

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Stainless Steel 304*

Stainless steel 304 adalah salah satu jenis baja tahan karat yang sering digunakan dalam industri karena ketahanan korosinya yang tinggi serta sifat mekaniknya yang baik. Material ini terdiri dari campuran kromium (Cr) sekitar 18% dan nikel (Ni) sekitar 8%, yang memberikan ketahanan terhadap oksidasi dan reaksi kimia. *stainless steel 304* sering digunakan dalam industri otomotif, medis, makanan, dan konstruksi karena kemampuannya menahan suhu tinggi serta sifat non-magnetiknya.

Dalam proses pemesinan, *stainless steel 304* dikenal sebagai material yang sulit untuk dikerjakan karena sifatnya yang keras dan mudah mengalami pengerasan regangan (*work hardening*). Oleh karena itu, pemilihan alat potong dan parameter pemesinan yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil permukaan yang optimal. termasuk dalam kategori *food grade* merupakan *stainless steel* dengan komposisi 18/8 atau 18/10. Arti kode ini menunjukkan komposisi kandungan kromium dan nikel. Kandungan kromium berfungsi untuk mengikat oksigen di permukaan *stainless steel* dan melindungi bahan dari proses oksidasi yang dapat menimbulkan karat. Sementara nikel membuat *stainless steel* memiliki sifat yang lebih tahan karat lagi. Semakin besar kandungan nikel semakin besar pula kemampuan bahan untuk mencegah korosi. Selain itu, kandungan nikel membuat *stainless steel* lebih kokoh. Seri 304 memiliki komposisi 18/8, yang artinya: kandungan kromium sebesar 18% sedangkan kandungan nikel sebesar 8%.

stainless steel yang digunakan dalam rancangan ini adalah baja yang memiliki minimum 10,5% Cr. Krom adalah bahan paduan yang sangat berarti buah memperoleh besi yang sangat baik, diantara-Nya dengan menambah Sebagian zat *molibdenum* (Mo) yang digunakan untuk membenarkan ketahanan korosi *pitting* serta korosi celah. Penambahan unsur karbon rendah serta unsur penguatan karbida (*titanium/niobium*) digunakan buat membatasi *corrosion* material yang mengalami sensitasi. Meskipun semua kategori *stainless steel* didasarkan di kandungan krom (Cr), tetapi unsur paduan yang lain dimasukkan untuk memperbagus sifat *stainless Steel* cocok dengan penerapan-Nya. Jenis *stainless steel* tidak sama dengan baja lain yang ditetapkan pada persentase karbon, namun ditetapkan pada metalurginya. *stainless steel* yang digunakan oleh penulis bersifat *austenitic*.

1. *Austenitic Stainless Steel*

Baja paduan *stainless steel* 304 adalah baja tahan karat *austenitic* yang mempunyai komposisi berupa 0.042% C, 1.19% Mn, 0.034% P, 0.006% S, 0.049% Si, 18.24% Cr, 8.15% Ni serta sisanya Fe. Sebagian sifat mekanik baja karbon jenis 304 ini yaitu: kekuatan tarik 646 Mpa, *yield strength* 270 Mpa, *elongation* 50%, serta kekasarannya 82 HRb. *Stainless steel* jenis 304 ini penuh digunakan di dunia industri ataupun skala kecil. Penggunaanya antara lain buat tangki serta kontainer buat beberapa macam cairan serta padatan, perlengkapan pertambangan, kimia, makanan serta industri farmasi. (Sumarji, 2011)

2.2 Pahat Karbida *Nobium* (Nb)

Karbida *Nobium* (Nb) merupakan logam refraktori yang memiliki titik leleh tinggi dan sifat mekanik yang baik, sehingga cocok digunakan sebagai material

pahat dalam pemesinan material keras seperti *Stainless steel 304*. Pahat berbahan karbida *Nobium (Nb)* memiliki keunggulan dalam :

1. Ketahanan terhadap suhu tinggi, sehingga dapat mempertahankan ketajaman lebih lama.
2. Ketahanan aus yang baik, yang meningkatkan umur pakai pahat.
3. Reduksi gesekan, yang dapat membantu mengurangi gaya pemotongan dan meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan.

