

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi, Penggunaan mesin frais (*milling*) baik untuk keperluan produksi maupun untuk keperluan pendidikan, sangat dibutuhkan untuk mendapatkan suatu produk yang lebih baik. Proses pemesinan atau proses pemotongan logam dengan menggunakan pahat (perkakas potong) pada mesin perkakas merupakan salah satu jenis proses pembuatan komponen mesin atau peralatan lainnya yang paling sering kita temukan di bengkel reparasi kecil maupun di industri peralatan besar.

Dalam melakukan proses pemesinan *milling*. Waktu yang dibutuhkan untuk membuat komponen harus sesingkat mungkin agar dapat mencapai kapasitas produksi yang tinggi. Untuk mencapai waktu minimal, parameter proses pemesinan yang ada pada mesin frais harus di atur beberapa segmen, konsumen tertentu membutuhkan komponen yang mempunyai kehalusan permukaan tertentu dan menuntut agar komponen tersebut diproses dalam waktu yang cepat. Sebagai contoh yaitu dalam pembuatan cetakan mould dan dies, dalam pembuatan dies, kekasaran permukaan dari 2 cetakan harus sehalus mungkin tapi dituntut untuk selesai dalam waktu yang cepat. Untuk itu optimasi parameter proses pemesinan pada mesin frais perlu dilakukan agar kekasaran permukaan yang di inginkan dapat dicapai dalam waktu yang paling singkat. Akan tetapi, parameter proses pemesinan yang diatur maksimum akan menyebabkan kekasaran permukaan suatu produk menjadi tinggi dibandingkan pengaturan parameter yang standar, selain itu terjadi gesekan antara benda kerja dengan pahat yang akan menimbulkan panas, sehingga

temperatur pahat terutama bidang aktif pahat akan sangat tinggi. Hal ini akan mengakibatkan juga terjadinya keausan pahat, dan jika keausan terjadi secara terus menerus akan memperbesar gaya pemotongan, akibatnya kualitas produk akan menurun. Maka usaha untuk menjaga agar laju keausan pahat lebih tahan pada saat pemotongan adalah dengan pemberian pendingin pada pahat milling.

Fluida pemotongan atau sering disebut pendingin (*coolant*) berfungsi untuk mengontrol temperatur pemotongan dan untuk pelumasan. Aplikasi fluida pemotongan adalah memperbaiki kualitas benda kerja selama mengalami proses pemotongan secara terus menerus oleh pahat (*tool*) dan juga berfungsi untuk memperbaiki umur pahat sehingga pahat akan tahan lama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang dan judul penelitian “Pengaruh Kecepatan Pemotongan dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kualitas Permukaan Pada Proses Pemesinan Frais Konvensional Dengan Menggunakan Baja AISI 1045” maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut yaitu :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan Pemotongan terhadap kualitas kekasaran permukaan Baja AISI 1045 ?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan Pemakanan terhadap kualitas kekasaran permukaan Baja AISI 1045 ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjadikan penelitian ini semakin terarah dan menghindari semakin meluasnya masalah, maka batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Mesin yang digunakan dalam keadaan baik.
2. Tool yang digunakan dalam keadaan baik.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari pengaruh kecepatan pemotongan dan kecepatan pemakanan pada proses pemesinan frais terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1045.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian yang dilakkan adalah sebagai berikut yaitu :

1. Dapat mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan dan kecepatan pemakanan pada proses pemesinan frais terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1045.
2. Digunakan sebagai bahan acuan bagi industri manufaktur untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produk.
3. Dijadikan referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya khususnya di bidang manufaktur.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Spesifikasi Baja

