

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Faqih Fatkhurrozak dan Firman Lukman Sanjaya (2017) dengan judul “Studi Komparasi Nilai Kekasaran Bahan Pada Proses Pembubutan dengan Media Pendingin Dromus dan oli SAE 40 Pada Baja St 37”. Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses turning atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Di sini benda kerja akan berputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekasaran material bahan terhadap proses pembubutan dengan menggunakan media pendingin oli SAE 40 dan Dromus. Dalam proses bubut, terdapat gaya pemotongan (*cutting force*), yaitu gaya Radial (gaya pada kedalaman potong), gaya Tangensial (gaya pada kecepatan potong), dan gaya Longitudinal (gaya pada pemakanan). Faktor yang mempengaruhi gaya potong diantaranya yaitu kedalaman pemotongan (*depth of cut*), gerak pemakanan (*feed rate*), dan kecepatan pemotongan (*cutting speed*). Analisa ini mengukur nilai kekasaran material beberapa jenis bahan pada proses *turning* dengan menggunakan material berupa baja St 37 dengan menunjukkan bahwa nilai suatu kekasaran bahan sangat berpengaruh pada saat proses pengerjaan permesinan, untuk memperoleh proses hasil yang baik dalam proses pengerjaan material dengan menggunakan permesinan sebaiknya kita menggunakan pendingin dromus karena hasil benda kerja lebih halus dan nilai tingkat kekasaran lebih rendah dibandingkan dengan media pendingin oli SAE 40.

Arsana, Pesek Nugraha, dan Rihendra Dantes (2019) dengan judul “Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja St 37”. Telah melakukan penelitian dengan variasi media pendingin yang digunakan pada pembubutan rata adalah media pendingin dromus oil dengan hasil kekasaran permukaan 2,031 μm . Hal ini disebabkan karena dromus oil mempunyai kemampuan pendinginan,

membersihkan beram, perlindungan terhadap korosi dengan baik, dibandingkan dengan media pendingin radiator coolant dengan hasil kekasaran permukaan 2,402 μm dan media pendingin air dengan hasil kekasaran permukaan 3,113 μm . Dimana radiator coolant mempunyai kemampuan pendinginan dan perlindungan korosi dengan baik, tetapi kurang dalam hal membersihkan beram yang menempel pada pahat yang akan mempengaruhi hasil dari pembubutan. Dan untuk media pendingin air, kemampuan pendingin cukup baik akan tetapi suhu yang dihasilkan pada proses pembubutan tidak stabil dimana spesimen lebih panas dari media pendingin dromus oil dan radiator coolant sehingga hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia dari bahan spesimen. Begitu pula dengan kemampuan membersihkan beram pada saat pembubutan kurang efektif serta perlindungan terhadap korosikurang baik. Hal ini dibuktikan dengan adanya tampak visual yang kekuningan pada permukaan yang disayat.

Faizal Abda'u dan Arya Mahendra Sakti (2014) dengan judul "Pengaruh Jenis Pahat, Jenis Pendingin dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kerataan dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Rata Muka". Kerataan dan kekasaran merupakan hal yang mutlak untuk komponen atau alat dalam hal pemesinan khususnya mesin bubut. Mesin bubut konvensional merupakan mesin yang banyak digunakan untuk proses pemesinan. Kerataan dan kekasaran suatu benda kerja yang dikerjakan oleh mesin bubut dipengaruhi oleh parameter – parameter yang ada. Semua itu dilakukan sesuai dengan kebutuhan benda kerja. Dengan memvariasikan jenis pahat, jenis pendinginan dan kedalaman pemakanan mana yang mempunyai pengaruh terhadap kerataan dan kekasaran. Nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan proses pemesinan, khususnya mesin bubut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis pahat, pendingin dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran dan kerataan permukaan baja ST 42 pada proses bubut rata muka. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, menggunakan baja karbon rendah ST 42, dengan ukuran diameter 50.8 mm dan panjang 55 mm yang berjumlah 27 spesimen. Proses pemesinan ini menggunakan mesin bubut konvensional dan pembubutan rata muka. Variabel penelitian menggunakan variasi jenis pahat HSS

Assab, HSS Bohler, HSS Prohex, dengan jenis pendinginan menggunakan collant, udara bertekanan dan tanpa perlakuan pendinginan, kedalaman pemakanan 0.1 mm, 0.2 mm dan 0.3 mm,. Setelah itu dilakukan uji kerataan dan kekasaran. Hasil pengujian menggunakan Uji Duncan SPSS 20 menyatakan signifikan dengan $\alpha = 0.05$ menghasilkan P value 0.000. Pengujian kerataan permukaan terbaik atau terendah adalah (16.7 μm) yang diperoleh dari kedalaman pemakanan terkecil 0.1 mm, jenis pendinginan menggunakan coolant dan jenis pahat HSS Prohex. Sedangkan kekasaran terbaik atau terkecil adalah (3,14 μm) yang diperoleh dari kedalaman pemakanan terkecil 0.1 mm, jenis pendinginan menggunakan coolant dan jenis pahat HSS Prohex.