Pemilihan pahat karbida *Nobium (Nb)* dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya untuk menghasilkan hasil pemesinan yang lebih baik dibandingkan dengan pahat konvensional seperti HSS atau karbida dalam pemesinan *stainless steel 304*. Kekerasan Pahat karbida *Nobium (Nb)* adalah salah satu sifat yang paling penting dalam menentukan kemampuan pahat untuk memotong bahan-bahan yang keras. Berikut adalah beberapa informasi tentang kekerasan Pahat karbida *Nobium*.

A. Sifat Unik Pahat karbida *Nobium (Nb)*

1. Kekerasan Tinggi: Pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki kekerasan yang sangat tinggi, sehingga dapat digunakan untuk memotong bahan-bahan yang keras dan tebal.
2. Kekuatan Tinggi: Pahat karbida *Nobium (Nb)* juga memiliki kekuatan yang sangat tinggi, sehingga dapat digunakan untuk memotong bahan-bahan yang tebal dan keras.
3. Ketahanan Korosi Tinggi: pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi, sehingga dapat digunakan dalam lingkungan yang korosif.

4. Sifat Termal yang Baik: pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki sifat termal yang dapat digunakan dalam proses pemanasan dan pendinginan.
5. Kemampuan Memotong: pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki kemampuan memotong yang sangat baik, sehingga dapat digunakan untuk memotong bahan yang keras dan tebal.

B. Kelebihan Pahat karbida *Nobium (Nb)*

1. Kemampuan Memotong yang Baik: Pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki kemampuan memotong yang sangat baik, sehingga dapat digunakan untuk memotong bahan-bahan yang keras dan tebal.
2. Ketahanan yang Baik: Pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki ketahanan yang baik terhadap gesekan dan tekanan.
3. Kemampuan Bekerja dalam Lingkungan yang Korosif: Pahat karbida *Nobium (Nb)* dapat bekerja dalam lingkungan yang korosif.

C. Kekurangan Pahat karbida *Nobium (Nb)*

1. Harga yang Mahal: Pahat karbida *Nobium (Nb)* memiliki harga yang mahal dibandingkan dengan pahat lainnya.
2. Sulit untuk Dibentuk: Pahat karbida *Nobium (Nb)* sulit untuk dibentuk karena sifatnya yang keras dan kuat.

2.3 Permesinan Bubut

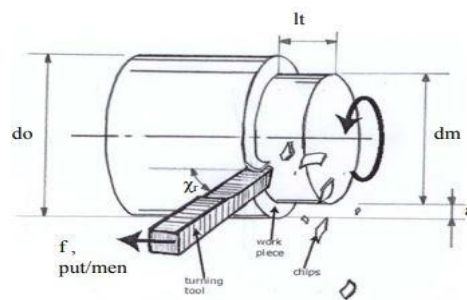
Mesin bubut adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda dengan cara diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan terasasi 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 ulur. (Poeng, Rauf, 2015)

Proses pemesinan dibagi menjadi tiga kategori yaitu :

1. Proses pemotongan (*cutting*), yaitu proses pemesinan dengan menggunakan pisau pemotong dengan bentuk geometri tertentu.
2. Proses abrasi (*abrasive process*) seperti proses gerinda.
3. Proses pemesinan non tradisional yaitu yang dilakukan secara elektrik.

(Prastiawan, 2010) Proses permesinan seperti proses bubut, pengeboran, *freis* atau pemesinan baut pada dasarnya merupakan suatu proses pembuangan sebagian bahan benda kerja di mana pada proses pemotongannya akan dihasilkan geram (*chip*) yang merupakan bagian benda kerja yang akan dibuang. Pahat potong bergerak sepanjang benda kerja dengan kecepatan V dan kedalaman pemotongan Doc . Pergerakan pahat ini mengakibatkan timbulnya geram (*chip*) terbentuk akibat proses pergeseran (*shearing*) secara kontinu pada bidang geser.



