



**OPTIMASI KONDISI PEMOTONGAN PAHAT MODIFIKASI
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PROSES
BUBUT LURUS MATERIAL St 42 DENGAN METODE
*RESPONSE SURFACE***

SKRIPSI

Oleh
Danang Iswinarko
NIM. 091910101079

**JURUSAN TEKNIK MESIN STRATA 1 TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2014





**OPTIMASI KONDISI PEMOTONGAN PAHAT MODIFIKASI TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PROSES BUBUT LURUS
MATERIAL St 42 DENGAN METODE *RESPONSE SURFACE***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Danang Iswinarko
NIM 091910101079

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2014



PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT serta dengan tulus ikhlas dan segala kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.
2. Keluargaku, Bapak Surais dan Ibu Winarni atas segala do'a, dukungan semangat dan materil. Saudara-saudaraku yang di Jember (Pakde, Pakle, Bude, Intihani, Cak Eco, dan semua saudara-saudaraku), Madiun (Bude Ari, Sri, Yun, Pakde Bintoro, dan keponakan supupu semuanya), dan Banyuwangi (Pakde Mulyadi, Pakde Waluyo, dan keponakan sepupuku semuanya) yang tak henti-hentinya memberi semangat. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insane manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
3. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Yuni Hermawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, Bapak Mahros Darsin, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku dosen penguji I, dan Bapak Santoso Mulyadi S.T.,M.T. selaku dosen penguji II.
4. Semua guruku dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
5. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Teman-teman senasib, Imam Bahrudin, Wahyu, Sudi, Ms. Cilok (Eco), Latief, Antok, teman-teman kontraan, Ichang, Dhani, Imam, Arthur, Nawawi, seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine), adik tingkatku dan teman-teman di

PTPN XII Malangsari yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.



MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka
mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)

Jika engkau bukan jiwa baik yang direncanakan oleh Tuhan
untuk menjadi pembesar masa depan,

Setan tak akan berupaya menggagalkanmu

dengan rasa malas.

(Mario Teguh)

Kasih ibu adalah bahan bakar yang memungkinkan manusia biasa melakukan hal
yang luar biasa.

(Merion C. Garrety)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Danang Iswinarko**

NIM : **091910101079**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Optimasi Kondisi Pemotongan Pahat Modifikasi Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Lurus Material St 42 Dengan Metode *Response Surface*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2014
Yang menyatakan,

Danang Iswinarko
NIM. 091910101079

SKRIPSI

**OPTIMASI KONDISI PEMOTONGAN PAHAT MODIFIKASI
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PROSES
BUBUT LURUS MATERIAL St 42 DENGAN METODE
*RESPONSE SURFACE***

Oleh
Danang Iswinarko
NIM 091910101079

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Yuni Hermawan, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Mahros Darsin, S.T., M.Sc



PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Optimasi Kondisi Pemotongan Pahat Modifikasi Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Lurus Material St 42 Dengan Metode *Response Surface* Pada Proses Bubut” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 5 Mei 2014
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua,

Sekretaris,

Yuni Hermawan S.T.,M.T.
NIP 19750615 200212 1 008

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.
NIP 19700322 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Ahmad Syuhri M.T.
NIP 19670123 199702 1 001

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.
NIP 19700228 199702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001



RINGKASAN

Optimasi Kondisi Pemotongan Pahat Modifikasi Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Lurus Material St 42 Dengan Metode *Response Surface*; Danang Iswinarko, 091910101079: 62 Halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Proses bubut adalah salah satu proses pemesinan yang digunakan untuk membuat suatu produk, dan hanya terbatas dalam pembuatan suatu produk tertentu. Proses pembuatan produk sangatlah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu pahat. Pahat sebagai pembentuk benda kerja pada proses pembubutan harus diperhatikan, karena ketajaman dan kepresisian dari sudut-sudut pahat akan mempengaruhi hasil dari proses pembubutan.

Dalam penelitian ini metode analisis yang digunakan adalah *Response Surface Methodology* (RSM). Tahap pertama dalam RSM adalah mencari fungsi hubungan antara variable respons dan variabel independen yang tepat. Untuk memodelkannya, kita perlu memeriksa apakah model antar variabel adalah model linier (model orde satu). Metode analisa tersebut menghasilkan nilai variable kombinasi yang tepat.

Dari hasil penelitian diperoleh parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran adalah variabel sudut modifikasi, gerak makan dan kecepatan potong. Parameter yang paling berpengaruh terhadap kekasaran yang dihasilkan adalah variabel sudut modifikasi. Nilai Kekasaran yang diperoleh yaitu 2,2344 μm , dimana nilai kekasaran tersebut diperoleh dari kombinasi variable sebagai berikut, kecepatan potong 57,5 m/menit, sudut modifikasi 99,6°, dan gerak makan 0,08 putaran/menit.

SUMMARY

Optimization Cutting Condition of Modification Lathe Tool to The Surface Roughness Result of Material St 42 In Turning Process by Response Surface Methods; Danang Iswinarko, 091910101079: 62 Pages; Undergraduate study program of Mechanical Engineering Department, University of Jember.

The lathe process is one of lathe machining process used to make a product, and is only limited in the manufacture of a particular product. The process of making a product is influenced by several factors, one of them are lathe tool. Lathe tool as the former of work piece on the turning process must be considered, because the sharpness and precision of the lathe's angle will affect the result of the process of turning.

In this research the method of analysis used is the Response Surface Methodology (RSM). The first step in RSM is to find a function of the relationship between the response variable and the independent variables are appropriate. Then, to model it, we need to check whether the model between variables is linear model (first order models). The result of the method analysis is the combination of appropriate variable values.

From the result are obtained the parameters that influence the surface of roughness is angle variable modification, feeding speed and cutting speed. The most influential parameters on the resulting surface roughness are angle variable modifications. The Surface of roughness values are obtained $2.2344 \mu\text{m}$, where the roughness values are obtained from a combination of the following variables, the cutting speed of 57.5 m/min , modification angle 99.6° , and feeding speed 0.08 rev/min .

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Kondisi Pemotongan Pahat Modifikasi Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Lurus Material St 42 Dengan Metode *Response Surface*”.

Skripsi ini merupakan mata kuliah wajib dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Selama penelitian dan penulisan laporan Skripsi ini, telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Andi Sanata, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas.
3. Bapak Yuni Hermawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Andi Sanata, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik..
5. Bapak Yuni Hermawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi.
6. Bapak Mahros Darsin, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi.
7. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Penguji I, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi
8. Bapak Santoso Mulyadi, ST., MT. selaku Dosen Penguji II, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi
9. Seluruh dosen – dosen jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

10. Teknisi Teknik Mesin Universitas Jember.
11. Bapak, Ibu, dan juga keluarga besarku yang telah memberikan dukungan moril, materil, do'a dan semangat demi terselesainya kuliahku.
12. Mujib Riduwan yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Reny Laura Arista yang sudah mendampingiku.
14. Teman-teman N-Gine (Keluarga Mahasiswa Mesin Universitas Jember 2009) khususnya dan semua teman-teman Teknik Universitas Jember pada umumnya.
15. Teman – teman beserta seluruh pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.

Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh dari studi lapangan dan studi kepustakaan serta uji coba yang dilakukan, walaupun ada kekurangan itu diluar kemampuan kami sebagai penulis, oleh karena itu penulis senantiasa terbuka untuk menerima kritik dan saran dalam upaya penyempurnaan skripsi ini.

