

SKRIPSI

ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA DENGAN VARIASI JENIS MATERIAL DAN PAHAT POTONG

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana (S-1) Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu



Oleh :

ANDRI MARDIANSYAH
G1C005014

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2014**

ABSTRACT

Proses pengerjaan logam adalah salah satu hal terpenting dalam pembuatan komponen mesin, terutama proses pengerjaan logam dengan mesin bubut. Sehingga diperlukan inovasi yang terus menerus untuk meningkatkan kualitas hasil produksi. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan, misalnya dengan pemilihan jenis pahat, kedalaman pemakanan, dan kecepatan spindel yang tepat. Dari penggunaan beberapa cara tersebut muncul permasalahan bagaimana pengaruh perbedaan jenis pahat, kecepatan spindel dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran dan kekerasan permukaan benda kerja pada proses bubut konvensional. Dalam penelitian ini benda kerja yang digunakan sebanyak 4 jenis material benda kerja yaitu baja VCN, VCL, AISI 1045, dan, ST 37, benda kerja berbentuk poros bertingkat dalam proses pengerjaannya diberikan perlakuan yang sama antara lain kedalaman potong dari 0,25mm – 0,75mm, kecepatan spindle (konstan), Pahat potong yang digunakan karbida sandvick dan karbida widia. Kemudian dari ke 4 benda kerja tersebut masing masing benda kerja ditentukan 6 titik dan 8 sudut pengukuran. Dari hasil pengujian yang diperoleh data kemudian dilakukan analisis tabel. Nilai kekasaran permukaan terendah adalah 3,166 μm pada sudut 225^0 di kedalaman potong (a) 0,25 mm, menggunakan pahat potong widia pada material benda kerja baja AISI 1045. Kemudian nilai kekasaran permukaan terbesar adalah 7,610 μm pada sudut 45^0 di kedalaman potong (a) 0,75 mm, menggunakan pahat potong yang sama dengan material benda kerja baja VCN. Sedangkan kekasaran permukaan terendah menggunakan pahat potong sandvik adalah 3,814 μm pada sudut 0^0 di kedalaman potong (a) 0,75 mm pada material benda kerja VCN. Sementara itu kekasaran permukaan terbesar adalah 7,551 μm pada sudut 90^0 dan di kedalaman potong (a) 0,25 mm dengan menggunakan pahat potong sandvick dengan material benda kerja baja AISI 1045.

Kata kunci: *Kekasaran permukaan, Jenis pahat, Kecepatan spindel, Kedalaman pemakanan.*

ABSTRACT

Procces of metal work is one of important in making machine component, expecially procces of metal work with lathe machine. So we need regularly innovation for increase product quality. There are some method which havedid, example with exactly selection of emboss type, spindle speed, and depth of cut. From using the method to appear problem how effect of emboss type, spndle speed, and depth of cut of steel surface roughness and surface hardness onthe process of a conventional lathe. In this study, the workpiece isused as much as 4 types of workpiece material is steel VCN, VCL, AISI 1045, and, ST 37, the workpiece spindle-shaped rise in the course of the work given the same treatment, among others, the depth of cut of 0,25mm - 0, 75mm, spindle speed (constant), sculpting pieces used carbide and carbide sandvick widia. Then from 4 to the respective workpiece workpiece determined 6 points and 8 angle measurements. From the test results obtained data is then analyzed tables. The lowest surface roughness value is 3.166 μm at an angle of 225^0 in the depth of cut (a) 0.25 mm, using a chisel cut widia the workpiece material AISI 1045. Then the largest surface roughness value of 7.610 μm at an angle of 45^0 at cutting depth (a) 0.75 mm, using the same cut chisel with steel workpiece material VCN. While the lowest surface roughness using Sandvik chisel cut is 3,814 μm at an angle of 0^0 at the depth of cut (a) 0.75 mm on the workpiece material VCN. Meanwhile, the largest surface roughness is 7.551 μm at an angle of 90^0 and at the depth of cut (a) 0.25 mm using a chisel cut sandvick the workpiece material AISI 1045 steel

Keywords:

Surface roughness, Surface hardness, Emboss type, Spindle speed, Depth of cut.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, sertakaruniannya, hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***“Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong”***. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna program studi teknik mesin universitas Bengkulu. Dalam penyusunan skripsi ini penulis dibantu dan didukung oleh berbagai pihak, oleh karna itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Angky Puspawan, S.T, M.Eng selaku ketua prodi teknik mesin universitas Bengkulu yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr.Eng. Hendra, S.T, M.T selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Hendri Van hoten, S.T. M.T selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Afdhal Kurniawan M. S.T, M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan dan serta koreksinya dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Fauzan. S. S.T,M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan dan serta koreksinya dalam penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan teknik mesin universitas bengkulu

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun sistematika penulisannya, hal ini dikarenakan masih terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sebagai saran untuk lebih menyempurnakan penulisan di kemudian hari. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak.

Bengkulu November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SIMBOL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Proses Pemesinan.....	5
2.3 Klasifikasi Proses Pemesinan.....	5
2.4 Mesin Bubut.....	6
2.4.1 Komponen Utama Mesin Bubut	8
2.4.2 Elemen Dasar Proses Bubut.....	11
2.4.3 Kecepatan Potong(<i>cutting speed</i>).....	12

2.4.4 Kecepatan Gerak Pemakanan.....	13
2.4.5 Kedalaman Pemakanan	13
2.4.6 Waktu Pemotongan.....	14
2.4.7 Kecepatan Penghasilan Geram.....	14
2.5 Pahat Bubut.....	14
2.5.1 Jenis-Jenis Pahat Bubut.....	16
2.6 Baja (Steel).....	19
2.6.1 Baja Karbon	20
2.7 Kekasaran Permukaan.....	22
2.7.1 Hal-Hal Yang Mempengaruhi Tingkat Kekasaran Permukaan	22
2.7.2 Toleransi Harga Kekasaran Permukaan (Ra).....	24
2.7.3 Pengukuran Permukaan	25
2.7.3.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Tidak Langsung	26
2.7.3.2 Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Langsung	26
2.7.3.3 Parameter Permukaan	28
2.7.3.4 Kekasaran Permukaan	29
2.7.3.5 Parameter Kekasaran Permukaan	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan.....	33
3.2.1 Alat.....	33
3.2.1.1 Mesin Bubut	33
3.2.1.2 Alat Ukur Kekasaran	33

3.2.1.3 Mata Pahat yang Digunakan.....	34
3.2.2 Bahan Penelitian	35
3.3 Prosedur Penelitian	37
3.3.1 Persiapan Bahan.....	37
3.3.2 Proses Pemotongan	38
3.4 Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Perhitungan Pembubutan.....	44
4.1.1 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja dengan Proses Permesinan Menggunakan Mesin Bubut	47
4.1.2 Pengukuran Kekasaran Benda Kerja VCN dengan Variasi Material Pahat Potong dan Kedalaman Potong	47
4.1.3 Pengukuran Kekasaran Benda Kerja VCL dengan Variasi Material Pahat Potong dan Kedalaman Potong	48
4.1.4 Pengukuran Kekasaran Benda Kerja AISI 1045 dengan Variasi Material Pahat Potong dan Kedalaman Potong	49
4.1.5 Pengukuran Kekasaran Benda Kerja Steel dengan Variasi Material Pahat Potong dan Kedalaman Potong	50
4.2 Pembahasan.....	54
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penentuan Jenis Pahat, Geometri Pahat, f dan vc	19
Tabel 2.2 Klasifikasi Baja Karbon	21
Tabel 2.3 Toleransi Nilai Kekasaran Rata-rata (Ra)	25
Tabel 2.4 Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaan	25
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Bubut	33
Tabel 3.2 Data Teknis Roughness Tester.....	34
Tabel 3.3 Komposisi Kimia Baja VCL 140.....	36
Tabel 3.4 Sifat-Sifat Mekanis Baja Karbon Aisi 1045.....	37
Tabel 3.5 Komposisi Kimia Baja Karbon Aisi 1045	37
Tabel 3.6 Tabel Untuk Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material VCN dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	42
Tabel 3.7 Tabel Untuk Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material VCL dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	42
Tabel 3.8 Tabel Untuk Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material AISI 1045 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	42
Tabel 3.9 Tabel Untuk Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material ST 37 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	43
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pemotongan Benda Kerja Material Vcn Dengan Variasi Pahat Potong Dan Kedalaman Potong	47

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pemotongan Benda Kerja Material Vcl Dengan	
Variasi Pahat Potong Dan Kedalaman Potong	47
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Pemotongan Benda Kerja Material Aisi 1045	
Dengan Variasi Pahat Potong Dan Kedalaman Potong	48
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Pemotongan Benda Kerja Material ST 37	
Dengan Variasi Pahat Potong Dan Kedalaman Potong	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Bubut Konvensional.....	6
Gambar 2.2 jenis-jenis proses pembubutan	7
Gambar 2.3 Proses Bubut	12
Gambar 2.4 Roughness Tester.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Mesin Bubut.....	33
Gambar 3.3 Roughness Tester Merk TR200.....	34
Gambar 3.4 Mata Pahat Karbida (Sandvik).....	34
Gambar 3.5 Mata Pahat Karbida (Widia)	35
Gambar 3.6 Dimensi Benda Kerja	35
Gambar 3.7 Baja Yang Dibubut Poros Bertingkat	38
Gambar 3.8 Ukuran Dimensi Yang Akan Dibubut	39
Gambar 3.9 Bagian Yang Akan Dibubut	40
Gambar 3.10 Pengukuran Kekasaran Dengan Roughness Tester.....	41
Gambar 4.1 Grafik Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material VCN dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong	51
Gambar 4.2 Grafik Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material VCL dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	52
Gambar 4.3 Grafik Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin Bubut Benda Kerja Material AISI1045 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong.....	52

**Gambar 4.4 Grafik Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemesinan Mesin
Bubut Benda Kerja Material ST37 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman
PotongPotong..... 53**

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Dunia industri manufaktur terus berkembang dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi. Peningkatan hasil produksi tersebut harus diimbangi dengan kualitas suatu produk. Mesin perkakas yang digunakan dalam proses pemesian meliputi mesin bubut, mesin sekrup, mesin drilling, mesin milling serta mesin perkakas lainnya (B.H AMSTEAD 1970).