Baja merupakan paduan antara Fe-C dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Berdasarkan presentase C, baja dibedakan menjadi tiga jenis yaitu baja karbon rendah (*low carbon steels*), baja karbon sedang (*medium carbon steels*) dan baja karbon tinggi (*high carbon steels*). Baja juga digolongkan berdasarkan unsur paduannya. Berdasarkan unsur paduannya baja digolongkan menjadi dua yaitu plain carbon steels dan baja paduan (*alloy steels*). Secara garis besar baja dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- 1) Baja karbon
 - a. Baja karbon rendah ($<0,30\% \text{ C}$)
 - b. Baja karbon sedang ($0,30\% < \text{C} < 0,70\%$)
 - c. Baja karbon tinggi ($0,70 < \text{C} < 1,40\%$)

Baja karbon rendah digunakan untuk kawat, baja profil, sekrup, ulir, dan baut. Baja karbon sedang digunakan untuk rel kereta api, as, roda gigi, dan suku cadang yang berkekuatan tinggi. Baja karbon tinggi digunakan untuk perkakas potong seperti pisau, gurdi, tap dan bagian-bagian yang harus tahangesekan.

- 2) Baja paduan
 - a. Baja paduan rendah (jumlah unsur paduan khusus $<8,0\%$)
 - b. Baja paduan tinggi (jumlah unsur paduan khusus $>8,0\%$)

Baja paduan yang meliputi $\pm 15\%$ dari seluruh produksi baja, mempunyai kegunaan khusus karena sifatnya yang unggul dibandingkan dengan baja karbon. Pada

umumnya baja paduan memiliki :

1. Keuletan yang tinggi tanpa pengurangan kekuatan tarik.
2. Kemampuan keras sewaktu dicelup dalam minyak atau udara, dan dengan demikian kemungkinan retak atau distorsinya kurang.
3. Tahan terhadap korosi dan keausan, tergantung pada jenis paduan.
4. Tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti bahwa sifatnya tidak banyak berubah.
5. Memiliki kelebihan dalam sifat-sifat metalurgi, seperti butir yang halus.

Tabel 1 Jenis – Jenis Baja

| Nama | Standard Jepang (JIS) | Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN) |
|--------------------------|------------------------------|--|
| Baja Karbon | S25C | AISI 1025, BS060A25 |
| | S30C | AISI 1030, BS060A30 |
| | S35C | AISI 1035, BS060A35, DIN C35 |
| | S40C | AISI 1040, BS060A40 |
| | S45C | AISI 1045, BS060A45, DIN C45, CK45 |
| Baja Tempa | S50C | AISI 1050, BS060A50, DIN St 50.11 |
| | S55C | AISI 1055, BS060A55 |
| | SF 40 | ASTM A105-73 |
| | SF 45 | |
| Baja Nikel Chrome | SF 50 | |
| | SF 55 | |
| Baja Nikel Chrome | SNC | BS 653 M31 |
| Baja Nikel Chrome | SNC 22 | BS En36 |
| | SNCM 1 | AISI 4337 |
| Baja Nikel Chrome | SNCM 2 | BS830M31 |
| Molidem | SNCM 7 | AISI 8645, BS En100D |
| | SNCM 8 | AISI 4340, BS817M40, 816M40 |
| | SNCM22 | AISI 4315 |
| | SNCM23 | AISI 4320, BS En325 |
| | SNCM25 | BS En39B |

| | | |
|---------------|-------|---------------------|
| Baja | SCr 3 | AISI 5135, BS530A36 |
| Chrome | SCr 4 | AISI 5140, BS530A40 |

2.2 Pemesinan Milling

Proses pemesinan frais (milling) merupakan suatu proses pemotongan benda kerja dengan menggunakan mata potong yang berputar. Proses pemotongan dengan menggunakan gigi potong yang banyak mengitari pisau ini dapat menghasilkan proses pemesinan yang lebih cepat. Menurut Krar et al. (1985: 253) menjelaskan bahwa mesin frais merupakan mesin yang paling mampu melakukan banyak tugas dari segala mesin perkakas. Permukaan yang datar dan berlekuk dapat dimesin dengan penyelesaian dan ketelitian yang baik. Benda kerja dapat dibentuk dengan menggunakan satu atau lebih sisi potong untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan seperti operasi rata, miring, maupun pembuatan roda gigi.