Jember, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Mesin Bubut	4
2.1.1 Proses Bubut.....	4
2.1.2 Bagian-bagian Mesin Bubut.....	6
2.1.2 Elemen Dasar Perhitungan Pada Mesin Bubut.....	7
2.2 Spesifikasi Material Pahat HSS	10
2.3 Geometri Pahat Bubut	12
2.4 Kekasaran Permukaan	14
2.5 Hipotesis	20

BAB 3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Metodologi Penelitian	21
3.2 Alat, Bahan Percobaan, dan Pembuatan Pahat	
Modifikasi.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan Percobaan.....	22
3.2.3 Pembuatan Pahat Modifikasi	22
3.3 Prosedur Percobaan dan Pengambilan Data Kekasaran	
Permukaan	24
3.4 Pengujian Kekasaran Permukaan.....	25
3.5 Rancangan Percobaan	27
3.5.1 Variabel dan Parameter Percobaan	27
3.5.2 Analisis <i>Response Surface</i>	27
3.6 Diagram Alir Percobaan.....	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Data Hasil Pengukuran.....	32
4.2 Analisis Kekasaran Permukaan	33
4.2.1 Pembentukan dan Pengujian model	33
4.2.2 Pengujian Kesesuaian Model	34
4.2.3 Pengujian Residual.....	37
4.3 Optimasi Respon (<i>Response Optimizer</i>).....	43
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Feeding.....	9
2.2 Ketidakteraturan suatu profil.....	15
2.3 Standarisasi simbol nilai kekasaran	22
2.4 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya ...	23
3.1 Level yang digunakan	28
3.2 Rancangan percobaan <i>Box – Behnken</i> 15 dengan $k = 3$	28
4.1 Data hasil percobaan	32
4.2 Koefisien penduga untuk kekasaran permukaan.....	34
4.3 ANOVA untuk kekasaran permukaan pada <i>response surface</i>	35
4.4 Kombinasi variabel proses yang menghasilkan respon optimum	44
4.5 Nilai optimum variabel – variabel hasil pengolahan data.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses bubut rata, bubut permukaan, dan bubut tirus	4
2.2 Gambar skematis Mesin Bubut dan nama bagian-bagiannya	5
2.3 Kecepatan potong	8
2.4 Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a).....	8
2.5 Geometri pahat bubut HSS.....	12
2.6 Tekstur permukaan.....	14
2.7 Posisi profil referensi, profil tengah, dan profil alas terhadap profil terukur, untuk satu panjang sampel	18
3.1 Dimensi benda kerja 1.....	22
3.2 Dimensi benda kerja 2.....	22
3.3 Dimensi pahat modifikasi	23
3.4 Sudut yang digunakan.....	24
3.5 <i>TR220 Portable Roughness Tester</i>	26
3.6 Pengujian kekasaran permukaan	26
3.7 Diagram alir percobaan.....	30
4.1 <i>Residual versus fitted value</i>	37
4.2 Distribusi normal.....	38
4.3 <i>Surface plot</i> sudut modifikasi dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada gerak makan 0,06 mm/putaran.....	39
4.4 <i>Countur plot</i> sudut modifikasi dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada gerak makan 0,06 mm/putaran.....	40
4.5 <i>Surface plot</i> kecepatan potong dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan pada sudut modifikasi 98°.....	40
4.6 <i>Contour plot</i> kecepatan potong dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan pada sudut modifikasi 98°.....	41

4.7 <i>Surface plot</i> gerak makan dan sudut modifikasi terhadap kekasaran permukaan pada kecepatan potong 36,6 m/menit	41
4.8 <i>Contour plot</i> gerak makan dan sudut modifikasi terhadap kekasaran permukaan pada kecepatan potong 36,6 m/menit	42
4.9 Grafik kombinasi variabel – variabel proses yang menghasilkan respon yang optimum.....	44



BAB 1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses bubut adalah salah satu proses pemesinan yang digunakan untuk membuat suatu produk, dan hanya terbatas dalam pembuatan suatu produk tertentu. Proses pembuatan produk sangatlah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu pahat bubut. Pahat sebagai pembentuk benda kerja pada proses pembubutan harus diperhatikan, karena ketajaman dan kepresisian dari sudut-sudut pahat akan mempengaruhi hasil dari proses pembubutan.

Pada proses pembubutan hasil kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh kekerasan material, geometri benda kerja, keausan pahat, cairan pendingin pahat dan spesifikasi mesin untuk melakukan suatu proses. Variabel yang digunakan untuk menentukan kualitas dari hasil proses pembubutan antara lain yaitu kekasaran permukaan benda kerja (*surface roughness*). Semakin halus benda kerja maka semakin baik pula kualitas dari hasil pembubutan tersebut.

Dari wacana diatas ditegaskan juga oleh *Pramawata* (2013) yaitu, semakin kecil sudut potong mayor maka semakin kecil pula kekasaran yang didapat, semakin keras pahat yang digunakan maka semakin halus hasil proses pembubutan. Selain itu dalam setiap proses pembubutan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah kemampuan dari daya motor yang tersedia pada mesin yang akan digunakan, kesesuaian antara material pahat potong dengan benda kerja, luas penampang geram sebelum terpotong serta bentuk dan sudut potong dari pahat yang akan digunakan (*Dwijana, 2009*).

Purnomo (2010) menyelidiki pengaruh sudut tepi sisi potong mayor terhadap kekasaran permukaan, sudut yang divariasi terdiri atas 105°, 110°, dan 115° dengan bahan AISI 1045. Hasil dari penelitian tersebut adalah nilai kekasaran yang terbaik 2,8396 µm diperoleh dari kombinasi variabel kecepatan potong 60 m/menit, sudut variasi 105°, dan gerak makan 0,135 putaran/menit.

Salah satu produk yang memerlukan kehalusan adalah poros. Bagian yang akan dipasangkan pada poros memerlukan kehalusan yang tinggi, sehingga kehalusan yang tinggi sangat dibutuhkan pada bagian poros ini. Pada umumnya, poros yang digunakan menggunakan material St 42 dengan tujuan penggunaan material ini yaitu mudah didapat, biaya pembelian material lebih murah dan karakteristik dari material St 42 yang mudah untuk dikerjakan menggunakan pahat HSS (*High Speed Steel*). Penggunaan pahat HSS juga mengedepankan faktor dari mudah didapatnya pahat ini, dan sudut potongnya dapat diubah – ubah sesuai kebutuhan. Oleh sebab itu pada skripsi ini akan membahas tentang pengaruh pahat modifikasi terhadap kekasaran permukaan hasil proses bubut material St 42.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mendapatkan kehalusan yang tinggi pada poros yang akan dipasangkan dengan komponen lain, diperlukan pahat dengan sudut yang tepat. Modifikasi sudut tepi sisi potong mayor dan didukung variabel lain yang digunakan diharapkan dapat meningkatkan kehalusan bagian poros yang dibubut.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi sudut tepi sisi potong mayor dengan kombinasi kecepatan potong, dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses bubut dengan bahan St 42.

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui kombinasi terbaik untuk kehalusan permukaan dari proses bubut dengan variasi sudut tepi sisi potong mayor, kecepatan potong dan gerak makan menggunakan bahan St 42.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan untuk memfokuskan penelitian ini, antara lain:

1. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan (*surface roughness*) material St 42 difokuskan pada pahat dengan sudut tepi potong mayor 95°, 98°, dan 100°. Pahat yang digunakan yaitu HSS (*High Speed Steel*).
2. Keausan pahat diabaikan.
3. Standart ketajaman pahat diabaikan.
4. Kedalaman potong konstan $a = 1,5$ mm.
5. Struktur material benda kerja yang digunakan tidak dianalisis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

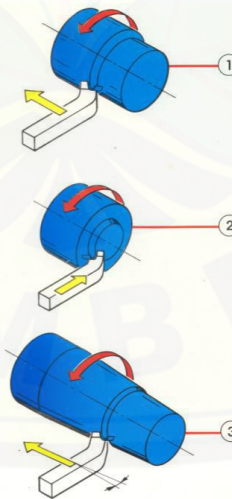
2.1 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar.

2.1.1 Proses Bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Bentuk dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata:

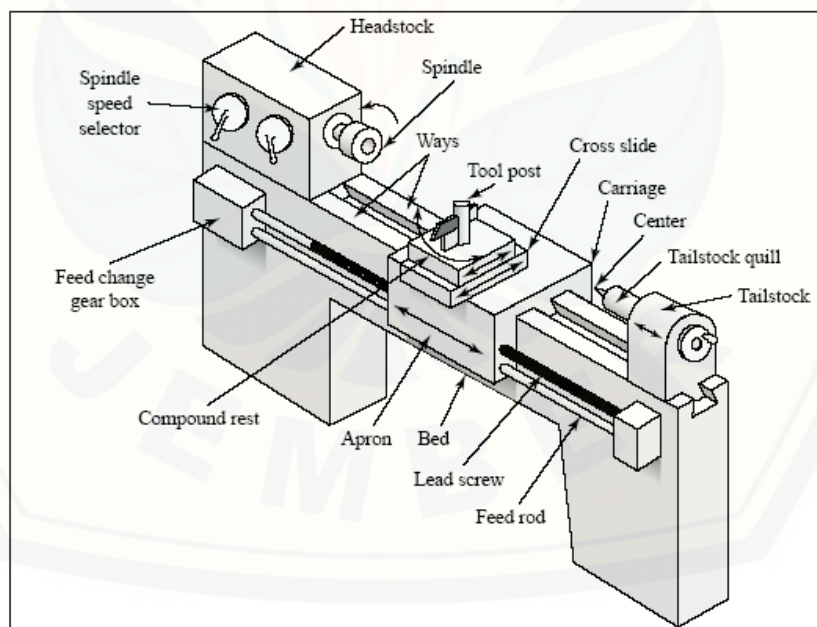
- Dengan benda kerja yang berputar.
- Dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*).
- Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja (lihat Gambar 2.1 no.1).