Dalam proses manufaktur, mesin bubut konvensional telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat suatu komponen. Untuk mendapatkan kualitas pemotongan dan pemakanan yang baik diperlukan komponen yang berkualitas serta mesin yang dapat beroperasi dengan optimal, suatu mesin dalam keadaan prima apa bila elemen-elemen mesin tersebut dapat berfungsi dengan baik tanpa adanya masalah terhadap komponen-komponennya. Pemilihan komponen dimaksud adalah pengaruh dari pemakanan benda kerja, pahat bubut menjadi salah satu komponen dalam proses pemesian selain mesin bubut dan benda kerja. Mempertimbangkan hal tersebut maka bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah baja paduan karbon jenis *VCN*, *VCL*, *AISI 1045*, dan *ST 37* karena bahan tersebut sering digunakan dalam komponen pemesian, mampu dikerjakan dan mudah diperoleh. Mengingat begitu pentingnya arti kekasaran suatu komponen terutama poros, maka harus dapat dibuat produk yang mempunyai tingkat kekasaran yang sesuai kriteria. Untuk mengetahui jenis kekasaran pada suatu benda kerja atau hasil produksi dengan proses pemesian dapat digunakan suatu alat ukur kekasaran permukaan (*roughness tester*). Kualitas suatu kekasaran permukaan dipengaruhi oleh elemen dasar pemotongan proses pemesian pada mesin diantaranya kecepatan potong, kedalaman potong, radius pahat potong, jenis pahat potong, kondisi mesin, media pendingin, gerak makan, jenis material dan lain-lain. Pemilihan elemen pemesian pada penelitian ini meliputi kecepatan makan (*feeding*), kedalaman potong dan jenis pahat yang digunakan adalah pahat karbida yaitu *sandvick* dan *widia*.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui tingkat kekasaran permukaan menggunakan alat pengukur kekasaran permukaan benda kerja yaitu *Roughness tester*, Parameter kekasaran rata-rata aritmatik (Ra), dan untuk mengetahui pengaruh terhadap jenis material pahat potong dan gerak makan (*feeding*) terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja karbon menengah jenis VCL, VCN, AISI 1045 dan ST 37.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran pada proses pembubutan, khususnya pengaruh jenis material pahat dan pemilihan elemen dasar proses permesinan terhadap kekasaran permukaan benda kerja.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan bahan seperti, kecepatan potong (v), kedalaman potong (a) dan lain-lain pada proses pembubutan, batasan masalah dalam penelitian adalah membatasi pengaruh jenis material pahat potong dan jenis material benda kerja terhadap tingkat kekasaran permukaan.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini, terdiri dari lima bab dan dilengkapi dengan lampiran. Antara lain : **Bab I Pendahuluan**, Latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan yaitu untuk mencerminkan isi dari laporan. **Bab II Tinjauan Pustaka**, Berisi tentang tinjauan pustaka mengenai teori dasar, yang di dalamnya berisi ilmu-ilmu dasar yang diperlukan untuk menunjang penelitian yang dilakukan. Isi dari bab ini yaitu menjelaskan tentang mesin perkakas dan pengukuran kekasaran benda kerja pada proses bubut. **Bab III Metodologi**, metodologi penelitian yang berisikan diagram alir penelitian, spesifikasi mesin bubut dan langkah-langkah yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. **Bab IV Hasil dan Pembahasan**, Pada Bab IV merupakan hasil dan pembahasan yang menjelaskan tentang hasil yang dicapai dari penelitian ini. Dari hasil yang diperoleh kemudian dipaparkan dalam sub-bab pembahasan. Pembahasan yang dilakukan merupakan

rangkuman dari hasil-hasil yang diperoleh. **Bab V Penutup**, Kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya. Pada halaman daftar pustaka berisikan tentang literatur dan pada halaman lampiran, mencantumkan beberapa hal yang dianggap penting untuk mendukung penelitian dan laporan ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, ada beberapa penelitian yang dipelajari oleh penulis untuk dijadikan literatur atau sebagai pembandingan dan pedoman dalam melakukan penelitian. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Yulian Faizal (2011), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh gerak makan dan media pendingin terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan rata baja aisi 1045. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin besar *feeding* yang digunakan maka semakin besar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Dimana salah satu faktor lain kekasaran permukaan yang besar dipengaruhi oleh penggunaan media pendingin yaitu semakin kecil nilai viskositas media pendingin yang digunakan maka semakin halus kekasaran permukaan yang dihasilkan begitu juga sebaliknya.

Selain itu ada juga penelitian yang dilakukan oleh Sutarmadi (2012) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis material pahat potong dan gerak makan (*feeding*) terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja karbon menengah (AISI 1045). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kekasaran permukaan dipengaruhi oleh *feeding*, kedalaman potong serta material mata pahat yang di gunakan. Dimana kekasaran permukaan yang paling rendah atau kehalusan yang paling tinggi didapat dengan penggunaan *feeding* 0,25 mm/rev dan kedalaman potong 0,25mm dengan jenis mata pahat yang digunakan adalah pahat karbida jenis widia, dan yang tertinggi terdapat pada *feeding* 0,75 mm/rev dan kedalaman potong 0,75 mm dengan pahat karbida sandvik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar *feeding* yang digunakan maka semakin besar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan, sebaliknya semakin kecil *feeding* yang digunakan maka semakin kecil nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan, dimana faktor kekasaran permukaan juga ditentukan oleh jenis bahan mata pahat yang digunakan.

2.2. Proses Pemesinan ^[Rohim. Taufiq. 1993]

Proses pemesinan adalah suatu proses dalam dunia manufaktur dengan menggunakan mesin-mesin produksi yang merupakan lanjutan dalam proses pembentukan atau proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk benda yang sebenarnya

Pada proses pemesinan terdapat beberapa proses untuk menghasilkan produk mulai dari bahan baku yang diproses dengan cara-cara tertentu secara urut dan sistematis sehingga menghasilkan produk yang berfungsi. Suatu komponen mesin mempunyai karakteristik geometri yang ideal apabila komponen tersebut dapat digunakan sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh mesin, dan haruslah mempunyai ukuran atau dimensi yang tepat, bentuk yang sempurna dan permukaan yang halus. Namun dalam proses pengerjaannya tidaklah mungkin membuat suatu komponen dengan karakteristik geometri yang ideal. Suatu hal yang tidak dapat dihindari adalah terjadi penyimpangan-penyimpangan selama proses pembuatan, sehingga akhirnya produk tidak mempunyai geometri yang ideal. Faktor-faktor penyimpangan didalam proses pemotongan logam yaitu penyetulan mesin perkakas, metode pengukuran, gerakan dari mesin perkakas, keausan dari pahat, temperatur, dan gaya-gaya pemotongan.

2.3. Klasifikasi Proses Pemesinan

Proses pemesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis dengan benda kerja/pahat berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Klasifikasi yang pertama meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin gurdi (*drilling machine*), mesin freis (*milling machine*), mesin gerinda (*grinding machine*), bor (*boring*). Klasifikasi kedua meliputi proses sekrap (*shaping, planing*), proses menggergaji (*sawing*) dan lain-lain.

2.4. Mesin Bubut ^[Rohim. Taufiq. 1993]

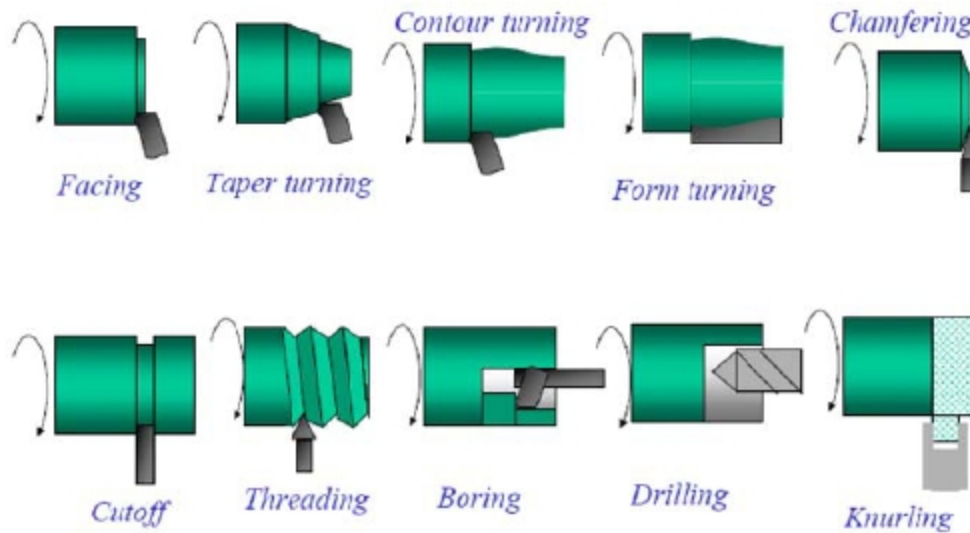
Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk menyayat benda kerja. Pada prosesnya, benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan sesuai perhitungan. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan disayatkan pada benda kerja yang berputar. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam. Dalam kecepatan putar sesuai perhitungan, alat potong akan mudah memotong benda kerja sehingga benda kerja mudah dibentuk sesuai yang diinginkan. Pada gambar 2.2 terlihat komponen-komponen pada mesin bubut berupa *Headstock* (didalamnya terdapat *gearbox* mesin), *tailstock* yang berfungsi untuk menjepit dan membuat posisi benda kerja menjadi *center*, *carriage* atau eretan, yang terdiri dari *top carriage* atau eretan atas, *cross carriage* atau eretan melintang, dan *apron* yang terdapat komponen *gear box* pada *carriage*.



