

**ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT POTONG UTAMA
DAN KOMPOSISI MEDIA PENDINGIN TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN *FINISING*
PROSES BUBUT BAJA AISI 4140**



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA

Disusun oleh:

RIZKI WAHYU AZAMI

NPM : 20320010

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK IBA
PALEMBANG
2025**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Wahyu Azami
NPM : 20320010
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama dan
Komposisi Media Pendingin Terhadap Kekasaran
Permukaan *Finishing* Proses Bubut Baja AISI 4140

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari ternyata penulisan Skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas IBA.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Palembang, 13 Januari 2025



Rizki Wahyu Azami

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT POTONG UTAMA
DAN KOMPOSISI MEDIA PENDINGIN TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN *FINISHING*
PROSES BUBUT BAJA AISI 4140



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,



Dr. Ir. Harowayani Haruno MT.
NIK. 03 24 514

Ketua Program Studi
Teknik Mesin,

Reny Afriany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

AGENDA NO
DITERIMA TGL
PARAF

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT POTONG UTAMA
DAN KOMPOSISI MEDIA PENDINGIN TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN *FINISING*
PROSES BUBUT BAJA AISI 4140

NAMA : Rizki Wahyu Azami
NPM : 20320010
SPESIFIKASI : A. Baja AISI 4140
B. Proses Pembubutan
C. Sudut Potong Utama (k_r)
D. Kekasaran Permukaan
E. Media Pendingin

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Yeny Pusvyta, S.T., M.T.
NIK. 02 05 170

Pembimbing Pendamping


Reny Afgiany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin


Reny Afgiany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini dengan judul : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama dan Komposisi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan *Finishing* Proses Bubut Baja AISI 4140

Penyusun : Rizki Wahyu Azami

NPM : 20320010

Program Studi : Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana (ujian komprehensif) dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeristas IBA.

TIM PENGUJI

Ketua : Reny Afriany, S.T., M.Eng

()

Anggota : 1. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T

()

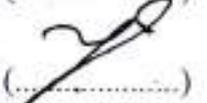
2. Ir. Asmadi Lubay, M.T

()

3. Ir. Ratih D Andayani, M.T.

()

5. Yeny Pusvyta, S.T.,M.T

()

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : 17 Januari 2025

PERSEMBAHAN

Dengan segala rasa syukur, saya persembahkan skripsi ini untuk

1. Kedua orang tua serta keluarga besar SERUNI , yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang tanpa henti. Tanpa mereka, saya tidak akan sampai pada titik ini.
2. Bapak/Ibu dosen serta Staf TU Fakultas Teknik Universitas IBA, yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sepanjang proses penulisan skripsi ini.
3. Teman-teman dan sahabat, yang selalu memberi semangat, bantuan, dan menjadi tempat berbagi selama masa-masa sulit dan penuh tantangan.
4. Seluruh pihak yang telah mendukung baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam perjalanan akademik ini.

MOTTO

“ Saya tidak percaya pada keberuntungan karna keberuntungan adalah kesempatanbertemu dengan kemampuan kemampuan bisa di asah dan kesempatan bisa di cari jadi pada dasar nya keberuntungan itu bisa diciptakan ”

ABSTRAK

Manufaktur merupakan metode pengolahan material menjadi produk siap pakai yang terus berkembang pesat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Industri manufaktur terkait erat dengan proses pemesinan, termasuk pembubutan, di mana mesin bubut memegang peranan penting dalam memproduksi berbagai komponen presisi tinggi. Proses pembubutan bertujuan untuk menghasilkan berbagai bentuk seperti silindris, ulir, dan tirus pada benda kerja dari material logam, kayu, atau plastik. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas hasil pemesinan adalah kekasaran permukaan benda kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut potong utama dan komposisi media pendingin terhadap kekasaran permukaan hasil proses bubut pada baja AISI 4140. Spesimen yang dikerjakan 150 mm dengan diameter 25 mm, dan dibubut menjadi diameter 24 mm dengan menggunakan 3 macam sudut potong yaitu $k_r 45^\circ$, $k_r 65^\circ$ dan $k_r 90^\circ$. dengan variasi emulsi 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40, dengan kecepatan potong 47,48 m/menit, kedalaman potong 0,5 mm, pemakanan (*feed*) 0,090 mm/putaran. Mengukur kekasaran permukaan benda kerja digunakan Surface Roughness Tester type SJ-310. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai kekasaran paling rendah pada sudut potong $k_r 90^\circ$ dengan variasi emulsi 1 : 20 yaitu sebesar 1.505 μm , nilai kekasaran paling tinggi pada sudut potong utama $k_r 45^\circ$, dengan variasi emulsi 1 : 40 yaitu sebesar 3.578 μm . Kesimpulan yang didapat adalah semakin besar sudut potong utama, maka nilai kekasaran rata-rata (Ra) akan semakin kecil, sedangkan semakin kecil sudut potong utama, nilai kekasaran rata-rata (Ra) semakin besar. Selain itu, penggunaan emulsi cairan pendingin dengan konsentrasi yang lebih tinggi juga dapat mengurangi nilai kekasaran permukaan (Ra) pada hasil finishing proses bubut.

Kata Kunci: *Manufaktur, Proses Pembubutan, Kekasaran Permukaan, Sudut Potong Utama, Media Pendingin, Baja AISI 4140.*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr wb, Alhamdulillah Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT , yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang mengikuti ajaran-Nya hingga akhir zaman.

Adapun judul skripsi ini adalah : **“ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT POTONG UTAMA DAN KOMPOSISI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN *FINISHING* PROSES BUBUT BAJA AISI 4140 “**

Maksud dan tujuan skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan Program Strata Satu (S1) di Universitas IBA Palembang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, penulisan Skripsi ini tidak dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karna itu, penulis mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Skripsi, yaitu kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hardayani, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA.
2. Ibu Reny Afriany, ST., M,Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin sekaligus Dosen Pembimbing Akademik serta sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Mesin Universitas IBA.
3. Ibu Yeny Pusvyta, ST., MT sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bantuan, serta waktu untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Arie Yudha Budiman, ST.,MT selaku pembimbing yang telah memberikan arahan serta waktu untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak, Ibu Dosen serta Staf TU di Fakutas Teknik Universitas IBA yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan.

6. Orang tuaku dan keluarga yang telah mendoakan, memberikan semangat moril maupun materil dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Rekan seperjuangan selama menempuh masa kuliah, Thorik Alfajri, Kak Cahyo Ruswanto, M. Risky, Sobri Saputra, Nugraha Aditya dan kak Andy.
8. Serta pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan oleh karna itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun para pembaca pada umumnya.

Palembang, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PENELITIAN	4
2.1 Proses Pemesinan	4
2.1.1 Klasifikasi Proses Pemesinan	4
2.1.2 Elemen Dasar Proses Pemesinan	7
2.2 Mesin Bubut	8
2.2.1 Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut	10
2.2.2 Proses Bubut (<i>Turning</i>)	13
2.3 Alat Potong	15
2.3.1 Pahat dan Jenis-jenis material pahat	15
2.4 Kekasaran Permukaan	20
2.5 Klasifikasi Material Baja	28
2.5.1 Baja AISI 4140	30
2.6 Cairan Pendingin	31
2.6.1 Jenis Cairan Pendingin	32
2.6.2 Metode Pemberian Cairan Pendingin	34
2.6.3 Pengaruh Cairan Pendingin pada Proses Pemesinan	36
2.6.4 Kriteria Pemilihan Cairan Pendingin	37
2.7 Penelitian Terdahulu	40

BAB III METODELOGI PENELITIAN	44
3.1 Metode Penelitian	44
3.2 Variabel Penelitian.....	44
3.3 Alat dan Bahan yang digunakan	44
3.3.1 Mesin Bubut Konvensional.....	44
3.3.2 Pahat.....	46
3.3.3 Baja AISI 4140	47
3.3.4 Jangka Sorong.....	48
3.3.5 <i>Surfase Roughness Tester</i>	48
3.3.6 Cairan Pendingin	49
3.3.7 Pompa <i>Submersible</i> (Pompa Celup)	50
3.4 Prosedur Penelitian	50
3.4.1 Pemeriksaan Awal	50
3.4.2 Memotong dan mempersiapkan spesimen.....	51
3.4.3 Persiapan Cairan Pendingin.....	51
3.4.4 Pengecekan Debit Pompa	52
3.4.5 Proses Pembubutan.....	52
3.4.6 Perhitungan proses pemesinan	52
3.5 Pengambilan Nilai Kekasaran Permukaan (Ra).....	55
3.6 Diagram Alir.....	55
BAB IV PENGOLAHAN DATA	57
4.1 Pengolahan Data	57
4.2 Diskripsi Data	58
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
5.1 Pembahasan.....	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses permesinan terhadap benda kerja. (Rochim, 1993)	6
Gambar 2. 2 Klasifikasi Proses permesinan menurut jenis mesin perkakas yang digunakan (Rochim, 1993)	6
Gambar 2. 3 Klasifikasi proses permesinan berdasarkan generasi (pembentukan) Permukaan (Rochim, 1993)	7
Gambar 2. 4 Proses bubut rata, bubut permukaan, dan bubut tirus	9
Gambar 2. 5 Mesin Bubut (Rochim 1993)	10
Gambar 2. 6 Proses Bubut (Rochim 1993)	13
Gambar 2. 7 Pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF	19
Gambar 2. 8 Rumus menghitung nilai kekasaran permukaan (Ra) (Sumber: ISO 4287-1996)	21
Gambar 2. 9 <i>Surface Texture Features</i> (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)	22
Gambar 2. 10 Kurva Kekasaran (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)	22
Gambar 2. 11 <i>Sample Length and Evaluation Length</i> (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)	23
Gambar 2. 12 Menentukan Rz (JIS) Menggunakan Kurva Kekasaran (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)	23
Gambar 2. 13 Nilai Kekasaran Permukaan dihasilkan berbagai Proses Manufaktur (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)	25
Gambar 2. 14 <i>Surface Roughness Tester</i>	26
Gambar 2. 15 Bentuk Profil Kekasaran Permukaan (wibowo, 2016)	27
Gambar 2. 16 Peralatan centrifuging untuk cairan pendingin (Widarto, 2008)	38
Gambar 3. 1 Mesin Bubut Konvensional (LAB SMK PGRI 2 PALEMBANG)	45
Gambar 3. 2 Spesifikasi mesin bubut TRENDS, a.s. SUVOZ 1 911 32 TRENCIN	46
Gambar 3. 3 Pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF	47
Gambar 3. 4 Spesimen Baja AISI 4140	48
Gambar 3. 5 Jangka Sorong	48

Gambar 3. 6 <i>Surface Raoughness tester</i>	49
Gambar 3. 7 Cairan Pendingin	49
Gambar 3. 8 Pompa Celup (<i>Submersible</i>).....	50
Gambar 3. 9 Benda kerja.....	51
Gambar 3. 10 Cairan pendingin dengan perbandingan 1 : 20 , 1 : 30, dan 1 ;40..	51
Gambar 3. 11 Benda kerja sebelum pembubutan.....	53
Gambar 3. 12 Benda kerja sesudah pembubutan	53
Gambar 3. 13 Pembubutan SPU 45°	54
Gambar 3. 14 Pembubutan SPU 65°	54
Gambar 3. 15 Pembubutan SPU 90°	55
Gambar 4. 1 Sampel hasil pengujian.....	57
Gambar 4. 2 Sampel Hasil Perhitungan rata-rata (<i>Ra</i>)	58
Gambar 5. 1 Grafik hasil uji kekasaran permukaan <i>Ra</i> (μm)	60
Gambar 5. 2 Persentase penurunan kekasaran permukaan <i>Ra</i> (μm)	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Baja Aisi 4140.....	31
Tabel 4. 1 Hasil Uji pada sudut potong 45°	58
Tabel 4. 2 Hasil Uji pada sudut potong 65°	58
Tabel 4. 3 Hasil Uji pada sudut potong 90°	59
Tabel 5. 1 Nilai rata-rata hasil pengujian kekasaran permukaan Ra (μm).....	60
Tabel 5. 2 Persentase penurunan kekasaran permukaan Ra (μm).....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manufaktur merupakan metode pengolahan material menjadi suatu produk siap pakai. Seiring perkembangan zaman, produk yang dihasilkan terus mengalami perubahan pesat dan beraneka rupa, sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Industri manufaktur terkait erat dengan proses pemesinan, yang merupakan asal dari berbagai proses yang terjadi di industri. Mesin menjadi objek yang sangat krusial untuk mendukung proses pemesinan yang dipergunakan dalam industri manufaktur, termasuk pada proses pembubutan.

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong atau membentuk benda kerja dengan cara memutar benda kerja dan menggerakkan alat potong atau pahat kearah yang ditentukan. Proses kerja mesin bubut bertujuan untuk menghasilkan bentuk silindris, ulir, tirus, permukaan datar, atau bentuk kompleks lainnya pada material seperti logam, kayu, atau plastik.

Mesin bubut umumnya digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen-komponen mesin, poros, alur, dan berbagai benda lainnya yang memerlukan tingkat presisi tinggi.

Proses pembubutan dilakukan untuk membubut benda kerja berpenampang silinder, misalkan untuk membentuk komponen mesin seperti poros lurus, poros berulir, poros tirus, poros beralur, serta aneka macam bentuk lainnya.

Kekasaran permukaan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kualitas hasil pemesinan. Bentuk dan kekasaran permukaan dari suatu produk yang dihasilkan oleh mesin bubut memegang peranan yang sangat penting, hal ini disebabkan oleh bentuk dan kekasaran permukaan produk tersebut berkaitan dengan gesekan, keausan, sistem pelumasan dan lainnya setiap benda kerja (Rochim Taufiq, 1993)

Kekasaran permukaan benda kerja dipengaruhi oleh banyak faktor. Berdasarkan hal tersebutlah penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul Analisa Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama dan Komposisi Media Pendingin terhadap Kekasaran Permukaan *Finishing* Proses Bubut Baja AISI 4140.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang akan diteliti pada skripsi ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi sudut potong utama pahat terhadap nilai kekasaran permukaan pada hasil *finishing* proses bubut baja AISI 4140.
2. Bagaimana pengaruh interaksi media pendingin pada beberapa variasi komposisi emulsi terhadap nilai kekasaran permukaan pada hasil *finishing* proses bubut baja AISI 4140.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Proses bubut yang dilakukan menggunakan mesin bubut Konvensional TRENS, a.s. SUVOZ 1 91132 TRENCIN
2. Material yang digunakan adalah baja AISI 4140.
3. Pahat yang digunakan adalah *Carbide Inserts* type VCMT 160408 VP 15 TF
4. Kecepatan potong adalah kecepatan potong maksimum untuk material AISI 4140 yaitu 47,48 m/menit.
5. Kedalaman potong 0,5 mm.
6. Pemakanan 0,090 mm/putaran
7. Sudut potong utama adalah 45°, 65° dan 90°
8. Cairan pendingin yang digunakan adalah emulsi *cutting oil* dan air dengan perbandingan komposisi 1:20, 1:30 dan 1:40.
9. Getaran saat proses permesinan diabaikan, dengan asumsi pencekaman yang memadai dan minim getaran.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi sudut potong utama terhadap nilai kekasaran permukaan pada hasil *finishing* proses bubut baja AISI 4140.
2. Untuk mengetahui apakah berbagai variasi komposisi emulsi media pendingin berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan pada hasil *finishing* proses bubut baja AISI 4140 dengan sudut potong utama yang berbeda.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, yaitu :

1. Dapat mengungkapkan hubungan interaksi faktor sudut potong utama pahat pada proses bubut dengan faktor komposisi emulsi media pendingin terhadap kekasaran permukaan hasil proses bubut pada material poros baja AISI 4140.
2. Memberikan rekomendasi praktis untuk optimalisasi proses pembubutan yang memiliki implikasi langsung bagi industri dalam meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produk

BAB II

TINJAUAN PENELITIAN

2.1 Proses Pemesinan

2.1.1 Klasifikasi Proses Pemesinan

Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Umumnya mereka dibuat dengan proses pemesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan atau proses pengolahan bentuk. Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses pemesinan yang dilakukannyapun bermacam-macam sesuai dengan bidang yang dihasilkan yaitu silindrik atau rata. Pada bab ini akan dibahas klasifikasi proses pemesinan ditinjau dari jenis pahat dan gerak relatif antara pahat (*tool*) dengan benda kerja (*workpiece*). Selain itu perlu kiranya, sebelum sampai kepada pembahasan yang rinci mengenai proses pemesinan, terlebih dahulu dikemukakan beberapa elemen dasar proses pemesinan yang umumnya merupakan besaran atau variabel yang dapat diatur/dipilih sesuai dengan jenis mesin perkakas yang digunakan.