Gambar 2. 1 Proses Bubut
Sumber : (Jonoadji, Dewanto, 1999)

Perencanaan proses bubut tidak hanya menghitung elemen dasar proses bubut, tetapi juga meliputi penentuan atau pemilihan material pahat berdasarkan material benda kerja, pemilihan mesin, penentuan cara pencekaman, penentuan langkah kerja dan langkah penyayatan dari awal benda kerja sampai terbentuk benda kerja jadi, penentuan cara pengukuran dan alat ukur yang digunakan.

2.4 Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut konvensional adalah mesin perkakas atau mesin bubut biasa memproduksi benda-benda bentuk silindris, mesin dengan gerak utamanya berputar dan berfungsi sebagai pengaruh bentuk dan ukuran benda dengan cara menyayat benda kerja dengan pahat penyayat. Mesin ini bekerja dengan memutar benda kerja lalu menyayat secara melintang sejajar sumbu utama. (Syahputra, 2022)

Pokok kerja dari mesin bubut konvensional di mana benda kerja dalam keadaan berputar sedangkan alat penyayat bergerak mendatar maupun melintang secara perlahan. Sebuah benda kerja tersebut dipasang pada alat penjepit pada poros utama mesin bubut. Putaran mesin bubut berasal dari mesin listrik, kemudian dihubungkan ke poros utama dengan sabuk (*V belt*), bila motor listrik berputar maka poros utama juga berputar dan membawa benda kerja yang dijepit pada alat penjepit ikut berputar. (Ramadhan, 2018)

Benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemotongan tersebut memiliki kualitas tertentu dan bila diketahui dari ketelitian dimensi, ketelitian bentuk serta kehalusan permukaan benda kerja tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketelitian benda kerja adalah ketelitian mesin bubut yang dipergunakan dalam proses pemotongan benda kerja itu (Putra et al., 2022). Parameter pemesinan harus

disesuaikan dengan berbagai kriteria pemotongan untuk mencapai hasil yang optimal. Desain Taguchi adalah metode yang kuat, yang digunakan secara luas untuk mendapatkan penyesuaian optimal untuk mengendalikan faktor.



Gambar 2. 2 Mesin Bubut Konvensional
Sumber : (Dokumentasi 2025)

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan dalam proses pembubutan adalah mesin bubut itu sebagai alat dan operator mesin tersebut. Selain itu faktor lain seperti jenis material pahat bubut yang digunakan, material benda kerja dan elemen-elemen dasar proses bubut, kecepatan potong, kecepatan pemakanan, ketebalan pemotongan, waktu pemotongan. Dan juga parameter-parameter pemotongan lainnya seperti kecepatan putaran dan kedalaman potong (Hidayat, 2015), Operator mesin bubut biasanya mengabaikan hal tersebut agar penyelesaian komponen lebih cepat terlebih lagi jika itu menggunakan mesin bubut konvensional. Dalam mengetahui pengaruh dari kedalaman potong dan kecepatan putaran terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan menggunakan mesin bubut konvensional dan sebagai acuan bagi operator mesin bubut konvensional dalam pembuatan komponen agar memiliki tingkat kekasaran permukaan yang sesuai. Pada kelompok mesin bubut juga terdapat bagian-bagian otomatis dalam pergerakannya, bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan

System otomatis, baik yang dilayani dengan System hidraulik ataupun elektrik. Ukuran mesinnya pun tidak semata-mata kecil karena tidak sedikit mesin bubut konvensional yang dipergunakan untuk mengerjakan pekerjaan besar seperti yang dipergunakan pada Industry perkapalan dalam membuat atau merawat poros baling-baling kapal yang diameternya mencapai 1000 mm atau lebih.