(Sumber: B. Sentot Wijanarka, Teknik Pemesinan Dasar, BAB 2)
Gambar 2.1. Proses bubut rata, bubut permukaan, dan bubut tirus

Proses bubut permukaan atau *surface turning* (Gambar 2.1 no.2) adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus/*taper turning* (Gambar 2.1 no. 3) sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Walaupun proses bubut secara khusus menggunakan pahat bermata potong tunggal, tetapi proses bubut bermata potong jamak tetap termasuk proses bubut juga, karena pada dasarnya setiap pahat bekerja sendiri-sendiri. Selain itu proses pengaturannya (*setting*) pahatnya tetap dilakukan satu persatu. Gambar skematis mesin bubut dan bagian-bagiannya dijelaskan pada Gambar 2.2.



(Sumber: B. Sentot Wijanarka, Teknik Pemesinan Dasar, BAB 2)

Gambar 2.2. Gambar skematis mesin bubut dan nama bagian-bagiannya

2.1.2 Bagian-bagian Mesin Bubut

Di atas adalah jenis mesin bubut konvensional dengan berbagai bagian. Pada mesin bubut terdiri dari beberapa bagian yang masing-masing memiliki fungsi berbeda. Bagian-bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:

- Kepala Tetap(*Headstock*)

Adalah bagian mesin yang letaknya disebelah kiri mesin, bagian inilah yang memutar benda kerja. Didalamnya terdapat kumparan satu seri roda gigi serta roda tingkat atau tunggal. Roda tingkat terdiri atas tiga atau empat buah keping dengan garis tengah yang berbeda, roda tingkat diputar oleh suatu motor yang letaknya di bawah atau disamping roda tersebut melalui suatu ban.

- Kepala Lepas(*Tailstock*)

Adalah bagian dari mesin bubut yang letaknya disebelah kanan mesin dan dipasang di atas mesin yang berfungsi untuk:

1. Sebagai tempat pemicu ujung benda kerja yang dibubut.
2. Sebagai tempat kedudukan bor pada waktu mengebor.
3. Sebagai tempat kedudukan penjepit bor.

Kepala lepas dapat bergeser di sepanjang alas mesin. Kepala lepas terdiri atas dua bagian: yaitu alas dan ban, kedua bagian itu diikat dengan 2 atau 3 baut ikat digerakkan, dipenggeser apabila:

1. Kedudukan kedua senter tersebut tidak sepusat.
2. Kedudukan kedua senter tidak harus sepusat, misalnya untuk menghasilkan pembubutan yang tirus.

- Alas (*Ways*)

Fungsi utama alas mesin bubut ada 3 yaitu:

1. Tempat kedudukan kepala lepas.
2. Tempat kedudukan eretan (*carriage/support*).
3. Tempat kedudukan penyangga diam (*steady prest*).

Alas yang terbentuk memanjang merupakan tempat tumpuan gaya-gaya pemakanan pahat saat membubut.

- Eretan (*carriage/support*)

Eretan terdiri atas eretan memanjang (*longitudinal carriage*) yang bergerak sepanjang alas mesin, eretan melintang (*crosscarriage*) yang bergerak melintang alas mesin, dan eretan atas (*top carriage*) yang bergerak sesuai dengan posisi penyetelan di atas eretan melintang. Kegunaan eretan ini adalah untuk memberikan pemakanan yang besarnya dapat diatur menurut kehendak operator yang dapat terukur dengan ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya. Perlu diketahui bahwa semua eretan dapat dijalankan secara otomatis ataupun manual.

- Cekam (*Chuck*)

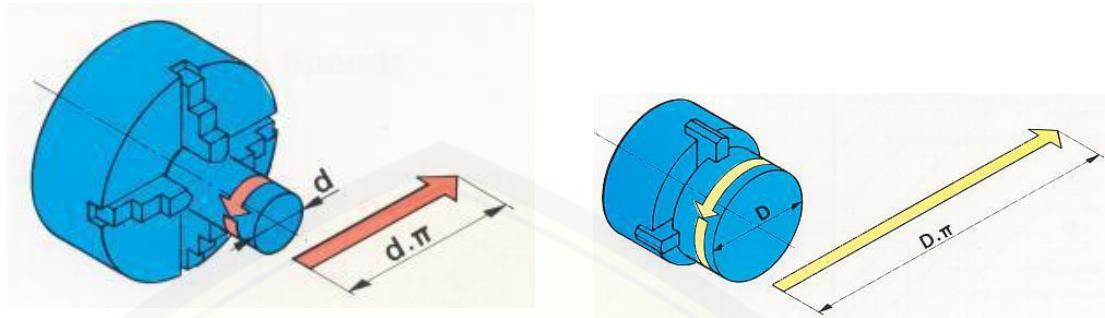
Fungsi dari cekam (*chuck*) adalah untuk menjepit benda kerja. Cekam pada mesin bubut mempunyai 2 bentuk yang berbeda sesuai dengan fungsinya, yaitu cekam rahang tiga digunakan menjepit benda-benda silindris serta cekam rahang empat digunakan untuk menjepit benda non silindris.

2.1.3 Elemen Dasar Perhitungan pada Mesin Bubut

Parameter yang terdapat pada proses pembubutan yaitu *cutting speed*, *feeding*, *material removal rate*, *cutting time* dan *depth off cut*.

1. Kecepatan pemotongan (*Cutting Speed*)

Kecepatan spindel selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute*, rpm). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau v) atau kecepatan benda kerja yang dilalui oleh pahat benda kerja (lihat Gambar 2.2). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar:



(Sumber: Wijanarka, TeknikPemesinan Dasar. Bab 2)

Gambar 2.3 Kecepatan potong

$$v = \pi.D.n / 1000 \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

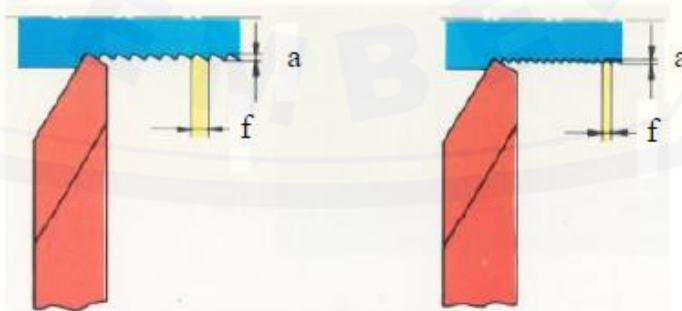
v = Kecepatan potong (m/menit)

D = Diameter benda kerja (mm)

n = Putaran benda kerja (putaran/menit)

2. Kecepatan pemakanan (*Feeding*)

Adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong (*depth of cut*) a , yang berharga sekitar $1/3a$ sampai $1/20a$ kali, atau sesuai kehalusan permukaan yang dikehendaki. Perbedaan feeding dengan kedalaman potong dapat dilihat pada Gambar 2.4.



(Sumber: B. Sentot Wijanarka, Teknik Pemesinan Dasar, BAB 2)

Gambar 2.4 Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a)

$$f = v_f / n \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

f = *feeding* (mm/putaran)

v_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

n = putaran poros utama (rpm)

Untuk menentukan ukuran pemakanan dapat menggunakan Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Tabel *feeding*

Material	High Speed Steel		Carbides	
	Roughing (mm/rev)	Finishing (mm/rev)	Roughing (mm/rev)	Finishing (mm/rev)
Low Carbon Steel (kadarkarbon 0,2%)	0,010 – 0,020	0,002 – 0,008	0,008 – 0,035	0,006 – 0,010
Medium Carbon Steel (kadar karbon 0,4%- 0,8%)	0,008 – 0,018	0,002 – 0,008	0,008 – 0,030	0,006 – 0,010
High Carbon Steel (kadar karbon 0,8%-1,2%)	0,008 – 0,015	0,002 – 0,008	0,008 – 0,030	0,006 – 0,010
Cast Iron	0,010 – 0,025	0,003 – 0,010	0,010 – 0,040	0,008 – 0,012
Bronze	0,015 – 0,025	0,003 – 0,010	0,010 – 0,040	0,008 – 0,012
Aluminium	0,015 – 0,030	0,003 – 0,012	0,015 – 0,045	0,008 – 0,012

Sumber: <http://turningspeed&feeds-feedratecalculation\lathe\feedrtcalc.htm>.