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Pahat tersebut dipasangkan pada suatu jenis mesin perkakas dan dapat merupakan salah satu dari berbagai jenis pahat/perkakas potong disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Untuk sementara, dapat kita klasifikasikan dua jenis pahat yaitu pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tools*) dan pahat bermata potong Jamak (*multiple points cuttings tools*).

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan, yaitu (gambar 2.1)

1. Proses Bubut (*Turning*)
2. Proses Gurdi (*Drilling*),
3. Proses Frais (*Milling*),
4. Proses Gerinda Rata (*Surface Grinding*),
5. Proses Gerinda (*Grinding*),
6. Proses Sekrap (*Shaping, Planing*), dan
7. Proses Gergaji atau Parut (*Sawing, Broaching*).

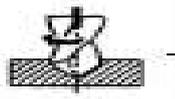
Selain klasifikasi menurut gerak relatif pahat terhadap benda kerja yang menghasilkan tujuh macam proses seperti diatas, secara lebih rinci proses pemesinan dapat diklasifikasikan menurut tujuan dan cara pengerjaan atau mesin perkakas yang digunakan sebagai mana yang diperlihatkan pada gambar 2.2.

Gambar 2.2 tersebut menggambarkan jenis proses pemesinan dan mesin perkakas yang biasanya digunakan untuk melakukannya. Beberapa jenis proses mungkin dapat dilakukan pada satu mesin perkakas. Misalnya, mesin bubut tidak selalu digunakan untuk membubut saja melainkan dapat pula digunakan untuk menggurdi, memotong dan melebarkan lubang (*boring, mengkotor*) dengan cara mengganti pahat dengan yang sesuai. Bahkan dapat digunakan untuk mengefreis, menggerinda atau mengasah halus asal pada mesin bubut yang bersangkutan dapat dipasangkan.

Selain ditinjau dari segi gerakan dan segi mesin yang digunakan proses pemesinan dapat diklasifikasikan berdasarkan proses terbentuknya permukaan (*proses generasi permukaan; surface generation*). Dalam hal ini proses tersebut dikelompokkan dalam dua garis besar proses yaitu,

- Generasi permukaan silindrik atau konis, dan
- generasi permukaan rata/lurus dengan atau tanpa putaran benda kerja.

Selanjutnya berdasarkan mata potong pahat serta gerakan relatif terhadap benda kerja proses pemesinan dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagaimana yang diperlihatkan an pada gambar 2.3. Pada setiap prosesnya.(Rochim, 1993)

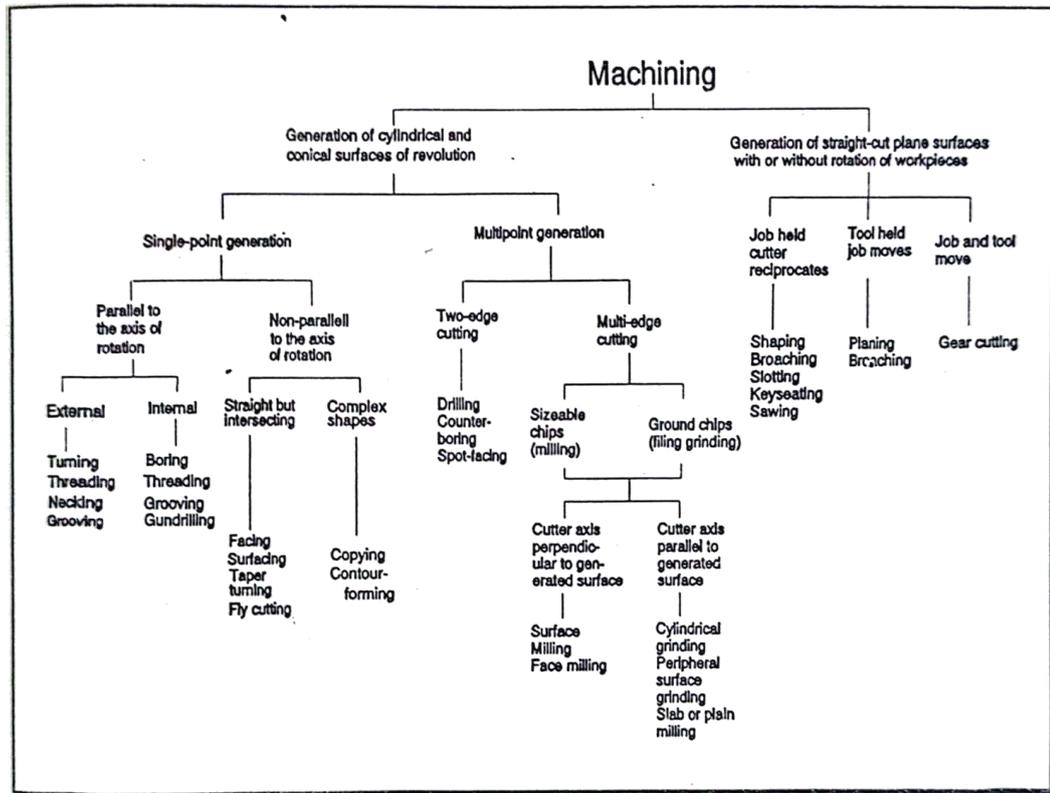
Jenis Proses		Gerak Potong		Gerak Makan	
Bubut		 Putar	Benda kerja m/min	 f	Pahat m/min
Gurdi			Pahat m/min		Pahat m/min
Freis			Pahat m/min		Benda kerja m/min
Gerinda rata			Pahat m/min		Benda kerja
Gerinda silindrik			Pahat m/min		Benda kerja 1 & 2
Sekrap meja (a) Sekrap (b)		$\frac{a}{b}$ benda kerja $\frac{b}{a}$ pahat m/min	$\frac{a}{b}$ pahat $\frac{b}{a}$ benda kerja m/min		
Parut dan gergaji		Pahat m/min			

Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses permesinan terhadap benda kerja. (Rochim, 1993)

Jenis Proses	Mesin Perkakas Yang Digunakan
1. Bubut (Turning)	1. Mesin Bubut (Lathe)
2. Gurdi (Drilling)	2. Mesin Gurdi (Drilling Machine)
3. Sekrap (Shaping, Planing)	3. Mesin Sekrap (Shaping Machine) dan Mesin Sekrap Meja (Planing Machine)
4. Freis (Milling)	4. Mesin Freis (Milling Machine)
5. Gergaji (Sawing)	5. Mesin Gergaji (Sawing Machine)
6. Koter/Pelebaran lubang (Boring)	6. Mesin Koter (Boring Machine)
7. Parut (Broaching)	7. Mesin Parut/Mesin Broc (Broaching Machine)
8. Gerinda (Grinding)	8. Mesin Gerinda (Grinding Machine)
9. Asah (Honing)	9. Mesin Asah (Honing Machine)
10. Asah Halus (Lapping)	10. Mesin Asah Halus (Lapping Machine)
11. Asah Super Halus (Super Finishing)	11. Mesin Asah Super Halus/Mesin Asah Kaca (Super/Mirror Finishing)
12. Kilap (Polishing & Buffing)	12. Mesin Pengkilap (Polisher & Buffer)

CS Undip dengan Canva.com

Gambar 2. 2 Klasifikasi Proses permesinan menurut jenis mesin perkakas yang digunakan (Rochim, 1993)



Gambar 2. 3 Klasifikasi proses permesinan berdasarkan generasi (pembentukan) Permukaan (Rochim, 1993)

2.1.2 Elemen Dasar Proses Permesinan

Berdasarkan gambar teknik, dimana dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin, salah satu atau beberapa jenis proses pemesinan yang telah disinggung diatas harus dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Bagi suatu tingkatan proses, ukuran obyektif ditentukan dan pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran obyektif tersebut dicapai. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara menentukan penampang geram (sebelum terpotong). Selain itu, setelah berbagai aspek teknologi ditinjau, kecepatan pembuangan geram dapat dipilih supaya waktu pemotongan sesuai dengan yang dikehendaki. Pekerjaan seperti ini akan ditemui dalam setiap perencanaan proses pemesinan.

1. Kecepatan potong (*cutting speed*) : V_c (m/min)
2. Kecepatan makan (*feeding speed*) : V_f (mm/min)
3. Kedalaman potong (*depth of cut*) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (*cutting time*) : t_c (min)
5. Kecepatan penghasilan geram : Z (cm³/min)(*material removal rate*)

Elemen proses pemesinan tersebut (V_c , V_f , a , t_c dan Z) dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan/atau pahat serta besaran dari mesin perkakas. Besaran mesin perkakas yang dapat diatur ada bermacam-macam tergantung pada jenis mesin perkakas. Oleh sebab itu, rumus yang dipakai untuk menghitung setiap elemen proses pemesinan dapat berlainan. Pertama-tama akan ditinjau proses pemesinan yang umum dikenal yaitu proses bubut. Dengan memahami proses bubut dapatlah hal ini dipakai sebagai acuan/referensi untuk membandingkannya dengan proses pemesinan yang lain yaitu proses sekrup, proses gurdi, dan proses freis

Proses pemesinan yang lain tidak perlu ditinjau karena mereka serupa. Sementara itu, proses gerinda perlu dibahas secara terpisah sebab mekanisme pembentukan geramnya berlainan. Untuk setiap proses yang ditinjau akan diperkenalkan dua sudut pahat yang penting yaitu sudut potong utama (*principal cutting edge angle*) dan sudut geram (*rake angle*). Kedua sudut tersebut berpengaruh antara lain pada penampang geram, gaya pemotongan, serta umur pahat. Dengan memperhatikan kedua sudut ini pada setiap proses pemesinan yang ditinjau dapatlah disimpulkan bahwa sesungguhnya semua proses pemesinan adalah serupa. (Rochim, 1993)

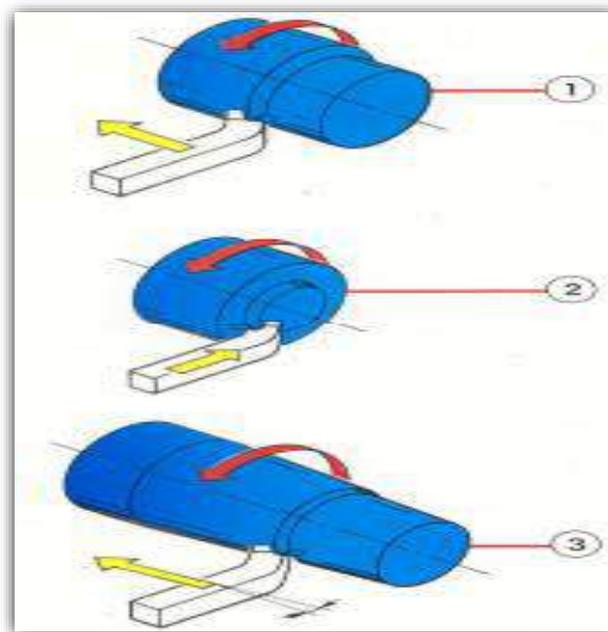
2.2 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang memproduksi barang dengan bentuk silindris. Mesin bubut pada umumnya suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda dengan cara diputar dan dikenakan pada pahat namun ada juga mesin bubut yang pahat bubutnya berputar dan benda kerja diam. Bubut sendiri

merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang pada umumnya proses sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Kecepatan pada mesin bubut dapat diatur sesuai kebutuhan dengan cara mengatur perbandingan roda gigi pada *gearbox*. (Rochim, Taufiq, 1993).

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

Proses bubut rata yaitu 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 (Gambar 2.4 no. 1)

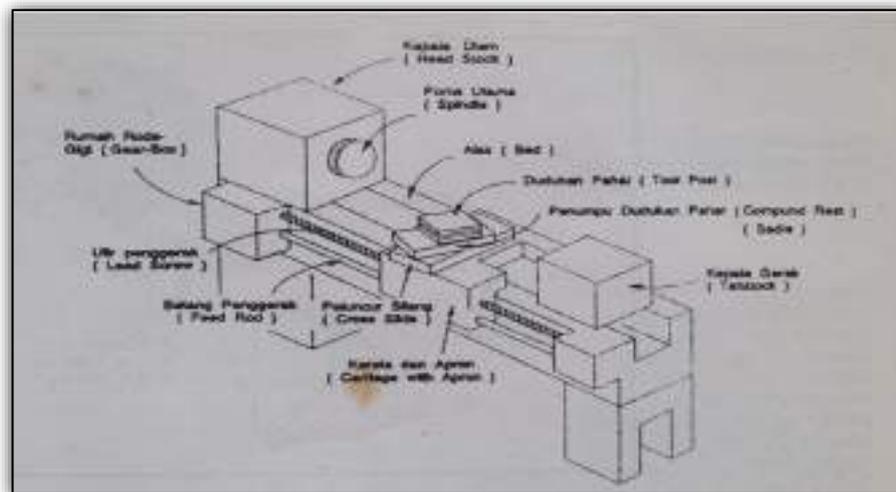


Gambar 2. 4 Proses bubut rata, bubut permukaan, dan bubut tirus

Proses bubut permukaan / *surface turning* adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata ,tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. (Gambar 2.4 no.2)

Proses bubut tirus/taper turning sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. (Gambar 2.4 no. 3)

2.2.1 Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut



Gambar 2. 5 Mesin Bubut (Rochim 1993)

Komponen utama mesin bubut yaitu :

1. *Headstock* / Kepala Tetap

Headstock adalah bagian yang mengatur transmisi gerakan dan mengontrol putaran yang diperlukan selama proses pembubutan. Fungsinya mencakup penempatan *chuck* dan *spindle*, pengaturan kecepatan putaran, serta menyediakan tempat untuk *gearbox* dan elemen-elemen lainnya.

2. *Tailstock* / Kepala Lepas

Tailstock digunakan untuk menyangga benda kerja yang panjang, seperti saat menggunakan bor atau reamer. Ini juga digunakan dalam proses pembubutan tirus pada mesin bubut.

3. *Toolpost* / Tempat Pahat

Toolpost adalah tempat di mana pahat bubut ditempatkan dan dipasang. Ini merupakan tempat yang penting untuk menjaga pahat dengan aman dan presisi.

4. *Spindle*

Spindle adalah komponen yang digunakan untuk memasang benda kerja yang akan diolah. Terdapat dua jenis spindle, yakni spindle rahang tiga dan spindle rahang empat, yang digunakan sesuai kebutuhan.

5. *Lead crew* / Ulir Pembawa

Lead crew adalah poros berulir yang terletak di bawah tepian mesin dan sejajar dengan tepian tersebut. Ini menghubungkan kepala tetap dengan elemen-elemen lainnya dan memungkinkan pergerakan yang diatur. *Lead crew* ini dapat dibalik arah rotasinya dan digunakan sebagai panduan saat membuat benang.

6. *Feedrod* / Poros Penjalan

Feedrod berada di bawah ulir pengarah dan bertanggung jawab untuk mengirimkan daya dari gearbox cepat ke mekanisme geladak, memungkinkan pergerakan melintang atau membujur.

7. *Carriage* / Eretan

Carriage terdiri dari eretan, tempat pahat, dan apron. Eretan harus memiliki struktur yang kuat untuk menahan beban dan mengarahkan pahat potong. Dua cross slide di dalamnya berfungsi untuk mengarahkan pahat dalam arah yang berbeda. Spindle bagian atas mengendalikan pergerakan dudukan pahat, dan spindle atas digunakan untuk menggerakkan dudukan di sepanjang lkaliansan.

8. *Bed* / Alas Mesin

Alas mesin adalah kerangka utama mesin bubut yang menopang eretan atau carriage. Ini adalah fondasi yang memungkinkan eretan dan headstock untuk bergerak. Alas mesin sering memiliki alur berbentuk V, rata, atau datar.

9. *Gear Box* / Lemari Roda Gigi

Gear box atau lemari roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan daya dari spindle ke sekrup utama dengan berbagai tingkat kecepatan yang berbeda.

10. *Chuck*

Chuck digunakan untuk menjepit benda kerja, terutama yang memiliki panjang pendek, diameter besar, atau bentuk tidak beraturan yang sulit dipasang di antara pusat. *Chuck* dapat dipasang pada mesin bubut dengan mengencangkan di ujung spindle.

Dengan kerjasama semua komponen ini, mesin bubut dapat melakukan proses pembubutan dengan presisi dan akurasi yang diperlukan untuk berbagai jenis pekerjaan dan bahan.

Selain komponen utama, beberapa alat perlengkapan pada mesin bubut yaitu :

1. Pahat Bubut

Pahat bubut berfungsi sebagai alat pemotong atau penyayat benda kerja. Pahat ini dijepit dan dipasang pada tool post. Penting untuk memasang pahat bubut pada tinggi senter yang sesuai, dan jenis pahat yang digunakan biasanya terbuat dari logam keras atau baja yang dipasangkan pada tangkainya.

2. Alat Pencekam Benda Kerja

Alat pencekam benda kerja memiliki peran sebagai penjepit berbagai jenis benda kerja, termasuk drive plat, plat pembawa rata, pencekam tiga rahang, dan pencekam empat rahang. Ini memungkinkan benda kerja untuk dipegang dengan aman selama proses bubut.