2.4.1 Bagian-bagian Utama Mesin Bubut

Bagian-bagian utama pada mesin bubut pada umumnya sama walaupun merek atau buatan pabrik yang berbeda, hanya saja terkadang posisi tuas, tombol, *table* penunjukan pembubutan letaknya berbeda. Demikian juga cara pengoperasiannya tidak jauh berbeda. Berikut ini akan diuraikan bagian-bagian utama mesin bubut konvensional (biasa) yang pada umumnya dimiliki oleh mesin tersebut.

1. Sumbu Utama (*Main Spindle*)

Adalah sumbu utama mesin bubut yang berfungsi sebagai dudukan *chuck* (cekam), pelat pembawa, kolet, senter tetap, dan lain-lain. Terlihat pada gambar sudah terpasang sebuah cekam yang di dalamnya terdapat susunan roda gigi yang dapat digeser melalui tuas *handle* untuk mengatur putaran mesin. Putaran mesin diatur sesuai dengan kebutuhan pembubutan.



Gambar 2. 3 Sumbu Utama
Sumber : (Dokumentasi 2025)

2. Meja Mesin (*Bed*)

Meja mesin merupakan tumpuan gaya pemakanan waktu pembubutan mesin berfungsi sebagai tempatudukan kepala lepas dan eretan. 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 eretan menjadi lancar.



Gambar 2. 4 Meja Mesin
Sumber : (Dokumentasi 2025)

3. Eretan (*Carriage*)

Fungsi dari eretan ini sendiri adalah untuk memberikan pemakanan yang besarnya dapat di atur menurut kehendak operator dan dapat terukur dengan ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutar.



Gambar 2. 5 Eretan
Sumber : (Dokumentasi 2025)

4. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas digunakan sebagaiudukan senter putar sebagai pendukung benda kerja pada saat pembubutan, kedudukan bor tangkai tirus, dan cekam bor sebagai menjepit bor.



Gambar 2. 6 Kepala Lepas
Sumber : (Dokumentasi 2025)

5. Penjepit Pahat (*Tools Post*)

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat potong yang bentuknya ada beberapa macam diantara-Nya seperti ada ditunjukkan pada Gambar 2.7 Jenis ini sangat praktis dan dapat menjepit pahat 4 buah sekaligus sehingga dalam suatu pengerjaan bila memerlukan 4 macam pahat dapat dipasang dan disetel sekaligus.



Gambar 2. 7 Penjepit Pahat
Sumber : (Dokumentasi 2025)

6. Tuas Pengatur Kecepatan Sumbu Utama dan Pelat Penunjuk Kecepatan

Tuas pengatur kecepatan berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran mesin sesuai hasil perhitungan dengan menggunakan rumus maupun pembacaan dari *table* putaran.



Gambar 2. 8 Tuas Pengatur
Sumber : (Dokumentasi 2025)

7. Transporter dan Sumbu Pembawa

Transporter atau poros transporter adalah poros berulir segi empat atau trapesium yang biasanya memiliki kisar 6 mm, digunakan untuk membawa eretan pada waktu kerja otomatis, misalnya waktu membubut ulir, alur, atau pekerjaan pembubutan lainnya. Sedangkan sumbu pembawa atau poros pembawa adalah poros yang berputar untuk membawa eretan atau mendukung jalannya.



Gambar 2. 9 Transporter
Sumber : (Dokumentasi 2025)

8. *Chuck* (cekam)

Cekam adalah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja. Jenisnya ada yang bercabang tiga sepusat (*Self-centering chuck*) gerakan rahang Bersamaan pada saat dikencangkan atau dibuka. Sedangkan gerakan untuk rahang tiga dan empat tidak sepusat, setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa diikuti oleh rahang yang lain, maka jenis ini biasanya untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau digunakan pada saat pembubutan eksentrik.