Imam Maulana R (2015) meneliti tentang pengaruh variasi jenis *coolant* dalam proses pembubutan menggunakan pahat karbida terhadap kekasaran permukaan ST 37. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah hal ini membuktikan bahwa penggunaan cairan pendingin dalam suatu proses pembubutan selain untuk mengurangi keausan pahat dan menurunkan temperature pada saat proses pemotongan juga mampu menurunkan tingkat kekasaran permukaan.

Muhammad Taufik Fitriadi Febrianto, Rusnaldy (2014) dengan judul “Optimasi Parameter Proses Bubut Pada Berbagai Jenis Baja Dengan Media Pendingin Cool Air Jet Cooling”. Proses bubut merupakan proses permesinan yang digunakan untuk melakukan produksi khususnya untuk pemotongan berbagai jenis logam. Untuk meningkatkan produktivitas, maka dilakukan proses permesinan yang efisien yaitu dengan mengoptimalkan parameter-parameter proses pembubutan saat melakukan pemotongan pada beberapa jenis material logam. Beberapa parameter yang mempengaruhi proses bubut, antara lain putaran spindle, laju pemakanan dan kedalaman potong. Sampai saat ini media pendingin yang sering digunakan masih mengandung zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan dan tidak ramah lingkungan. Salah satu solusi yang diterapkan saat ini adalah penggunaan media pendingin udara berkecepatan tinggi yang didinginkan (cooled air jet cooling). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan kondisi parameter permesinan yang paling optimal untuk mendapatkan hasil terbaik dari kekasaran permukaan, temperatur pahat, dan konsumsi daya listrik mesin dari

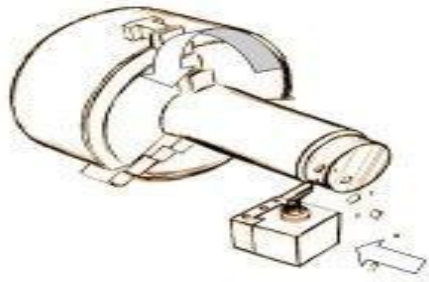
proses bubut baja St 40, St 60 dan stainless steel 304. Metode penelitian yang digunakan adalah secara eksperimental dan dianalisa menggunakan metode taguchi. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang halus diperoleh pada kondisi parameter putaran spindle 850 rpm, laju pemakanan 0.125 mm/rev, kedalaman potong 1 mm dan jenis material stainless steel 304. Temperatur pahat yang paling rendah diperoleh pada kondisi parameter putaran spindle 580 rpm, laju pemakanan 0.125 mm/rev, kedalaman potong 0.25 mm dan jenis material St 40. Dan konsumsi daya listrik mesin bubut paling rendah diperoleh pada kondisi parameter putaran spindle 580 rpm, laju pemakanan 0.125 mm/rev, kedalaman potong 0.25 mm dan jenis material stainless steel 304.

