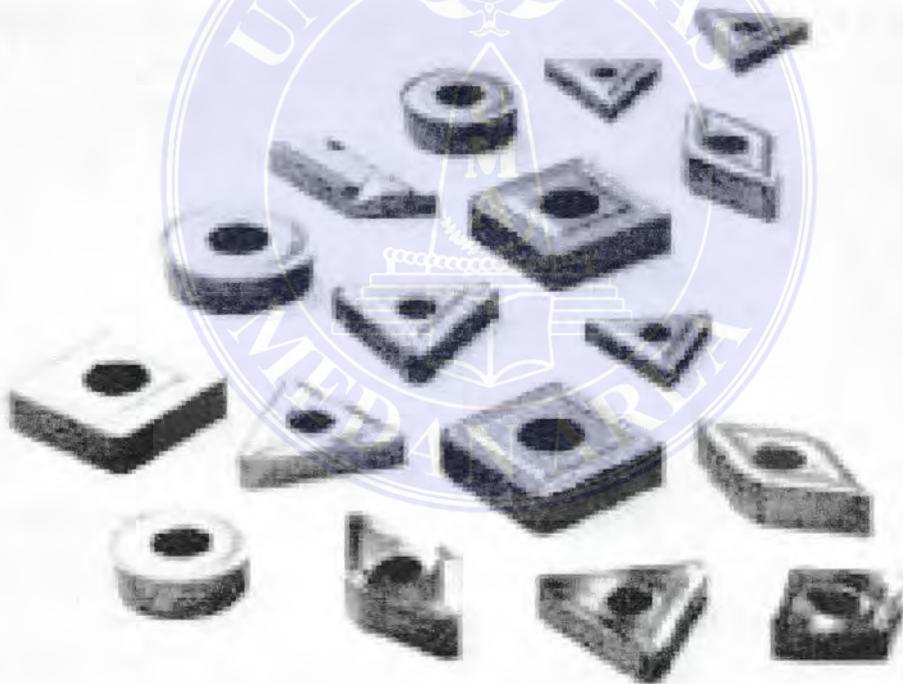


Gambar III.4 Mesin Bubut CNC TU-2A

2. Pahat Potong

Pahat Insert CNMG 120412 pahat ini dipilih berdasarkan kebutuhan pemakaian, dalam hal ini penulis menggunakan pahat non ferrous atau pahat keramik, yang digunakan untuk membubut bahan sejenis baja non ferrous seperti plastik, Alumunium dan lain-lain.

Dimana pahat yang digunakan adalah pahat yang berbentuk ketupat, tetapi bias juga menggunakan jenis pahat yang lain, sesuai dengan kecocokan pada dudukan mata pahat mesin tersebut.