Gambar 2. 10 Cekam (*Chuck*)
Sumber : (Dokumentasi 2025)

2.4.2 Jenis-jenis Pekerjaan yang dapat Dikerjakan dengan Mesin Bubut

Dalam praktiknya di lapangan mesin bubut dapat mengerjakan pekerjaan pemotongan benda kerja sebagai berikut:

1. Pembubutan Muka (*Facing*), yaitu proses pembubutan yang dilakukan pada tepi penampangnya atau gerak lurus terhadap sumbu benda kerja, sehingga diperoleh permukaan yang halus dan rata.
2. Pembubutan Rata (Pembubutan Silindris), yaitu pengerjaan benda yang dilakukan sepanjang garis sumbunya. Membubut silindris dapat dilakukan sekali atau dengan permulaan kasar yang kemudian dilanjutkan dengan pemakanan halus atau *finishing*.

3. Pembubutan Ulir (*Threading*), adalah pembubutan ulir dengan menggunakan pahat ulir.
4. Pembubutan Tirus (*Tapper*), yaitu proses pembubutan benda kerja berbentuk konis. Dalam pelaksanaan pembubutan tirus, dapat dilakukan dengan tiga acara yaitu, memutar eretan atas (peletakan majemuk), pergeseran kepala lepas (*Tail Stock*), dan menggunakan perlengkapan tirus (*Tapper Attachment*).
5. Pembubutan (*Drilling*), yaitu pembubutan dengan mata bor (*drill*), sehingga akan diperoleh lubang pada benda kerja. Pekerjaan ini merupakan pekerjaan awal dari pekerjaan *boring* (bubut dalam).
6. Perluasan lubang (*boring*), yaitu proses pembubutan untuk memperbesar lubang. Pembubutan ini menggunakan pahat bubut dalam.

2.4.3 Gerakan-gerakan dalam Membubut

Dalam pengerjaan mesin bubut dikenal beberapa prinsip gerakan yaitu :

1. Gerakan berputar benda kerja pada sumbunya disebut (*cutting motion*) artinya putaran utama. Dan *cutting speed* atau kecepatan potong merupakan gerakan untuk mengurangi benda kerja dengan pahat.
2. Pahat yang bergerak maju secara teratur, akan menghasilkan geram, serpih, tatal (*chip*). Gerakan tadi disebut kecepatan makan (*feed motion*).
3. Bilah pahat dipasang dengan dalam pemotongan (*depth of cutting*), pahat dimajukan ke arah melintang sampai ke dalam pemotong yang dikehendaki. Gerakan ini disebut (*adfasting motion*).

2.5 Parameter Permesinan Bubut

Dalam proses permesinan, parameter permesinan harus direncanakan secara baik. Perencanaan tersebut penting untuk memperhitungkan gaya dan daya pemotongan yang terjadi. Gaya pemotongan bereaksi pada pahat dan benda kerja, yang selanjutnya akan diteruskan pada bagian-bagian tertentu mesin perkakas, yang akan mengakibatkan lenturan. Meskipun lenturan ini kecil, lenturan ini dapat menyebabkan kesalahan geometri produk maupun sumber getaran yang dapat memperpendek umur pahat.

2.5.1 Kecepatan Putaran

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

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

Dimana:

n = Kecepatan putaran (rpm)

d = diameter rata-rata benda kerja (mm)

V_c = kecepatan potong (m/menit)

π = nilai konstan 3,14

Kemudian untuk menghitung nilai rata-rata per spesimen digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra \frac{R1+R2+R3+R4+R5}{5} \mu m \dots\dots\dots (2.2)$$

Kemudian untuk menghitung nilai Ra total digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra_{Total} = \frac{Ra_{SP1}+Ra_{SP2}+Ra_{SP3}}{3} \mu m \dots\dots\dots (2.3)$$

2.5.2 Kedalaman Potong (*Depth Of Cut*)

Kedalaman potong (*Depth of cut*) adalah tebal bagian kerja yang dibuang dari benda kerja atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Ketika pahat memotong benda kerja, maka diameter benda kerja akan berkurang, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

$$a = \frac{do - dm}{2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

a = Kedalaman potong (mm)

do = Diameter awal (mm)

dm = Diameter akhir (mm)

2.6 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ke tidak beraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor, diantaranya yaitu; mekanisme parameter pemotongan, geometri dan dimensi pahat, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram. Kualitas suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja.

Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan.

Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua bentuk, di antaranya:

1. *Ideal surface roughness*, yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal.
2. *Natural surface roughness* yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses permesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses permesinan di antaranya:
 - a. Keahlian operator
 - b. Getaran yang terjadi pada mesin
 - c. Ketidak beraturan *feed mechanisme*
 - d. Adanya cacat pada material
 - e. Sudut potong pahat
 - f. Kecepatan mesin

Angka kekasaran (*ISO number*) diartikan untuk mengelakkan terbentuknya kesalahan atas satuan harga kekasaran. Jadi rincian kekasaran bisa langsung dituliskan nilainya atau menuliskan angka kekasaran ISO. Panjang sampel pengukuran disejajarkan dengan angka kekasaran yang dipunyai suatu permukaan. Bila panjang sampel tidak dimasukkan ke dalam penyusunan simbol berarti panjang sampel 0,8 milimeter (bila dilihat dari proses permesinannya halus sampai sedang) dan 2,5 milimeter (bila dilihat dari proses permesinannya kasar). Penerimaan harga kekasaran rata-rata, R_a dari permukaan terpaut pada proses pengerjaannya. Cara mudah untuk menghasilkan R_a yang rendah ialah dengan mencari parameter

pemesinan yang berpengaruh pada nilai optimal. (Handoko, S.T., M.T dan Ir. Mudjijana, M.Eng. 2012)

Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetika dari garis rata-rata permukaan. Hal tersebut menyebabkan beberapa macam faktor diantaranya yaitu parameter Pemotongan, geometri, dan dimensi pahat. Kualitas hasil suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja. Pada nilai kekasaran permukaan terdapat beberapa kriteria nilai kualitas (N) yang berbeda, di mana nilai kualitas kekasaran permukaan terkecil dimulai dari N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) $0,025 \mu m$ dan nilai yang paling tinggi adalah N12 dengan nilai kekasarannya $50 \mu m$. (Atedi, Agustono, 2005)

Tabel 2. 1 Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaannya.
Sumber: (Lesmono, Yunus, 2013)

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga R_a
<i>Flat and cylindrical lapping superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_2$	0.025 – 0.2
	$N_1 - N_6$	0.025 – 0,8
<i>Flat Cylindrical Grinding Finishing</i>	$N_1 - N_8$	0.025 – 3.2
	$N_4 - N_8$	0.1 – 3.2
<i>Flat Cylindrical turning, milling and reaming Driling</i>	$N_5 - N_{12}$	0.4 – 50.0
	$N_7 - N_{10}$	1.6 – 12.5
<i>Shapping, Planning, horisontal milling sandcasting and forging</i>	$N_6 - N_{12}$	0.8 – 50.0
	$N_{10} - N_{11}$	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing Die casting</i>	$N_6 - N_8$	0.8 – 3.2
	$N_6 - N_7$	0.8 – 1.6

Harga kekasaran rata-rata (Ra) optimal yang diperbolehkan ditulis di atas tanda segitiga. Satuan yang dipakai wajib sama dengan satuan panjang yang ditetapkan dalam gambar teknik. Bila angka kekasaran Ra minimum diperlukan, dapat dituliskan di bawah angka kekasaran maksimum. Angka kekasaran dapat dikategorikan jadi 12 angka kelas kekasaran sebagaimana pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Toleransi Harga Kekasaran Rata-rata (Ra). Sumber: (Atedi, Agustono, 2005)

Kekasaran (Ra) (μm)	Kelas kekasaran	Panjang sampel (μm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