2.3 Klasifikasi Proses Pemesinan Milling

Proses frais dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis. Klasifikasi ini berdasarkan jenis pisau dan posisi relatif pisau terhadap benda kerja (Widarto, 2008a: 191). Klasifikasi proses frais tersebut antara lain:

1. Frais Periperal (*slab milling*)

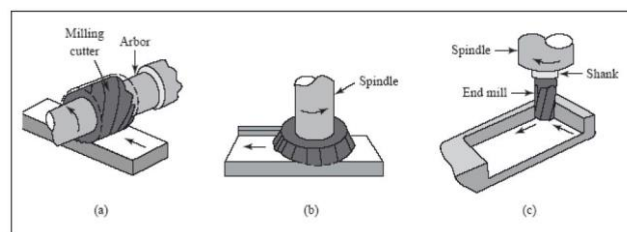
Proses frais ini disebut juga *slab milling*, permukaan yang difrais dihasilkan oleh gigi pisau yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbu dari putaran pisau biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat. Proses periperal (*slab milling*) menggunakan mesin frais horizontal atau mendatar.

2. Frais muka (face milling)

Pada frais muka, pisau dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses frais dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pisau. Proses frais muka (face milling) menggunakan mesin frais vertikal dimana pisau dipasangkan dengan adaptor yang dipasang dengan posisi tegak.

3. Frais Jari (end milling)

Pisau pada proses frais jari biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Pada proses jari (end milling) pisau yang digunakan adalah end mill cutter. Gerakan pisau dapat menyayat permukaan (surface) dan menyayat sisi samping (side). Pisau dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada pisau terletak pada selubung pisau dan ujung badan pisau.



Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses Pemesinan Frais

Keterangan :

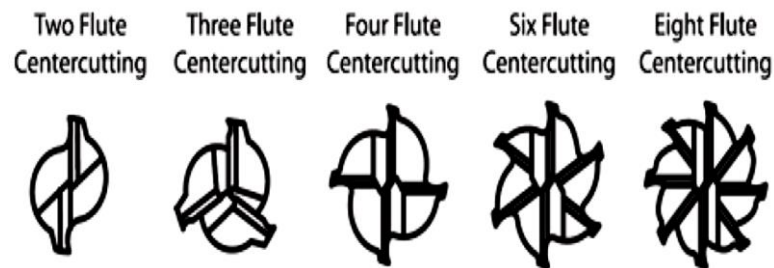
(a) Proses *slab milling*

(b) Proses *face milling*

(c) Proses *end milling*

Masing-masing proses frais mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing. Pemilihan proses dilakukan berdasarkan benda kerja yang akan dikerjakan. Proses frais slab milling lebih cocok digunakan untuk benda kerja yang lebar karena diameter dan lebar pahat lebih besar dibanding proses face milling dan end milling.

Schonmetz et al. (1985: 170) mengatakan bahwa perautan (pengefraisian) muka lebih ekonomis dan menghasilkan kondisi penyerpihan yang baik dari pada perautan (pengefraisian) giling (slab milling). Proses perautan ini dapat dilakukan dengan baik pada mesin frais tegak dan berlaku pada proses end milling karena penampang serpih (tatal) tetap kira-kira sama untuk setiap gigi peraut selama penyayat. Proses end milling menggunakan pisau jari (end mill) dimana pisau ini merupakan salah satu pisau yang paling banyak digunakan dalam proses milling. Biasanya pisau ini terbuat dari baja kecepatan tinggi (HSS) atau karbida, dan memiliki satu atau lebih alur (flute). Pisau ini digunakan untuk menyayat permukaan (surface), membuat alur, atau digunakan untuk menyayat posisi miring. Menurut Rachmanta (dalam Daryanto, 2007) mengatakan bahwa pisau end mill memiliki berbagai macam bentuk berdasarkan jumlah mata potong atau alur (flute). Pahat end mill biasanya terdiri dari dua mata potong, tiga, empat, enam, dan delapan mata potong.