Gambar III.5. Pahat Insert CNMG 120412

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

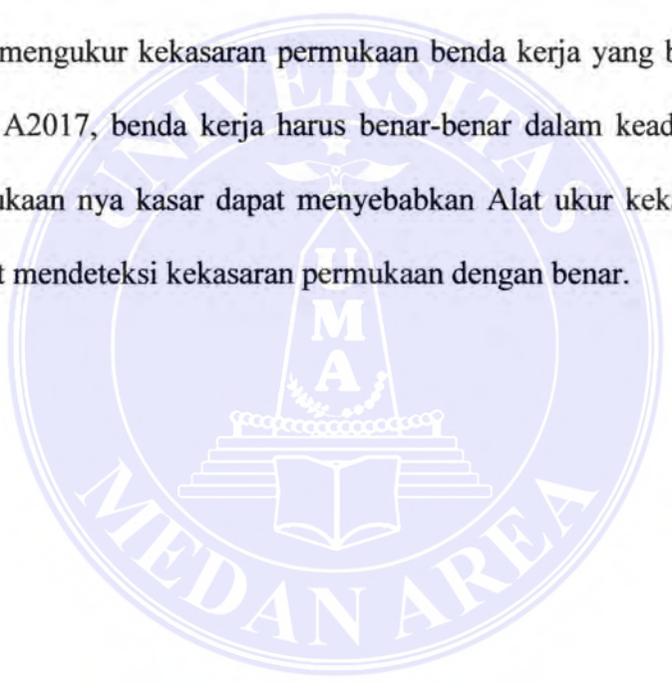
Dari hasil analisa data dan pembahasannya, kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Dalam melakukan proses pembubutan dengan bahan alumunium, mesin bubut CNC lebih teliti dibandingkan dengan mesin bubut konvensional, hal ini disebabkan oleh ketelitian pembubutan secara komputerisasi yaitu Mesin Bubut CNC(Computer Numerically Controlled) dan manual yaitu mesin bubut konvensional, dilihat dari proses pengoperasiannya mesin bubut CNC sedikit rumit dari mesin bubut konvensional dan membutuhkan ketelitian yang tepat dari si pemakai (operator).
2. Nilai kekasaran (Ra) terendah pada hasil pengukuran dengan bahan Alumunium alloy JIS A2017 akan menaikkan kekuatan bahan terhadap pembebanan mekanis.
3. Pada penelitian yang telah dilakukan penulis di dua tempat yang berbeda yaitu di P4TK medan dan di PTKI, penulis menyimpulkan bahwa, Makin cepat putaran (Rpm) pada mesin bubut, maka makin halus pula permukaan benda.

V.2 Saran-Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan

1. Pada saat akan melakukan pembubutan menggunakan mesin bubut CNC, agar kiranya memperhatikan keausan mata pahat dan langkah baiknya bila penggunaan mata pahat yang masih baru.
2. Sebelum melakukan pembubutan periksa kesiapan alat dan bahan yang akan di pakai.
3. Pada saat mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang berupa aluminium Alloy JIS A2017, benda kerja harus benar-benar dalam keadaan halus, karena bila permukaannya kasar dapat menyebabkan Alat ukur kekasaran permukaan tidak dapat mendeteksi kekasaran permukaan dengan benar.



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim pembubutan, [<http://google.com/proses pembubutan.html>]
2. Anonim macam-macam mata Pahat bubut, [<http://google.com/pahat pembubutan mesin CNC.html>]
3. Anonim Mesin Bubut Cnc, [<http://google.com/mesin Bubut Cnc Tu-2a.html>]
4. Anonim Pahat bubut, [<http://wordpress.com/pahat pembubutan.html>] diunduh pada tanggal 02 juni 2012.
5. Anonim Alumunium, [<http://webmineral/allumunim.html>] diunduh.
6. Anonim Surfasetest, [<http://google.com/surfasetest.html>] diunduh.
7. Anonim Standar ISO, [<http://mdmetric.com/tech/DINISO2768 extract.htm>] diunduh.
8. Daryanto, “Mesin Perkakas Bengkel”, R. Cipta : Jakarta.
9. Nieman G. 1992, “Elemen Mein I “ Pradya Paramita : Jakarta.
10. Muin, syamsir1986 ”Dasar-Dasar Perencanaan Perkakas” , Rajawali Emas, Jakarta.
11. Munadi, Sudji 1988, “ Dasar-Dasar Metrologi Industri”, Departemen P dan K : Jakarta.
12. Priamboda, Bambang, 1992, “ Teknologi Mekanik II”, Erlangga, Jakarta.
13. Shconmetz, Alois, 1985, “ Pengerjaan Logam DenganMesin”, Angkasa : Bandung.
14. Surya Brata, Sumadi, 1988 “ Desain Eksperimen”, Rineka Cipta : Jakarta.
15. Rochim, Taufiq, 1993, “ Teoridan Teknologi Proses Permesinan”, HEDS : Jakarta.
16. Marsyahyo, Eko, 2003, “ Mesin Pekakas Pemotongan Logam” ,Toga Mas, Malang.
17. Syamsudin, R, 1997, “ Teknik Bubut”, Puspa Swara, Jakarta.