3. Senter

Senter berfungsi untuk menjepit titik tertentu pada poros benda kerja, biasanya pada kedua ujung benda kerja. Kedua ujung benda kerja tersebut akan sedikit dibor untuk menempatkan ujung senter. Prinsip ini memungkinkan mesin bubut untuk melakukan proses pembubutan dengan bentuk yang tirus atau lurus.

4. Eretan

Eretan dipasang bersama-sama dengan plat pembawa dengan tujuan membawa benda kerja agar dapat berputar seiring dengan sumbu mesin. Ini sangat penting untuk menjaga stabilitas benda kerja selama proses pembubutan.

5. Penyangga

Penyangga memiliki peran penting dalam pembubutan batang bulat yang panjang. Fungsi utamanya adalah untuk menyangga benda kerja sehingga tidak melengkung ke bawah, sehingga tetap menjaga ke lurusan sejajar dengan sumbu mesin.

6. Kartel

Kartel adalah alat yang digunakan untuk membuat lekukan-lekukan kecil pada benda kerja. Ini membantu mencegah benda kerja agar tidak licin saat

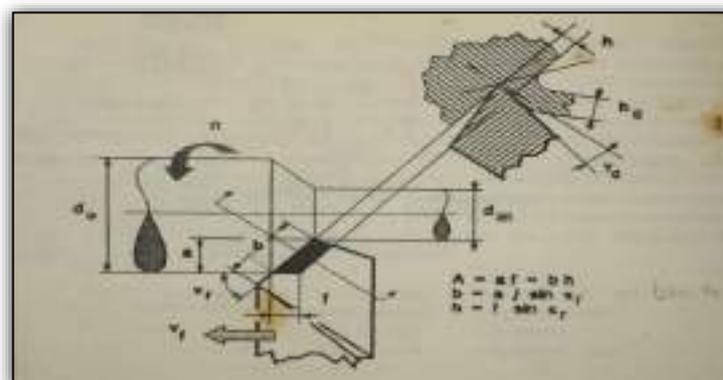
dipegang dengan tangan, sehingga memudahkan penanganan dan pengerjaan lebih lanjut.

Semua komponen ini memiliki peran yang krusial dalam mesin bubut, memastikan bahwa proses pembubutan dapat dilakukan dengan akurat dan aman.

2.2.2 Proses Bubut (*Turning*)

Benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasang diujung poros utama (spindel). Dengan mengatur lengan pengatur, yang terdapat pada kepala diam, putaran poros utama (n) dapat dipilih. Harga putaran poros utama umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan, misalnya 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, dan 2000 rpm.

Untuk mesin bubut dengan putaran motor variabel, ataupun dengan sistem transmisi variabel, kecepatan putaran poros utama tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan (*continue*). Pahat dipasang padaudukan pahat dan **kedalaman potong (a)** diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar (skala pada pemutar menunjukkan selisih harga diameter, dengan demikian kedalaman gerak translasi bersama-sama dengan kereta dan gerak makannya diatur dengan lengan pengatur pada rumah roda gigi. **Gerak makan (f)** yang tersedia pada mesin bubut bermacam-macam dan menurut tingkatan yang telah distandarkan, misalnya: 0.1, 0.112, 0.125, 0.14, 0.16,(mm / (t))



Gambar 2. 6 Proses Bubut (Rochim 1993)

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar 2.2. Kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut,

Benda Kerja:	d_o	= diameter mula ; (mm)
	d_m	= diameter akhir ; (mm)
	l_t	= panjang pemesinan ; (mm)
Pahat:	kr	= sudut potong utama ; ($^{\circ}$)
	γ_o	= sudut geram ; ($^{\circ}$)
Mesin Bubut;	a	= kedalaman potong; (mm)
		$a = (d_o - d_m) / 2$;(mm,.....2.1)
	f	= gerak makan; (mm/r)
	n	= putaran poros utama (benda kerja); (r/min)

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus – rumus berikut

1. Kecepatan Potong : $V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$; (m/min,.....2.2)

dimana d = diameter rata – rata

$$d = (d_o + d_m) / 2 = d_o ; (\text{mm}, \dots \dots \dots 2.3)$$

2. Kecepatan makan : $V_f = f \cdot n$; (mm/min,.....24)

3. Waktu Pemotongan : $t_c = l_t \cdot v_f$; (min,25)

4. Kecepatan penghasilan geram : $Z = A \cdot V$

dimana, penampang geram sebelum terpotong $A = f \cdot a$; (mm²,26)

maka $Z = f \cdot a \cdot v$; (cm³/min,.....27)

2.3 Alat Potong

2.3.1 Pahat dan Jenis-jenis material pahat

Proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul daripada material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan memperhatikan berbagai segi yaitu, kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung, keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu pemesinan dengan interupsi maupun sewaktu memotong benda kerja yang mengandung partikel/bagian yang keras (*hard spot*), ketahanan beban kejut termal diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala/periodik, sifat adhesi yang rendah untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan, daya larut elemen/komponen material pahat yang rendah; dibutuhkan demi untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi. (Rochim, 1993).

Pahat ialah bagian dari mesin perkakas yang berfungsi untuk memotong, menyayat atau membentuk benda kerja sehingga benda kerja tersebut memiliki permukaan baru. Pada dasarnya material pahat harus memiliki keunggulan-keunggulan dalam kemampuannya untuk pemotongan atau penyayat benda kerja. Pahat dibuat dengan memperlihatkan beberapa segi yaitu:

1. Kekerasan yang tinggi melebihi kekerasan benda kerja, kekerasan harus dapat bertahan pada temperatur yang tinggi pada saat pembentukan geram berlangsung.
2. Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu memotong benda kerja.
3. Sifat adhesif yang rendah untuk mengurangi laju keausan pahat.

Ada beberapa macam sifat yang harus dimiliki oleh pahat, diantaranya ialah :

- a) Keras
- b) Tahan Gesekan

- c) Tahan Panas
- d) Ulet

1. Baja Karbon

Baja karbon memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi, yaitu 0,7 % - 1,4 %. Unsur lain yang dimiliki pahat potong baja karbon adalah *mangan* (Mn) 2 %, *Wolfram* (W) 2 % dan *Khrom* (Cr) 2 %. Pahat potong baja karbon memiliki kecepatan potong sebesar 10 m/menit dan kekerasannya sebesar 500-1000 HV

2. HSS (*Higt Speed Steels*)

Pahat HSS (*High-Speed Steel*) adalah alat potong yang terbuat dari baja kecepatan tinggi, dirancang untuk pemotongan dan pengerjaan material yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi dan keausan. Pahat HSS sering digunakan dalam mesin bubut, mesin frais, dan berbagai aplikasi pemotongan industri

Pahat potong HSS memiliki kecepatan potong sebesar 20-30 m/menit. HSS ditemukan pada tahun 1898 dengan unsur paduan *Khrom* dan *tungsten*.

3. Karbida

karbida terutama terbuat dari karbida padat sebagai dasar dan diselesaikan melalui beberapa proses produksi. Paduan keras, juga dikenal sebagai baja tungsten, terbuat dari bubuk tungsten karbida + kobalt berkualitas tinggi melalui pencampuran formula, kemudian ditekan dan disinter. Paduan keras memiliki kekerasan tinggi, kekuatan tinggi, ketahanan aus tinggi, dan modulus elastisitas tinggi. Paduan keras termasuk dalam industri metalurgi serbuk. Karbida sebagai gigi industri modern, perkakas karbida semen memainkan peran mendasar dalam pengembangan industri manufaktur.

Karbida semen diklasifikasikan menurut ukuran butiran dan dapat diklasifikasikan menjadi paduan keras biasa, paduan keras berbutir halus, dan paduan keras berbutir halus dan sangat halus. Menurut komposisi kimia utamanya, dapat dibagi menjadi paduan keras berbasis karbida tungsten dan paduan keras berbasis karbida titanium. Paduan keras berbasis karbida tungsten meliputi jenis tungsten-kobalt (YG), tungsten-kobalt-titanium (YT), dan karbonisasi langka (YW), yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Komponen

utamanya adalah karbida tungsten (WC) dan karbida titanium (WC). Fase pengikat logam umum seperti Tic) atau niobium karbida (NbC) adalah Co. Karbida semen berbasis karbida titanium adalah paduan keras dengan Tic sebagai komponen utamanya, dan fase pengikat logam yang umum digunakan adalah Mo dan Ni. Karbida semen mempunyai kekerasan tinggi (86 ~ 93HRA, setara dengan 69 ~ 81HRC) kedua setelah berlian, kekerasan termal yang baik (hingga 900 ~ 1000 ° C, pertahankan 60HRC); kekuatan lentur tinggi (MPa5100), ketangguhan benturan yang baik dan sifat-sifat yang tidak ditemukan pada sisipan paduan umum seperti inert secara kimia, yang sangat tahan terhadap korosi.

Karbida yang disemen (*cemented carbides*) ditemukan pada tahun 1923 (Krup Widia) 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 kemudian digiling (*ball mill*) dan disaring. Campuran bubuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak dengan memakai bahan pelumas (lilin). Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya akan menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Modulus Elastisitasnya sangat tinggi demikian pula berat jenisnya (density, sekitar 2 kali baja). Skitar dua atau tiga kali konduktifitas pana HSS.

Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan yaitu :

1. Karbida *Tungsten* (WC + Co)

Karbida tungsten murni ialah jenis yang paling sederhana dimana hanya terdiri atas dua elemen yaitu karbida tungsten (WC) dan pengikat cobalt (Co). Karbida ini merupakan jenis pahat yang digunakan untuk memotong besi tuang (*cast iron cutting grade*)

2. Karbida tungsten paduan

Ada tiga jenis karbida *tungsten* paduan, yaitu :

- a) Karbida WC – TiC+ Co adalah penambahan unsur titanium pada paduan karbida tungsten dan pengikat *cobalt*. Tujuan penambahan titanium adalah

untuk menaikkan daya tahan terhadap keausan kawah. Namun TiC membuat ketahanan terhadap deformasi plastis menurun.

- b) Karbida WC – TaC – TiC + Co adalah penambahan unsur tantalum untuk mengurangi efek samping TiC yang tidak tahan terhadap deformasi plastis, sehingga pahat karbida jenis ini memiliki deformasi plastis dan tahan keausan yang lebih baik.
- c) Karbida WC –TaC + Co adalah sama halnya seperti TiC, akan tetapi TaC lebih lunak dibandingkan TiC. Jenis ini lebih tahan terhadap *thermal shock* sehingga cocok untuk penggunaan khusus seperti pembuatan alur dalam.

4. Karbida Titanium

Pahat ini terbuat dari TiC + Ni + Mo. *Nickel* dan *Molybdenum* disini berfungsi sebagai bahan pengikat menggantikan *Cobalt*. Kekerasannya sangat tinggi (92,1- 93,5 RA), pahat ini hanya dipakai dalam operasi penghalusan.

5. Karbida Lapis

Pada umumnya material dasar dari pahat karbida lapis adalah *Tungsten* (WC) dan *Cobalt* (Co) yang dilapisi dengan bahan keramik (karbida, nitrida dan oksida). *Coated Cemented carbide* pertama kali di perkenalkan oleh Krupp Widia (1968).

4. Keramik

Dalam industri pemesinan, pahat keramik ialah jenis oksida alumunium murni atau ditambah sampai dengan 30 % karbida titanium (TiC) untuk menaikkan kekuatan sifat nonadhesif. Penambahan unsur lain tersebut dimaksudkan untuk mengurangi kegetasan dari sifat keramik, namun pahat keramik ini tetap tidak dapat menerima beban kejut yang berlebihan.

5. CBN (*Cubic Boron Nitrides*)

Pahat CBN dapat digunakan untuk memesin berbagai jenis baja dalam kondisi yang telah dikeraskan, besi tuang, HSS maupun karbida semen. Pahat ini dapat menahan temperatur yang tinggi saat melakukan pemotongan, yaitu hingga mencapai 1300° C. Harga pahat CBN masih sangat tinggi, sehingga penggunaannya masih sangat terbatas pada pemesinan untuk mencapai ketelitian dimensi dan kehausan permukaan yang sangat tinggi.

6. Intan

Pahat intan mengandung unsur *Cobalt* sebesar 5- 10 %. Sifat tahan terhadap deformasi plastis yang dimiliki pahat intan ditentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi dari material pengikat. Tetapi pahat intan tidak dapat digunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi (*ferros*).

Pahat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pahat Carbide type VCMT160408 VP15TF



Gambar 2. 7 Pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF

berikut adalah spesifikasi umum yang sering ditemukan pada pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF

1. VCMT (Kode Jenis Insert)

- **V:** Menunjukkan bentuk insert, yaitu wedge (tertipersegitiga) dengan sudut utama 75° .
- **C:** Menandakan jenis insert ini adalah insert untuk pemotongan kasar hingga halus dengan sudut potong yang lebih tajam.
- **M:** Menunjukkan insert ini memiliki bentuk geometris yang memungkinkan pemotongan dengan sudut tertentu pada sisi-sisinya.
- **T:** Merujuk pada ketebalan insert, yaitu 1,6 mm.

2. Dimensi Insert (1604080)

- **16:** Menunjukkan lebar insert, yaitu 16 mm.
- **04:** Menunjukkan panjang insert, yaitu 4 mm.
- **08:** Merujuk pada ketebalan insert, yaitu 8 mm.

3. VP15TF (Material dan Kode Pelapisan)

- **V:** Menunjukkan jenis material insert tersebut, yaitu karbida (carbide) yang digunakan untuk pemotongan logam.
- **P15:** Kode untuk grade material karbida dengan tingkat ketahanan sedang dan cocok untuk aplikasi pemotongan pada logam ferrous (logam besi) seperti baja karbon, baja paduan, dan lainnya. P15 biasanya memiliki keseimbangan antara ketajaman dan ketahanan aus.
- **T:** Merujuk pada pelapisan atau coating pada insert, yaitu TiCN (*Titanium Carbonitride*) yang memberikan ketahanan aus yang lebih baik dan meningkatkan masa pakai insert.
- **F:** Menunjukkan bahwa insert ini dirancang untuk memiliki bentuk dan sudut tertentu yang optimal untuk pemotongan dengan kecepatan tinggi dan aplikasi finishing.

2.4 Kekasaran Permukaan

Pada kegiatan produksi, kualitas permukaan yang ditampilkan dapat mempengaruhi nilai jual suatu produk. Kita menyadari bahwa permukaan yang dikerjakan, baik dengan mesin maupun secara manual sedikit banyaknya selalu akan menyimpang dari permukaan ideal sehingga timbul kekasaran, gelombang dan kerataan. Kualitas permukaan yang halus tidak hanya berkaitan terhadap toleransi produk tetapi juga dapat memperpanjang umur pakai (*service life*) terutama untuk permukaan kontak dan saling bergesekan, hal ini menyebabkan ahli teknik memberikan perhatian yang lebih terhadap kualitas permukaan.

Banyak cara dan proses yang dapat diterapkan pada pemerosesan akhir permukaan benada kerja, misalnya dengan mesin ataupun alat/ perkakas, masingmasing akan menghasilkan kualitas permukaan produk yang berbeda-beda

sesuai dengan batas kemampuannya mesin/ alat itu sendiri.

Beragam mesin/perkakas yang dikembangkan merupakan satu upaya untuk memudahkan memilih mesin atau perkakas. *Coated Abrasive* atau yang lebih umum dikenal dengan nama Amplas (*abrasives*) banyak digunakan untuk segala macam pekerjaan dari pekerjaan mulai dari yang kasar hingga pekerjaan yang menghasilkan kilau/kilap (kehalusan) yang sangat tinggi . Amplas mempunyai unjuk kerja yang unik dengan menghasilkan kekasaran yang bervariasi dengan tersedia banyak tingkatan kekasaran yang sesuai kekasaran permukaan yang diinginkan.

Tekstur permukaan seperti yang ditampilkan pada gambar 2. 8 terdiri dari penyimpangan acak yang berulang pada permukaan normal dari suatu obyek permukaan. Kekasaran mengacu pada jarak penyimpangan dari permukaan yang nominal yang ditentukan oleh karakteristik material dan cara memproses hingga diperoleh bentuk permukaan itu. *Waviness* menggambarkan besar penyimpangan pengaturan jarak sayatan saat pengerjaan, kondisi ini dapat diakibatkan oleh getaran, lenturan, perlakuan panas dan factor lain.