Gambar 2. 2 Macam-Macam End Mill Berdasarkan Jumlah Mata Potong

2.4 Arah Pemotongan Pemesinan Frais

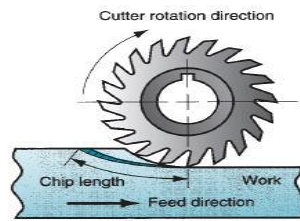
Terdapat dua bentuk proses milling menurut arah pemakanan terhadap benda kerja, antara lain :

1. Up Milling

Up Milling juga bisa disebut sebagai conventional milling, adalah proses milling dimana arah pemakanan berlawanan arah dengan arah mata pahat, pada proses conventional milling lifetool dari milling cutter bisa lebih panjang tetapi bentuk chip yang dihasilkan dari pemakanan ini lebih besar daripada pemakanan climb milling (Kalpakjian, 2009, p.662).

Untuk mengetahui ketebalan chip yang dihasilkan pada proses up milling, digunakan persamaan berikut:

$$t_c = f_t \cdot \sin(\Phi + \alpha) \dots\dots\dots(2.1)$$



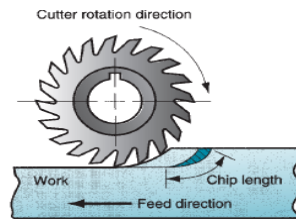
Gambar 2. 3 Up Milling atau Conventional Milling

2. Down milling

Down milling juga disebut sebagai climb milling, dimana arah pemakanan searah dengan mata pahat, ketika memotong benda kerja. Pada pemakanan climb milling chip yang dihasilkan lebih kecil daripada pemakanan dari conventional milling dan juga menahan benda kerja steady ketika pemakanan terutama untuk benda yang tipis karena beban terpusat di benda kerja. Tetapi proses pemakanan dengan climb milling dibutuhkan dudukan mesin yang rigid agar tidak bergeser, dan juga karena beban yang besar diterima oleh tool bisa memperpendek dari milling cutter itu sendiri (Kalpakjian, 2009 p.662).

Untuk mengetahui ketebalan chip yang dihasilkan pada proses down milling adalah sebagai berikut :

$$t_c = f_t \cdot \sin \Phi \dots\dots\dots(2.2)$$



Gambar 2. 4 Down Milling atau Climb Milling

Arah pemotongan yang berbeda, akan memberikan hasil *geometri* pemotongan akan berbeda pula. Pada proses *up milling*, akan menghasilkan geram atau *chip* yang berbentuk memanjang. Sedangkan pada proses *down milling*, akan menghasilkan geram atau *chip* yang lebih pendek dibandingkan dengan *up milling* (Groover, 2013).

2.5 Parameter Pemesinan Frais

Proses permesinan pada mesin milling terdapat beberapa parameter. Parameter pemotongan tersebut akan berpengaruh pada kualitas hasil produk, tingkat produktivitas, dan juga umur pada pahat, bahkan bisa berpengaruh pada umur komponen mesin millingmitu sendiri. Sehingga pemilihan parameter yang baik juga sangat dibutuhkan dalam prosesmpermesinan. Adapun beberapa parameter yang penting pada mesin milling adalah :

1. Cutting Speed dan Spindle Speed

Kecepatan pemotongan didefinisikan sebagai kecepatan tangensial sisi luar pahat, ataupun juga bisa disebut jarak yang ditempuh oleh sisi tepi luar pahat untuk melakukan sebuah pemotongan biasanya diukur dalam m/min. Kecepatan pemotongan berhubungan langsung dengan pahat milling dan spindle speed pada persamaan berikut :

$$V_c = \pi \cdot d \cdot n$$

$$1000 \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan :

V_c = Kecepatan pemotongan (*cutting speed*) (mm/min)

N = Kecepatan putar *spindle* (rev/min)

D = Diameter pahat *milling* (mm)

Dari rumus diatas spindle speed berbanding lurus dengan cutting speed. Pada studi kasus ketika dibutuhkan pemakanan yang detail atau biasa disebut micromilling yang diharuskan menggunakan ukuran pahat yang sangat kecil. Maka dibutuhkan pula putaran spindle yang sangat tinggi untuk melakukan pemakanan (Davim, 2011).

