

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi setiap saat akan berkembang seiring dengan kemajuan zaman. Hampir semua pekerjaan manusia dapat dikerjakan dengan cepat dan mudah. Hal ini dikarenakan adanya mesin-mesin yang sengaja diciptakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Ketika tuntutan jumlah pemotongan pada material konstruksi yang sangat banyak dan harus diselesaikan dalam waktu yang cepat, maka muncul ide bagaimana agar proses pemotongan dapat dilakukan dalam waktu yang singkat selain mempermudah pekerjaan manusia, penggunaan mesin sangat membantu dalam meningkatkan produktifitas dengan waktu yang relatif lebih cepat. (Budianto,2014)

Industri pemesinan, berkaitan dengan kualitas suatu produk dan sangat diutamakan oleh perusahaan karena untuk menjaga ke stabilisan perusahaan dan persaingan di dunia industri. Didorong juga dengan bertambahnya kebutuhan pasar saat ini yang mengedepankan sebuah ketelitian dan kualitas produk yang baik. Proses pemesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan atau material dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemesinan yang biasa di lakukan di industri manufaktur adalah proses *frais (milling)*, gergaji (*sawing*), pembubutan (*turning*), gerinda rata (*surface grinding*),

gerinda silindris (*cylindrical grinding*), pengeboran (*drilling*), dan penyekrapan (*shaping*). (Rochim,2013).

Ilmu pengetahuan dan teknologi manufaktur telah berkembang dengan pesat. Sejalan dengan ini maka suatu hasil produksi manufaktur harus di imbangi dengan peningkatan kualitas produk, tidak terkecuali pada proses pemesinan yang menggunakan mesin perkakas seperti mesin *milling*, mesin frais, mesin gerinda, dan mesin bubut. Proses pemesinan yang membuat sebagian komponen mesin bisa didominasi dengan menggunakan material baja karbon vcn. Material baja karbon vcn ini setelah dikerjakan dengan mesin yang berbeda akan menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda-beda (Saputra, 2018).

Manufaktur adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk yang meliputi perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat (Supriyanto, 2013). Manufaktur melibatkan pembuatan produk dari proses pemesinan yaitu proses pembuatan yang menggunakan mesin-mesin perkakas potong untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dengan membuang sebagian material, sedangkan perkakas potongnya dibuat dari bahan yang lebih keras dari pada material yang di potong (Agung Krisntanto, 2010).

Frais (*milling*) adalah suatu proses pengurangan material untuk membentuk komponen atau produk dengan cara pahat (*cutter*) berputar dan tiap giginya melakukan pemakan serta meja bergerak kekiri dan kekanan sehingga material bergerak mengikuti gerakan meja kerja, akibatnya terjadilah penyayatan atau pemotongan oleh mata pahat HSS (*High Speed Steel*) dalam proses ini terdapat

pengaruh hasil nilai kekasaran permukaan akibat penyayatan (Yanuar, Syarief and Kusairi, 2014). Dalam melakukan proses pemesinan *milling*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat sebuah komponen atau produk harus sesuai mungkin agar tercapai kapasitas produksi yang terbaik, akan tetapi dalam prosesnya juga harus memperhatikan faktor kualitas yaitu tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan. Salah satu cara untuk melihat kualitas barang produksi yang dianggap baik biasanya ditandai dengan kualitas permukaan komponen yang baik. Untuk mendapatkan hasil permukaan yang berkualitas dan sesuai dengan permintaan perancangan bukanlah hal yang mudah, karena banyak faktor yang harus diperhatikan dalam proses pengerjaannya (Saputra, 2018).

Analisis putaran *end mill* meliputi beberapa elemen yang harus diperhatikan, yaitu: kekasaran permukaan benda kerja, waktu pemesinan, material removal rate, dan lain sebagainya. Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor, diantaranya yaitu : geometri, *cutting fluid*, dimensi pahat, dan cacat pada material benda kerja. Kualitas suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja (Prayitno, 2015).

Waktu pemesinan Waktu untuk menghasilkan produk atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (memotong bagian tertentu produk) dengan cara yang tertentu (menggunakan suatu jenis pahat) adalah merupakan variabel yang penting dalam rangka penentuan kondisi pemesinan optimum. Untuk jumlah produk yang cukup besar maka secara kasar dapat

ditentukan waktu pemesinan rata-rata untuk mengerjakan satu produk, yaitu dengan cara membagi seluruh waktu yang digunakan dengan jumlah produk yang dihasilkan (Manurung 2016)

Material removal rate tingkat penghilangan material (MRR) adalah jumlah material yang dihilangkan per unit waktu, yang secara langsung mengarah pada produktivitas proses. Dalam operasi pengasaran dan produksi batch besar, hal ini perlu dimaksimalkan. Namun, dalam operasi finishing, ini merupakan faktor yang harus ditahan, membawa kekasaran dan presisi ke depan. Untuk kekasaran rendah, biasanya diterapkan kecepatan potong rendah dan pemakanan per gigi, karena MRR biasanya sangat rendah untuk finishing.