Usman, Mukhamad Khumaidi (2015) dengan judul “Analisis Penggunaan Coolant (dromus) Terhadap Kualitas Permukaan Pembubutan Pada Proses Pembubutan Rata Baja ST 37” Proses pembubutan untuk produksi barang maka sangat penting hasil produksi tersebut menghasilkan produk yang maksimal, produk tersebut harus benar-benar presisi atau sesuai dengan ukuran yang dikehendaki dan kehalusan juga harus maksimal dengan pekerjaan yang ekonomis, Proses pembubutan benda kerja pada mesin bubut, pahat memerlukan pendingin atau coolant yang berfungsi agar pahat tidak mudah tumpul juga untuk mencegah terjadinya korosi pada benda kerja dan coolant atau dromus sangat berpengaruh terhadap hasil pembubutan, Kecepatan putar benda kerja diatur oleh mekanisme gerak utama, yang terletak didalam kepala tetap. Pada kepala tetap terdapat tuas-tuas penyetel kecepatan putar benda kerja, putaran mesin bubut tergantung dari diameter bahan yang dibubut dan kecepatan potong yang digunakan, Metode analisa data dilakukan dengan metode eksperimen untuk mengetahui analisis penggunaan coolant (dromus) terhadap kualitas permukaan pembubutan baja St 41 dengan pahat HSS Jerman, pahat HSS China dan pahat HSS Toki, Proses awal menyiapkan seluruh alat dan bahan material yang akan dikerjakan yaitu 1 unit mesin bubut Kiangsi Machine Tool Works Engine Lathe C6127a Dengan Pahat Hss Jerman, pahat HSS Toki, pahat HSS China, vernier caliper, dial indikator, dromus dan air, kunci pas, gerinda untuk mengasah pahat, alat pelindung diri dan baja St 41.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dan untuk meminimalisir kemungkinan plagiarisme maka penelitian menggunakan spesimen baja SS-400 dengan media pendingin oli, dromus, minyak sayur. Spesimen hasil pengerjaan bubut dilakukan pengujian dengan metode *roughness test* untuk mengetahui tingkat kekasarannya.

2.2 Pengertian Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses turning atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Di sini benda kerja akan diputar/rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).



Gambar 2.1 Proses Pembubutan
(sumber: Faried Pradhana, 2012)

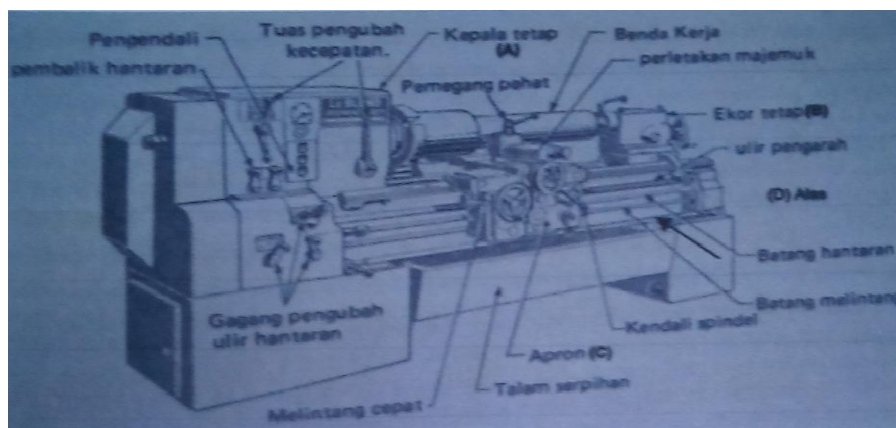
Tetapi pengertian lain menyebutkan bahwa bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan.

Dengan mengatur perbandingan kecepatan rotasi benda kerja dan kecepatan translasi pahat maka akan diperoleh berbagai macam ulir dengan ukuran kisar yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menukar roda gigi translasi yang menghubungkan poros spindel dengan poros ulir. Roda gigi penupkar

disediakan secara khusus untuk memenuhi keperluan pembuatan ulir. Jumlah gigi pada masing-masing roda gigi penukar bervariasi besarnya mulai dari jumlah 15 sampai dengan jumlah gigi maksimum 127. Roda gigi penukar dengan jumlah 127 mempunyai kekhususan karena digunakan untuk konversi dari ulir metrik ke ulir inci.

2.3 Bagian-bagian Pada Mesin Bubut

Bagian-bagian utama pada mesin bubut konvensional pada umumnya sama walaupun merk atau buatan pabrik yang berbeda, hanya saja terkadang posisi handel/tuas, tombol, tabel penunjukan pembubutan dan rangkaian penyusunan roda gigi untuk berbagai jenis pembubutan letak/posisinya berbeda. Demikian juga cara pengoperasiannya karena memiliki fasilitas yang sama juga tidak jauh berbeda. Berikut ini akan diuraikan bagian-bagian utama mesin bubut konvensional yang pada umumnya dimiliki oleh mesin tersebut.



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Pada Mesin Bubut.