Gambar 2.1. Mesin Bubut Konvensional

Sumber (Lab. Produksi T. Mesin Unib)

Fungsi utama mesin bubut konvensional adalah untuk memproduksi benda - benda berpenampang silinder, misalnya poros lurus, poros bertingkat, poros tirus, poros berulir, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. jenis-jenis proses pembubutan

Sumber (Reddy, B, S., et.al., 2009)

Jenis-jenis proses dalam pembubutan yaitu :

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.
1. 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 pembuatan ulir dengan menggunakan pahat ulir.
4. Pembubutan tirus (*Taper*), yaitu proses pembuatan benda kerja berbentuk konis. Dalam pelaksanaan pembubutan tirus dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu memutar eretan atas (perletakan majemuk), pergerseran kepala lepas (*tailstock*), dan menggunakan perlengkapan tirus (*tapper attachment*).
 - a. Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas. Cara ini digunakan apabila variasi sudut ketirusannya besar yakni antara 0-90 derajat dengan ketirusannya pendek, maksimum sepanjang gerakan eretan atas. Pembubutan dengan cara ini tidak dapat dilakukan secara otomatis, tetapi dengan cara memutar spindel eretan atas, sehingga pahat bergerak

- maju. Pemutaran eretan atas, sebesar $\frac{1}{2}$ sudut ketirusan. Artinya jika sudut ketirusan 900, maka eretan atas diputar sebesar 450.
- b. Pembubutan tirus dengan menggeser kepala lepas. Cara ini dilakukan apabila variasi sudut ketirusan berkisar antara 0-30 derajat dengan ketirusan yang melebihi panjang atau lebih pendek dari pergerakan eretan atas. Pembubutan ini dapat dilakukan secara manual maupun secara otomatis. Dalam operasinya, benda kerja dijepit diantara dua senter. Dengan demikian, cekam diganti dengan pelat pembawa yang berfungsi untuk memutar benda kerja dengan bantuan lathdog.
 - c. Pembubutan tirus dengan menggunakan perlengkapan tirus. Pembubutan ini dilakukan jika variasi sudut ketirusan yang akan dibuat berada pada kisaran 0-60 derajat dengan panjang ketirusan melebihi jarak pergerakan eretan atas. Pembubutan ini dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Untuk menghasilkan ketirusan, sudut perlengkapan tirus harus diatur sebesar $\frac{1}{2}$ sudut tirus sejajar kemiringan benda kerja. Selanjutnya eretan atas dilepas hubungannya dengan meja mesin dan dihubungkan dengan kelengkapan tirus yang sudah diatur sudutnya. Dengan demikian, gerakan eretan atas akan mengikuti kemiringan kelengkapan tirus.
- 5. Pembubutan *drilling*, yaitu pembubutan dengan menggunakan 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 yang bertujuan untuk memperbesar lubang. Pembubutan ini menggunakan pahat bubut dalam.
 - 7. Knurling, yaitu proses pembubutan luar (pembubutan slindris) yang bertujuan untuk
membuat profil pada permukaan benda kerja. Pahat yang digunakan adalah pahat khusus (*kartel*).

2.4.1. Komponen Utama Mesin Bubut

Pada mesin bubut, bagian-bagian utama nya pada umumnya sama walaupun mesin bubut tersebut beda merk atau buatan pabrik yang berbeda, hanya saja terkadang posisi *handle*/tuas, tombol-tombol, tabel penunjukan pembubutan dan rangkaian penyusunan roda gigi untuk

berbagai jenis.pembubutan letak atau posisinya berbeda. Demikian juga dengan cara pengoperasiannya karena memiliki fasilitas yang sama juga tidak jauh berbeda. Berikut ini akan diuraikan komponen utama mesin bubut konvensional secara umum.

1. *Headstock*

Headstock atau juga disebut kepala tetap adalah komponen mesin bubut yang merupakan tempat dari komponen-komponen utama penggerak sumbu utama (*main Spindle*) yang berfungsi sebagaiudukan pencekam (*Chuck*), plat pembawa, kolet, senter tetap, dan lain-lain. Pada sebuah sumbu utama (*Main Spindle*) terpasang sebuah *chuck* atau pencekam dimana didalam box gigi transmisi (*gearbox transmission*) terdapat susunan roda gigi yang dapat digeser-geser melalui *handle* atau tuas untuk mengatur putaran mesin sesuai dengan kebutuhan pembubutan. Pada susunan roda gigi transmisi menyalurkan putaran dari roda *pulley* bertingkat ataupun tunggal yang dihubungkan dengan sabuk V atau sabuk rata, sehingga dengan demikian bisa diperoleh putaran yang berbeda-beda apabila hubungan gigi-gigi transmisi tersebut diubah-ubah menggunakan *handle* atau tuas pengatur kecepatan yang terletak pada *Headstock*.

2. Meja Mesin (*Bed*)

Meja mesin bubut berfungsi sebagai tempatudukan 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

3. Eretan (*Carriage*)

Eretan adalah bagian mesin yang digunakan untuk penyetelan, pemindahan posisi pahat kearah memanjang, yang dapat dilakukan dengan gerakan kekiri atau kekanan secara manual

maupun otomatis. Eretan ditempatkan diatas bed mesin yang dapat di gerakkan manual mau pun otomatis. Eretan terdiri atas :

- Eretan memanjang
Eretan memanjang biasanya digunakan untuk menggerakkan atau menyetel posisi pahat kearah sumbu memanjang pada saat mesin sedang berjalan maupun saat mesin dalam keadaan mati.
- Eretan melintang / *cross carriage*
Eretan melintang ditempatkan memanjang dan gunanya untuk mengatur posisi pahat kearah melintang. Pahat bubut dapat diatur mendekati atau menjauhi operator. Jika roda pemutar diputar kekiri maka gerakan atau posisi pahat akan mendekati operator dan jika diputar kekanan maka akan menjauhi operator.
- Eretan atas / *top carriage*
Eretan atas antara eretan melintang dan eretan atas dipasang support yang dilengkapi dengan skala derajat. Dan juga berfungsi sebagaiudukan *toolpost* atau penjepit mata pahat.

4. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas adalah bagian mesin bubut yang berfungsi untuk mendapatkan senter kepala lepas, bor, senter bor, tap atau reamer. Untuk membubut benda kerja yang panjang, biasanya benda kerja ini dipasang diantara dua senter kepala lepas dan kepala tetap. Kepala lepas juga berfungsi agar benda kerja tetap berputar pada sumbunya.

5. Penjepit Pahat (*Toolpost*)

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat, yang bentuknya ada beberapa macam di antaranya seperti ditunjukkan. Jenis ini sangat praktis dan dapat menjepit pahat 4 (empat) buah sekaligus sehingga dalam suatu pengerjaan bila memerlukan 4 (empat) macam pahat dapat dipasang dan disetel sekaligus.

6. Pencekam (*Chuck*)

Cekam adalah sebuah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja pada mesin bubut. Jenisnya ada yang berahang tiga sepusat (*Self centering chuck*) dan ada juga yang berahang tiga

dan empat tidak sepusat (*Independenc chuck*) Cekam rahang tiga sepusat, digunakan untuk benda-benda silindris, di mana gerakan rahang bersama-sama 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. pada mesin bubut *type golden dragon* ini termasuk ke dalam jenis chuck berahang tiga sepusat (*self centering chuck*).

7. *Box gear transmission*

Box gear transmission atau box mesin adalah tempat dudukan poros dari motor ke *chuck*, dan dari poros motor ke *pulley* yang meneruskan putaran *gear box* ke transmisi kecepatan *transporter* dan otomatis *transporter*. Serta dalam gear box ini tempat dudukan komponen gear yang nantinya akan mengubah kecepatan putaran pada pencekam dan juga mengubah arah putaran roda gigi, *gear box* ini harus selalu terendam oleh pelumas atau oli mesin dan tingkat kekentalan dan kuantitas oli harus dijaga agar tidak kekurangan atau oli sudah cair sehingga tidak merusak komponen yang terdapat di dalamnya. (Rohim. Taufiq. 1996)

2.4.2. Elemen Dasar Proses Bubut

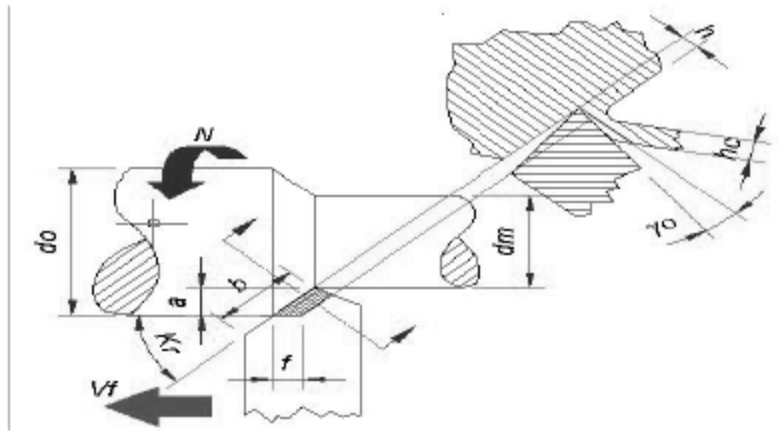
Elemen – elemen pada dasar pemotongan pada proses bubut dapat diketahui dengan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar teknik, di mana di dalam gambar teknik dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin yang di gambar. Setelah itu harus dipilih suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Salah satu cara atau prosesnya adalah dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin, dan alat – alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses pemesinan. Untuk itu perlu kita pahami lima elemen dasar pemesinan bubut, yaitu :

- kecepatan potong (*cutting speed*) : v (m/min)
- gerak makan (*feed rate*) : f (mm/rev)
- kedalaman pemakanan (*depth of cut*) : a (mm)
- waktu pemotongan (*cutting time*) : t_c (min)

- kecepatan penghasiian geram (*rate of metal removal*) : z (cm/min)

Dari kelima elemen proses pemesinan di atas, dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan pahat serta besaran dari mesin yang digunakan. Dikarenakan besaran mesin pemotongan logam yang dapat diatur ada bermacam-macam dan bergantung pada jenis mesin pemotong, maka rumus yang digunakan untuk menghitung setiap elemen proses pemesinan dapat berlainan.

Elemen dasar proses bubut dapat dilihat pada gambar 2.1 dimana elemen dasar tersebut meliputi *Feeding* (F), putaran (n), diameter dalam dan luar (d_1 dan d_2), kedalaman potong (a) dan kecepatan makan (v_f).



Gambar 2.3 Proses Bubut

Sumber (Reddy, B, S., et.al., 2009)

Geometri Benda kerja : d_o : diameter mula – mula, (mm)

d_m : diameter akhir, (mm)

t_λ : panjang pemesinan, (mm)

Geometri Pahat : k : sudut potong utama, (°)

γ_o : sudut geram, (°)

Dengan diketahuinya besaran-besaran di atas sehingga kondisi pemotongan dapat diperoleh.

2.4.3. Kecepatan potong (*cutting speed*)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang tatal yang terpotong dalam ukuran meter yang diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Sebagai contoh, baja lunak dapat dipotong sepanjang 30 meter

tiap menit. Hal ini berarti spindel mesin perlu berputar supaya ukuran mata lilitan pahat terhadap benda kerja (panjang total) sepanjang 30 meter dalam waktu putaran satu menit. Karena ukuran benda kerja berbeda – beda, maka

Kecepatan potong ditentukan dengan rumus : $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$

Di mana : V : adalah kecepatan potong ,(m/min)

π : adalah konstanta,seharga 3,14

d : diameter rata – rata

Di mana $d = \frac{d_0 + d_m}{2}$

n : kecepatan putar poros utama,(rpm)

Karena diameter dinyatakan dalam milimeter, dan kecepatan potong dalam meter, maka x d atau keliling benda kerja dibagi dengan 1000, π

2.4.4. Kecepatan Gerak Pemakanan

Kecepatan gerak pemakanan adalah kecepatan yang dibutuhkan pahat untuk bergeser menyayat benda kerja tiap radian per menit. Kecepatan tersebut dihitung tiap menit. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan didasarkan pada gerak makan (f).