2. *Feed per tooth*

Feed per tooth didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh pahat pada satu putaran dibagi dengan jumlah sudu pahat (*cutting edges*), kecepatan pergeseran pahat berpengaruh pada *chip* yang dihasilkan yaitu semakin tinggi *feed per tooth* maka semakin tebal *chip* yang dihasilkan. *Feed per tooth* jika dikalikan dengan jumlah sudu pahat (*cutting edges*) dan putaran *spindle* maka akan didapatkan *feed rate*, yaitu jarak pemakanan secara linear dari mesin *milling* terhadap benda kerja seperti pada persamaan berikut :

$$V_f = f_z \cdot z \cdot N \dots\dots\dots(2.4)$$

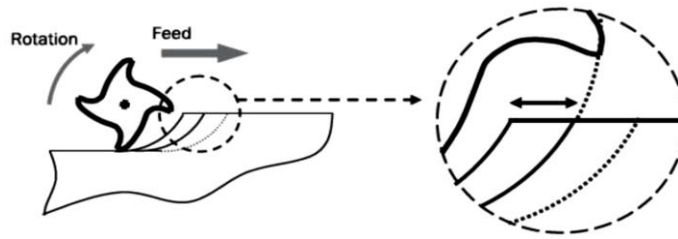
dengan :

V_f = *feed rate* (mm/min)

f_z = *feed per tooth* (mm)

Z = jumlah sudu pahat (*cutting edges*)

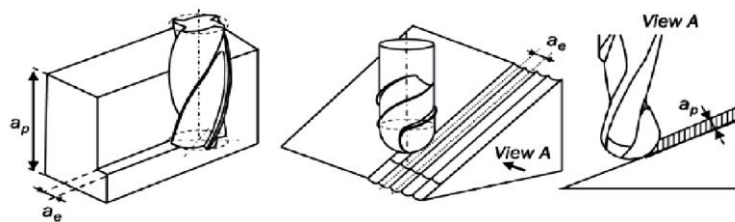
N = *Spindle Speed* (rev/min)



Gambar 2. 5 Ilustrasi feed per tooth pada proses milling

3. Kedalaman Pemotongan (*Depth of cut*)

Terdapat dua macam *depth of cut* pada proses *milling* yaitu *axial depth of cut* (a_p) yaitu kedalaman pemakanan pahat pada sumbu *axial* dan *radial depth of cut* (a_e) yaitu kedalaman pemakanan pada sumbu *radial*, keduanya diukur dalam millimeter (mm). Baik *axial* maupun *radial depth of cut* akan berpengaruh terhadap beban yang diterima oleh mata pahat. Semakin tinggi *depth of cut*, maka beban yang diterima mata pahat akan meningkat.



Gambar 2. 6 Axial depth of cut (a_p) dan radial depth of cut (a_e)

4. Material Removal Rate

Material Removal Rate (MRR) adalah jumlah material yang hilang tiap satuan waktu, secara langsung berhubungan dengan produktivitas proses permesinan, semakin besar *Material Removal Rate* maka semakin tinggi pula produktivitas yang dihasilkan. Pada proses *roughing* dan produksi massal, MRR harus dimaksimalkan. Tetapi kita juga harus memperhatikan parameter yang lainnya agar meminimalisir

kerusakan yang mungkin terjadi jika pembebanan terlalu besar. Untuk menilai MRR (Q), dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q = vc \cdot Ac \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

$Q = \text{Material Removal Rate}$

$vc = \text{cutting speed (mm/min)}$

$Ac = \text{chip section (mm}^2\text{)}$

Untuk *chip section* didapatkan dari persamaan berikut :

$$Ac = h \cdot b \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan :

$h = \text{ketebalan chip (mm)}$.