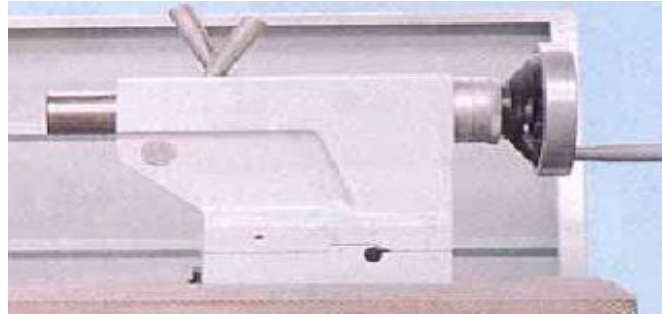
(sumber: Faried Pradhana, 2012)

a. *Headstock* (Kepala Tetap)

Kepala tetap berada dibagian atas dari mesin bubut, selain itu kepala tetap dihubungkan dengan poros spindel dan disekitarnya terdapat *gear box* (rumah roda gigi), handel-handel pengatur kecepatan, pembalik hantaran. Juga disekitarnya akan terdapat daftar hantaran, tabel ulir, baik yang metrik maupun dalam satuan inci.

b. *Tailstock* (Kepala Lepas)

Tailstock ditempatkan pada *bed engine* (alas), dimana fungsinya sebagai alat bantu untuk melakukan pembubutan yang panjang, melakukan pemboran dan membuat rius ataupun konis.



Gambar 2.3 Kepala Lepas
(sumber: Faried Pradhana, 2012)

c. *Bed Engine* (Meja Mesin)

Meja Mesin bubut berfungsi sebagai tempat dudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan waktu pembubutan. Bentuk alas ini bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Permukaannya halus dan rata sehingga gerakan kepala lepas dan lain-lain di atasnya lancar. Bila alas ini kotor atau rusak akan mengakibatkan jalannya eretan tidak lancar sehingga akan diperoleh hasil pembubutan yang tidak baik atau kurang presisi.

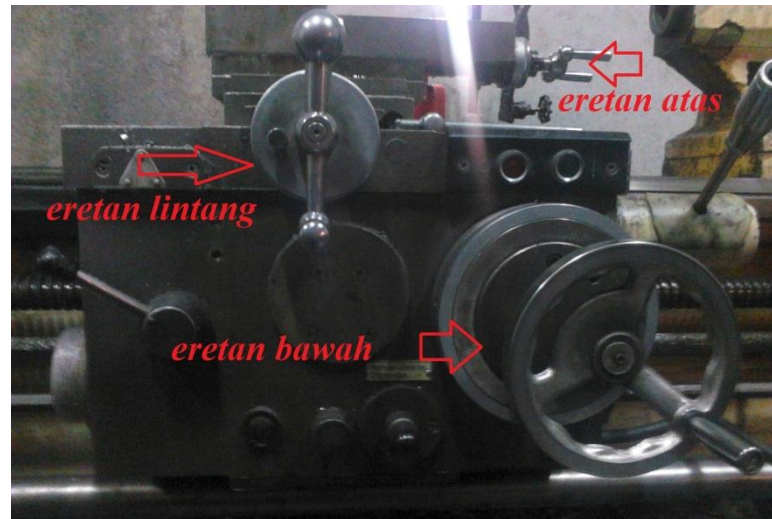


Gambar 2.4 Meja Mesin
(sumber: Faried Pradhana, 2012)

d. *Carriage* (Eretan)

Eretan terdiri atas eretan memanjang (*longitudinal carriage*) yang bergerak sepanjang alas mesin, eretan melintang (*cross carriage*) yang bergerak melintang alas mesin dan eretan atas (*top carriage*), yang bergerak sesuai dengan posisi

penyetelan diatas eretan melintang. Kegunaan eretan ini adalah untuk memberikan pemakanan yang besarnya dapat diatur menurut kehendak operator yang dapat terukur dengan ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya. Perlu diketahui bahwa eretan dapat dijalankan secara otomatis ataupun manual.



Gambar 2.5 Macam-Macam Eretan

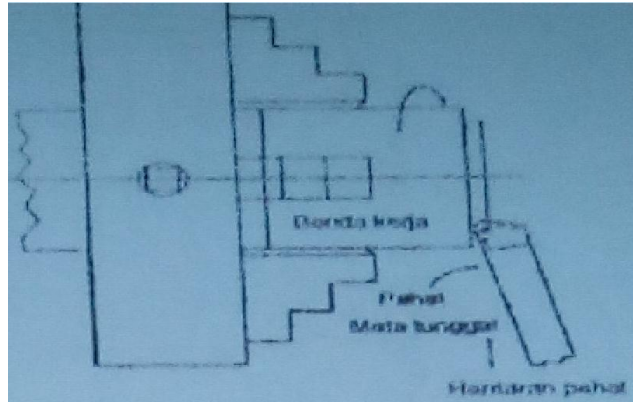
(Sumber: Sulyhadi, 2016)