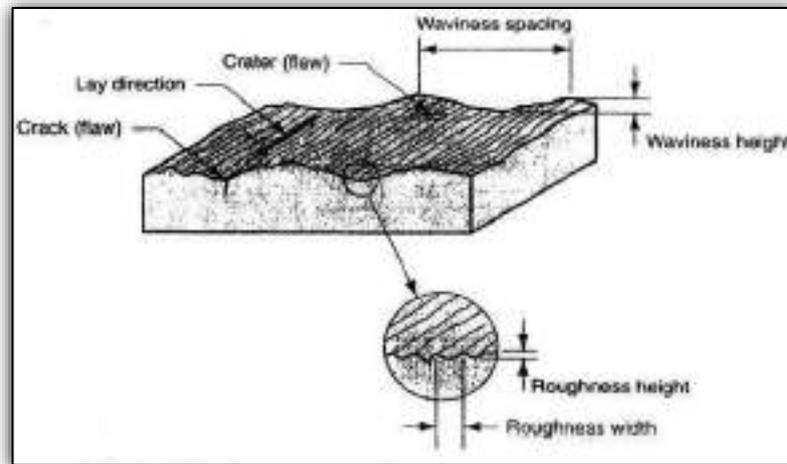
Kekasaran permukaan adalah karakteristik terukur yang mengacu pada penyimpangan kekasaran sebagaimana uraian di atas. Permukaan akhir (*surface finish*) adalah suatu istilah hubungan yang mencerminkan kehalusan atau mutu umum suatu permukaan. Didalam pemakaian kata yang umum, permukaan akhir sering digunakan sebagai suatu kata lain untuk kekasaran permukaan.

a. Penyimpangan Rata-rata Aritmatik dari Garis Rata-rata Profil (R_a)

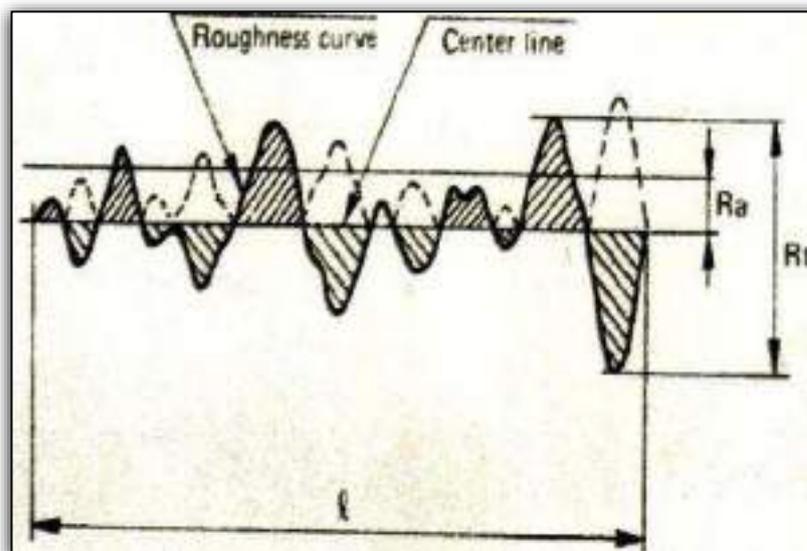
R_a adalah rata-rata absolut penyimpangan yang diukur dari garis rata-rata (*center line*) profil efektif

Digital Implementation	Use a natural cubic spline to interpolate through the discrete data values. For each sample length $i = 1, \dots, CN$ $\text{Calculate } R_{a_i} = \frac{1}{l} \int_0^l Z(x) dx$ $\text{Calculate } R_a = \frac{1}{CN} \sum_{i=1}^{CN} R_{a_i}$
------------------------	--

Gambar 2. 8 Rumus menghitung nilai kekasaran permukaan (R_a) (Sumber: ISO 4287-1996)

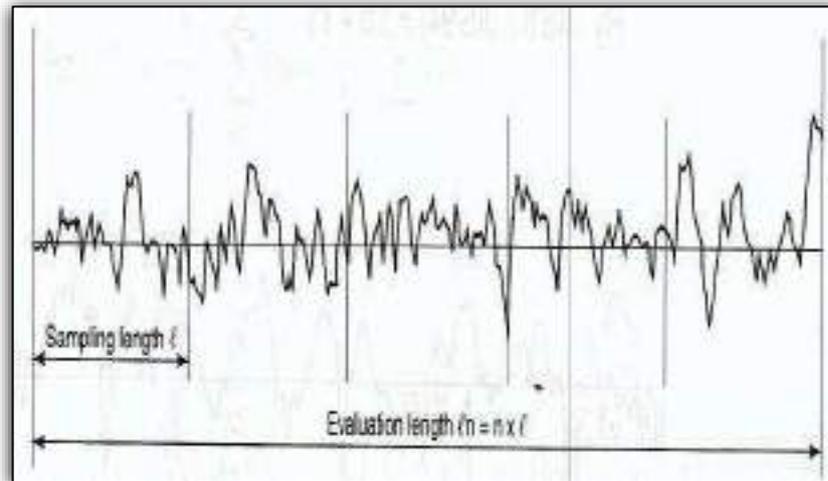


Gambar 2. 9 *Surface Texture Features* (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)



Gambar 2. 10 Kurva Kekasaran (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)

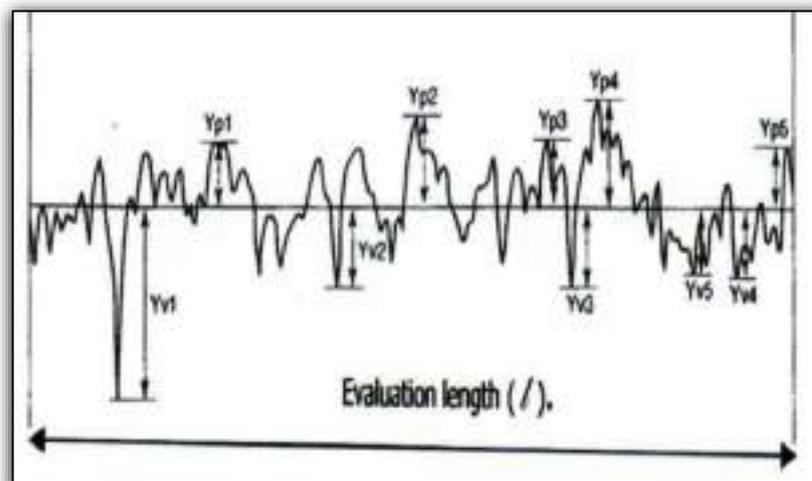
- b. *High of Roughness Curve (Rt)* Ketidak rataan ketinggian maksimum adalah jarak antara dua garis sejajar yang menyinggung profil pada titik tertinggi dan terendah antara panjang bagian yang diuji.



Gambar 2. 11 *Sample Length and Evaluation Length* (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)

c. Ketidak rataan Ketinggian Sepuluh Titik (R_z)

Ketidak rataan ketinggian sepuluh titik (R_z) adalah jarak rata-rata antara lima puncak tertinggi dan lima lembah terdalam disepanjang bagian yang diuji, yang diukur dari garis sejajar dengan garis rata-rata disepanjang "evaluation length".



Gambar 2. 12 Menentukan R_z (JIS) Menggunakan Kurva Kekasaran (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)

Suatu kekasaran permukaan akan memberikan kesan dan perasaan bila kita menyentuh/memegang suatu benda. Dalam kegiatan produksi, karakteristik permukaan adalah penting bagi insinyur untuk memahami teknologi apa yang pantas dan cocok untuk memperoleh kekasaran yang diharapkan tersebut. Secara komersial kekasaran permukaan dibutuhkan dan didasari pertimbangan tersendiri sesuai penerapan produk itu sendiri.

Pertimbangan pertimbangan yang menyangkut kekasaran permukaan antara lain;

1. Alasan estetika: Permukaan itu halus dan bebas goresan dan memungkinkan memberi suatu kesan baik kepada pelanggan.
2. Permukaan mempengaruhi keselamatan.
3. Gesekan dan tahan pakai/Keausan tergantung pada karakteristik permukaan.
4. Permukaan mempengaruhi sifat mekanik dan sifat fisis; contoh, permukaan yang kasar menjadikan titik konsentrasi tegangan.
5. Perakitan bagian-bagian permukaan mengikat sambungan (suaian sesak)
6. Memperbaiki kontak elektrik permukaan.

Secara umum biaya proses akan bertambah dengan adanya memperbaiki permukaan akhir. Ini disebabkan adanya biaya operasional tambahan dan waktu. Pada proses manufaktur menentukan permukaan akhir dan ketuhan permukaan. Beberapa proses sudah menjadi sifat dan kemampuan atas permukaan yang dihasilkan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. 12 (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)

Process	Typecal Surface Finish	Range of Roughness, (μm)	Process	Typecal Surface Finish	Range of Roughness, (μm)
Die Casting	Good	1 – 2	Turning	Good	0.5 - 6
Invesment casting	Good	1.5 – 3	Grinding	Very Good	0.1 – 2
Sand Casting	Poor	12 - 25	Honing	Very Good	0.1 – 1
Cold rolling	Good	1 – 3	Lapping	Excelent	0.05 – 0.5
Sheet Metal draw	Good	1 – 3	Polishing	Excelent	0.1 – 0.5
Cold Extrusion	Good	1 – 3	Superfinishing	Excelent	0.02 – 0.3
Hot rolling	Poor	12 - 25	Chemical Milling	Medium	1.5 – 5
Boring	Good	0.5 – 6	Electrochemical	Good	0..2 - 2
Drilling	Medium	1.5 – 6	Electric Discharge	Medium	1.5 – 15
Milling	Good	1 – 6	Electron Beam	Medium	1.5 – 15
Planing	Medium	1.5 – 12	Laser Beam	Medium	1.5 – 15
Reaming	Good	1 – 3	Arc Welding	Poor	5 - 25
Shaping	Medium	1.5 – 12	Flame Cutting	Poor	12 - 25
Sawing	Poor	3 - 25	Flasma Arc Cutting	Poor	12 – 25

Gambar 2. 13 Nilai Kekasaran Permukaan dihasilkan berbagai Proses Manufaktur (Karmin, Ginting M and Yunus Moch, 2013)

Roughness Tester merupakan alat pengukuran kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. Roughness atau kekasaran didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average* (Ra). merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara intemasional. didefinisikan sebagai rata-rata aritmatika dan penyimpangan mutlak profil kekasaran dari garis tengah rata-rata.



Gambar 2. 14 *Surface Roughness Tester*

Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan *stylus* berbentuk *diamond* untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat *indicator* pengukur kekasaran permukaan benda uji. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan transducer dan diolah dengan *mikroprocessor*. *Roughness Tester* dapat digunakan di lantai di setiap posisi, horizontal, vertikal atau di manapun

Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan transducer dan diolah dengan *mikroprocessor*. *Roughness Tester* dapat digunakan di lantai di setiap posisi, horizontal, vertikal atau di manapun. Ketika mengukur kekasaran permukaan dengan *Roughness Tester*, sensor ditempatkan pada permukaan dan kemudian meluncur sepanjang permukaan seragam dengan mengemudi mekanisme di dalam tester. Sensor mendapatkan kekasaran permukaan dengan probe tajam built-in. Instrumen roughness meter ini kompatibel dengan empat standar dunia yaitu ISO, DIN, ANSI, dan JIS.

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan, sensor alat ukur akan bergerak mengikuti lintasannya pada permukaan profil benda kerja sepanjang lintasan yang dimiliki oleh alat ukur. Setelah pembacaan oleh sensor selesai maka nilai kekasaran permukaan akan dikalkulasi sesuai dengan tingkat kekasaran yang

2.5 Klasifikasi Material Baja

Baja adalah paduan logam yang tersusun dari besi sebagai unsur utama dan karbon sebagai unsur penguat. Kandungan baja yang utama adalah Besi (Fe) dengan kadar 97% dan Karbon (C) dengan kadar 0,2% hingga 2,1%, serta unsur paduan lain yaitu Mangan (Mn), Krom (Cr), Vanadium(V), Nikel (Ni), Silikon (Si), tembaga (Cu), sulfur (S), fosfor (P) dan lainnya dengan jumlah yang dibatasi dan berbeda-beda.

Sifat sifat utama baja ialah sebagai berikut

1. Kekuatan

Baja mempunyai gaya tarik, lengkung, dan tekan yang sangat besar.

2. Kelenturan

Menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan.

3. Kekakuan

Menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting dari kekuatan.

4. Kekerasan

Menyatakan ukuran ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis lokal.

5. Ketangguhan

Menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi dengan mengakibatkan terjadinya kerusakan.

6. Kelelahan

Adalah salah satu jenis kegagalan (patah) pada komponen akibat beban dinamis (pembebanan yang berulang-ulang atau berubah-ubah).

7. Plastisitas

Menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastic (permanen) tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.

8. Mulur

Merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.

Baja dapat diklasifikasikan dengan menurut kekuatan dan komposisinya, adapun klasifikasinya sebagai berikut :

1. Menurut kekuatannya terdapat beberapa jenis baja, diantaranya : ST 37,ST 42,ST 50, dst.

2. Menurut Komposisinya

Merut komposisinya baja dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) : $C \leq 0,25 \%$
- b. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) : $C=0,25 \%-0,55 \%$
- c. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*): $C > 0,55 \%$
- d. Baja paduan rendah (*low alloy steel*) : unsur paduan $< 10 \%$
- e. Baja paduan tinggi (*high alloy steel*) : unsur paduan $> 10 \%$

Baja bisa diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dari paduan yang digunakan. Berikut dibawah ini klasifikasi baja berdasarkan komposisi kimianya :

1. Baja karbon (*Carbon steel*) Baja karbon memiliki 2 unsur yaitu besi dan karbon. Persentase kandungan karbon memiliki perbedaan pada campuran logam baja yang menjadi salah satu klasifikasi baja. Berdasarkan dari kandungan karbon, baja dibagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

- a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) Pada baja karbon rendah mengandung karbon kurang dari 0,3 %. Baja karbon rendah adalah baja paling murah biaya produksi daripada baja karbon lainnya, mudah dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah. Baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, jembatan, pagar dan lain-lain.
- b. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) Baja karbon menengah mengandung karbon dengan persentase 0,3 - 0,6 %. Kelebihan yang dimiliki

oleh baja karbon menengah yaitu kekerasannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah, kekuatan tarik dan batas regang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin. Baja karbon menengah banyak digunakan untuk pembuatan peralatan perkakas, roda gigi, crankshaft, baling-baling kapal dan konstruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan dapat dikerjakan pada proses pemesinan dengan baik.

c. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja yang mengandung karbon sebesar 0,6 - 1,7 % dan memiliki tahanan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, tetapi keuletannya lebih rendah. Baja karbon digunakan pembuatan kawat baja dan kabel baja.

2. Baja Paduan (*Alloy steel*)

Baja paduan dapat disimpulkan sebagai suatu baja yang mengalami pencampuran dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel dan unsur lain-lain yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki. Seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Baja paduan juga dibagi menjadi tiga macam yaitu :

a. Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan menengah memiliki unsur paduan 2,5 % - 10 %. Adapun unsur-unsur pada baja jenis ini adalah Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain

b. Baja paduan tinggi (*High Speed Steel*)

Baja paduan tinggi adalah baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih dari 10 %. Adapun unsur-unsur pada baja ini adalah Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. (Pranoto, 2018)

2.5.1 Baja AISI 4140

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*), mengandung karbon antara 0,25% -0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30-60 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Baja AISI 4140 termasuk baja karbon sedang, aplikasinya antara lain digunakan sebagai *Shaft, gear, bolt, coupling, spindles, sprockets, hydraulics machine shaft, oil industry drill collars, tools joints and piston pin*.

Menurut AISI (*American Iron and Steel Institute*) komposisi kimia baja AISI 4140 meliputi, (0,80-1,10)% Cr, (0,75-1,0)% Mn, (0,38- 0,43)% C, (0,15-0,30)% Si, (0,15-0,25)% Mo, 0,040% S, dan 0,035% P. (J. Jasman , 2018)

Tabel 2. 1 Komposisi Baja Aisi 4140

Jenis kadar	Persentase (%)
Kromium, Cr	0,80 – 1,10
Mangan, Mn	0,75 – 1,0
Karbon, C	0,380 – 0,430
Silikon, Si	0,15 – 0,30
Molibdenum, Mo	0,15 – 0,25
Belerang, S	0,040
Fosfor, P	0,035

2.6 Cairan Pendingin

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses gerinda) dan melumasi elemen pembimbing (*ways*) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. Bagaimana cairan pendingin itu bekerja pada daerah kontak antara beram dengan pahat? Sebenarnya belumlah diketahui secara pasti mekanismenya. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi.

Pada mekanisme pembentukan beram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan Rasio Penempatan Tebal Beram (λh) yang mengakibatkan

penurunan gaya potong. Pada daerah kontak antara beram dan bidang pahat terjadi gesekan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu akan mampu menurunkan gaya potong. Pada proses penyayatan, kecepatan potong yang rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas tinggi. Sementara pada kecepatan potong tinggi memerlukan cairan pendingin dengan daya pendingin yang *besar (high heat absorptivity)*. Pada beberapa kasus, penambahan unsur tertentu dalam cairan pendingin akan menurunkan gaya potong, karena bisa menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*share plane*) sewaktu beram terbentuk. Beberapa peneliti menganggap bahwa sulfur (S) atau karbon tetraklorida (CCl₄) pada daerah kontak (di daerah kontak mikro) dengan temperatur dan tekanan tinggi akan bereaksi dengan besi (benda kerja) membentuk FeS atau FeCl₃ pada batas butir sehingga mempermudah proses penggeseran metal menjadi beram.