3. Waktu pemotongan (*cutting time*)

$$t_c = l_t / v_f \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

l_t = panjang permesinan (mm)

v_f = kecepatan makan (mm/min)

4. Kecepatan penghasil geram (*material removal rate*)

$$Z = f \cdot a \cdot v_f \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Z = laju penghasil tatal(cm^3/min)

f = gerak makan (mm)

a = kedalaman potong (mm)

 v_f = kecepatan makan (mm/min)5. Kedalaman potong (*depth of cut*)

Adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (lihat Gambar 2.3). Ketika pahat memotong sedalam a, maka diameter benda kerja akan berkurang 2a, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

$$a = \frac{D-d}{2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

D = diameter awal pembubutan (mm)

d = diameter akhir pembubutan (mm)

2.2 Spesifikasi Material Pahat HSS

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan pahat adalah harga dari pahat, kemudahan pahat untuk diperoleh dan kebutuhan akan pahat tersebut. Jenis material pahat yang biasa digunakan secara berurutan dari yang paling lunak tetapi ulet sampai dengan yang paling keras tetapi getas yaitu sebagai berikut:

1. Baja karbon (*High Carbon Steel, Carbon Tool Steel*)
2. HSS (*High Speed Steel*)

3. Paduan cor non Ferrous (*Cast Nonferrous Alloy, Cast Carbides*)
4. Keramik (*Ceramic*)
5. CBN (*Cubic Boron Nitrides*)
6. Intan (*Sintered Diamonds*)

Pada pembahasan ini, pahat yang digunakan adalah pahat jenis HSS (*High Speed Steel*) dan pengertian dari HSS (*High Speed Steel*) sendiri yaitu baja paduan yang mengalami proses perlakuan panas sehingga kekerasannya menjadi cukup tinggi dan tahan terhadap temperatur tinggi tanpa menjadi lunak (*annealed*). HSS (*High Speed Steel*) dapat digunakan untuk pemotongan dengan kedalaman potong yang lebih besar pada kecepatan potong yang tinggi dibandingkan dengan pahat baja karbon, apabila telah aus pahat HSS masih dapat diasah dan digunakan lagi.

Hot hardeness dan *recovery hardeness* yang cukup tinggi pada HSS dapat dicapai berkat adanya unsur W, Cr, V, Mo dan Co. Penaruh unsur-unsur tersebut dapat pada unsur dasar besi (Fe) dan karbon (C) adalah sebagai berikut:

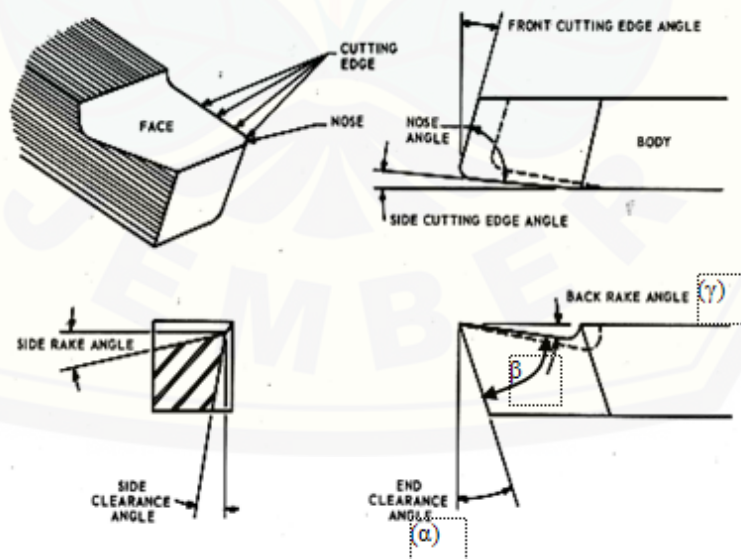
1. Tungsten/wolfram; Tungsten / wolfram dapat membentuk karbida yaitu paduan yang sangat keras ($\text{Fe}_4\text{W}_2\text{C}$) yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dengan demikian *hot hardeness* dan *tempering*, dengan demikian *hot hardening* dapat dipertinggi.
2. Chromium (Cr); menaikkan *hardenability* dan *hot hardeness*, chrom merupakan unsur pembentuk karbida, akan tetapi Cr menaikkan sensitivitas terhadap *overheating*.
3. Vanadium (V); menurunkan sensitivitas terhadap *overheating* serta menghaluskan besar butir, selain itu vanadium juga merupakan elemen pembentuk karbida.
4. Molybdenum (Mo); mempunyai efek yang sama seperti W, tetapi lebih terasa (2% W dapat diganti oleh 1% Mo) selain itu Mo-HSS lebih liat sehingga mampu menahan beban kejutan dan kekurangannya adalah lebih

sensitif terhadap *overheating* (hangus ujung – ujung yang runcing) sewaktu proses *heat treatment*.

5. Cobalt (Co); bukan elemen pembentuk karbida. Ditambahkan dalam HSS untuk menaikkan *hot hardness* dan tahan keausan.

2.3 Geometri Pahat Bubut

Geometri pahat bubut tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Terminologi standar ditunjukkan pada Gambar 2.5. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut geram (*side rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda pahat (*tool grinder machine*). Sedangkan bila pahat tersebut adalah pahat sisipan (*insert*) yang dipasang pada tempat pahatnya. Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*left-hand tools*).



(Sumber: B. Sentot Wijanarka, Teknik Pemesinan Dasar, BAB 2)
Gambar 2.5 Geometri pahat bubut HSS

Keterangan Gambar:

1. *Back rake angle*

Sudut ini menentukan arah aliran geram. Nilai ini bisa negatif, nol, atau positif, sesuai dengan material benda kerja yang diraut. Untuk nilai sudut yang negatif, menghasilkan mata potong yang lebih kuat dibandingkan dengan sudut yang positif. Untuk kedalaman pemotongan yang sama, gaya pemotongan akan membesar dengan menurunkannya sudut garuk belakang. Menyebabkan nilai sudut geser (*shear angle*) akan mengecil, dan menghasilkan geram yang lebih tebal.

2. *Side rake angle*

Adalah sudut antara bidang geram dengan bidang yang sejajar dengan dasar pahat, dan diukur pada bidang yang tegak lurus dengan dasar dan mata potong utama. Pengaruh sudut ini sama dengan pengaruh sudut belakang.

3. *End relief angle/end clearance angle*

Berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara benda kerja dengan ujung pahat. Kekuatan mata potong pahat akan semakin berkurang dengan membesarnya sudut ini, namun mengurangi gaya pemotongan.

4. *Side relief angle/side clearance angle*

Sudut ini berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara benda kerja dengan ujung pahat. Bila kecepatan pemakanan semakin besar, maka sudut ini diambil kecil agar pahat lebih kuat. Tetapi akibatnya panas yang terjadi bertambah karena gesekan yang bertambah besar, tetapi akibatnya pahat kurang kuat sehingga mudah patah.






5. *Side cutting edge angle*

Adalah sudut antara mata potong pahat dengan mata potong bantu. Mata potong pahat dengan *nose* radius sama dengan nol, kurang baik untuk proses perautan. Radius pahat yang besar digunakan pada perautan dengan kedalaman pemotongan yang besar, *feed* yang besar. Namun radius ujung pahat yang besar yang besar menyebabkan adanya getaran karena permukaan gesek yang besar.