Gerak makan ini biasanya disediakan dalam daftar spesifikasi yang dicantumkan pada mesin bubut bersangkutan. Untuk memperoleh kecepatan gerak pemakanan yang kita inginkan kita bisa mengatur gerak makan tersebut.

Kecepatan gerak pemakanan dapat kita rumuskan sebagai berikut :

$$V_f = f \cdot n$$

Dimana : v : kecepatan gerak pemakanan (m/min)

f : gerak makan, (mm/rev)

n : putaran benda kerja, (rad/min)

2.4.5. Kedalaman pemakanan

Kedalaman pemakanan adalah rata – rata selisih dari diameter benda kerja sebelum dibubut dengan diameter benda kerja setelah di bubut. Kedalaman pemakan dapat diatur dengan menggeserkan peluncur

silang melalui roda pemutar (skala pada pemutar menunjukkan selisih harga diameter).

Kedalaman pemakanan dapat diartikan pula dengan dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas bubutan.

Kedalaman pemakan dirumuskan sebagai berikut : $a = \frac{d_0 + d_m}{2}$

dimana : a : kedalaman pemakanan (mm)

d_0 : diameter awal,(mm)

d_m : diameter akhir,(mm)

2.4.6. Waktu pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang pemesinan tiap kecepatan gerak pemakanan. Satuan waktu pemesinan adalah milimeter. Panjang pemesinan sendiri adalah panjang pemotongan pada benda kerja ditambah langkah pengawalan dan ditambah dengan langkah pengakhiran.

Waktu pemotongan dirumuskan dengan : $t = t_l / v_f$

Dimana : t : waktu pemotongan (min)

t_l : panjang pemesinan (mm)

v_f : Kecepatan pemakanan (mm/min)

2.4.7. Kecepatan Penghasilan Geram

Kecepatan penghasilan geram dapat diartikan dengan kecepatan pada proses pemesinan dalam mendapatkan geram disetiap proses pemotongan.

Kecepatan penghasilan geram dirumuskan dengan : $Z = a \cdot v$

Dimana penampang geram sebelum terpotong $A = f \cdot a$ (mm²)

Maka $Z = f \cdot a \cdot v$

Dimana

Z : kecepatan penghasilan geram (cm³/s)

f : gerak makan (mm/rev)

a : kedalaman potong (mm)

2.5. Pahat Bubut [H.L, Van-Valk,1981]

Pahat bubut digunakan sebagai alat potong pada mesin bubut untuk memotong benda kerja menjadi bentuk yang dikehendaki. Pahat bubut harus

disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan jenis bahan benda kerja yang akan dibubut.

Material dari pahat bubut harus mempunyai sifat keras, sehingga sisi potong tahan untuk memotong benda kerja; ulet, agar sisi potong tidak mudah patah dan tahan panas. Beberapa material pahat bubut yang sering digunakan adalah baja paduan cor non ferro paduan, baja paduan karbon tinggi termasuk didalamnya HSS, karbida, intan dan keramik.

Pada pahat bubut HSS, digerinda untuk mengasah sisi potong dengan tujuan agar sisi potong mempunyai bentuk yang sesuai dengan pemegang pahat. Pahat bubut yang digerinda akan menghasilkan beberapa permukaan. Permukaan ini meliputi permukaan atas, sisi, dan muka. Permukaan ujung yang merupakan sisi potong didapatkan dari pertemuan ketiga permukaan tersebut dan radius

Proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material, yaitu benda kerja dan pahat. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul dari pada material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan memperhatikan berbagai aspek – aspek berikut ini :

- a. Kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.
- b. Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu pemesinan dengan interupsi maupun sewaktu memotong benda kerja yang mengandung bagian yang keras.
- c. Ketahanan beban kejut termal diperlukan apabila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala.
- d. Sifat adhesi yang rendah, untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.
- e. Daya larut elemen atau komponen material yang rendah, dibutuhkan demi memperkecil laju keausan akibat mekanisme.

Secara berurutan material pahat akan di bahas mulai dari yang paling lemah tetapi ulet sampai yang paling keras tapi getas, yaitu :

1. Baja Karbon
2. *High Speed Steels* (HSS)

3. Paduan cor non ferro.
4. karbida
5. keramik
6. *Cubic Baron Nitrides*
7. Intan

2.5.1. Jenis-Jenis Pahat Bubut ^[Harun, Terheidjen. Van. 1981]

1. Baja karbon tinggi (*high carbon steel, carbon tool steel, CTS*)

Baja dengan kandungan karbon sangat tinggi (0,7 – 1,4 % C) tanpa unsure lain atau dengan persentase unsur lain yang rendah (2 % Mn, W, Cr) panas yang tinggi (500 - 1000 HV) maka terjadi transformasi martensit, tetapi pada suhu 250° C proses martensit ini menjadi lunak. Dengan demikian dapat disimpulkan baja karbon ini hanya bisa digunakan pada kecepatan potong rendah.

2. Pahat HSS (*high speed steels*)

Pahat *high speed steel* (HSS) terbuat dari jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan krom (Cr) dan tungsten atau wolfram (W). Melalui proses penuangan (*wolfram metallurgi*) kemudian diikuti pengerolan ataupun penempaan. Baja ini dibentuk menjadi batang atau silinder. Pada kondisi lunak bahan tersebut dapat diproses secara pemesian menjadi berbagai bentuk pahat potong. Setelah proses laku panas dilaksanakan, kekerasannya akan cukup tinggi sehingga dapat digunakan pada kecepatan potong yang tinggi. Apabila telah aus pahat HSS dapat diasah sehingga mata potongnya menjadi tajam kembali. Karena sifat keuletannya yang relatif baik maka sampai saat ini pahat HSS masih digunakan. *Hot hardness* dan *recovery hardness* yang cukup tinggi pada pahat HSS dapat dicapai dengan adanya unsur paduan W, Cr, V, Mo, dan Co.

3. Paduan cor non ferros (*cast nonferrous alloys, cast carbides*)

Sifat-sifat paduan cor nonferro adalah diantara HSS dan karbida (*cementedcarbide*) dan digunakan dalam hal khusus diantara pilihan dimana karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai *Hot hardness* dari *wear resistance* yang terlalu rendah. Jenis material ini dibentuk secara cor menjadi bentuk-bentuk yang tidak terlampau sulit misalnya sisipan yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan. Paduan nonferro terdiri dari empat macam elemen utama serta sedikit tambahan beberapa

elemen lain untuk memperbaiki sifat-sifatnya. Elemen utama adalah *cobalt* sebagai pelarut bagi elemen lain. Elemen kedua yang penting adalah Cr (10%-35% berat) yang membentuk karbida. Elemen W (10% - 25% berat) sebagai pembentuk karbida menaikkan kekerasan secara menyeluruh sedangkan elemen terakhir adalah karbon (1 % C membentuk jenis yang relatif lunak sedangkan 3 % C menghasilkan jenis yang keras serta tahan aus).

4. Pahat karbida (*cermeted carbides, harmetals*)

Jenis karbida yang disemen merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (nitrida, oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari *cobalt* (Co). Dengan cara *carburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk) tungsten (wolfram, W), titanium (Ti), tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas. Setelah itu dilakukan presintering (1000° C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas. Dan kemudian sintering 1600° sehingga bentuk keping sebagai proses cetak akan menyusut menjadi sekitar 80 % dari volume semula.

5. Pahat keramik

Serbuk alumunium oksida dengan bahan tambahan titanium, dicampurkan dengan pengikat dan diproses menjadi sisipan pahat pemotong dengan teknik metalurgi serbuk. Sisipan ini diapitkan pada pemegang pahat ataupun dikatakan padanya dengan *epoxy resin*. Bahan yang dihasilkan mempunyai kekuatan kompresif sangat tinggi tetapi agar rapuh. Oleh karena itu sisipan ini harus diberi 5 sampai 7 derajat pengukuran negatif untuk memperkuat tepi potong dan harus didukung dengan baik oleh pemegang pahat. Temperatur pahat keramik adalah di atas 1100° C, dan sifat ini digabungkan dengan konduktifitas panas yang rendah, memungkinkan pahat itu beroperasi pada kecepatan potong tinggi dan mengambil pemotongan yang dalam.

Tidak ada peningkatan unsur yang mencolok dari pahat dengan penggunaan media pendingin. Keuntungan dari pahat keramik

kekerasan dan kekuatan pada suhu tinggi dan rendah, kekuatan kompresif tinggi, tidak mempunyai gaya gabung untuk bahan yang dipotong, tahan untuk pengkawahan. Penggunaan pahat keramik hanya dibatasi oleh kerapuhan, kekakuan, kapasitas dan kecepatan dari mesin perkakas konvensional, dan kesulitan untuk menguatkan sisipan kepada pemegangnya.

6. CBN (*cubic boron nitride*)

CBN termasuk jenis keramik. Diperkenalkan oleh GE (USA, 1957, Borazon). Dibuat dengan penekanan panas (1500°C) sehingga serbuk graphite putih nitrida boron dengan struktur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. Pahat sisipan CBN bisa dibuat dengan menyinter serbuk BN tanpa atau dengan material pengikat AlO_3 , TiN atau Co , *hot hardness* CBN ini sangat tinggi. CBN dapat digunakan untuk pemesinan berbagai jenis baja dalam keadaan dikeraskan (*hardened steel*), besi tuang, HSS maupun karbida semen. Afinitas terhadap baja sangat kecil dan tahan terhadap perubahan reaksi kimiawi sampai dengan temperatur pemotongan 1300°C .