Pemakaian cairan pendingin dapat dilakukan dengan berbagai cara (disemprotkan, disiramkan, dikucurkan, atau dikabutkan) akan dibahas kemudian dan dilanjutkan dengan pengaruh cairan pendingin pada proses pemesinan. Efektivitas cairan pendingin hanya dapat diketahui dengan melakukan percobaan pemesinan, karena mekanisme proses pembentukan beram begitu kompleks, sehingga tidak cukup hanya dengan menelitinya melalui pengukuran berbagai sifat fisik/kimiawinya. Salah satu cara pemesinan yang relatif sederhana (cepat dan murah) untuk meneliti efektivitas cairan pendingin adalah dengan melakukan pembubutan muka (*facing-test*).

2.6.1 Jenis Cairan Pendingin

Cairan pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama sebagai berikut:

1. *Straight oils* (minyak murni).

Minyak murni (*straight oils*) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak ini terdiri dari bahan minyak mineral dasar atau minyak bumi, kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester.

Selain itu, bisa juga ditambahkan aditif tekanan tinggi seperti Chlorine, Sulphur, dan Phosporus. Minyak murni ini berasal salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Viskositasnya dapat bermacam-macam dari yang encer sampai yang kental tergantung dari pemakaian. Pencampuran antara minyak bumi dengan minyak hewani atau nabati menaikkan daya pembasahan (*wetting action*) sehingga memperbaiki daya lumas. Penambahan unsur lain seperti sulfur, klor, atau fosfor (EP additives) menaikkan daya lumas pada temperatur dan tekanan tinggi. Minyak murni menghasilkan pelumasan terbaik akan tetapi sifat pendinginannya paling jelek di antara cairan pendingin yang lain.

2. *Soluble oils.*

Soluble Oil akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya konsentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industry pemesinan dan harganya lebih murah di antara cairan pendingin yang lain.

3. *Semisynthetic fluids* (cairan semi sintetis)

Cairan semi sintetik (*semi-synthetic fluids*) adalah kombinasi antara minyak sintetik (A) dan soluble oil (B) dan memiliki karakteristik ke dua minyak pembentuknya. Harga dan unjuk kerja penghantaran panasnya terletak antara dua buah cairan pembentuknya tersebut. Jenis cairan ini mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Kandungan minyaknya lebih sedikit (10% s.d 45% dari tipe B).
2. Kandungan pengemulsinya (molekul penurun tegangan permukaan) lebih banyak dari tipe A.
3. Partikel minyaknya lebih kecil dan lebih tersebar. Dapat berupa jenis dengan minyak yang sangat jenuh ("*super-fatted*") atau jenis EP (*Extreme Pressure*).

4. *Synthetic fluids* (cairan sintetis).

Minyak sintetik (*synthetic fluids*) tidak mengandung minyak bumi atau minyak mineral dan sebagai gantinya dibuat dari campuran organik dan anorganik alkaline bersama-sama dengan bahan penambah (*additive*) untuk penangkal korosi. Minyak ini biasanya digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya dengan rasio 3 sampai 10%). Minyak sintetik menghasilkan unjuk kerja pendinginan terbaik di antara semua cairan pendingin. Cairan ini merupakan larutan murni (*true solutions*) atau larutan permukaan aktif (*surface active*). Pada larutan murni, unsur yang dilarutkan terbesar di antara molekul air dan tegangan permukaan (*surface tension*) hampir tidak berubah. Larutan murni ini tidak bersifat melumasi dan biasanya dipakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi. Sementara itu dengan penambahan unsur lain yang mampu membentuk kumpulan molekul akan mengurangi tegangan permukaan menjadi jenis cairan permukaan aktif sehingga mudah membasahi dan daya lumasnya baik. (Widarto, 2008)

2.6.2 Metode Pemberian Cairan Pendingin

Cairan pendingin jelas hanya akan berfungsi dengan baik jika cairan ini diarahkan dan dijaga alirannya pada daerah pembentukan beram. Dalam praktek sering ditemui bahwa cairan tersebut tidak sepenuhnya diarahkan langsung pada bidang beram pahat di mana beram terbentuk karena keteledoran operator. Mungkin pula, karena daerah kerja mesin tidak diberi tutup, operator sengaja mengarahkan semprotan cairan tersebut ke lokasi lain sebab takut cairan terpancar ke semua arah akibat perputaran pahat.

Pemakaian cairan pendingin yang tidak berkesinambungan akan mengakibatkan bidang aktif pahat akan mengalami beban yang berfluktuasi. Bila pahatnya jenis karbida atau keramik (yang relatif getas) maka pengerutan dan pemuaihan yang berulang kali akan menimbulkan retak mikro yang justru menjadikan penyebab kerusakan fatal. Dalam proses gerinda rata bila cairan pendingin dikururkan di atas permukaan benda kerja maka akan dihembus oleh batu gerinda yang berputar kencang sehingga menjauhi daerah penggerindaan.

Dari ulasan singkat di atas dapat disimpulkan bahwa selain dipilih cairan pendingin harus juga dipakai dengan cara yang benar. Banyak cara yang dipraktikkan untuk mengefektifkan pemakaian cairan pendingin sebagai berikut:

1. Secara manual. Apabila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, misalnya mesin gurdi atau frais jenis "bangku" (*bench drilling/milling machine*) maka cairan pendingin hanya dipakai secara terbatas. Pada umumnya operator memakai kuas untuk memerciki pahat gurdi, tap, atau frais dengan minyak pendingin. Selama hal ini dilakukan secara teratur dan kecepatan potong tak begitu tinggi maka umur pahat bisa sedikit diperlama. Penggunaan alat sederhana penetes oli yang berupa botol dengan selang berdiameter kecil akan lebih baik karena akan menjamin keteraturan penetesannya minyak. Penggunaan pelumas padat (gemuk/ vaselin, atau molybdenum-disulfide) yang dioleskan pada lubang-lubang yang akan ditap sehingga dapat menaikkan umur pahat pengulir.
2. Disiramkan ke benda kerja (*flood application of fluid*). Cara ini memerlukan sistem pendingin, yang terdiri atas pompa, saluran, nozel, dan tangki. Itu semua telah dimiliki oleh hampir semua mesin perkakas yang standar. Satu atau beberapa nozel dengan selang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan. Keseragaman pendinginan harus diusahakan dan bila perlu dapat dibuat nozel khusus. Pada pemberian cairan pendingin ini seluruh benda kerja di sekitar proses pemotongan disirami dengan cairan pendingin melalui saluran cairan pendingin yang jumlahnya lebih dari satu
3. Disemprotkan (*jet application of fluid*). Penyemprotan dilakukan dengan cara mengalirkan cairan pendingin dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat. Untuk penggurdian lubang yang dalam (*deep hole drilling; gun-drilling*) atau pengefraisan dengan posisi yang sulit dicapai dengan semprotan biasa. Spindel mesin perkakas dirancang khusus karena harus menyalurkan cairan pendingin ke lubang pada pahat. Pada proses pendinginan dengan cara ini cairan pendingin disemprotkan langsung ke daerah pemotongan (pertemuan antara pahat dan benda kerja yang terpotong). Sistem pendinginan benda kerja

dibuat dengan cara menampung cairan pendingin dalam suatu tangki yang dilengkapi dengan pompa yang dilengkapi filter pada pipa penyedotnya. Pipa keluar pompa disalurkan melalui pipa/selang yang berakhir di beberapa selang keluaran yang fleksibel, cairan pendingin yang sudah digunakan disaring dengan filter pada meja mesin kemudian dialirkan ke tangki penampung.

4. Dikabutkan (*mist application of fluid*). Pemberian cairan pendingin dengan cara ini, cairan pendingin dikabutkan dengan menggunakan semprotan udara dan kabutnya langsung diarahkan ke daerah pemotongan, Partikel cairan sintetik, semi sintetik, atau emulsi disemprotkan melalui saluran yang bekerja dengan prinsip seperti semprotan nyamuk. Cairan dalam tabung akan naik melalui pipa berdiameter kecil, karena daya vakum akibat aliran udara di ujung atas pipa, dan menjadi kabut yang menyembrot keluar. Pemakaian cairan pendingin dengan cara dikabutkan dimaksudkan untuk memanfaatkan daya pendinginan karena penguapan. (Widarto, 2008)

2.6.3 Pengaruh Cairan Pendingin pada Proses Pemesinan

Cairan pendingin pada proses pemesinan memiliki beberapa fungsi, yaitu fungsi utama dan fungsi kedua. Fungsi utama adalah fungsi yang dikehendaki oleh perencana proses pemesinan dan operator mesin perkakas.

Fungsi kedua adalah fungsi tak langsung yang menguntungkan dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut. Fungsi cairan pendingin tersebut sebagai berikut:

1. Fungsi utama dari cairan pendingin pada proses pemesinan
 - a. Melumasi proses pemotongan khususnya pada kecepatan potong rendah.
 - b. Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan potong tinggi.
 - c. Membuang beram dari daerah pemotongan.
2. Fungsi kedua cairan pendingin
 - a. Melindungi permukaan yang disayat dari korosi.
 - b. Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan

Penggunaan cairan pendingin pada proses pemesinan ternyata memberikan efek terhadap pahat dan benda kerja yang sedang dikerjakan. Pengaruh proses pemesinan menggunakan cairan pendingin sebagai berikut.

- Memperpanjang umur pahat.
- Mengurangi deformasi benda kerja karena panas.
- Permukaan benda kerja menjadi lebih baik (halus) pada beberapa kasus.
- Membantu membuang/membersihkan beram

2.6.4 Kriteria Pemilihan Cairan Pendingin

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

1. Unjuk kerja proses
 - a. Kemampuan penghantaran panas (*heat transfer performance*).
 - b. Kemampuan pelumasan (*lubrication performance*).
 - c. Pembuangan beram (*chip flushing*).
 - d. Pembentukan kabut fluida (*fluid mist generation*).
 - e. Kemampuan cairan membawa beram (*fluid carry-off in chips*).
 - f. Pencegahan korosi (*corrosion inhibition*).
 - g. Stabilitas cairan (*fluid stability*).
2. Harga
3. Keamanan terhadap lingkungan
4. Keamanan terhadap kesehatan (*health hazard performance*)

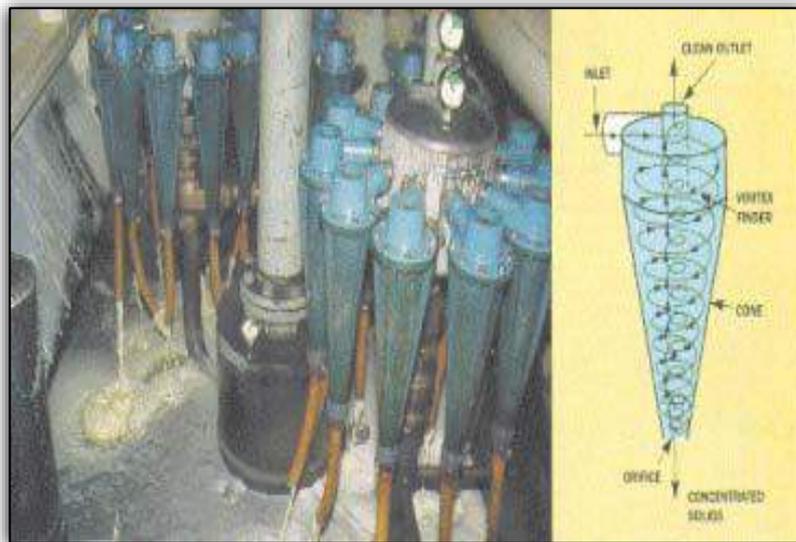
Untuk beberapa proses pemesinan yaitu: gurdi (*drilling*), reamer (*reaming*), pengetapan (*taping*), bubut (*turning*), dan pembuatan ulir (*threading*) yang memerlukan cairan pendingin.

Perawatan cairan pendingin meliputi pemeriksaan berikut:

1. Konsentrasi dari emulsi soluble oil (menggunakan refractometer).

2. pH (dengan pH meter).
3. Kuantitas dari minyak yang tercampur (kebocoran minyak hidrolis ke dalam system cairan pendingin).
4. Kuantitas dari partikel (kotoran) pada cairan pendingin.

Hal yang dilakukan pertama kali untuk merawat cairan pendingin adalah menambah konsentrat atau air, membersihkan kebocoran minyak, menambah biocides untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan menyaring partikel-partikel kotoran dengan cara *centrifuging*.



Gambar 2. 16 Peralatan centrifuging untuk cairan pendingin (Widarto, 2008)

Cairan pendingin akan menurun kualitasnya sesuai dengan lamanya waktu pemakaian yang diakibatkan oleh pertumbuhan bakteri, kontaminasi dengan minyak pelumas yang lain, dan partikel kecil logam hasil proses pemesinan. Apabila perawatan rutin sudah tidak ekonomis lagi maka sebaiknya dibuang. Apabila bekas cairan pendingin tersebut dibuang di sistem saluran pembuangan, maka sebaiknya diolah dulu agar supaya komposisi cairan tidak melebihi batas ambang limbah yang diizinkan.

Perawatan cairan pendingin sama pentingnya dengan perawatan jenis dan cara pemakaiannya. Sebagaimana umumnya yang dipraktekkan cairan pendingin yang telah lama berada dalam tangki mesin perkakas perlu diganti bila telah terjadi degradasi dengan berbagai efek yang tidak diinginkan seperti bau busuk, korosi, dan

penyumbatan sistem aliran cairan pendingin. Hal ini pada umumnya disebabkan oleh bakteri atau jamur.

Bakteri aerobik dan anaerobik bisa hidup dan berkembang biak dalam air yang mengandung mineral dan minyak (*proteleum*, minyak nabati, atau hewani). Semakin tinggi jumlah kandungan mineral dan minyak ini maka kemungkinan degradasi cairan karena bakteri semakin tinggi. Meskipun konsentrat dari emulsi atau cairan sintetik telah diberi zat antibakteri akan tetapi dalam jangka lama cairan pendingin tetap akan terserang bakteri. Hal ini disebabkan oleh penambahan air untuk mengencerkan cairan yang cenderung mengental, karena airnya menguap atau kontaminasi dari berbagai sumber. Penambahan zat antibakteri pada cairan pendingin yang telah kotor dan bau tidak efektif karena zat ini justru merangsang pertumbuhan bakteri lainnya. Keasaman air penambah bisa menimbulkan masalah karena mineral yang terkandung di dalamnya akan menambah konsentrasi mineral dalam cairan pendingin.

Bakteri *aerobik* yang sering menimbulkan masalah adalah bakteri *Pseudomonas Oleovorans* dan *Peseudomonas*. Bakteri *Pseudomonas Oleovorans* hidup dari minyak yang terpisah dari emulsinya, membentuk lapisan yang mengambang di permukaan cairan dalam tangki. Meskipun tidak mengandung minyak cairan sintetik, dalam waktu lama dapat tercemari oleh unsur minyak (pelumas meja mesin perkakas, partikel minyak dari benda kerja hasil proses sebelumnya, dan sumber pencemar lainnya). Bakteri *Pseudominas Aerugenosa* hidup dari hampir semua mineral dan minyak yang ada dalam cairan pendingin. Meskipun bakteri ini menyenangi oksigen guna pertumbuhannya, jika perlu mereka bisa hidup tanpa oksigen (*anaerobik*) sehingga kadang dinamakan bakteri aerobik fakultatif.

Sementara itu, bila cairan mengandung unsur sulfat akan merangsang pertumbuhan bakteri *Desulfovibrio Desulfuricans* yang merupakan bakteri anaerobik dengan produknya yang khas berupa bau telur busuk. Jika pada cairan mengandung besi (beram benda kerja fero) maka cairan akan berubah hitam (kotor) yang dapat menodai permukaan benda kerja, mesin, dan perkakas lainnya. Bakteri di atas sulit diberantas dan hampir selalu ada pada cairan pendingin. Selain

mengganggu karena baunya, cairan pendingin yang telah terdegradasi ini bisa menyebabkan iritasi (gatal-gatal) bagi operator mesin. Bakteri menghasilkan produk asam yang menjadikan sumber penyebab korosi. Bakteri memakan mineral yang sengaja ditambahkan untuk menaikkan daya lumas (*surface active additives*). Akibatnya, semakin lama cairan ini semakin tidak efektif.

Cairan pendingin yang telah lama berada dalam tangki mesin cenderung menguap dan meninggalkan residu yang makin lama makin bertumpuk. Air penambah yang mempunyai keasaman tinggi akan menambah mineral sehingga menaikkan residu. Dalam kasus ini tidak ada cara lain selain menggantikan keseluruhan cairan pendingin yang telah terdegradasi.