2.4 Macam-macam Operasi Pembubutan

Operasi pembubutan adalah beraneka ragam, mencakup pembubutan longitudinal, pembubutan tepi, pembubutan tirus, penguliran dan pengeboran. Berikut ini akan diuraikan secara ringkas beberapa jenis operasi yang dapat dilakukan mesin bubut.

a. Pembubutan Longitudinal

Pembubutan longitudinal adalah pembubutan untuk pengurangan diameter benda kerja, gerakan pahat sejajar dengan poros benda kerja arah memanjang atau vertikal.

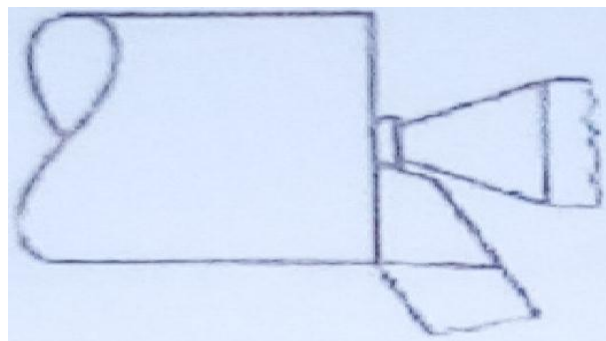


Gambar 2.6 Pembubutan Longitudinal

(Sumber: Bambang, 2000)

b. Pembubutan Tepi

Pembubutan tepi adalah pembubutan untuk pengurangan panjang benda, gerakan pahat yang dilakukan adalah sejajar benda kerja arah melintang.

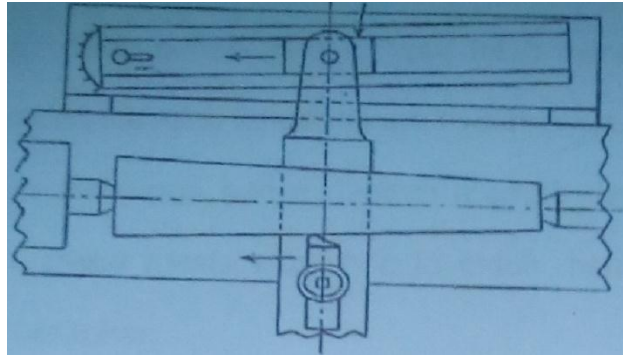


Gambar 2.7 Pembubutan Tepi

(Sumber: Bambang, 2000)

c. Pembubutan Tirus

Banyak suku cadang dan pahat yang dibuat didalam pembubut yang mempunyai permukaan tirus, bervariasi dari ketirusan curam yang terdapat pada roda payung dan ujung pusat pembubut sampai ketirusan landau yang terdapat pada mandril pembubut. Tangkai dari gudi ulir, ujung fris, pelebar lubang, arbor dan perkakas yang lain adalah contoh pengerjaan tirus. Pahat semacam itu didukung oleh tangkai tirus, dipegang pada kedudukan yang benar dan mudah dilepas.



Gambar 2.8 Pembubutan Tirus

(Sumber: Bambang, 2000)

2.5 Perhitungan dalam Mesin Bubut

a) Kecepatan Putaran (*Rpm*)

Kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan dalam satuan putaran/menit. Maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang dapat diatur dalam proses pemotongan/penyayatan adalah putaran mesin/benda kerjanya. Dengan demikian rumus dasar untuk menghitung putaran mesin bubut adalah:

$$vc = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot d} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : d = diameter rata-rata, yaitu :

$$d = \frac{(do - dm)}{2} (mm) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

- do = Diameter Mula (mm)
- dm = Diameter Akhir (mm)
- n = Putaran Benda Kerja (rpm)
- d = Diameter Benda Kerja (mm)
- vc = Kecepatan Potong (meter/menit)

π = Nilai Konstan = 3,14

b) Kecepatan Pemakanan (*Feed-F*)