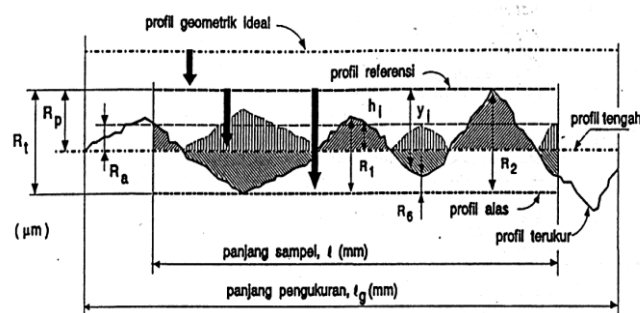
$b = \text{lebar chip (biasanya sama dengan axial depth of cut) (mm)}$.

2.6 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan salah satu bentuk dari ketidakraturan konfigurasi suatu permukaan yang kemungkinannya dapat berupa goresan atau lekuk-lekuk kecil pada suatu permukaan. Menurut (Munadi, 1988, p. 223) salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin/peralatan.

Banyak hal dimana karakteristik permukaan perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan.

Perekatan dua atau lebih komponen-komponen mesin, dan sebagainya. Tingkat kehalusan suatu permukaan memiliki peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa ongkos yang harus dikeluarkan. Setiap proses pengerjaan mempunyai ciri yang tertentu/khas atas permukaan benda kerja yang dihasilkannya. Oleh karena itu, dalam memilih proses pengerjaan aspek permukaan ini perlu dipertimbangkan. (Rochim, 1993, p.53) Beberapa istilah profil dan parameter permukaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 7 Profil Kekasaran Permukaan

(Taufik – Higher Education Development Support Project, Jakarta 1993)

Keterangan gambar :

- Profil geometri ideal (*geometrically ideal profile*) : Merupakan profil permukaan geometris ideal yang dapat berupa garis lurus ataupun garis lengkung
- Profil terukur (*measured profile*) : Merupakan profil permukaan yang terukur oleh alat ukur

- Profil referensi (*reference profile*) : Merupakan profil yang digunakan sebagai referensi untuk menganalisa ketidakteraturan konfigurasi permukaan. Profil ini dapat berupa garis lurus atau garis dengan bentuk sesuai dengan profil geometri ideal, menyinggung puncak tertinggi dari profil geometri ideal, serta menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur dalam suatu panjang sampel. Profil referensi biasa disebut sebagai profil puncak (*custline*).
- Profil dasar (*root profile*) : Merupakan profil yang digeser ke bawah (arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal pada suatu panjang sampel) hingga menyinggung titik terendah dari profil terukur.
- Profil tengah (*center profile*) : Merupakan profil referensi yang digeser ke bawah sedemikian rupa, sehingga jumlah luas dari daerah-daerah diatas profil tengah sampai ke profil terukur adalah sama dengan jumlah luas dari daerah dibawah profil tengah sampai ke profil terukur. Pada gambar ditunjukkan oleh daerah yang diarsir tegak dan datar.

Parameter kekasaran permukaan merupakan besaran panjang yang direkayasa guna mengidentifikasi suatu permukaan. Beberapa parameter permukaan lain yaitu :

- Kedalaman total (*peak to valley height*), R_t : jarak rata-rata antara profil referensi dan profil dasar.
- Kedalaman perataan (*peak to mean line*), R_p : jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur atau R_p ini juga sama dengan jarak profil referensi ke profil tengah.
- Kekasaran rata-rata aritmetis (*mean roughness index*), R_a : harga rata-rata aritmetis dari harga absolut antara profil terukur dengan profil tengah.