Air yang digunakan untuk membuat emulsi atau cairan pendingin perlu diperiksa keasamannya. Jika air ini terlalu banyak mineralnya bila perlu harus diganti. Untuk menurunkan keasaman (dengan mendestilasikan”melunakkan” dengan *Zeolit* atau Deionizer) jelas memerlukan ongkos, sementara cairan pendingin yang dibuat atau yang selalu ditambahi air keasaman tinggi akan memerlukan penggantian yang lebih sering dan ini akan menaikkan ongkos juga. Bakteri sulit diberantas tetapi dapat dicegah kecepatan berkembang biaknya dengan cara-cara yang cocok. Jika sudah ada tanda-tanda mulainya degradasi maka cairan pendingin harus diganti dengan segera. Seluruh sistem cairan pendingin perlu dibersihkan (dibilas beberapa kali) diberi zat anti bakteri, selanjutnya barulah cairan pendingin”segar” dimasukkan. Dengan cara ini ”umur” cairan pendingin dapat diperlama (4 sampai dengan 6 bulan). (Widarto, 2008)

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang melihat pengaruh parameter-parameter pada proses permesinan menggunakan mesin bubut yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

1. Faudzana, Z., Mufarida, N. A., & Bahri, M. H. (2022) Dari Universitas Muhammadiyah Jember melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Variasi Sudut Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St-42. Penelitian ini menitik beratkan pengaruh varias sudut pahat terhadap kekasaran

permukaan. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa sudut potong berpengaruh terhadap kekasaran permukaan material, hal ini dikarenakan semakin besar sudut potong, maka semakin kecil nilai kekasaran permukaan material.

2. Nurrohkayati, A. S. (2023) Dari Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur melakukan penelitian dengan judul Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja St37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional. Penelitian ini menitik beratkan pengaruh variasi media pendingin terhadap kekasaran permukaan, dimana media pendingin dalam penelitian ini yaitu dromus dan *radiator coolant*. Pahat yang digunakan yaitu HSS (*High Speed Steel*) dengan kecepatan putaran mesin 350. Hasil dari penelitian dapat disimpulkan Perbedaan media pendingin dromus dan Radiator Coolant tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran baja st37 pada proses mesin bubut konvensional.
3. Arsana, P., Nugraha, I. P., & Dantes, K. R. (2019)^[1] melakukan penelitian dengan judul. “Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pembubutan Rata Pada Baja ST 37 ” . pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel terikat yaitu kekasaran permukaan dan variabel bebas yaitu media pendingin. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: air, *dromus oil* dan *radiator coolant*. Hasil dari penelitian yang dilakukan Dari hasil analisis data, dromus oil merupakan media pendingin yang menghasilkan kekasaran permukaan yang paling tinggi
4. RACHMAN, G. A. (2014) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Konvensional. Pada penelitian ini variasi yang dipakai yaitu kedalaman pemakanan (0.1 mm, 0.2 mm dan 0.3 mm), jenis pendinginan (coolant, udara bertekanan dan tanpa perlakuan pendinginan), dan kecepatan spindel (412 Rpm, 510 Rpm, 668 Rpm). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil kekasaran terkecil. Hasil dari penelitian diperoleh kekasaran terkecil adalah

(2,11 μm) dengan kedalaman pemakanan terkecil 0.1 mm, jenis pendinginan menggunakan coolant dan kecepatan spindle tertinggi 668 Rpm

5. Hidayat, T., & Hasyim, B. A. (2015). Melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendingin Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Konvensional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan spindle (320 Rpm, 540 Rpm, dan 900 Rpm), jenis pendingin dan kedalaman pemakanan (0,5 mm dan 1 mm) terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja baja St 42 pada mesin bubut konvensional. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Pada variasi kecepatan spindle (320 Rpm; 540 Rpm; 900 Rpm), dengan kedalaman 0,5 mm dengan jenis pendingin (*coolant*, *oli*, dan kompresor) dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah (320 Rpm : 3,89 μm , 3,70 μm , dan 3,28 μm) ; (540 Rpm : 2,90 μm , 3,41 μm , dan 2,95 μm) dan (900 Rpm : 1,87 μm , 3,10 μm , dan 2,50 μm) . Jadi, semakin tinggi kecepatan spindle maka semakin rendah pula tingkat kekasaran permukaan benda kerja. (2) Pada variasi kedalaman pemakanan (0,5 mm, dan 1 mm) dengan kecepatan spindle 900 Rpm, dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah 1,87 μm , 3,10 μm , dan 2,50 μm . Jadi, semakin rendah kedalaman pemakanan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja. (3) Jenis pendingin terbaik adalah menggunakan coolant, karena menghasilkan kekasaran yang paling baik dengan nilai kekasaran terendah adalah 1,87 μm . (4) Pada variasi tingkat laju kecepatan spindle, kedalaman pemakanan dan jenis pendingin didapatkan rata-rata tingkat kekasaran paling tinggi yaitu 5,31 μm dan kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,87 μm . Jadi dengan kecepatan spindle 900 Rpm, kedalaman pemakanan 0,5 mm dan menggunakan jenis pendingin coolant akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang rendah.
6. Yufriзал, A., Indrawan, E., Helmi, N., Aziz, A., & Putra, Y. A. (2019). Melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan tingkat kekasaran

permukaan pada proses bubut Mild Steel ST 37. Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses permesinan akan mengalami tingkat kekasaran yang berbeda-beda. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang membandingkan tingkat kekasaran permukaan benda Mild Steel ST 37. Bahan yang dikerjakan dengan panjang 70 mm, dan dibubut menjadi diameter 20 mm dengan menggunakan 3 macam sudut potong dan 3 macam kecepatan putaran spindel. Alat ukur uji kekasaran permukaan benda kerja yaitu surface tester mitutoyo SJ-201P. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran spindel 740 rpm dengan sudut potong 80° menghasilkan permukaan yang lebih halus yaitu 5,76 μm atau pada kelas kekasaran N9 sedangkan kecepatan putaran spindel 440 rpm dengan sudut potong 80° menghasilkan permukaan yang kasar 11,47 μm dengan kelas kekasaran permukaan N10

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Arikunto, S. (2010))

3.2 Variabel Penelitian

variabel merupakan objek atau konsep yang akan diteliti yang bentuknya bisa abstrak maupun *real*. Dalam proses penulisan penelitian, perumusan variabel harus dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan kaidah-kaidah ilmiah. Dengan begitu, kebenaran hasil observasi dalam penelitian dapat dipertanggungjawabkan

S. Margono (1997) menyatakan bahwa variabel adalah sebuah konsep yang memiliki variasi nilai. Artinya, variabel ini sudah pasti punya sifat yang beragam dan merujuk pada karakteristik yang berbeda antara satu variabel dengan yang lainnya.

Variabel pada penelitian ini terdiri dari tiga jenis variable yaitu :

1. Variable bebas, adalah sudut potong utama 45° , 65° dan 90° , komposisi emulsi *cutting oil* dan air 1 : 20, 1 : 30, dan 1 : 40
2. Variabel terikat, adalah nilai kekasaran permukaan Ra (μm)
3. Variabel kontrol, adalah mesin bubut konvensional, pahat *carbide*, kedalaman potong (0,5mm) kecepatan potong (V_c) 47,48 mm/m, pemakanan (f) 0,090 mm/m, dan spesimen baja AISI 4140

3.3 Alat dan Bahan yang digunakan

Adapun alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

3.3.1 Mesin Bubut Konvensional

Pada penelitian ini menggunakan mesin bubut konvensional TRENS, a.s. SUVOZ 1 911 32 TRENCIN made in Slovakia yang berada di LAB SMK PGRI 2 Palembang



Gambar 3. 1 Mesin Bubut Konvensional (LAB SMK PGRI 2 PALEMBANG)

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Ukuran Meja Kerja:
 - Panjang meja kerja: 1500 mm
 - Lebar meja kerja: 400 mm
 - Kapasitas maksimum benda kerja (diameter di atas meja): 350 mm
2. Jarak Antara Pusat:
 - Panjang jarak antara pusat: 1000 mm
3. Spindle:
 - Kecepatan spindle: 16 kecepatan (tergantung model dan konfigurasi)
 - Diameter lubang spindle: 52 mm
 - Sumber daya (power) motor utama: 4 kW
4. Fungsi dan Kapasitas:
 - Pemrograman tangan/manual, cocok untuk pekerjaan di industri umum, pembuatan komponen mesin, dan sebagainya.
 - Mesin ini dapat digunakan untuk berbagai pekerjaan bubut seperti pemotongan, pemangkasan, pembubutan ulir, dan penghalusan permukaan.
5. Tipe Ujung Spindel:
 - Menggunakan tipe Ujung spindel Morse (biasanya tipe Morse 4).
6. Kecepatan Pemotongan:
 - Kecepatan dapat diatur melalui berbagai pilihan pengaturan dalam rentang yang cukup luas, mulai dari sekitar 20 hingga 2000 rpm.

7. Motor:

- Motor utama dengan kapasitas sekitar 4 kW

8. Fitur Lain:

- Menggunakan sistem kontrol manual, sangat cocok untuk pekerjaan presisi dengan pendekatan manual.
- Mesin ini dirancang dengan daya tahan tinggi, kualitas konstruksi yang kuat, dan mampu menangani beban kerja yang berat.

9. Dimensi Mesin:

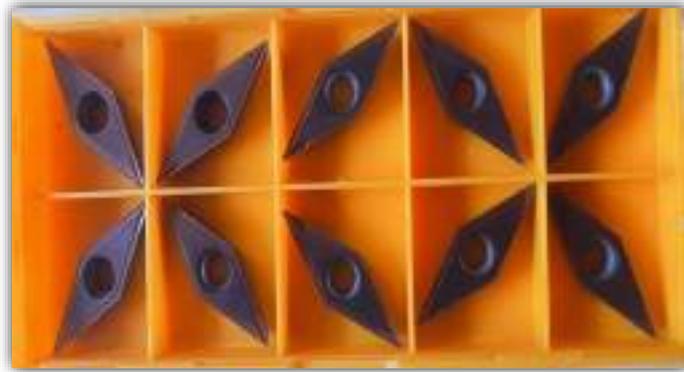
- Panjang keseluruhan mesin: 2500 mm
- Lebar keseluruhan mesin: 800 mm
- Tinggi mesin: 1300 mm



Gambar 3. 2 Spesifikasi mesin bubut TRENS, a.s. SUVOZ 1 911 32 TRENCIN

3.3.2 Pahat

Pahat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pahat *Carbide* type VCMT160408 VP15TF



Gambar 3. 3 Pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF

berikut adalah spesifikasi umum yang sering ditemukan pada pahat Insert bubut VCMT160408 VP15TF

1. **VCMT** (Kode Jenis Insert)

- **V**: Menunjukkan bentuk *insert*, yaitu *wedge (tertipersegitiga)* dengan sudut utama 75° .
- **C**: Menandakan jenis *inserts* ini adalah *inserts* untuk pemotongan kasar hingga halus dengan sudut potong yang lebih tajam.
- **M**: Menunjukkan *inserts* ini memiliki bentuk geometris yang memungkinkan pemotongan dengan sudut tertentu pada sisi-sisinya.
- **T**: Merujuk pada ketebalan insert, yaitu 1,6 mm.

3.3.3 Baja AISI 4140

Penelitian ini menggunakan baja AISI 4140, baja jenis ini termasuk karbon sedang, aplikasinya antara lain digunakan sebagai *Shaft, gear, bolt, coupling, spindles, sprockets, hydraulics machine shaft, oil industry drill collars, tools joints and piston pin.*

komposisi kimia baja AISI 4140 meliputi, (0,80-1,10)% Cr, (0,75-1,0)% Mn, (0,38- 0,43)% C, (0,15-0,30)% Si, (0,15-0,25)% Mo, 0,040% S, dan 0,035% P.



Gambar 3. 4 Spesimen Baja AISI 4140

3.3.4 Jangka Sorong

Jangka Sorong Berfungsi untuk mengukur panjang , kedalaman, ketebalan, dan diameter benda kerja



Gambar 3. 5 Jangka Sorong

3.3.5 *Surface Roughness Tester*

Surface Roughness Tester Berfungsi untuk mengukur nilai kekasaran permukaan benda logam



Gambar 3. 6 *Surface Raoughness tester*

3.3.6 Cairan Pendingin

Berfungsi sebagai cairan pendingin saat proses pembubutan, cairan pendingin yang digunakan adalah *cutting oil* merk Asura Tech Oil.



Gambar 3. 7 Cairan Pendingin Asura Tech Oil.

3.3.7 Pompa *Submersible* (Pompa Celup)



Gambar 3. 8 Pompa Celup (*Submersible*)

Sepesifikasi pompa

- Merk :Kandila
- Model : KD-PSP-2200
- Frekuensi : 50 Hz
- Power : 15 Watt
- H. Max : 1,8 meter
- F.max : 1500 Liter/jam
- Dimensi : 10 x 8 x 10 cm (p x l x t)

3.4 Prosedur Penelitian

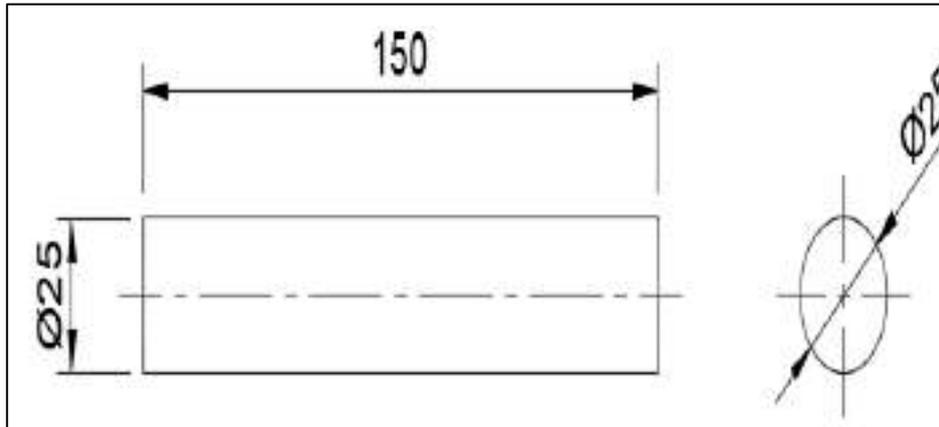
3.4.1 Pemeriksaan Awal

Tahap pemeriksaan awal meliputi kegiatan berikut ini :

1. Pemeriksaan benda kerja AISI 4140.
2. Pemeriksaan mesin bubut konvensional
3. Pemeriksaan alat-alat ukur,(jangka sorong / mistar baja).
4. Pemeriksaan pahat bubut jenis *carbide*
5. Pemeriksaan peralatan pendukung lainnya

3.4.2 Memotong dan mempersiapkan spesimen

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja AISI 4140 dengan panjang 150 mm dan diameter 25 mm seperti gambar berikut



Gambar 3. 9 Benda kerja

3.4.3 Persiapan Cairan Pendingin

Pada penelitian ini cairan pendingin yang digunakan adalah campuran *cutting oil* dan air dengan perbandingan 1 : 20 , 1 : 30, dan 1 ;40



Gambar 3. 10 Cairan pendingin dengan perbandingan 1 : 20 , 1 : 30, dan 1 ;40

3.4.4 Pengecekan Debit Pompa

Pada dasarnya debit pompa semestinya mengikuti apa yang tertera pada pompa yaitu 1500 l/h, namun untuk memastikan lagi debit diukur dengan cara menyalakan pompa selama 1 menit, selanjutnya takar cairan yang tersedot dengan gelas takar, sehingga dapat nilai liter/ menitnya (Q) kemudian dikalikan 60 untuk mendapatkan nilai debit liter/ jam, dimana diperoleh hasil pengukuran yaitu 2,75 liter/menit atau 175 liter/jam.