Kecepatan pemakanan atau insutuan ditentukan dengan memperhitungkan beberapa faktor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman pemakanan, sudut-sudut makan alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus (waktu pembubutan lebih cepat), dan pada proses finishing digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pembubutan lebih cepat). Besarnya pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \cdot n \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

f = Besar Pemakanan atau Bergesernya Pahat (mm/putaran)

n = Putaran Mesin (putaran/menit)

c) Waktu Pemesinan Bubut Rata

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pemesinan bubut adalah seberapa besar panjang atau jarak tempuh pembubutan (L) dalam satuan mm dan kecepatan pemakanan (F) dalam satuan mm/menit. Panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan rata ditambah star awal pahat (l_a), atau $L_{total} = l_a + l$ (mm). Untuk nilai kecepatan pemakanan (F), dengan berpedoman pada uraian sebelumnya $F = f \cdot n$ (mm/putaran).

$$tp = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} (menit) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$L = l_a + l (mm) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

tp = Waktu Pemesinan Bubut Rata

- ℓ = Panjang Pembubutan Rata (mm)
 l_a = Jarak Star Pahat (mm)
 L = Panjang Total Pembubutan Rata (mm)
 F = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

2.6 Pahat Bubut HSS

Pahat bubut adalah suatu alat yang terpasang pada mesin perkakas yang berfungsi untuk memotong benda kerja atau membentuk benda kerja menjadi bentuk yang diinginkan. Pada proses kerjanya pahat digunakan untuk memotong material-material yang keras sehingga material dari pahat haruslah lebih keras dari pada material yang akan dibubut. Material pahat harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Keras, kekerasan material pahat harus melebihi kekerasan dari material benda kerja.
- b. Tahan terhadap gesekan, material pahat harus tahan terhadap gesekan, hal ini bertujuan pada saat proses pembubutan berlangsung pahat tidak mudah habis (berkurang dimensinya) untuk mencapai keakuratan dimensi dari benda kerja.
- c. Ulet, material dari pahat haruslah ulet, dikarenakan pada saat proses pembubutan pahat pastilah akan menerima beban kejut.
- d. Tahan panas, material dari pahat harus tahan panas, karena pada saat pahat dan benda kerja akan menimbulkan panas yang cukup tinggi (250°C - 400°C) tergantung putaran dari mesin bubut (semakin tinggi putaran mesin bubut maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan).
- e. Ekonomis, material pahat harus bersifat ekonomis (pemilihan material pahat haruslah sesuai dengan jenis pengerjaan yang dilakukan dan jenis material dari benda kerja).

2.6.1 Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel*)

Pada tahun 1898, ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crome* (Cr) dan *Tungsten/Wolfram*. Melalui proses penuangan pada cetakan dan kemudian diikuti dengan proses pengerolan ataupun penempaan, baja ini dibentuk menjadi bentuk batang atau silinder. Setelah proses perlakuan panas dilaksanakan,

kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali lipat kecepatan potong pahat CTS.

Karena sifat keuletannya yang cukup baik sampai saat ini HSS tetap digunakan sebagai pahat potong. Pada perkembangannya berbagai jenis HSS banyak ditemukann dengan berbagai jenis unsur paduan seperti W, Cr, V, Mo, dan Co. Pengaruh unsur-unsur tersebut terhadap unsur dasar besi (Fe) dan karbon (C) adalah sebagai berikut:

- a. *Tungsten/Wolfram (W)*, dapat membentuk karbida (paduan yang sangat keras) yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dan *tempering*.
- b. *Chromium (Cr)*, *Chrom* merupakan elemen pembentuk karbida, akan tetapi Cr menaikkan sensitifitas terhadap *Overheating*.
- c. *Vanadium (V)*, menurunkan sensitifitas terhadap *Overheating*, *Vanadium* juga merupakan elemen pembentuk karbida.

2.7 Alat Uji Kekasaran

Alat uji Kekasaran permukaan digunakan untuk menguji tingkat kekasaran permukaan pada specimen benda uji setelah melewati proses bubut. Alat yang digunakan adalah TR200 seperti terlihat pada gambar. Spesimen diuji secara langsung dengan menggunakan jarum peraba (*stylus*) sebagai sensor pembaca dan angka hasil uji langsung dapat dibaca pada layar *display*.