2.4 Kekasaran Permukaan

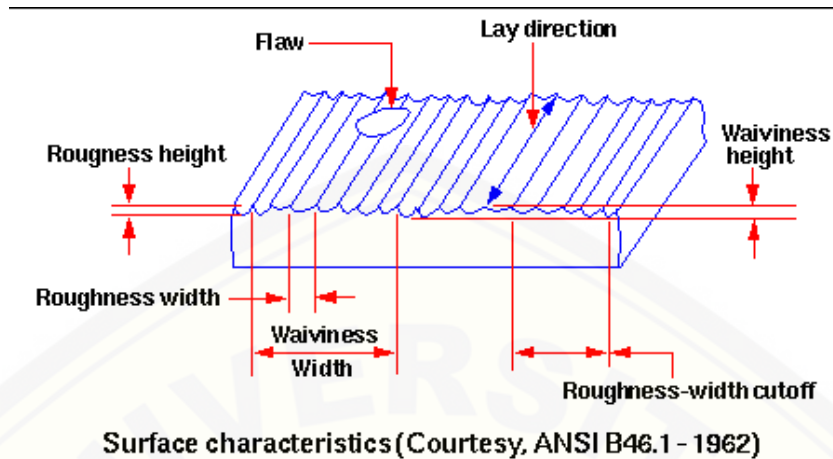
Kekasaran permukaan dari komponen – komponen mesin mempunyai peranan penting pada kualitas komponen mesin tersebut. Karena kekasaran permukaan akan berhubungan langsung dengan gesekan, pelumasan maupun komponen – komponen mesin lainnya. Setiap proses pengerjaan mempunyai ciri tertentu atau khas atas permukaan benda kerja yang dihasilkannya. Oleh karena itu, dalam memilih proses pengerjaan aspek permukaan ini perlu dipertimbangkan. Pada dasarnya konfigurasi suatu permukaan sangatlah kompleks. Karena terjadinya berbagai penyimpangan selama proses pembuatan maka permukaan geometri ideal (*ideal geometric surface*), yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk yang sempurna tidaklah dapat dibuat. Ketidakteraturan konfigurasi suatu permukaan bila ditinjau dari profilnya dapat diuraikan menjadi beberapa tingkat, seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.3. Tingkat pertama merupakan ketidakteraturan makrogeometri. Tingkat kedua yang disebut dengan gelombang merupakan ketidakteraturan yang periodik dengan panjang gelombang yang jelas lebih besar dari kedalamannya (amplitudonya). Tingkat ketiga atau alur (*groves*) serta tingkat keempat yang disebut dengan serpihan (*flakes*) kedua-duanya lebih dikenal dengan istilah kekasaran (*roughness*). Dalam suatu permukaan jarang ditemukan tersendiri atau terpisah, melainkan merupakan kombinasi dari beberapa tingkat ketidakteraturan tersebut.

Tabel 2.2. Ketidakteraturan suatu profil

Tingkat	Profil terukur; bentuk grafik hasil pengukuran	Istilah	Contoh kemungkinan penyebab
1		Kesalahan bentuk (form error)	Kesalahan bidang-bidang pembimbing mesin perkakas dan benda kerja, kesalahan posisi pencekam benda kerja
2		Gelombang (waviness)	Kesalahan bentuk perkakas, kesalahan penyenteran perkakas, getaran dalam proses pemesinan.
3		Alur (grooves)	Jejak/bekas pemotongan (bentuk ujung pahat, gerak makan).
4		Serpihan (flakes)	Proses pembentukan geram, deformasi akibat proses pancar pasir, pembentukan modul pada proses <i>electroplating</i> .
			Kombinasi ketidakteraturan dari tingkat 1 sampai dengan 4.

(Sumber: Rochim, Spesifikasi Geometris Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas, 1985)

Setiap permukaan dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. Karakteristik permukaan tersebut ada yang bentuknya halus, dapat juga dalam bentuk kekasaran (*roughness*) maupun membentuk gelombang (*waviness*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 di bawah ini.



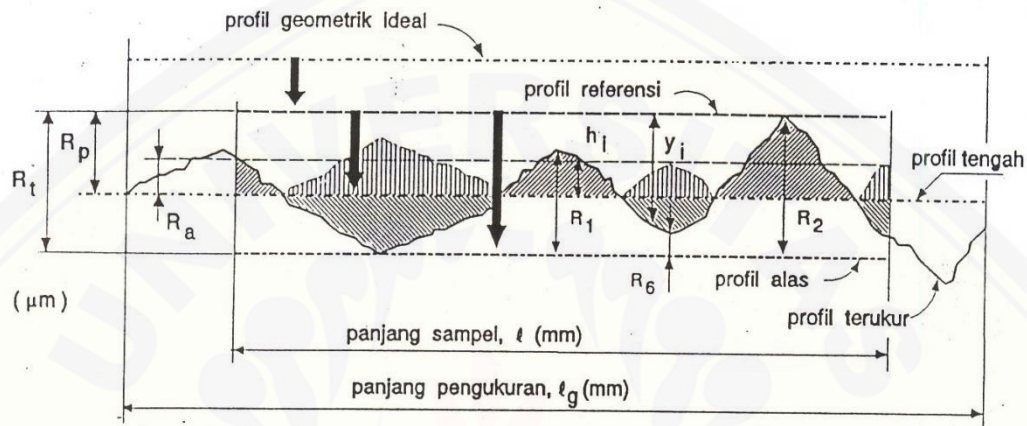
Gambar 2.6 Tekstur permukaan

- Jarak kekasaran (*roughness width*) adalah jarak paralel pada permukaan yang nominal antara punggung bukit atau bubungan atau puncak berurutan terhadap pola acuan utama dari kekasaran permukaan.
- Penggalan jarak kekasaran (*roughness width off cut*) adalah pengukuran rata-rata tingginya kekasaran yang menandakan pengaturan jarak yang terbesar dari ketidakraturan permukaan berulang. Nilai penggalan jarak kekasaran dinilai dalam perseribu dari suatu inci. Tabel standar untuk nilai-nilai penggalan jarak kekasaran 0,003; 0,10; 0,030; 0,100; dan 1,000 inci. Jika tidak ada nilai, maka ditetapkan suatu asumsi penilaian/beban maksimum 0,030 inci.
- *Waviness* yaitu meliputi semua ketidakraturan yang terjadi pada permukaan. *Waviness height* adalah jarak puncak tertinggi terhadap lembah. *Waviness width* adalah pengaturan jarak dari gelombang/lambaian berurutan mencapai puncak atau lembah gelombang/lambaian berurutan lain.
- *Lay* adalah arah dari pola acuan permukaan utama, secara normal ditentukan oleh metode produksi.
- *Flaws* adalah kesalahan tak disengaja, tak diduga, dan gangguan tak dikehendaki di dalam topografi yang khas dari suatu permukaan benda.

Untuk memproduksi profil suatu permukaan, maka sensor atau peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length; l_g*). Sesaat setelah jarum jam bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian dari panjang pengukuran dimana dilakukan analisis profil permukaan disebut dengan panjang sampel (*sample length, l*). Reproduksi profil sesungguhnya adalah seperti yang ditunjukkan Gambar 2.8 dengan penambahan keterangan mengenai beberapa istilah profil yang penting yaitu:

1. Profil tertentu : yaitu merupakan profil permukaan terukur.
2. Profil referensi atau acuan : yaitu profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidakteraturan konfigurasi permukaan. Profil ini dapat berupa garis lurus atau garis dengan berbentuk sesuai dengan profil geometri ideal, serta menyinggung puncak tertinggi profil terukur dalam suatu panjang *sample*.
3. Profil alas atau akar : yaitu profil referensi yang digeserkan kebawah arah tegak lurus terhadap profil geometrik ideal pada suatu panjang *sample* sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
4. Profil tengah : yaitu nama yang diberikan kepada profil referensi yang digeserkan kebawah (arah tegak lurus profil geometrik ideal pada suatu panjang *sample*) sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah – daerah di atas profil terukur adalah diatas sama dengan jumlah luas daerah di bawah profil tengah

sampai ke profil terukur (pada Gambar 2.8 di bawah ditunjukkan dengan daerah arsiran dengan kemiringan daerah arsir yang berbeda).



(Sumber: Rochim, Spesifikasi Geometris Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas, 2001)

Gambar 2.7 Posisi profil referensi, profil tengah, dan profil alas terhadap profil terukur, untuk satu panjang sampel

Menurut Vorburger, T.V. dan J. Raja (1990), kekasaran terdiri dari ketidakteraturan dari tekstur permukaan, yang pada umumnya mencakup ketidakteraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi.