Tabel 2.1 Penentuan jenis pahat, geometri pahat, f dan V_c (EMCO)

Material	Tensile strength in kp/mm^2	Pahat	Cutting angle clearance/top		Feeding (mm/rev)			
			<	<	0,1	0,2	0,4	0,8
			$\uparrow^\circ$	$^\circ$	Cutting speed, v (m/min)			
Steel St 34, St 37, St 42	Up to 50	HSS	8	14	280	60	45	34
		Karbida	5	10		236	200	170
St 50, St 60	50 ... 70	HSS	8	14	240	44	32	24
		Karbida	5	10		205	175	145
St 70	70 ... 85	HSS	8	14	200	32	24	18
		Karbida	5	10		170	132	106
Cast steel	50 ... 70	HSS	8	10	118	34	25	19
		Karbida	5	6		100	85	71

(Sumber: Teknik pemesinan, 2008)

2.6. Baja (Steel)

Bahan teknik dikelompokkan menjadi dua macam (B.H.Amsteat 1993), yaitu logam dan non logam. Logam dibagi menjadi logam ferrous dan logam non ferrous, lebih dari 90% material yang digunakan manusia adalah logam ferrous, dengan unsur utamanya berupa besi (Fe). Logam ferrous secara umum dibagi menjadi dua, yaitu : besi tuang (cast iron) dengan kadar karbon 2,0-4,5% dan baja (steel) dengan kadar karbon 0,05-2,0%.

Dalam aplikasinya baja karbon banyak dipergunakan dalam bidang konstruksi, industri dan automobile. Baja sampai saat ini masih menduduki peringkat pertama logam yang paling banyak penggunaannya meskipun pemakaian bahan sintesis semakin meningkat. Baja mempunyai kandungan unsur utama yaitu besi Fe, hanya kadar karbon yang membedakan besi dan baja. Berdasarkan komposisi kimianya baja dikelompokkan menjadi baja karbon dan baja paduan (Surdia, 2000).

Baja karbon merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya. Baja dapat dibentuk melalui pengecoran, pencanain atau penempaan.

Karbon merupakan salah satu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam teknik, dalam bentuk padat, lembaran, pipa, batang, profil dan sebagainya. Berdasarkan unsur paduannya, klasifikasi baja mengikuti SAE (*Society of Automotive Engineers*) dan AISI (*American Iron and Steel Institute*) (Van Vlack, 1995). Secara garis besar baja dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Menurut struktur mikronya, terdiri dari: baja *eutectoid*, baja *hypoeutectoid*, baja *hypereutectoid*, baja *austenitik*, dan baja *ferritik*.
2. Menurut komposisi kimianya, terdiri dari: baja karbon dan baja paduan .
3. Menurut penggunaannya, terdiri dari: baja konstruksi, baja perkakas dan baja ketel.

2.6.1 Baja Karbon

Menurut Wiryosumarto dan Okumura (1996), baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja karbon dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon dikelompokkan menjadi :

- a. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
- b. Baja Karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*)
- c. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

a. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah mengandung karbon kurang dari 0,30% C. Baja karbon rendah dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, profil, batangan untuk keperluan tempa, pekerjaan mesin, dan lain-lain.

Tabel 2.2 Klasifikasi Baja Karbon (Surdia, T & Saito, S, 2000)

Jenis dan Kelas	Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (Kg/mm^2)	Kekuatan tarik (kg/mm^2)	Perpanjangan (%)	Kekerasan (Brinell)	Penggunaan
Baja karbon rendah						
- Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Pelat tipis
- Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang, kawat
- Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum
- Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-2	112-145	Alat-alat
Baja karbon sedang						
- Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Mesin
- Baja keras	0,40-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas
Baja karbon tinggi						
- Baja keras	0,40-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Rel, pegas, dan kawat piano
- Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	

b. Baja Karbon Menengah (Medium Carbon Steel)

B

baja karbon menengah

engah (*medium carbon steel*) memiliki kadar karbon

sampai 0,30%-0,50% baja karbon ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian-bagian mesin.

Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja ini, maka baja karbon ini dapat digunakan sebagai berikut :

1. karbon yang mengandung 0,40% karbon, dapat digunakan untuk keperluan industri kendaraan, misalnya untuk membuat mur, baut, poros engkol dan batang torak.
2. Baja karbon yang mengandung 0,50% karbon, dapat digunakan untuk membuat roda gigi, palu dan alat penjempit (clamp).
3. Baja karbon yang mengandung 0,40% karbon, dapat digunakan untuk membuat pegas.

c. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel)

Baja karbon tinggi ialah baja yang mengandung antara 0,6% – 2,1 % C. Baja ini biasanya digunakan untuk keperluan alat-alat konstruksi yang berhubungan dengan panas yang tinggi atau dalam penggunaannya akan menerima atau mengalami panas, misalnya landasan, palu, gergaji, pahat, kikir, bor, bantalan peluru, dan sebagainya. Beberapa jenis baja karbon tinggi:

a) Baja konstruksi umum

Baja konstruksi umumnya terdiri atas baja karbon dan baja kualitas tinggi tanpa paduan yang dipertimbangkan atas tegangan tarik yang tinggi. Baja jenis ini banyak digunakan dalam konstruksi bangunan, gedung, jalan, poros mesin dan roda gigi.

b) Baja otomat

Baja otomat terdiri dari baja paduan tinggi, baja ini mengandung 0,07-0,65% Karbon, 0,18-0,3% Belerang, 0,6-1,5% Mangan, 0,05-0,4% Silisium.

c) Baja case *hardening*

Baja jenis ini diperoleh dengan cara menaruh baja karbon rendah dalam bahan yang kaya akan kandungan karbon dan dipanaskan bersama dalam oven sampai suhu kritis atas. Baja *case hardening* tetap liat pada bagian inti namun keras pada bagian permukaan. Berdasarkan hasil pemaduan antara besi dengan karbon, karbon berada di dalam besi dapat berbentuk larutan atau berkombinasi membentuk karbida besi (Fe_3C).

2.7. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. 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. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa

ongkos yang harus dikeluarkan. Agar proses pembuatannya tidak terjadi penyimpangan yang berarti maka karakteristik permukaan ini harus dapat dipahami oleh perencana lebih-lebih lagi oleh operator. Komunikasi karakteristik permukaan biasanya dilakukan dalam gambar teknik.

2.7.1 Hal-Hal Yang Mempengaruhi Tingkat Kekasaran Permukaan

1. Pahat Bubut

Dalam proses pemotongan pahat bubut merupakan perkakas terpenting dari mesin bubut yang fungsinya untuk menyayat benda kerja sehingga menjadi produk dengan bentuk dan ukuran serta mutu permukaan sesuai yang direncanakan. Dalam proses pemotongan, benda kerja bergerak relatif terhadap pahat dan membuang sebagian dari material benda kerja yang lazim disebut tatal. Adapun sifat-sifat bahan yang harus dipenuhi untuk setiap bahan pahat adalah mampu menahan pada pelunakan yang tinggi, harus lebih keras dari benda kerja dan mempunyai ketahanan yang tinggi untuk mengatasi retakan.

Dalam penelitian ini proses pemotongan menggunakan pahat bubut, yaitu pahat bubut bermata tunggal yang gerakannya mendatar dengan arah geometri pada benda kerja.

2. Pendingin

Pendinginan adalah suatu proses untuk mendinginkan benda kerja akibat panas yang terjadi dari dua benda saling bergesekan dimana syarat-syarat pendinginan meliputi :

1. Mempunyai daya dingin yang baik.
2. Mempunyai daya lumas yang baik.
3. Mempunyai sifat netral terhadap benda kerja yakni menimbulkan karat.
4. Tidak mengganggu kesehatan.
5. Tidak cepat memuai.

Keuntungan menggunakan cairan pendingin adalah sebagai berikut :

1. Membuat pahat potong tidak cepat aus sehingga pahat potong menjadi tahan lama.
2. Pendingin berfungsi untuk mendinginkan pahat potong, maka kecepatan potong yang lebih tinggi digunakan dan waktu yang

dibutuhkan untuk proses pemesinan menjadi lebih singkat.

3. Permukaan hasil proses pemesinan akan semakin baik dan ketepatan ukuran dapat tercapai.

3. Material Bahan

Bahan merupakan faktor yang ikut menentukan kualitas hasil pembubutan, hal ini berkaitan dengan sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan itu sendiri, seperti sifat keras, lunak, liat dan lain-lain. Sifat yang paling dominan terdapat dalam suatu bahan adalah sifat keras, dimana tingkat kekerasan bahan sangat bervariasi dengan kandungan kadar karbon (C) dalam bahan tersebut.

Untuk tiap tingkat kekerasan bahan tersebut, apabila dikerjakan pada mesin-mesin produksi termasuk pada pembubutan akan memiliki tingkat kualitas permukaan yang berbeda-beda pada masing-masing tingkat kekerasan bahan tersebut. Hal ini dapat terjadi karena sifat bahan tersebut akan berakibat pada bentuk cip yang dihasilkan pada proses tersebut. Menurut Amstead (1987 : 462), ada tiga bentuk serpihan cip yang dihasilkan, yaitu cip putus-putus (*discontinue*), kontinyu (*countinue*) dan kontinyu tetapi ada serpihan yang menempel pada ujung pahat (*build up edge*).

Discontinue cip terjadi pada bahan yang keras dan mudah patah, seperti besi tuang, bentuk serpihan ini menghasilkan permukaan yang cukup baik. *Continue* cip adalah bentuk yang paling ideal, cip ini terbentuk karena proses pemotongan bahan yang liat, permukaan yang lebih halus dapat dihasilkan pada pengerjaan ini. *Build up edge* terjadi pada bahan yang liat dengan koefisien gesek yang tinggi, permukaan yang dihasilkan akibat serpihan ini lebih kasar dibandingkan kedua bentuk serpihan yang disebutkan sebelumnya.

2.7.2. 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

atas dan 25% ke bawah. Tabel 2.2 menunjukkan harga kekasaran rata-rata beserta toleransinya.

Tabel 2.3 Toleransi nilai kekasaran rata-rata (Ra)

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi	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	0.25
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
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	0.8
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N12	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 2.4 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaan

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

2.7.3 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 sistem 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.

2.7.3.1. Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Tidak Langsung

Dalam pemeriksaan permukaan secara tidak langsung atau membandingkan ini 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*).

2.7.3.2 Pemeriksaan Kekasaran Permukaan Secara Langsung

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur nilai kekasaran permukaan dalam penelitian ini yaitu *roughness tester* ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Roughnes Tester

Alat ukur tersebut terdiri dari *tracer head* dan *amplifier*. Rumah *tracer head* terbuat dari *stylus* intan yang mempunyai radius 2 μm . *Stylus* merupakan peraba dari alat ukur kekasaran permukaan yang berbentuk konis rata ataupun radius. *Tracer head* dapat digerakkan sepanjang permukaan benda kerja menggunakan motor penggeraknya (secara otomatis).