Gambar 2.9 Uji Kekasaran *Qualitest* TR200

(Sumber : Lab Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya)

Tabel 2.1 Spesifikasi *Qualitest* TR200

Model	TR200
Roughness parameters	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmax, Rv, R3z, RSm, RSk, Rmr
Assessed profiles	Primary profile (P)
Unit	Mm, inch
Display resolution	0.01 μ m
Data output	RS232
Measuring range	Ra: 0.025-12.5 μ m
Cutoff length(L)	0.25mm / 0.8mm / 2.5mm / Auto
Evaluation length	1~5L (selectable)
Tracing length	(1~5)L + 2L (selectable)
Digital filter	RC,PC-RC,Gauss,D-P
Max. driving length	17.5mm/0.71inch
Min. driving length	1.3mm/0.051inch
Pick-up	Standard pickup TS100, inductive, Diamond stylus radius 5 μ m, angle of stylus 90°
Accuracy	$\leq \pm 10\%$
Reapeatability	<6%
Power	Li-ion battery rechargeable
Dimensions (LxWxH)	141x56x48mm
weight	480g

(Sumber : ISO 9001)

2.8 Cairan pendingin

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses gerinda) dan melumasi

elemen pembimbing (*ways*) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi.

Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Pada mekanisme pembentukan beram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan rasio penempatan tebal beram yang mengakibatkan penurunan gaya potong. Pada daerah kontak antara beram dan bidang pahat terjadi gesekan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu akan mampu menurunkan gaya potong.

Pada proses penyayatan, kecepatan potong yang rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas tinggi. Sementara pada kecepatan potong tinggi memerlukan cairan pendingin dengan daya pendingin yang besar (*high heat absorptivity*). Pada beberapa kasus, penambahan unsur tertentu dalam cairan pendingin akan menurunkan gaya potong, karena bias menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*shear plane*) sewaktu beram terbentuk. Beberapa peneliti menganggap bahwa sulfur (S) atau karbon tetraklorida (CCl_4) pada daerah kontak (di daerah kontak mikro) dengan temperatur dan tekanan tinggi akan bereaksi dengan besi (benda kerja) membentuk FeS atau FeCl_3 pada batas butir sehingga mempermudah proses penggeseran metal menjadi beram.

2.8.1 Cara Pemberian Cairan Pendingin Pada Proses Permesinan

Cairan pendingin jelas hanya akan berfungsi dengan baik jika cairan ini diarahkan dan dijaga alirannya pada daerah pembentukan beram. Dalam praktek sering ditemui bahwa cairan tersebut tidak sepenuhnya diarahkan langsung pada bidang beram.

Pemakaian cairan pendingin yang tidak bekesinambungan akan mengakibatkan bidang aktif pahat akan mengalami beban yang berfluktuasi. Bila pahalanya jenis karbida atau keramik (yang relatif getas) maka pengerutan dan pemuaian yang berulang kali akan menimbulkan retak mikro yang justru menjadikan penyebab kerusakan fatal.

Dari ulasan singkat diatas dapat disimpulkan bahwa selain dipilih cairan pendingin harus juga dipakai dengan cara yang benar. Banyak cara yang

dipraktikkan untuk mengefektifkan pemakaian cairan pendingin antara lain sebagai berikut:

- a. Secara manual, apabila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, misalnya mesin gurdi atau frais jenis bangku (*bench drilling/milling machine*) maka cairan pendingin hanya dipakai secara terbatas. Pada umumnya operator memakai kuas untuk memerciki pahat gurdi, tap, atau frais dengan minyak pendingin. Selama hal ini dilakukan secara teratur dan kecepatan potong tak begitu tinggi maka umur pahat bias sedikit diperlama. Penggunaan alat sederhana yang berupa botol dengan selang berdiameter kecil akan lebih baik karena akan menjamin keteraturan penetesannya minyak.
- b. Disiramkan ke benda kerja (*flood application of fluid*). Cara ini memerlukan sistem pendingin, yang terdiri atas pompa, saluran, nozel, dan tangki. Itu semua telah dimiliki oleh hampir semua mesin perkakas yang standar. Satu atau beberapa nozel dengan selang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan. Keseragaman pendinginan harus diusahakan dan bila perlu dapat dibuat nozel khusus. Pada pemberian cairan pendingin ini seluruh benda kerja disekitar proses pemotongan disirami dengan cairan pendingin melalui saluran cairan pendingin yang jumlahnya lebih dari satu.

2.8.2 Kriteria Pemilihan Cairan Pendingin

Pemakaian cairan pendingin biasanya mengefektifkan proses pemesinan. Untuk itu, ada beberapa kriteria untuk pemilihan cairan pendingin tersebut, walaupun dari beberapa produsen mesin perkakas masih mengizinkan adanya pemotongan tanpa cairan pendingin. Kriteria utama dalam pemilihan cairan pendingin pada proses pemesinan sebagai berikut:

- a. Unjuk kerja proses
- b. Harga
- c. Keamanan terhadap lingkungan
- d. Keamanan terhadap kesehatan (*health hazard performance*).