2.4.1 Parameter Permukaan dengan Dimensi pada Arah Tegak dan Arah Memanjang

Macam – macam kekasaran antara lain:

- Kedalaman total (*peak to valley height/total height*), R_t (μm); adalah jarak antara profil referensi dan referensi dasar.
- Kedalaman perataan (*depth of surface smoothness/peak to mean line*), R_p (μm) adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil tengah.
- Kekasaran rata-rata aritmetis (*mean roughness index/center line average, CLA*), R_a (μm); adalah harga rata-rata aritmetis dari harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah yang dirumuskan sebagai berikut:

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |Y(x)| dx \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan : L = Panjang sampling
 Y = Ordinat dari profil kurva

- d. Kekasaran rata-rata kuadratik (*root mean square height*), R_q (μm); adalah akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah yang dirumuskan sebagai berikut:

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L h_i^2 dx} \dots \dots \dots (2.7)$$

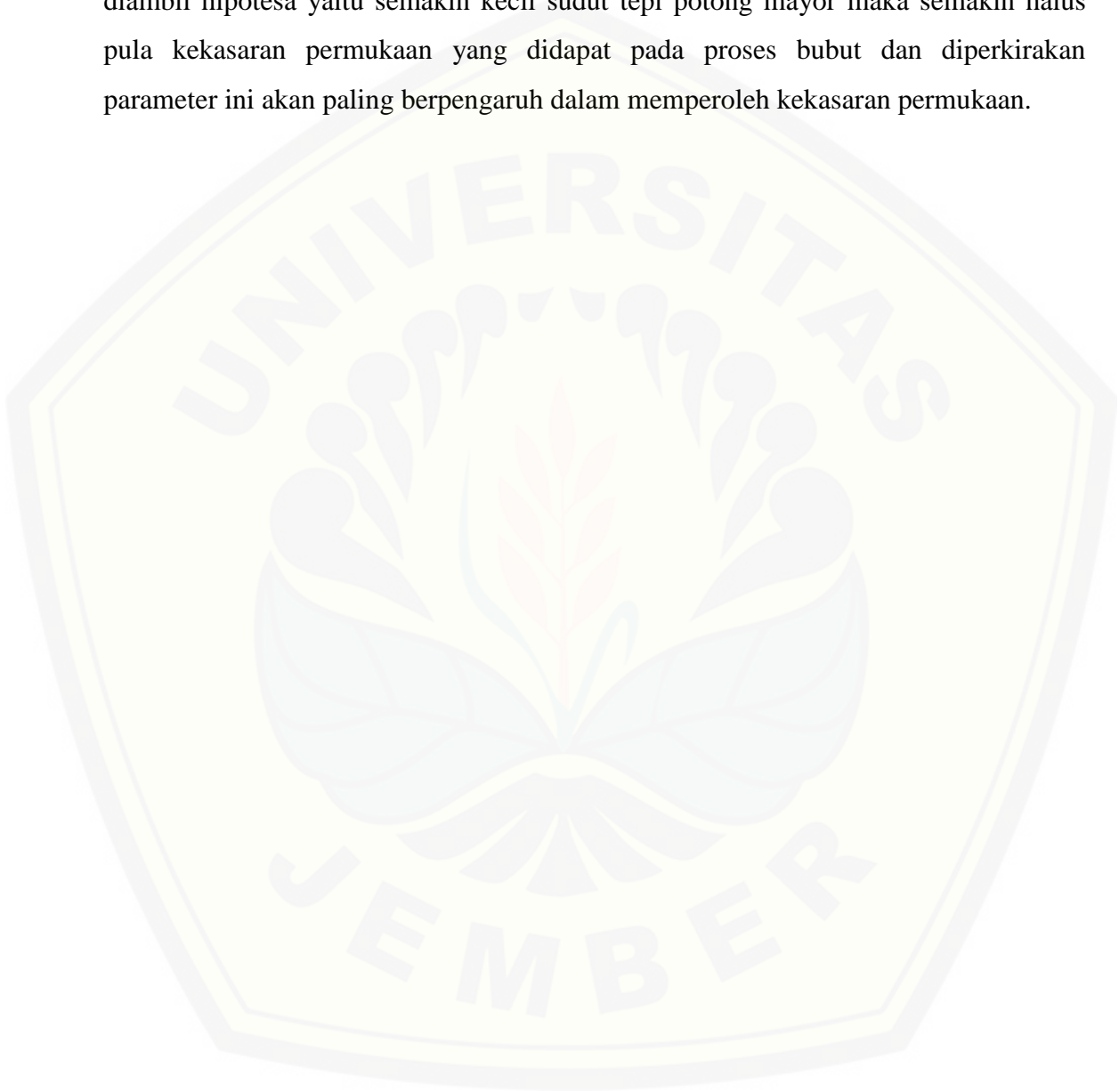
- e. Kekasaran total rata-rata, R_z (μm), merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

$$R_z = \sum \frac{[R_1 + R_2 + \dots + R_5 - R_6 - R_7 - \dots - R_{10}]}{5} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dari bermacam-macam parameter permukaan tersebut, parameter R_a relatif lebih banyak digunakan untuk mengidentifikasi. Parameter R_a cocok apabila digunakan untuk memeriksa kualitas permukaan komponen mesin yang dihasilkan dalam jumlah yang banyak dengan menggunakan suatu proses permesinan tertentu. Hal ini dikarenakan harga R_a lebih sensitif terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses permesinan. Dengan demikian, jika permukaan produk dimonitor dengan menggunakan R_a maka tindakan pencegahan permukaan dapat dilakukan jika ada tanda-tanda bahwa ada peningkatan kekasaran (misalnya dengan mengasah atau mengganti perkakas potong atau batu gerindanya).

2.5 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan analisis pemikiran di atas maka dapat diambil hipotesa yaitu semakin kecil sudut tepi potong mayor maka semakin halus pula kekasaran permukaan yang didapat pada proses bubut dan diperkirakan parameter ini akan paling berpengaruh dalam memperoleh kekasaran permukaan.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pahat modifikasi terhadap tingkat kekasaran permukaan, dan penelitian ini menggunakan metode eksperimental karena diperlukan data yang sebenarnya. Dalam penelitian ini menggunakan mesin bubut dan melakukan proses pembubutan baja St 42 yang menggunakan pahat HSS.

1. Tempat Penelitian 1 : Bengkel Polo Mas Bondowoso
Waktu Penelitian : Januari 2014
2. Tempat Penelitian 2 : Laboratorium Desain dan Uji Bahan Universitas Jember
Waktu Penelitian : Januari - Maret 2014

3.2 Alat, Bahan Percobaan, dan Pembuatan Pahat Modifikasi

Dalam penelitian ini yang harus dipersiapkan dari alat, bahan dan pembuatan pahat modifikasi.

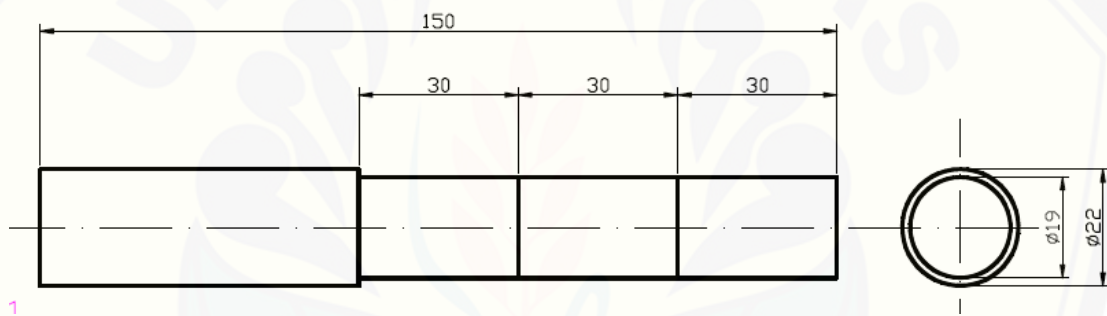
3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah.

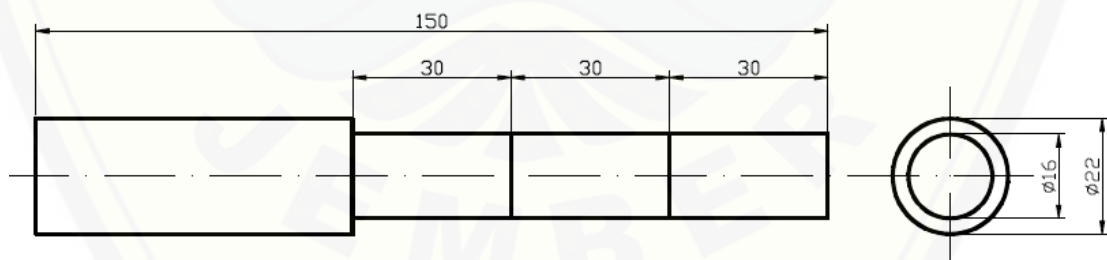
- a. Mesin bubut *ECOCA 24,570101/12/360*
- b. *Surface tester* (alat penguji kekasaran)
- c. Jangka sorong
- d. Busur pahat
- e. Mesin gerinda
- f. Gergaji besi tangan
- g. Penggaris

3.2.2 Bahan Percobaan

Bahan percobaan dalam penelitian ini adalah baja St 42. Adapun dimensi dari bahan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2. Pada Gambar 3.1 hasil pembubutan pertama dan Gambar 3.2 hasil pembubutan kedua. Komposisi dari benda kerja St 42 antara lain: C = 0,2 %, Mn = 0,4 %, S = 0,05%, P = 0,05%, Si = 0,1 %. Pahat yang digunakan HSS (*high speed steel*) dengan ukuran $\frac{1}{2}$ X 4. Geometri dari pahat *back rake angle* = 8° , *end relief angle* = 8° .