3.4.5 Proses Pembubutan

Proses bubut dalam penelitian ini dilakukan dengan variasi sudut potong utama dan variasi emulsi media pendinginya. Langkah-langkah dalam proses pembubutan benda kerja adalah

1. Pasang dan jepi benda kerja pada cekam
2. Usahakan agar permukaan ujung benda kerja sejajar dengan pelat cekam dan sentris
3. Lakukan perhitungan parameter permesinan
4. Pasang pahat yang akan digunakan
5. Lakukan pemakanan pembubutan dengan variasi yang ditentukan dengan kedalaman makan 0,5 mm , seperti pada gambar

3.4.6 Perhitungan proses pemesinan

Sebelum melakukan pembubutan pada benda kerja, perlu ditentukan V_c

Dik : $n = 630$ rpm

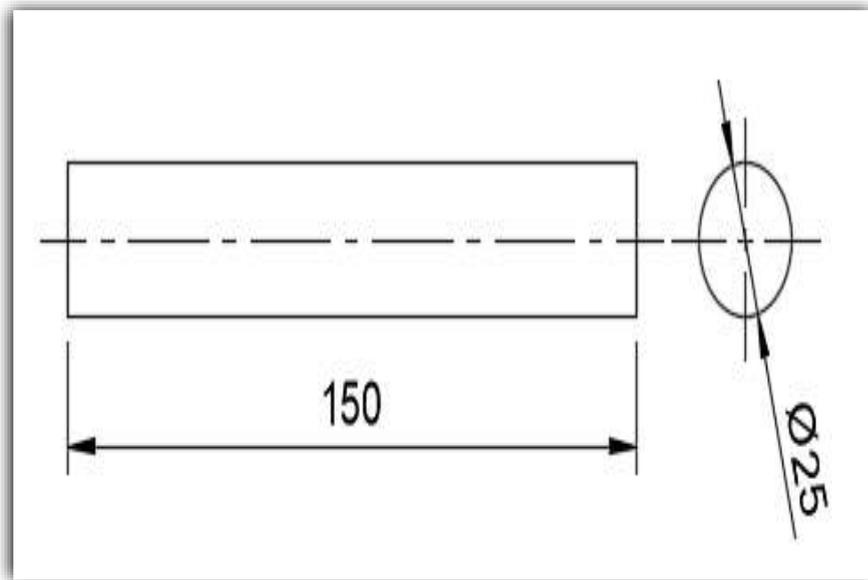
$d = 24$

$\pi = 3,14$

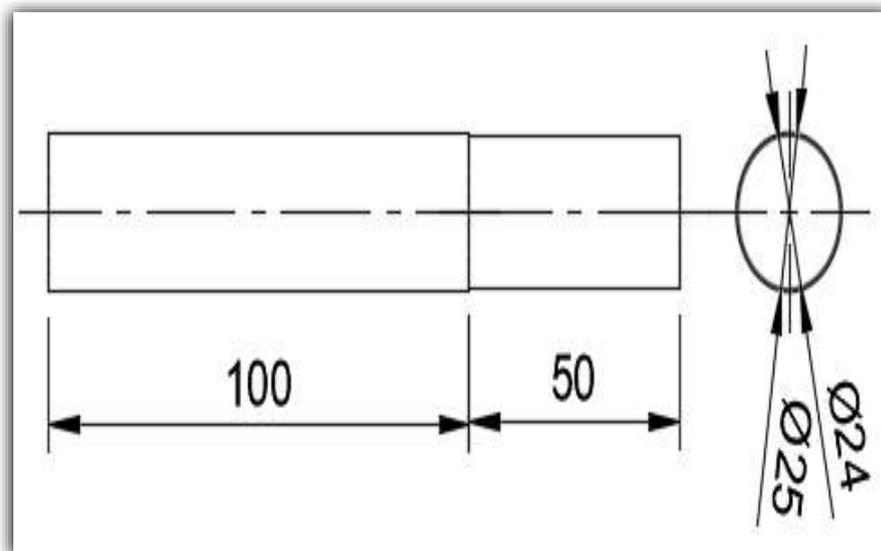
$$V_c = \frac{n \cdot d \cdot \pi}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 630}{1000}$$

$$V_c = 47,48 \text{ mm/m}$$



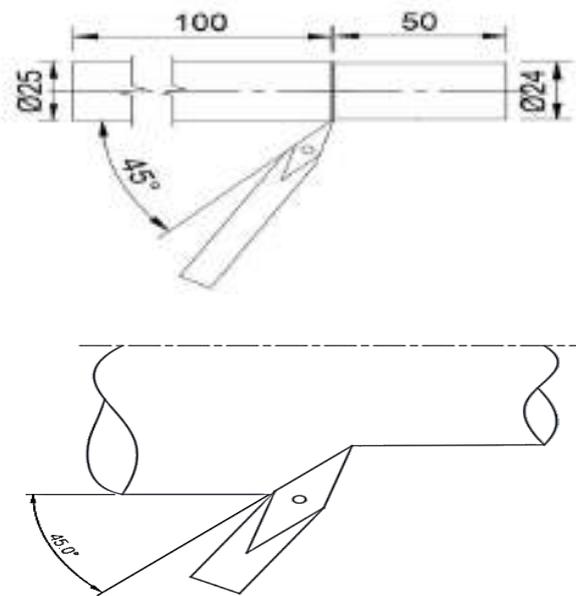
Gambar 3. 11 Benda kerja sebelum pembubutan



Gambar 3. 12 Benda kerja sesudah pembubutan

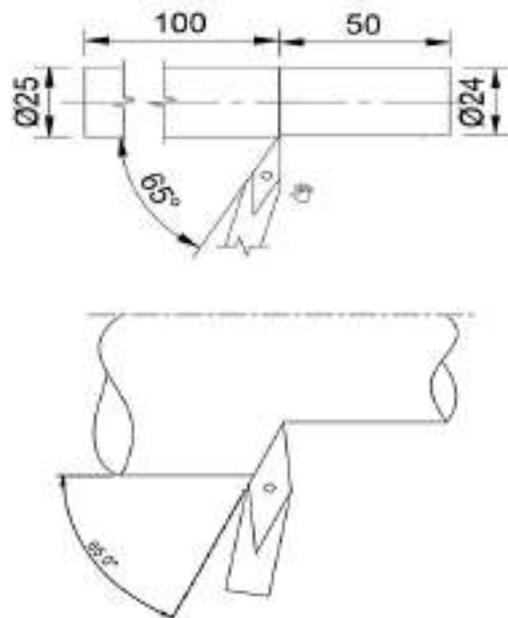
Adapun variasi proses bubut yang diteliti adalah sebagai berikut :

1. Sudut potong utama 45° dengan variasi perbandingan emulsi 1 : 20, 1 : 30, dan 1 : 40 seperti gambar berikut



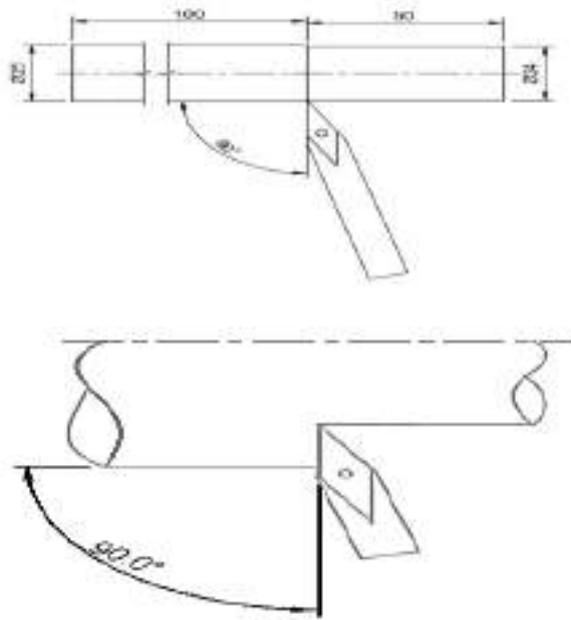
Gambar 3. 13 Pembubutan SPU 45°

2. Sudut potong utama 65° dengan variasi perbandingan emulsi 1 : 20, 1 : 30, dan 1 : 40 seperti gambar berikut



Gambar 3. 14 Pembubutan SPU 65°

3. Sudut potong utama 90° dengan variasi perbandingan emulsi 1 : 20, 1 : 30, dan 1 : 40 seperti gambar berikut



Gambar 3. 15 Pembubutan SPU 90°

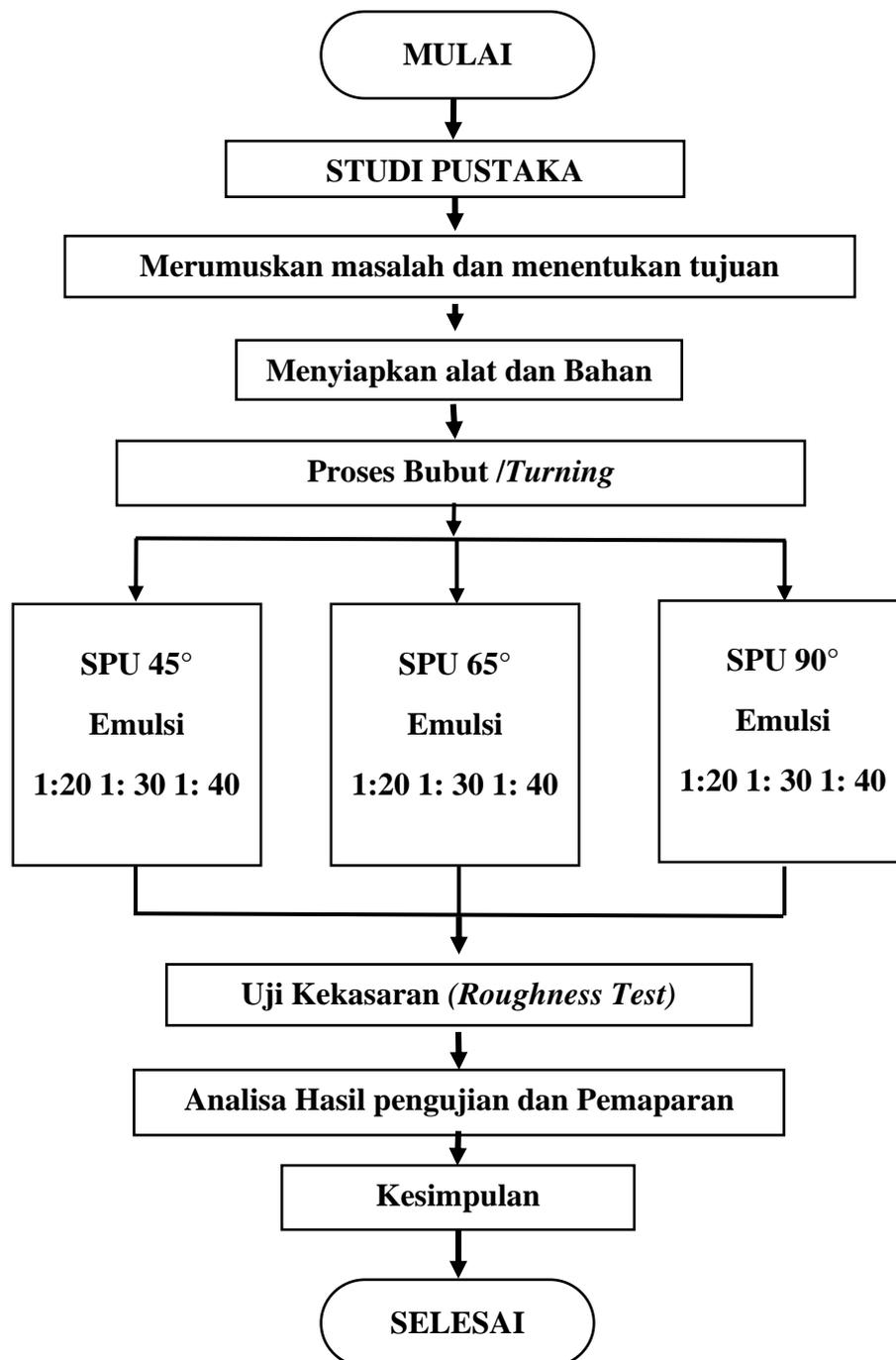
3.5 Pengambilan Nilai Kekasaran Permukaan (Ra)

Prosedur-prosedur yang dilakukan ketika pengujian kekasaran menggunakan *surface roughness tester* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan surfcorder unit yang meliputi pick-up (FU-A2), drive unit (DR-30X31, amplifier (AS-1700) dan chart papersetting.
2. Memasang stylus arm (AA5) pada *pick-up body*.
3. Memasang *pick-up body* pada *drive unit*.
4. Menghubungkan *drive unit* ke *amplify*
5. Kalibrasi alat
6. Melakukan Pengujian Kekasaran secara berulang dan catat hasil pengujian.
7. Ambil data dengan cara melakukan pengujian pada 9 titik sample, 3 depan , 3 titik di bagian tengah, 3 titik di bagian belakang

3.6 Diagram Alir

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa proses yang dilakukan, dimana proses – proses penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir pada gambar



BAB IV PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini yaitu dengan cara menghitung nilai kekasaran rata-rata dari setiap titik pengambilan sampel hasil uji seperti berikut :

3 4 5	NO	SPU	EMULSI	Posisi pengambilan data Kekasaran	Nilai Uji Kekasaran			\overline{Ra}	$\overline{\overline{Ra}}$
					Ra (μm)				
					1	2	3		
6	1		01:20	Awal	3.041	3.043	3.041		
7				Tengah	3.045	3.048	3.046		
8				Akhir	3.046	3.049	3.045		

Gambar 4. 1 Sampel hasil pengujian

Rata-rata hasil pengujian pada tiga titik bagian Awal, Tengah, dan Akhir (\overline{Ra}) dicari dengan cara berikut

$$\overline{Ra}_{\text{Awal}} = \frac{Ra1 + Ra2 + Ra3}{3}$$

$$\overline{Ra}_{\text{Awal}} = \frac{3.041 + 3.043 + 3.041}{3} = 3.042$$

Setelah nilai rata-rata dari $\overline{Ra}_{\text{Awal}}$, $\overline{Ra}_{\text{Tengah}}$, dan $\overline{Ra}_{\text{Akhir}}$ didapatkan, kemudian mencari nilai dari $\overline{\overline{Ra}}$ dengan cara berikut ,

$$\overline{\overline{Ra}} = \frac{\overline{Ra}_{\text{Awal}} + \overline{Ra}_{\text{Tengah}} + \overline{Ra}_{\text{Akhir}}}{3}$$

$$\overline{\overline{Ra}} = \frac{3.042 + 3.046 + 3.047}{3} = 3.045$$

NO	SPU	EMULSI	Posisi pengambilan data Kekasaran	Nilai Uji Kekasaran			\overline{Ra}	$\overline{\overline{Ra}}$
				Ra (μm)				
				1	2	3		
1		01:20	Awal	3.041	3.043	3.041	3.042	3.045
			Tengah	3.045	3.048	3.046	3.046	
			Akhir	3.046	3.049	3.045	3.047	

Gambar 4. 2 Sampel Hasil Perhitungan rata-rata ($\overline{\overline{Ra}}$)

Untuk perhitungan yang lebih cepat dan akurat dilakukan menggunakan aplikasi

4.2 Diskripsi Data

Berikut ini adalah data hasil penelitian dimana dengan sudut 45° , 65° , dan 90° dengan perbandingan emulsi 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40 dapat dideskripsikan sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Uji pada sudut potong 45°

NO	SPU (k_r)	EMULSI	Posisi pengambilan data Kekasaran	Nilai Uji Kekasaran			\overline{Ra}	$\overline{\overline{Ra}}$
				Ra (μm)				
				1	2	3		
1	45°	1:20	Awal	3.041	3.043	3.041	3.042	3.045
			Tengah	3.045	3.048	3.046	3.046	
			Akhir	3.046	3.049	3.045	3.047	
		1:30	Awal	3.295	3.298	3.296	3.296	3.310
			Tengah	3.311	3.319	3.314	3.315	
			Akhir	3.319	3.317	3.318	3.318	
		1:40	Awal	3.576	3.575	3.577	3.576	3.578
			Tengah	3.578	3.575	3.579	3.577	
			Akhir	3.581	3.578	3.582	3.580	

Tabel 4. 2 Hasil Uji pada sudut potong 65°

NO	SPU (k_r)	EMULSI	Posisi pengambilan data Kekasaran	Nilai Uji Kekasaran			\overline{Ra}	$\overline{\overline{Ra}}$
				Ra (μm)				
				1	2	3		
1	65°	1:20	Awal	2.199	2.197	2.198	2.198	2.202
			Tengah	2.203	2.201	2.198	2.201	
			Akhir	2.205	2.207	2.209	2.207	
		1:30	Awal	2.425	2.429	2.432	2.429	2.431
			Tengah	2.428	2.431	2.435	2.431	
			Akhir	2.432	2.435	2.433	2.433	
		1:40	Awal	2.835	2.835	2.837	2.836	2.838
			Tengah	2.837	2.839	2.835	2.837	
			Akhir	2.840	2.839	2.842	2.840	

Tabel 4. 3 Hasil Uji pada sudut potong 90°

NO	SPU (k_r)	EMULSI	Posisi pengambilan data Kekasaran	Nilai Uji Kekasaran			\overline{Ra}	$\overline{\overline{Ra}}$
				Ra (μm)				
				1	2	3		
1	90°	1:20	Awal	1.503	1.503	1.501	1.502	1.505
			Tengah	1.505	1.506	1.508	1.505	
			Akhir	1.509	1.506	1.508	1.508	
		1:30	Awal	1.726	1.724	1.724	1.725	1.727
			Tengah	1.729	1.726	1.728	1.728	
			Akhir	1.731	1.730	1.729	1.730	
		1:40	Awal	2.097	2.099	2.097	2.098	2.103
			Tengah	2.101	2.105	2.105	2.104	
			Akhir	2.109	2.106	2.108	2.108	

Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan pada setiap spesimen penelitian.