Gambar 2.10 diagram Fasa Fe₃C
(Sumber: Szienna, 2013)

2.10 Baja SS-400

Baja yang digunakan pada pengujian ini adalah Baja SS 400, SS “*structural steel*“. SS 400/ JIS G3101/ASTM A36 adalah baja umum (*mild steel*) dimana komposisi kimianya hanya karbon (C), Manganese (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan Posfor (P) yang dipakai untuk aplikasi struktur/konstruksi umum (*general purpose structural steel*) misalnya untuk jembatan (bridge), pelat kapal laut, oil tank, dll. SS 400/ JIS G3101 ekivalen dengan DIN:St37-2, EN S235JR, ASTM:A283C dan UNI:FE360B.

Baja SS 400/ JIS G3101/ASTM A36, baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17 %C) / *Low C Steel*

PT KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk.

MILL CERTIFICATE

PURCHASER: SINARINDO MEGAH PERKASA, PT
JL. BATUTULIS RAYA NO.52
HEBON KELAPA, GAMBIR
JAKARTA PUSAT

COMMODITY: PRIME HEAVY PRODUCED HOT ROLLED
STEEL IN COIL MILL EDGE

SPECIFICATION: JIS G 3101 S3400

LC. NO: B06021998MCPW/019
CERTIFICATE NO: M57104099806
DATE: FEBRUARY 03 2019
LOT NO: 600049511 / 00086
SHIPPING INSTRUCTION: SALES ORDER / ITEM

Page: 1 of 1

HEAT NO.	SLAB NO	COIL AND PACKING NO	TEST-NO	DIMENSION (mm)	QTY (t)	CHEMICAL COMPOSITION x 100 %						Ceq	TENSILE TEST			BEND TEST	IMPACT TEST	
						T x W x L	C	Si	Mn	P	S		Al	YS N/mm ²	TS N/mm ²		EL %	AVG
06980C	1408	ABX01782	ABX016	6.00 x 1218 x 2400	48	16.3	0.9	88.4	0.3	1.4	3.5	0.27	318	433	27	GOOD		
06980C	5808	ABY30901	ABY309	6.00 x 1218 x 2400	80	16.7	1.0	89.8	1.0	1.8	3.9	0.28	323	422	28	GOOD		
06980C	5808	ABY30902	ABY309	6.00 x 1218 x 2400	80	16.7	1.0	89.8	1.0	1.8	3.9	0.28	323	422	28	GOOD		

RS4GD4023, ISSUE NO: 03

CERTIFIED TRUE COPY
PT. SINARINDO MEGAH PERKASA

DIVISION OF QUALITY CONTROL
SPTW000 JIKO S
SUPERINTENDENT
PHONE: (0254) 371616

WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT
PT KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk. Jl. Industri No 5 Cikass, Bantén, 42435, Indonesia Phone: (+62 254) 371615 Fax: (+62 254) 372688

Gambar 2.11 Sertifikat Baja SS-400
(Sumber : Toko Mega Agung Perkasa)

2.11 Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk

mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang sangatlah halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya.

Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrology yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian.

Tingkat kehalusan suatu permukaan memang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya.

2.11.1 Toleransi Harga Kekasaran Permukaan (Ra)

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmetis Ra juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N1 sampai N12. Besarnya toleransi untuk Ra biasanya diambil antara 50% keatas dan 25% ke bawah. Tabel 2.2 menunjukkan harga kekasaran rata-rata beserta toleransinya.

Tabel 2.2 Toleransi nilai kekasaran rata-rata (Ra)

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi $N_{+20\%}$ $N_{-25\%}$	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	0.8
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	2.5
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	
				8

(Sumber : WH Azmi, 2019)

Toleransi harga kekasaran rata-rata, R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin frais.

Table 2.3 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaan

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga R_a
<i>Flat and cylindrical lapping, Superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_4$ $N_1 - N_6$	0.025 – 0.2 0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding Finishing</i>	$N_1 - N_8$ $N_4 - N_8$	0.025 – 3.2 0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	$N_5 - N_{12}$	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	$N_7 - N_{10}$	1.6 – 12.5
<i>Shapping, planing, horizontal milling</i>	$N_8 - N_{12}$	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	$N_{10} - N_{11}$	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	$N_6 - N_8$	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	$N_6 - N_7$	0.8 – 1.6

(Sumber : WH Azmi, 2019)