Permukaan yang tidak teratur akan menyebabkan *stylus* bergerak. Pergerakan *stylus* ini akan digambarkan dalam bentuk fluktuasi gelombang elektronik oleh *treacer head* yang kemudian akan diperbesar oleh *amplifier* sehingga bentuk kekasaran permukaan dapat dilihat dengan menggunakan mata. Pergerakan *stylus* ini juga dapat digambarkan di atas kertas pencatat sehingga kita dapat melihat bentuk kekasaran permukaan dengan mudah. Pembacaan nilai kekasaran permukaan dapat dilakukan menggunakan rata-rata aritmatika (AA, *Arithmatical Avarage*) maupun menggunakan akar kuadrat rata-rata (RMS, *Root Mean Square*). Gambar di atas menunjukkan 13 tempat pengukuran yang mewakili permukaan benda kerja sepanjang AB. Ketiga belas pengukuran diberi notasi huruf kecil a sampai m. Pengukuran dilakukan terhadap garis tengah CD (*center line*) baik untuk daerah di bawah maupun di atas garis tersebut. Apabila dihitung menggunakan rata-rata aritmatika maka semua nilai pengukuran dijumlahkan lalu dibagi dengan banyaknya tempat yang diukur (Gambar, AA = 19,1 m). Untuk perhitungan menggunakan RMS, maka semua nilai pengukuran dikuadratkan lebih dahulu lalu dijumlahkan selanjutnya dibagi dengan banyaknya tempat yang diukur (lihat gambar, RMS 20,7).

Pengukuran kekasaran permukaan hasil proses pemesinan menggunakan *Root Mean Square* (RMS) akan mendapatkan hasil pengukuran yang lebih baik dibandingkan menggunakan *Arithmatica Avarage* (AA).

b. Kekasaran/kehalusan

Pengertian kasar dan halus dalam penelitian ini adalah kasar berarti tidak halus atau halus berarti tidak kasar saat diraba. Pengukuran kekasaran/kehalusan dalam penelitian ini adalah proses pengukuran kekasaran/kehalusan suatu permukaan benda kerja dari material baja karbon dengan cara membandingkan terhadap acuan standar atau menguji dengan peralatan khusus. Permukaan yang rata menyebabkan terjadinya perbedaan nilai kekasaran permukaan.

c. Metode – metode pengukuran kekasaran^[Rohim. Taufiq.,1989]

Pemeriksaan permukaan benda kerja ada beberapa cara untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan benda kerja hasil proses pemesinan. Beberapa metode pengukuran yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Inspection by touch comparation*, dimana permukaan benda kerja dibandingkan dengan standar kakasaran permukaan yang mempunyai ukuran mikro inchi.

2. *Magnifier with illuminator*, dimana permukaan benda kerja disinari dan diperbesar kemudian baru dilaksanakan pemeriksaan.
3. *The interference microscope*, dimana digunakan cermin datar dan lampu satu warna, tinggi kekasaran diperiksa dengan refleksi cahaya lampu antara mikroskop obyektif dengan permukaan benda kerja. Metode ini digunakan dalam prosedur laboratorium dan jarang digunakan dalam bengkel.
4. *With profilometer*, dimana alat ini digunakan untuk mengetahui dan memeriksa bentuk profil kekasaran permukaan benda kerja/komponen. Berdasarkan empat macam metode pengukuran kekasaran permukaan di atas dalam penelitian ini menggunakan metode *with profilometer*.

2.7.3.3 Parameter permukaan

Untuk menentukan suatu profil permukaan, maka *stylus* dari alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan disebut panjang pengukuran dimana dilakukan analisa dari profil permukaan disebut panjang sampel (*l*). Untuk satu panjang pengukuran terdiri dari beberapa panjang sampel dan secara otomatis *roughness tester* akan merata-ratakan hasilnya.

Beberapa istilah profil yang harus diketahui :

1. Profil geometri ideal

Merupakan profil dari permukaan geometris ideal dapat berbentuk garis lurus, lingkaran ataupun garis lengkung.

2. Profil terukur

Profil dari permukaan terukur.

3. Profil referensi

Profil referensi digunakan untuk menganalisa ketidakrataan dari konfigurasi permukaan. Profil ini berupa garis lurus dengan bentuk yang sesuai dengan ideal dimana posisinya menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur dalam suatu panjang sampel.

4. Profil dasar

Profil referensi digeserkan kebawah sehingga menyinggung titik terendah dari profil terukur.

5. Profil tengah

Profil referensi digeserkan kebawah, sehingga luasan daerah di atas profil tengah sampai ke profil terukur sama dengan luasan dari daerah dibawah profil tengah sampai ke profil terukur.

Proses pemesinan kualitas kekasaran permukaan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (Ra) yaitu, sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diizinkan. Dimana posisi Ra dan parameter kekasaran yang lain, bentuk profil, panjang sampel dan panjang pengukuran yang dilakukan oleh mesin-mesin ukur kekasaran

2.7.3.4 Kekasaran permukaan

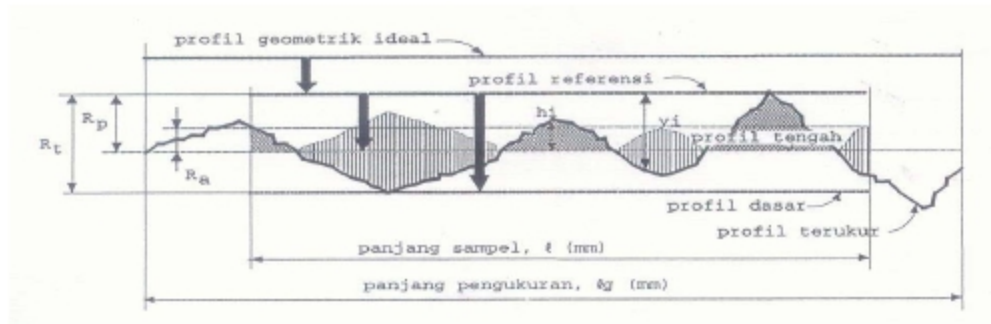
Pada proses pengerjaan dengan mesin bubut, nilai kekasaran permukaan merupakan faktor yang sangat penting dalam bidang produksi, karena ukuran nilai kekasaran permukaan ini akan menentukan dalam hal untuk menjamin mutu, akurasi, dan kepresisian suatu komponen. Untuk memperoleh kualitas dari hasil pengerjaan pemesinan dari hasil bubutan diperlukan pengerjaan *finishing* dengan mengatur kecepatan putaran, *depth of cut* dan kecepatan langkah pemakanan, yang bertujuan untuk mencapai suatu angka standar yaitu angka kekasaran permukaan rata-rata (Ra) dengan nilai tingkat kekasaran permukaan (N) tertentu. Untuk menghitung nilai angka kekasaran permukaan rata-rata yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ra = \frac{A1 + A2 + A3 +An}{L} = \frac{\sum A}{L}$$

Nilai Ra adalah jumlah rata-rata puncak tertinggi dan terendah setiap gelombang serta berbanding terbalik dengan panjang sampel.

2.7.3.5 Parameter Kekasaran Permukaan

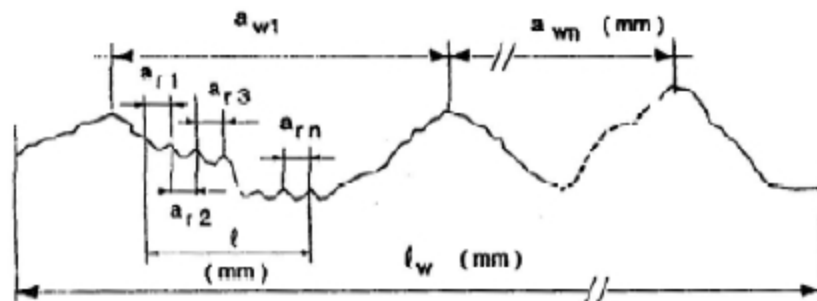
Dalam menghasilkan suatu profil suatu permukaan, maka sensor alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan. Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelumnya, alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Posisi profil kekasaran dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.

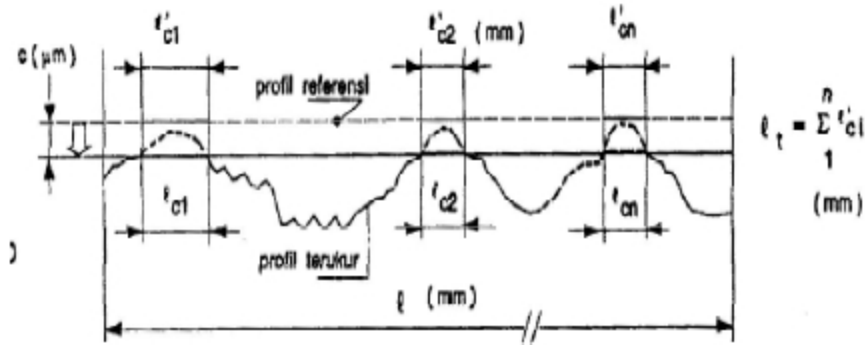


Gambar 2.5. Posisi Profil Untuk Satu Panjang Sampel

Berdasarkan Gambar dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang. Untuk arah tegak dikenal beberapa parameter:

1. Kekasaran total R_t (μm) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.
2. Kekasaran perataan R_p (μm) adalah jarak rata-rata profil referensi dengan profil terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik R_a (μm) adalah harga rata-rata aritmatik dari harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah.
4. Kekasaran rata-rata kuadratik R_g (μm) adalah akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.
5. Kekasaran total rata-rata R_z (μm), merupakan jarak antara profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah. Untuk arah mendatar (sesuai dengan arah sensor alat ukur) parameternya dapat dilihat pada Gambar .