2.7 Jurnal Rujukan

Menurut (Prasetyo, 2014) Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi jenis pahat Insert (*kyocera* dan *wolframcarb*), variasi kecepatan spindel (950 rpm, 1050 rpm, 1150 rpm) serta variasi kedalaman pemakanan(0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm) terhadap tingkat kekasaran permukaan bajaS45C dengan menggunakan *software mastercam* pada mesin mori seiki CL2000. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen. Benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja

S45C dengan diameter 25 mm dan panjang 80 mm sebanyak 18 spesimen yang mendapatkan perlakuan pengerjaan berbeda. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja tersebut adalah *surface* tester Mitutoyo 301. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Ada pengaruh variasi jenis pahat *insert*, yaitu *kyocera* dan *wolframcarb* dihasilkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja terendah yaitu 2,436 μm pada penggunaan pahat *insert wolframcarb*. Karena semakin keras pahat yang digunakan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Ada pengaruh variasi kecepatan spindel, yaitu pada kecepatan 950 rpm, 1050 rpm dan 1150 rpm dihasilkan Tingkat kekasaran permukaan benda kerja terendah yaitu 2,436 μm pada kecepatan spindel 1150 rpm. Karena semakin tinggi kecepatan spindel, maka semakin rendah tingkat permukaan benda kerja. (3) Ada pengaruh variasi kedalaman pemakanan, yaitu pada kedalaman 0,4 mm; 0,6 mm dan 0,8 mm Dihasilkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja terendah adalah 2,436 μm pada kedalaman pemakanan 0,4 mm. Karena semakin dalam pemakanan, maka semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

(Indra, 2013) Kualitas pembubutan logam sangat dipengaruhi oleh jenis pahat bubut yang digunakan, seperti misalnya pahat bubut *high speed steel* (HSS), boron Karbida, dan pahat *polycrystalline diamond* (PCD). Karena perbedaan sifat-sifat fisik dari HSS, boron karbida dan PCD maka kekasaran permukaan yang dihasilkan pun berbeda. Sangatlah penting bagi praktisi dan program mesin CNC untuk mengetahui pengaruh jenis pahat bubut terhadap kekasaran permukaan yang

dihasilkan pada proses pembubutan bahan Stainless steel. Dari ketiga jenis pahat bubut yang digunakan untuk membubut Stainless Steel, menunjukkan bahwa kekasaran permukaan (R_a) yang paling kecil dihasilkan oleh pahat jenis boron karbida, menghasilkan kekasaran permukaan (R_a) = 1,16 μm . Dengan parameter pembubutan: putaran mesin (N) = 1500 rpm, kecepatan potong (V_c) = 89 m/menit dan kedalaman potong (DOC) = 0,25 mm

(Nugroho, 2021) Proses pembubutan adalah proses perautan atau pemotongan dengan menggunakan mesin bubut untuk menghasilkan bentuk silindris, dapat juga digunakan untuk membuat ulir, proses bor dan membuat rata benda putar dengan cara meraut dan mengurangi ukuran benda berputar pada cekam dengan pahat yang memiliki tingkat kekasaran melebihi benda kerja yang dibubut.

(Hidayat, 2020) membandingkan kekasaran permukaan hasil pembubutan Stainless steel 304 menggunakan berbagai jenis pahat, termasuk HSS, karbida, dan PCD. Pahat karbida memberikan hasil kekasaran yang lebih rendah pada kecepatan 700 rpm dan kedalaman potong 0,1 mm, membuktikan keunggulan pahat karbida dalam pengendalian kualitas permukaan.

Hal ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan, bahwa adanya pengaruh kecepatan potong dan kedalaman potong pada mesin bubut terhadap hasil kekasaran. Artinya pada variasi kecepatan potong dan kedalaman potong yang digunakan ini terdapat perbedaan tingkat kekasaran. Pahat karbida merupakan pahat salah satu pahat yang disemen dengan bahan padat dan dibuat dengan sintering serbuk karbida, antara lain nitrida dan oksida dengan bahan pengikat yang umumnya dari kobalt (co). (Nugroho, S. 2010).