- Kekasaran rata-rata kuadratif (*root mean square height*), R_q : akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah

Menurut profilnya, ketidakteraturan konfigurasi suatu permukaan dapat dibagi dalam beberapa tingkatan, yaitu:

1. Tingkatan pertama adalah ketidakteraturan makrogeometri yang berupa kesalahan bentuk (*form error*). Hal tersebut disebabkan oleh adanya lenturan yang terjadi pada mesin perkakas maupun benda kerja serta kesalahan posisi pada pencekaman benda kerja.
2. Tingkatan kedua adalah ketidakteraturan yang menyerupai gelombang (*waviness*). Hal ini disebabkan oleh terjadinya getaran sewaktu pemotongan. Kemungkinan terjadinya ketidakteraturan ini karena kesalahan bentuk perkakas, kesalahan penyetelan perkakas dan terjadinya getaran pada saat proses pemotongan.
3. Tingkatan ketiga, disebut sebagai alur (*grooves*), adalah ketidakteraturan permukaan karena adanya guratan yang disebabkan adanya jejak dari pahat.
4. Tingkat keempat adalah serpihan (*flake*), yang terjadi karena proses pembentukan geram.
5. Tingkatan kelima merupakan kombinasi dari ketidakteraturan dari tingkatan satu sampai empat.

Faktor-faktor lain yang menyebabkan terjadinya kekasaran permukaan pada proses permesinan *milling* adalah :

1. Terjadinya getaran (*chatter*) saat pemotongan berlangsung
2. Ketidaktepatan gerakan pahat
3. Ketidakteraturan mekanisme pemakanan (*feeding*)

4. Kerusakan pada struktur mesin perkakas

Dalam penulisan nilai kekasaran permukaan ditetapkan nilai kekasaran permukaan sesuai standar ISO yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2 Angka Kekasaran (ISO roughness number) dan panjang sampel standar

| Kelas Kekasaran | Harga C.L.A (μm) | Harga Ra (μm) | Toleransi <i>N</i> | | Panjang Sampel (mm) |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|------|---------------------|
| | | | -25% | +50% | |
| N1 | 1 | 0,0025 | 0,02 - 0,04 | | 0,08 |
| N2 | 2 | 0,05 | 0,04 - 0,08 | | |
| N3 | 4 | 0,0 | 0,08 - 0,15 | | |
| N4 | 8 | 0,2 | 0,15 - 0,3 | | |
| N5 | 16 | 0,4 | 0,3 - 0,6 | | 0,25 |
| N6 | 32 | 0,8 | 0,6 - 1,2 | | |
| N7 | 63 | 1,6 | 1,2 - 2,4 | | |
| N8 | 125 | 3,2 | 2,4 - 4,8 | | |
| N9 | 250 | 6,3 | 4,8 - 9,6 | | 0,8 |
| N10 | 500 | 12,5 | 9,6 - 18,75 | | 2,5 |
| N11 | 1000 | 25,0 | 18,75 - 37,5 | | |
| N12 | 2000 | 50,0 | 37,5 - 75,0 | | 8 |

Tabel 2.1 merupakan nilai interval kekasaran permukaan proses pemotongan dari beberapa permesinan. Interval nilai kekasaran ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam memproduksi suatu barang. Selain itu dapat menjelaskan kemampuan proses permesinan dalam menghasilkan nilai kekasaran pada benda hasil proses mesin, dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 3 Kemampuan Proses Mesin Untuk Kekasaran Permukaan

| Proses Pengerjaan | Selang (N) | Harga Ra |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Flat an cylindrical lapping, | N1 – N4 | 0,025 - 0,2 |
| Superfinishing Diamond turning | N1 – N6 | 0,025 - 0,8 |
| Flat cylindrical grinding | N1 – N8 | 0,025 - 3,2 |
| Finishing | N4 – N8 | 0,1 - 3,2 |

| | | |
|--|----------|-------------|
| Face and cylindrical turning, milling, and reaming Drilling | N5 – N12 | 0,4 - 50,0 |
| Shapping, planing, horizontal milling sandcasting and forging | N7 – N10 | 0,8 - 50,0 |
| Extruding, cold rolling, drawing, | N6 – N8 | 12,5 - 25,0 |
| Die casting | N6 – N7 | 0,8 - 3,2 |
| | | 0,8 - 1,6 |