Gambar 2.6. Analisa Profil Terukur Dalam Arah Sumbu Gerak Sensor Alat Ukur

Berdasarkan Gambar 2.6 parameter kekasaran dengan arah mendatar adalah:

1. Lebar gelombang A_w (mm) adalah rata-rata aritmatik dari semua jarak awi diantara dua buah puncak kekasaran (dari profil terukur) yang berdekatan pada suatu panjang sampel l_w .
2. Lebar kekasaran A_r (mm) adalah rata-rata dari semua jarak awi diantara dua puncak kekasaran (dari profil terukur) yang berdekatan pada suatu panjang sampel l .
3. Panjang penahan l_t (mm) apabila profil referensi digeserkan kebawah sejauh c (μm), maka akan memotong profil terukur l_{c1} , l_{c2} , ..., l_{cn} .
4. Bagian panjang penahan t_p (mm) adalah hasil bagi panjang penahan terhadap panjang sampelnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dan proses pemesinan dalam pengerjaan tugas akhir ini dilaksanakan di PT.Sinar Harapan Teknik Kota Bengkulu, sedangkan untuk proses pengambilan data dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Bengkulu. Tujuan pengambilan data adalah untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dikerjakan dengan proses bubut dengan variasi jenis mata pahat sandvik dan widia dengan proses pembubutan menggunakan baja karbon jenis VCN, VCL, AISI 1045 dan ST37 . Penelitian ini meliputi *set up* alat dan bahan, prosedur penelitian, pemotongan benda kerja menggunakan proses bubut, dan pengukuran kekasaran permukaan.

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini adapun alat dan bahan yang digunakan adalah

3.2.1. Alat

3.2.1.1 Mesin Bubut

Mesin bubut yang dipakai dalam proses Pemesinan ini adalah mesin bubut konvensional yang terdapat di PT.Sinar Harapan Teknik Bengkulu.



Gambar 3.2 Mesin Bubut

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Bubut

Merek	L-5A
Produksi	China
Daya	1,80 Kw
Putaran Rpm	25,40,50,80,63,100,125,160,200,250,315,400,630,800,1000,1250 dan 1600 rpm
Jenis	Mesin Bubut Konvensional
Voltase (V)	220/330

3.2.1.2 Alat Ukur Kekasaran

Selanjutnya alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu alat pengukur kekasaran permukaan benda kerja, yaitu menggunakan *Roughness tester*.



Gambar 3.3 Roughness Tester Merek TR200

Data spesifikasi dari alat ini seperti dalam tabel berikut:

Tabel 3.2 Data teknis Roughness Tester

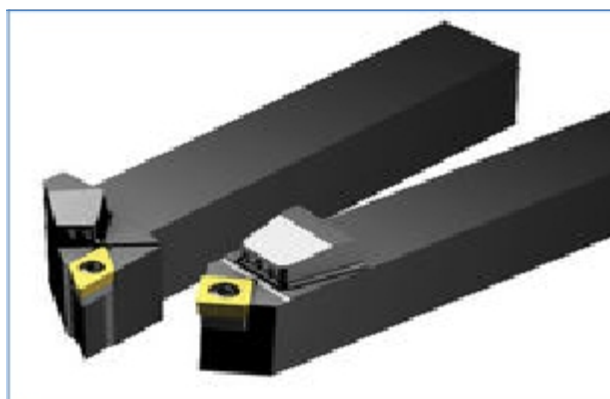
Merek	TR200
Ketelitian	0,8 μm
Range	40 μm
Standar	ISO

3.2.1.3 Mata Pahat yang digunakan

Pahat yang di gunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis pahat yaitu :

a. Pahat Karbida (*Sandvik*)

Pahat karbida (*Sandvik*) yang digunakan terlebih dahulu dipasang pada pemegang pahat (*tool holder*). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Mata Pahat Karbida (*Sandvik*) dan Pemegang Pahat

b. Pahat Karbida (Widia)

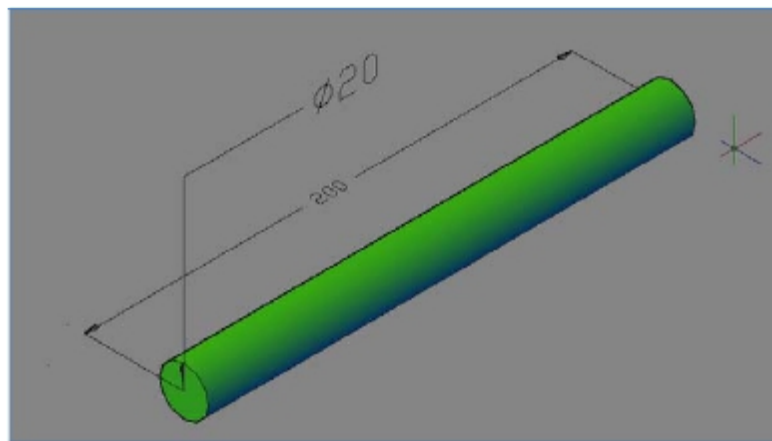
Pahat karbida (*widia*) yang digunakan terlebih dahulu dipatri dengan kuningan agar mata pahat dapat terpasang dengan kuat pada alat pemegang pahat. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Mata Pahat Karbida (Widia) dan Pemegang Pahat

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah dengan jenis baja VCL, VCN, AISI 1045 dan ST 37. dengan diameter 20 mm, dan panjang 200 mm (sebagaimana terlihat pada gambar 3.6).



Gambar 3.6 Dimensi Benda Kerja

a. Baja VCL

Pada penelitian ini digunakan material baja VCL 140 berbentuk silinder berdiameter 20 mm dengan panjang 200 mm standar bahan ASTM. Baja VCL-140 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki unsur-unsur paduan sebagai berikut :

Tabel 3.3 Komposisi Kimia Baja VCL-140

UNSUR KIMIA BAJA VCL 140							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
0,39	0,3	0,67	0,02	0,38	0,97	0,17	0,11

b. Baja VCN [Surdia, T & Saito, S, 2000]

VCN 150 adalah termasuk ke golongan baja paduan rendah kekuatan tinggi (*High Strength Low Alloy - HSLA steel*) keluaran Bohler yaitu yang *ekuivalen* dengan standard europe EN25 atau jerman-nya DIN 34Cr Komposisi paduannya sbb: 0.3%C, 0.6%Cr, 2.6%Ni dan 0.6%Mo.

Kelebihan yang dimiliki produk dengan material VCN baik VCN 120 maupun VCN 150 adalah salah satunya material ini lebih memiliki kekuatan / strength yang lumayan bagus untuk proses pemesinan dan pembuatan poros sehingga banyak dipakai sebagai bahan pembuatan as atau poros pada mesin-mesin. Sementara titik kelemahannya adalah material ini terlalu pegas aliat kaku sehingga ketika mengalami tekanan kerja (*pressure*) yang melebihi kapasitasnya material ini cenderung patah.

c. Baja AISI 1045 [Van Vlack, 1995]

Faktor utama yang mempengaruhi sifat dari baja karbon adalah kandungan karbon dan mikrostruktur yang ditentukan oleh kandungan baja seperti : C, Mn, Si, P, S dan elemen sisanya O₂, H₂ dan N.

Baja karbon sedang adalah baja yang mempunyai kadar karbon lebih dari 0,3 % -0,6% C. Hasil pengujian komposisi spesimen menunjukkan unsur kadar karbon (C) sebesar 0,44 %, maka baja yang digunakan dalam penelitian ini termasuk baja karbon menengah.

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah AISI 1045 dengan diameter 20 mm, dengan panjang 200 mm. Sifat mekanis dari baja karbon AISI 1045 ditunjukkan pada Tabel 3.4 dan komposisi kimianya pada Tabel 3.5

Tabel 3.4 Sifat – sifat mekanis baja karbon AISI 1045

Sifat Mekanis	Baja Karbon AISI 1045
Berat spesifik (γ)	7.7 – 8.03 ($\times 1000\text{kg/m}^3$)
Modulus Elastisitas (E)	190 - 210 GPa
Kekuatan Geser	505 MPa
Kekuatan Tarik	585 MPa
Kekerasan	172 – 178 HB
Elongation	12 %
Yield Strength	0,2 N/mm ²

(Sumber : *Funda Properties of Carbon Steel AISI 1045*)

Tabel 3.5 Komposisi Kimia Baja Karbon AISI 1045

Unsur	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
%	0.44	0.25	0.69	0.007	0.008	0.33	0.01	0.02

(Sumber : PT. BAJANAS)

d. Baja ST 37 ^[Van Vlack, 1995]

Baja ST37 adalah termasuk dalam golongan baja karbon rendah, salah satu jenis baja karbon dimana persentase unsur karbonnya dibawah 0,25 %, sedangkan unsur pembentuk lainnya seperti Mn tidak lebih dari 0,8 %, Si tidak lebih dari 0,5 %, demikian pula unsur Cu tidak lebih dan 0,6 %. arti dari St itu sendiri adalah singkatan dari Steel (baja) sedangkan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 km/mm², dengan komposisi kimia C = 0,12 %, Si = 0,10 %, Mn = 0,50 %, S = 0,05 %, P = 0,04 %, Al = 0,02 %, Cu = 0,10, dan yang sisanya Fe.

3.3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini meliputi beberapa langkah diantaranya yaitu :

3.3.1. Persiapan Bahan

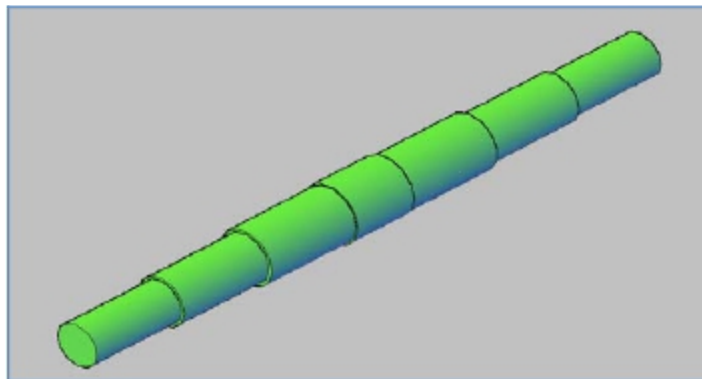
Pengerjaan yang pertama dilakukan dalam pembuatan benda kerja yaitu, baja jenis VCL, VCN, AISI 1045 dan ST 37. yang berbentuk perse

sejumlah 4 (empat) benda kerja dengan ukuran masing-masing panjang 200 mm dan dengan diameter masing-masing 20 mm. Kemudian dibuat lubang dengan *center drill* menggunakan mesin bubut. tujuannya adalah untuk meletakkan benda kerja pada posisi center pada saat proses pembubutan berlangsung.