Gambar 3.1 Dimensi benda kerja 1



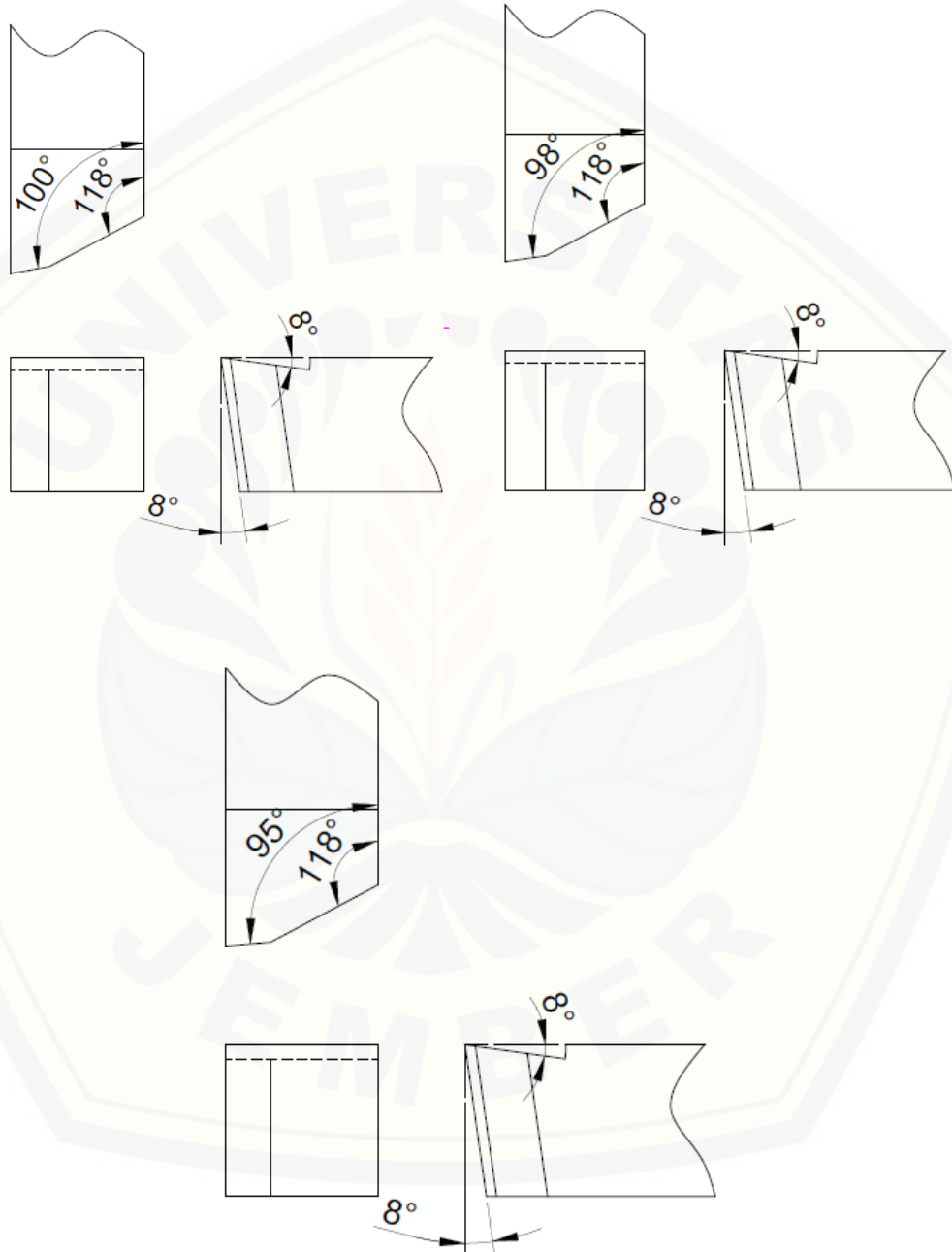
Gambar 3.2 Dimensi benda kerja 2

3.3.3 Pembuatan Pahat Modifikasi

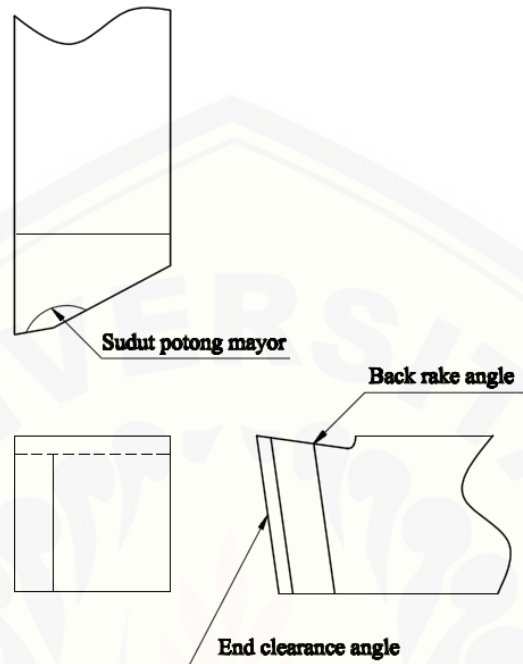
Tahapan dari pembuatan pahat modifikasi yaitu.

- a. Menyiapkan pahat HSS

- b. Memodifikasi sudut pahat HSS dengan menggerinda terlebih dahulu *end relief angle* = 8° , *back rake angle* = 8° , dan selanjutnya menggerinda sudut tepi potong mayor 95° , 98° , 100° , seperti Gambar 3.3 di bawah



Gambar 3.3 Dimensi pahat modifikasi



Gambar 3.4 Sudut yang digunakan

3.3 Prosedur Percobaan dan Pengambilan Data Kekasaran Permukaan

Tahapan dari prosedur proses pembubutan sebagai berikut:

- Mempersiapkan mesin bubut.
- Memasang benda kerja (St 42) pada *chuck*.
- Memasang pahat pada *toolpost*.
- Proses pembubutan dilakukan sebanyak 30 kali.
- Pembubutan pertama sebanyak 15 kali dengan kedalaman potong 1,5 mm, panjang proses pembubutan 3 cm dengan parameter yang sudah ditentukan.
- Proses pengambilan data kekasaran permukaan dilakukan untuk yang pertama.
- Pembubutan kedua sebanyak 15 kali sebagai pengulangan dengan parameter sama dengan point e.
- Proses pengambilan data kekasaran permukaan yang kedua.

Tahapan dari pengambilan data kekasaran permukaan sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan peralatan pengukur antara lain, *surface tester*, bolpoin dan kertas.
- b. Untuk mengukur kekasaran permukaan menggunakan *surface tester*. Setiap hasil pengamatan, dicatat ke dalam tabel data.
- c. Kegagalan pembacaan kekasaran permukaan oleh *surface tester* akan diulangi lagi sampai munculnya data percobaan.

3.4 Pengujian Kekasaran Permukaan

Alat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja hasil proses permesinan adalah *TR220 portable roughness tester*. Alat ini memiliki sistem desain modular pengukur permukaan yang portabel. Alat ini terdiri dari komponen-komponen berupa *traverse unit*, *pick up* yang dilengkapi dengan transducer dan dilengkapi dengan *thermal printer*. *Traverse unit* merupakan sistem utama dari alat *roughness tester*. Komponen ini berfungsi sebagai unit pengolah data. *Pick up* ialah suatu komponen penjelajah yang dilengkapi dengan *transducer* dengan jenis induktansi variabel, dengan pemegang (*holder*) yang akan dihubungkan dengan *traverse unit*. Pengolahan hasil pengukuran dengan menggunakan mikroprosesor yang hasilnya ditampilkan pada sebuah LCD dalam bentuk nilai numerik dari kekasaran. Gambar di bawah menunjukkan *TR220 portable roughness tester*.