Dari bermacam-macam parameter permukaan yang dibahas diatas parameter Ra relatif lebih banyak digunakan untuk mengidentifikasi permukaan. Parameter Ra dalam hal ini cocok apabila digunakan untuk memeriksa kualitas permukaan komponen mesin yang dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan menggunakan suatu proses permesinan tertentu. Dibandingkan dengan parameter yang lain, harga Ra lebih sensitif terhadap perubahan/penyimpangan yang terjadi pada proses permesinan. Dengan demikian, jika permukaan produk dimonitor dengan mengukur Ra, tindakan pencegahan dapat cepat dilakukan jika ada tanda-tanda bahwa adanya kenaikan harga kekasarannya (misalnya dengan mengasah atau mengganti perkakas potong/batu gerindanya).

Tingkat kehalusan suatu permukaan memang mempunyai peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin, khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Hubungan antara pemakanan dengan kekasaran permukaan terdapat pada persamaan berikut (Groover, 2013, p.637) :

$$Ra = \frac{Vf}{32Nr \cdot n^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan :

Ra = Kekasaran permukaan rata-rata (µm)

Vf = Feed rate (mm/min)

n = Spindle speed (rev/min)

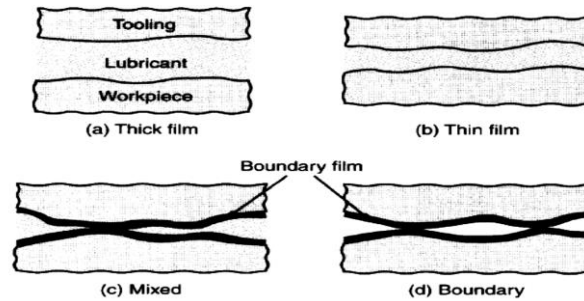
NR = *Nose radius* (mm)

2.7 Pengaruh Cutting Fluid dengan Surface Roughness

Media pendingin atau yang sering disebut dengan *cutting fluid* dalam proses pemesinan merupakan alat bantu untuk mengurangi panas terhadap gaya gesek yang ditimbulkan pada proses penyanyatan. Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Yaitu selain untuk memperpanjang umur pahat cairan pendingin dalam beberapa kasus juga mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil dari pemesinan. Selain itu cairan pendingin juga mampu digunakan sebagai pembersih atau pembawa *chip* (Rochim, 1993, p.441).

Dalam mekanisme pembentukan geram, telah disinggung bahwa pada beberapa jenis dari cairan pendingin mampu untuk menurunkan Rasio Pemampatan tebal geram (λ_h) yang mengakibatkan penurunan gaya potong. Pada bidang geram di daerah kontak antara geram dan bidang geram pahat akan terjadi gesekan sehingga dengan adanya cairan pendingin (*cutting fluids*) dengan gaya lumas tertentu akan mampu menurunkan gaya potong yang terjadi. Tergantung pada mekanisme yang dominan dalam proses keausan pahat maka kecepatan potong rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas yang tinggi sementara pada pemotongan di kecepatan yang tinggi diperlukan cairan dengan daya pendinginan yang besar (*high heat absorptivity*). Pada beberapa kasus penambahan unsur tertentu dalam *cutting fluid* mampu menurunkan gaya potong (F_c) yang terjadi sehingga ada spekulasi mengenai terjadinya mekanisme kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*shear plane*) sewaktu geram terbentuk. Beberapa peneliti menganggap bahwa sulfur (S) dan tetraklorida (CCl_4) pada daerah kontak di daerah pemotongan dengan

temperatur dan tekanan yang tinggi akan bereaksi dengan benda kerja dan membentuk senyawa sehingga mempermudah proses penggeseran metal menjadi geram (Rochim, 1993, p.441).



Gambar 2. 8 Skema Pelapisan cutting fluid

(Taufik – Higher Education Development Support Project, Jakarta 1993)