3.3.2. Proses pemotongan

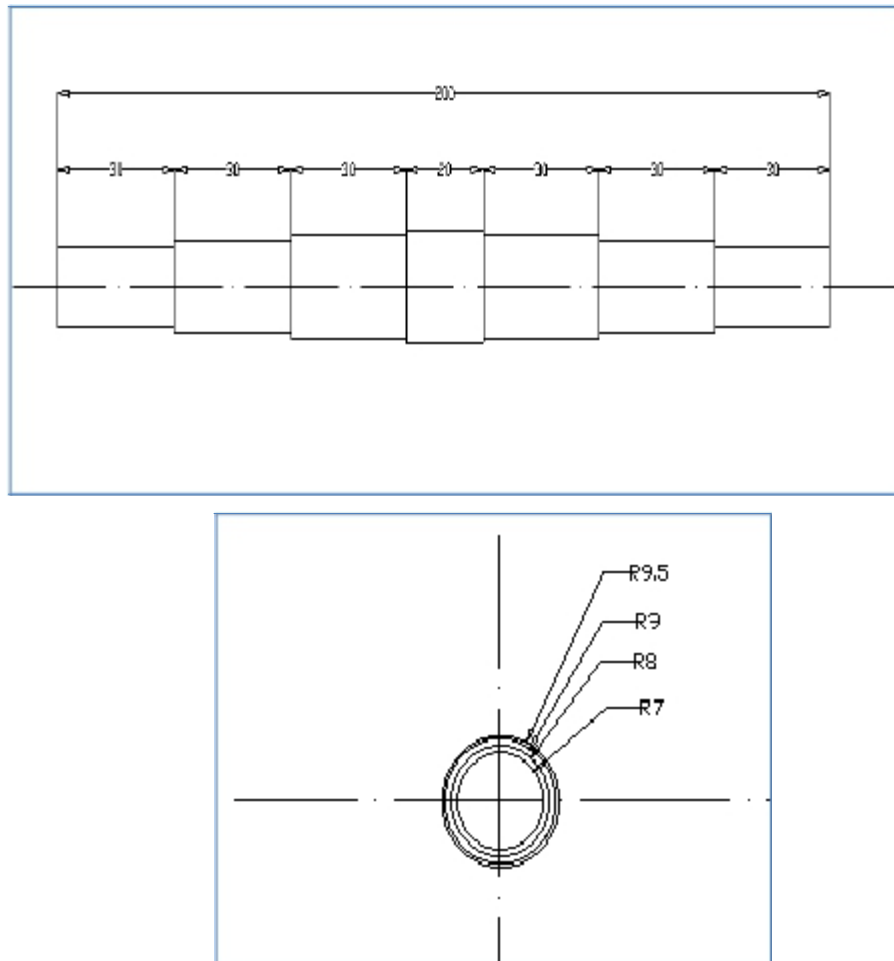
Proses selanjutnya adalah proses pemotongan dengan mesin bubut dan uji kekasaran permukaan. Langkah-langkah proses pembubutan yang dilakukan adalah

- Sebelum melakukan proses pemesinan terlebih dahulu bersihkan benda kerja dan pencekam dari kotoran atau serpihan geram
- Memasang benda kerja pada pencekam kemudian kencangkan chuck pada pencekam agar benda kerja tidak bergeser
- Memasang mata pahat bubut pada rumah pahat. Pahat diatur, tidak terlalu keluar dari rumah pahat, untuk menghindari beban berlebih pada waktu pembubutan yang dapat berakibat pahat bubut tersebut akan patah.
- Mengecek kembali posisi senter benda kerja menggunakan dial indikator
- Memulai proses pembubutan dengan melakukan pemakanan atau facing terhadap material yang akan diuji.
- Mengatur *feeding* (f) 0.25, dengan kedalaman potong (a) 0.25, 0.50, dan 0.75mm
- Melakukan proses pembubutan bertingkat sebanyak 3 tingkat kiri dan kanan dengan panjang masing-masing tingkatan 30 mm dan diameter masing-masing tingkat mulai dari 16.5 mm, 18 mm, dan 19 mm.



Gambar 3.7 Baja Yang Akan Dibubut Poros Bertingkat

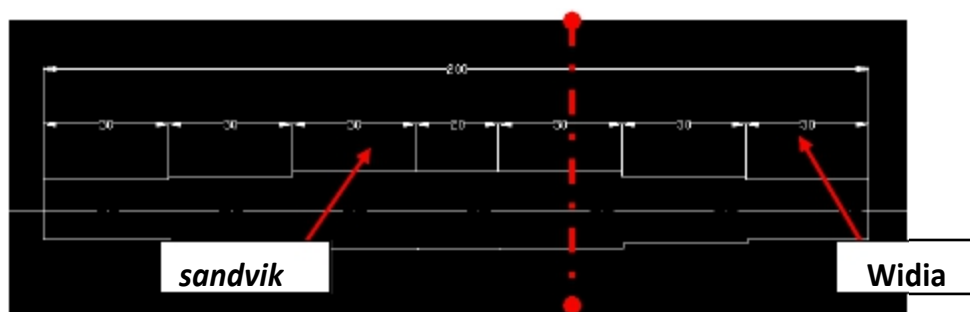
- Melakukan variasi mata pahat setiap proses pemotongan dalam 1 benda kerja dengan mengganti pahat potong yaitu : *sandvik* dan *widia*
- Melakukan proses pemotongan secara berulang sesuai dengan prosedur pengujian.



Gambar 3.8 Ukuran Dimensi Yang Akan Dibubut

- Prosedur pemotongan benda kerja dimulai dengan pembubutan untuk masing-masing baja, dan dimulai dengan menggunakan mata pahat *sandvik*, lakukan pembubutan rata (facing) di bagian permukaan benda kerja, Dan diteruskan pembubutan bertahap. Prosesnya adalah :
 1. Siapkan mata pahat *sandvik* dan pasang di toolpost.

2. Bubut facing permukaan benda kerja dengan kedalaman potong (a) 0,25 mm dengan *feeding* 0,75 mm^(ex) dan putaran *spindle* yang konstan.hingga didapati ukuran diameter 19,5 mm
3. Buat batas ukuran untuk dudukan benda kerja pada pencekam dengan ukuran 20 mm dengan pusat di bagian tengah benda kerja (terbagi 10 mm ke arah kiri dan 10 mm ke arah kanan diukur dari titik tengah panjang benda kerja.
4. Lakukan pembubutan untuk tingkat pertama dengan kedalaman potong (a) 0,25 mm, dengan variasi *feeding* yang berbeda, misalnya *feeding* 0,25 dan *feeding* 0,75 Dimulai dari batas yang ditentukan.Hingga didapati ukuran diameter tingkat pertama 19 mm dengan panjang pemakanan 90 mm
5. Lakukan pembubutan pada tingkat kedua dengan kedalaman potong 0,50 mm dengan variasi *feeding* yang sama seperti sebelumnya hingga didapati ukuran diameter tingkat kedua 18 mm, dengan panjang 60 mm
6. Lakukan pembubutan pada tingkat ketiga dengan kedalaman potong 0,75 mm dengan variasi *feeding* yang sama hingga didapati ukuran diameter benda kerja 16.5 mm, dengan panjang 30 mm.
7. Lepaskan benda kerja dan ganti mata pahat dengan jenis widia dan lakukan proses pembubutan di bagian ujung yang lain dengan proses pembubutan dan *feeding* yang sama.
8. Dan lakukan proses tersebut terhadap ke tiga jenis bahan yitu baja VCL, VCN, AISI 1045 dan ST 37. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3.9. Bagian Yang Akan Dibubut

3.4. Pengukuran Kekasaran Permukaan

Setelah benda kerja di bubut dengan menggunakan variasi *feeding* (gerak makan), kedalaman potong dan mata pahat yang telah ditentukan, kemudian benda kerja diukur kekasaran permukaannya menggunakan alat ukur *roughness tester*. Sebelum melakukan pengukuran terhadap permukaan benda kerja, terlebih dahulu alat ukur ini dikalibrasi. Proses pengukuran dilakukan pada 8 titik yaitu pada titik 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° dan 315° , dan dilakukan pengulangan sebanyak 1 kali pengulangan untuk satu tingkat. Sehingga didapati pengukuran kekasaran sebanyak 48 kali untuk masing-masing jenis baja. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan terhadap Baja VCN, Baja VCL, Baja AISI 1045, Baja ST 37 menggunakan *roughness tester*, seperti terlihat pada gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10 Pengukuran kekasaran dengan Roughness tester TR200

Pengukuran kekasaran permukaan untuk masing-masing baja hasil dari pembubutan menggunakan *roughness tester* yang hasilnya berupa *point out*.. Setelah mendapat hasil dari setiap pengukuran, kemudian hasilnya kita rata-rata kemudian dimasukkan dalam tabel.

**Tabel 3.6. Tabel Untuk Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Pemessinan
Mesin Bubut Benda Kerja Material VCN dengan Variasi Pahat
Potong dan Kedalaman Potong**

BK	Pahat Karbida	a (mm)	Titik Ukur							
			0 ⁰	45 ⁰	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰	225 ⁰	270 ⁰	315 ⁰
VCN	Sandvik	0,25								
		0,50								
		0,75								
	Widia	0,25								
		0,50								
		0,75								

**Tabel 3.7. Tabel Untuk Hasil Pengujian Pemotongang Benda Kerja Material
VCL dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong**

BK	Pahat	a	Titik Ukur							
			0 ⁰	45 ⁰	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰	225 ⁰	270 ⁰	315 ⁰
VCL	Sandvik	0,25								
		0,50								
		0,75								
	Widia	0,25								
		0,50								
		0,75								

**Tabel 3.8. Tabel Untuk Hasil Pengujian Pemotongang Benda Kerja Material
AISI 1045 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong**

BK	Pahat	A	Titik Ukur							
			0 ⁰	45 ⁰	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰	225 ⁰	270 ⁰	315 ⁰
AISI 1045	Sandvik	0,25								
		0,50								
		0,75								
	Widia	0,25								
		0,50								
		0,75								

**Tabel 3.9. Tabel Untuk Hasil Pengujian Pemotongang Benda Kerja Material
ST 37 dengan Variasi Pahat Potong dan Kedalaman Potong**

BK	Pahat	A	Titik Ukur							
			0 ⁰	45 ⁰	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰	225 ⁰	270 ⁰	315 ⁰
ST 37	Sandvik	0,25								
		0,50								
		0,75								
	Widia	0,25								
		0,50								
		0,75								

Data yang dirata-rata tadi kemudian masing-masing dikelompokkan berdasarkan jenis mata pahat potong yang digunakan yaitu mata pahat potong jenis Karbida (*Sandvik*), karbida (*Widia*) , kemudian data yang dihasilkan dalam penelitian ini dibuat dengan diagram garis atau batang. Sehingga data yang didapat dapat ditampilkan dalam bentuk diagram garis atau perbandingan dalam bentuk diagram batang.