Gambar 3.5 TR220 Portable Roughness Tester

Langkah pengujian kekasaran dengan cara benda kerja hasil proses bubut dikunci pada tempat penyangga seperti yang terlihat pada Gambar 3.3. Posisikan benda kerja dengan arah horizontal mengikuti pergerakan *stylus*. Posisikan *stylus* sampai menyentuh permukaan benda kerja yang akan diukur kekasarannya dan memposisikan *pick holder* sejajar dengan permukaan benda kerja.



Gambar 3.6 Pengujian kekasaran permukaan

3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dari penelitian ini ada 2, yaitu.

3.5.1 Variabel dan Parameter Percobaan

Dalam percobaan ini terdapat tiga variabel yaitu:

- Sudut tepi potong mayor pahat HSS.
- Kecepatan pemakanan.
- Kecepatan potong.

Parameter dalam proses pembubutan sesuai dengan jenis pahat dan spesifikasi dari benda kerja (St 42), adapun parameternya adalah sebagai berikut:

- $a = 1,5$ mm.
- $n = 355$ rpm, 530 rpm, 880 rpm.
- $v = 24,5$ m/menit, 36,6 m/menit, 60 m/menit.
- $f = 0.05$ mm/putaran, 0,06 mm/putaran, 0,08 mm/putaran.
- Sudut pahat 95° , 98° , 100° .
- $d = 22$ mm.

Pemilihan sudut variasi 95° , 98° , 100° dengan dasar penelitian sebelumnya, yaitu semakin kecil sudut variasi maka kehalusan yang didapat akan semakin kecil pula.

Pahat yang digunakan dalam proses pembubutan yaitu pahat HSS sedangkan kedalaman pemotongan 1,5 mm. Pada kedua sudut variasi tepi potong mayor dilakukan pembubutan secara bersamaan sebanyak 30 kali proses. Untuk pengukuran kekasaran permukaan dilakukan sekali.

3.5.2 Analisis *Response Surface*

Metode *response surface* bertujuan untuk menentukan titik optimum dari respon dan dalam hal ini untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang paling baik pada proses bubut baja St 42. Tahapan yang harus dilakukan pada analisis data dan optimasi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengambilan data. Metode pengambilan data dan kombinasi level berdasarkan rancangan *Box-Behnken Design*. Alasan memakai rancangan tersebut karena jumlah eksperimen yang dilakukan lebih sedikit sehingga mempersingkat waktu eksperimen.

Cara pelaksanaan eksperimen adalah dengan mengubah – ubah level dari masing – masing variabel proses yang sesuai dengan rancangan percobaan. Tabel 3.1 menunjukkan level yang digunakan dan nilai dari masing – masing level dari variabel proses. Tabel 3.1 menunjukkan rancangan percobaan yang dipilih dalam penelitian.

Tabel 3.1 Level yang digunakan

Faktor	Level Bawah	Titik Tengah	Level Atas
Kode	-1	0	1
Kecepatan potong (X_1)	24,5 m/menit	36,6 m/menit	60 m/menit
Gerak makan (X_2)	0,05 mm/putaran	0,06 mm/putaran	0,08 mm/putaran
Sudut modifikasi (X_3)	95°	98°	100°

Tabel 3.2 Rancangan percobaan *Box – Behnken* 15 dengan $k = 3$

No	Level			Parameter			Data Hasil Percobaan	
	X_1	X_2	X_3	Kecepatan Potong	Sudut Modifikasi	Gerak Makan	1	2
1	-1	-1	0	24,5	95°	0,06		
2	1	-1	0	60	95°	0,06		
3	-1	1	0	24,5	100°	0,06		
4	1	1	0	60	100°	0,06		
5	-1	0	-1	24,5	98°	0,05		

6	1	0	-1	60	98°	0,05		
7	-1	0	1	24,5	98°	0,08		
8	1	0	1	60	98°	0,08		
9	0	-1	-1	36,6	95°	0,05		
10	0	1	-1	36,6	100°	0,05		
11	0	-1	1	36,6	95°	0,08		
12	0	1	1	36,6	100°	0,08		
13	0	0	0	36,6	98°	0,06		
14	0	0	0	36,6	98°	0,06		
15	0	0	0	36,6	98°	0,06		

2. Pembentukan model adalah menyatakan hubungan variabel proses dengan variabel respon dibentuk dari nilai koefisien penduga model regresi (model percobaan orde dua). Persamaan penduga untuk model regresi adalah sebagai berikut :

Jika $k = 3$ penduga untuk model orde kedua menjadi:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + \square \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana X_1^2 , X_2^2 dan X_3^2 adalah efek kuadrat logaritma dari ketiga variabel, sedangkan X_1X_3 , X_1X_3 dan X_2X_3 adalah efek interaksi.

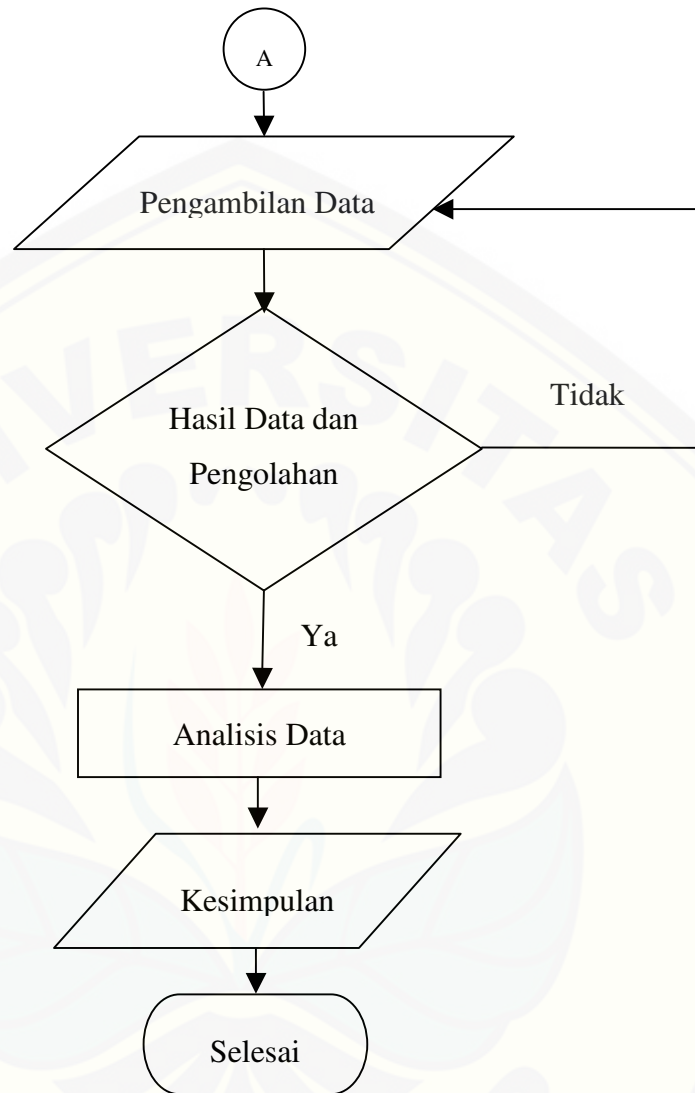
3. Pengujian model adalah bertujuan untuk menguji apakah model sudah sesuai dengan model yang diduga, oleh sebab itu dilakukan pengujian kesesuaian model. Pengujian kesesuaian model tersebut antara lain uji *Lack of Fit*, uji parameter serentak, dan uji koefisien determinasi (R^2). Setelah dilakukan pengujian kesesuaian model dilakukan residual untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi *Independently Distributed and Normally* atau IDN ($0, \alpha^2$). Pengujian yang dilakukan terhadap residual antara lain uji identik, dan uji distribusi normal.

4. Menentukan kondisi optimum dari model orde kedua yang sesuai. Dalam menentukan kondisi optimum dilakukan pendekatan fungsi *desirability* yang merupakan salah satu metode yang digunakan untuk optimasi multi respon. Metode ini mempunyai tiga cara untuk menyelesaikan optimasi respon dan masing – masing cara hanya cocok untuk kasus tertentu yaitu *The Large is Better*, *The Smaller is Better*, *Normal The Best*.

3.6 Diagram Alir Percobaan

Alur dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (*flowchart*) Gambar 3.4 dibawah.





Gambar 3.7 Diagram alir percobaan