BAB V

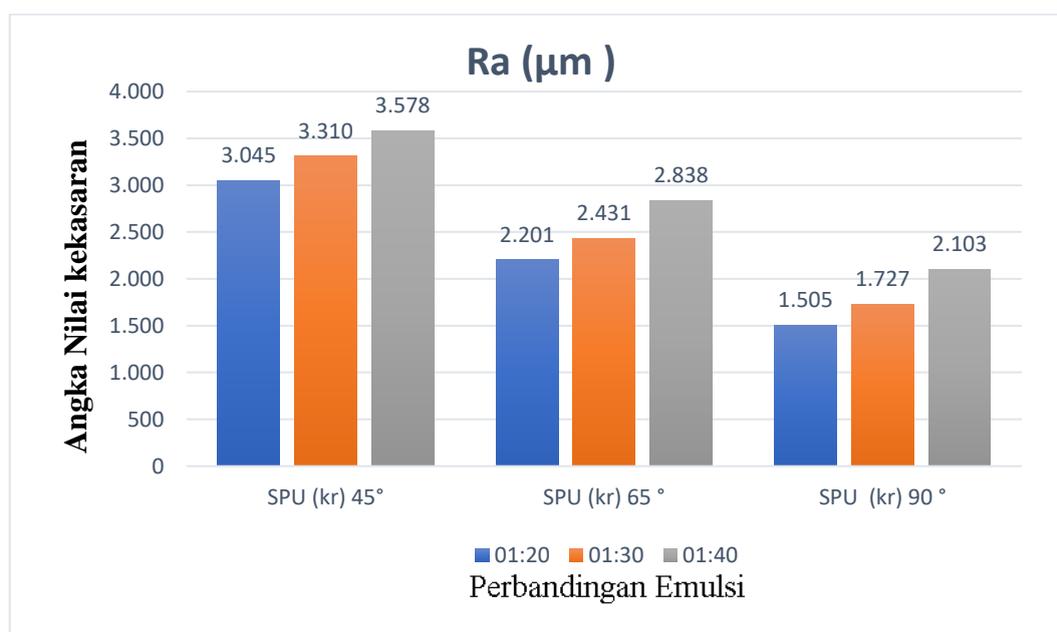
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data hasil kekasaran permukaan dimana, data - data tersebut dihitung nilai rata - ratanya yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 5. 1 Nilai rata-rata hasil pengujian kekasaran permukaan Ra (μm)

EMULSI	SPU (<i>kr</i>) 45°	SPU (<i>kr</i>) 65°	SPU (<i>kr</i>) 90°
01:20	3.045	2.201	1.505
01:30	3.310	2.431	1.727
01:40	3.578	2.838	2.103



Gambar 5. 1 Grafik hasil uji kekasaran permukaan Ra (μm)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, variasi sudut potong utama (k_r) 90° dengan emulsi 1 : 20 didapat nilai kekasaran Ra terbaik. Dari tabel 5.1 dan grafik 5.1, kita dapat melihat nilai rata-rata Ra menunjukkan bahwa pada Sudut Potong Utama (k_r) 45° dengan variasi Emulsi 1 : 20 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $3,045 \mu\text{m}$, pada Sudut Potong Utama (k_r) 45° dengan variasi Emulsi 1 : 30 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $3,310 \mu\text{m}$, dengan Sudut Potong Utama (k_r) 45° dengan variasi Emulsi 1 : 40 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $3,578 \mu\text{m}$. Dengan Sudut Potong Utama (k_r) 65° dengan variasi Emulsi 1 : 20 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $2,201 \mu\text{m}$, pada Sudut Potong Utama (k_r) 65° dengan variasi Emulsi 1 : 30 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $2,431 \mu\text{m}$, pada Sudut Potong Utama (k_r) 65° dengan variasi Emulsi 1 : 40 didapat nilai rata-rata $2,838 \mu\text{m}$. Dengan Sudut Potong Utama (k_r) 90° dengan variasi Emulsi 1 : 20 didapat nilai kekasaran permukaan sebesar $1,501 \mu\text{m}$, pada Sudut Potong Utama (k_r) 90° dengan variasi Emulsi 1 : 30 didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $1,727 \mu\text{m}$, pada Sudut Potong Utama (k_r) 90° dengan variasi Emulsi 1 : 40 didapat nilai kekasaran permukaan sebesar $2,103 \mu\text{m}$.

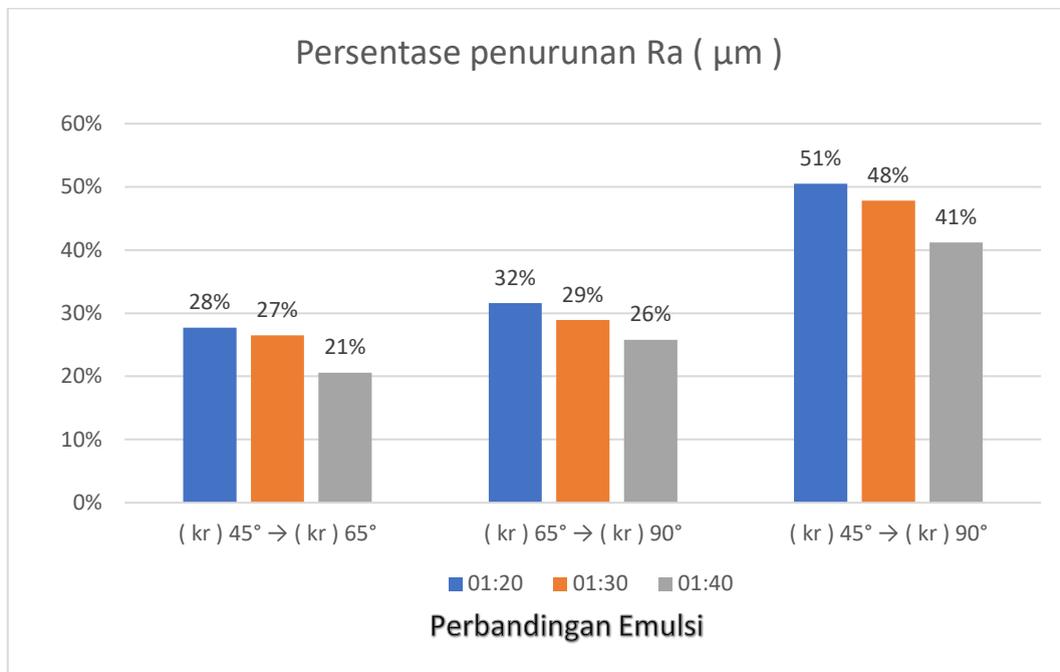
Data diatas menunjukkan bahwa Sudut Potong Utama (k_r) mempengaruhi hasil kekasaran permukaan, dimana semakin besar sudut potong utamanya maka kekasaran permukaannya akan lebih halus. Begitu juga konsentrasi emulsi cairan pendingin mempengaruhi nilai kekasaran permukaan, dimana semakin tinggi nilai konsentrasi cairan pendingin maka permukaan benda kerja yang besentuhan dengan pahat dapat terjaga dengan baik sehingga mendapatkan permukaan yang lebih halus.

Persentase penurunan kekasaran permukaan pada setiap sudut potong dan perbandingan emulsi dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5. 2 Persentase penurunan kekasaran permukaan Ra (μm)

SPU (k_r)	Perbandingan Emulsi	Persentase penurunan Ra (μm) %
$45^\circ \rightarrow 65^\circ$	1 : 20	28 %
$65^\circ \rightarrow 90^\circ$		32 %
$45^\circ \rightarrow 90^\circ$		51 %

45° → 65°	1 : 30	27 %
65° → 90°		29 %
45° → 90°		48 %
45° → 65°	1 : 40	21 %
65° → 90°		26 %
45° → 90°		41 %



Gambar 5. 2 Persentase penurunan kekasaran permukaan Ra (μm)

Dilihat pada tabel 5.2 dan gambar 5.2 persentase penurunan kekasaran permukaan Ra (μm) dengan perbandingan emulsi 1 : 20, dari sudut potong 45° menuju sudut potong 65° yaitu sebesar 28%, pada sudut potong 65° menuju sudut potong 90° yaitu sebesar 32%, dan pada sudut potong 45° menuju sudut potong 90° yaitu sebesar 51%. Dengan perbandingan emulsi 1 : 30, dari sudut potong 45° menuju sudut potong 65° yaitu sebesar 27%, pada sudut potong 65° menuju sudut potong 90° yaitu sebesar 29%, dan pada sudut potong 45° menuju sudut potong 90° yaitu sebesar 48%. Dengan perbandingan emulsi 1 : 40, dari sudut potong 45° menuju sudut potong 65° yaitu sebesar 21%, pada sudut potong

65° menuju sudut potong 90° yaitu 26%, dan pada sudut potong 45° menuju sudut potong 90° yaitu sebesar 41%.

Menganalisa peluang defleksi pada setiap variasi benda kerja pada pengambilan data penelitian maka ditarik kesimpulan bahwa peluang defleksi sangat kecil, dikarenakan sebelum pembubutan benda kerja chamfering, panjang benda kerja 150 mm kemudian dicekam 50 mm dan dibubut 50 mm, serta pahat yang digunakan setiap benda kerja dengan ketajaman yang sama sehingga kemungkinan terjadinya defleksi diabaikan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengolahan data diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, pada sudut potong utama (k_r) 90° dengan perbandingan emulsi 1 : 20 menghasilkan nilai kekasaran Ra 1,501 μm , pada sudut potong utama 45° dengan perbandingan 1 : 40 menghasilkan nilai Ra 3,578 μm . Disimpulkan bahwa semakin besar sudut potong utama (k_r) maka menghasilkan nilai kekasaran rata-rata (Ra) yang semakin kecil, demikian sebaliknya semakin kecil sudut potong utama (k_r) maka menghasilkan nilai kekasaran rata-rata (Ra) semakin besar.
2. Pengaruh emulsi cairan pendingin pada penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa, semakin tinggi penggunaan konsentrasi Emulsi cairan pendingin (*cutting oil*) maka menghasilkan nilai kekasaran permukaan (Ra) semakin kecil.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis, maka disarankan untuk :

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan persiapan-persiapan sebelum melakukan penelitian seperti, mesin dan alat yang digunakan dalam keadaan normal sehingga mendapatkan nilai atau hasil yang stabil.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk variasi yang lebih banyak dan beragam
3. Hasil penelitian kekasaran permukaan material ini diharapkan dapat memberikan tambahan referensi dibidang industri maupun ditingkat perguruan tinggi sehingga dapat menjadi parameter yang tepat dalam pembuatan produk

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, P., Nugraha, I. P., & Dantes, K. R. (2019). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja St. 37. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 7-17.
- Faudzana, Z., Mufarida, N. A., & Bahri, M. H. (2022). Pengaruh Variasi Sudut Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St-42. *Jurnal Smart Teknologi*, 4(1), 72-76.
- Hidayat, T., & Hasyim, B. A. (2015). Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendingin Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Konvensional. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 62-67
- J. Jasman, S. Resmi, and U. Negeri, "Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Aisi 4140 AKibat Perbedaan Temperatur Pada Perlakuan Panas Tempering," October, 2018.
- Karmin, Ginting M and Yunus Moch (2013) 'Analisis Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pengampelasan Terhadap Logam dengan Perbedaan Kekerasan', *Jurnal Austenit*, 5(2), pp. 1-7.
- Margono S. 1997. Metodologi Penelitian Pendidikan. Jakarta: Rineka Cipta
- Nurrohkayati, A. S. (2023). Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja ST37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional. *Journal Technology Urgency Breaktrugh in Engineering*, 2(1), 22-28.
- RACHMAN, G. A. (2014). Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Konvensional. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(03)
- Rochim, T. (1993) *Teori & Teknologi Proses Permesianan*. 1st-4th edn. Edited by R. Taufiq. Bandung: lab. teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin FTI-ITB.
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Widarto, D. (2008) *Teknik Permesinan Jilid 2*. 2nd edn. Edited by dkk widarto. Jakarta
- Yufrizal, A., Indrawan, E., Helmi, N., Aziz, A., & Putra, Y. A. (2019). Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(2), 29-36.

LAMPIRAN







FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA
Nomor : FT/E.23/2024/IX/179
tentang
PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA

Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA :

- Memperhatikan** :
1. Permohonan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin untuk menyusun Skripsi, pada semester Ganjil/Genap Tahun Akademik 2024/2025.
 2. Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA Nomor : PSTM/E.7/2024/IX/032, tanggal 24 September 2024, tentang usulan Dosen Pembimbing Skripsi.
- Menimbang** :
1. Bahwa guna pelaksanaan penulisan skripsi tersebut perlu mengangkat dan menunjuk Dosen Pembimbing skripsi yang relevan dengan bidang kajian skripsi.
 2. Bahwa untuk tertib administrasi perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman dan landasan hukumnya.
- Mengingat** :
1. Undang-Undang RI Nomor 2 Tahun 1989
 2. Peraturan Pemerintah No.60 Tahun 1999
 3. Statuta Universitas IBA
 4. Surat Keputusan BAN-PT No. 7477/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S/XXI/2020, tentang status akreditasi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.
 5. Surat Kep. Rektor UIBA Nomor : 197/UI/M.6/VIII/1991, tentang ketentuan umum dan prosedur penulisan Skripsi.
 6. Surat Kep. Pengurus Harian Yayasan IBA, Nomor : 203/Pers. IBA/C-3/VIII/2024, tentang pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan**
Pertama :
- Menunjuk dan mengangkat Dosen Pembimbing skripsi dengan susunan sebagaimana terlampir.
- Kedua** :
- Masa berlakunya SK Pembimbing selama 2x semester dan dinyatakan selesai setelah mahasiswa yang dibimbing dinyatakan lulus dalam sidang sarjana. **Jika penyusunan skripsi melebihi batas waktu 2x semester, maka dinyatakan gagal dan SK. Akan ditinjau kembali.**
- Ketiga** :
- Surat keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan selesainya penyusunan skripsi tersebut dengan ketentuan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, maka akan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Palembang
Pada tanggal 10 Oktober 2024
Dekan


Dr. Ir. **FAKULTAS TEKNIK**
NIK. - **UNIVERSITAS IBA**

Tembusan Yth

1. Ketua Program Studi
2. Dosen Pembimbing skripsi
3. Arsip.

LEMBAR KONSULTASI

Nama/NPM : Rizki Wahyu Azami / 20320010
 Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama dan Komposisi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan *Finishing* Proses Bubut Baja AISI 4140
 Dosen Pembimbing I : Yeny Pusvyta S.T., MT

No	Tanggal	Bahasan	Perbaikan	Paraf Pembimbing
1	2/12/2024	BAB I Pendahuluan	- Perbaiki latar belakang	
2	6/12/2024	BAB I	- Perbaiki kata pengantar, dan tujuan penelitian	
3	17/12/2024	BAB II Tinjauan Pustaka	- Perbaiki Tata Penulisan	
4	20/12/2024	Revisi BAB II	- Perbaiki ketepatan gambar dan persentas	
5	3/1/2025	BAB III	- Perbaiki Pengantar data	
6	10/1/2025	BAB V	- lengkapi Pembahasan	
7	16/1/2025	BAB VI	- Perbaiki kesimpulan dan Saran ditambahkan	

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik Mesin


 Reny Afriany, S.T. M.Eng.

LEMBAR KONSULTASI

Nama/NPM : Rizki Wahyu Azami / 20320010
 Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama dan Komposisi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan *Finishing* Proses Bubut Baja AISI 4140
 Dosen Pembimbing II : Reny Afriany, S.T. M,Eng.

No	Tanggal	Bahasan	Perbaikan	Paraf Pembimbing
1.	3/12/2024	BAB I	Perbaiki kata pengantar dan daftar isi	
2.	9/12/2024	BAB II	Perbaiki penulisan dan spasi per paragraf	
3.	13/12/2024	BAB III	Perbaiki keterangan gambar	
4.	17/12/2024	BAB IV	Perbaiki keterangan pada pengisian data	
5.	2/1/2025	BAB V	Lengkapi pembahasan	
6.	10/1/2025	BAB VI	Perbaiki kesimpulan	

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik Mesin


 Reny Afriany, S.T. M,Eng.

FAKULTAS TEKNIK UNIVESITAS IBA
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

LEMBAR PERBAIKAN

Ujian : Sidang Skripsi.....
Tanggal : 17 Jan 2025.....

Nama : Rizki Wahyu Anami.....
NIM : 20320010.....

No	Halaman	Materi Perbaikan	Keterangan
		Lihat skripsi	Sudah diperbaiki sebagai mana mestinya 20/01 2025  Arie Yudha B

Palembang,
Dosen Penguji


Arie Yudha B