Kualitas produk, memiliki makna bahwa juga ditentukan oleh proses pemesinan tersebut. Kualitas produk dipengaruhi beberapa faktor penentu, salah satunya yaitu cairan pendingin (*coolant*). Dalam beberapa kasus, cairan pendingin juga dapat berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gaya potong dan memperhalus permukaan. Salah satu cairan pendingin yang sering digunakan yaitu cairan emulsi, campuran dari air dan minyak (Adegbuyi, 2011).

Latar belakang di atas mengantarkan penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul “ANALISA MENGENAL PUTARAN (END MILL) BERBAHAN HSS TERHADAP KEKESARAN BENDA KERJA BAJA KARBON VCN 4340”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Kekasaran permukaan benda kerja
2. Waktu permesinan
3. Material removal rate

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Mesin frais yang digunakan merupakan mesin frais Emcu TU-3A
2. Endmill yang digunakan berbahan HSS merk nichii
3. Baja yang digunakan baja carbonVCN 4340

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kekasaran permukaan pada benda kerja
2. Untuk mengetahui waktu permesinan
3. Untuk mengetahui material removal rate

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mungkin bisa dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai bahan mengetahui putaran “*END MILL*” berbahan HSS (*High Speed Steel*) terhadap kekasaran benda kerja, kekasaran permukaan benda kerja, waktu pemesinan, material removal rate dan lain-lain.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam pemahaman pada proses pengerjaan material baja karbon VCN4340 dengan menggunakan mesin frais Emcu TU-3A

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pemesinan

Proses pemesinan merupakan proses lanjutan pada pembentukan benda kerja atau mungkin juga ialah proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati pada bentuk benda yang sebenarnya. Baja atau besi tempa sebagai bahan produk yang akan dibuat melalui proses pemesinan biasanya mempunyai bentuk profil berupa bentuk serta ukuran yang sudah distandarkan misalnya, bentuk bundar “O”, segi empat, segi enam “L”, “I” “H” dan lain-lain.

Proses pemesinan menggunakan memakai prinsip pemotongan logam dibagi pada 3 grup dasar, yaitu : proses pemotongan menggunakan mesin pres, proses pemotongan konvensional menggunakan mesin perkakas, serta proses pemotongan non konvensional . Proses pemotongan dengan memakai mesin pres mencakup pengguntingan (shearing), pengepresan (pressing) dan penarikan (drawing, elongating). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (turning), proses frais (milling), sekrap (shaping). Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses pemesinan, yg dilakukan menggunakan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi serpihan (chips) sehingga terbentuk benda kerja. Dari semua prinsip pemotongan di

atas di buku ini akan dibahas tentang proses pemesinan menggunakan memakai mesin perkakas. Proses pemesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% asal semua proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan menggunakan proses pemesinan (Kencanawati, 2017).

2.1.1. Jenis – jenis Proses Pemesinan

Adapun jenis-jenis proses pemesinan yang banyak dilakukan adalah :

a. Proses Bubut (Turning)

Proses Bubut (Turning) merupakan proses produksi yang melibatkan bermacam-macam mesin yang pada prinsipnya adalah pengurangan diameter dari benda kerja. proses-proses pengerjaan pada mesin bubut secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu : proses pemotongan kasar dan pemotongan halus. jenis mesin ini bermacam-macam dan merupakan mesin perkakas yang paling banyak digunakan di dunia serta paling banyak menghasilkan berbagai komponen-komponen sesuai peralatan. Pada mesin ini, gerakan potong dilakukan oleh kerja benda kerja dimana benda ini dijepit dan diputar oleh spindel sedangkan gerak makan dilakukan oleh pahat dengan gerak lurus. Pahat hanya bergerak pada sumbu XY.

b. Mesin *Milling* (*Milling Machine*)

Pada proses Milling prinsip dasar yang digunakan adalah terlepasnya logam (geram) oleh gerakan pahat yang berputar. Mesin ini dapat melakukan pekerjaan seperti memotong, membuat roda gigi, menghaluskan permukaan, dan lain-lain.

Prinsip kerja dari proses milling adalah pemotongan benda kerja dengan menggunakan pahat bermata majemuk yang dapat menghasilkan sejumlah geram. Benda kerja diletakan di meja kerja kemudian, dipasang pahat potong dan di satel kedalaman potongnya. Setelah itu bendakerja, didekatkan ke pahat potong dengan pompa berulir untuk melukan gerak memakan sampai dihasilkan benda kerja diinginkan.

c. Mesin Gerinda (*Grinding Machine*)

Prinsip kerja dari mesin menggerinda adalah mengosok, menghaluskan, dengan gesekan atau mengasah, biasanya proses grinding digunakan finishing pada proses pengecoran. Mesin gerinda dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

- a. *Face Grinding* jenis serut (*reciprocating table*), biasanya digunakan untuk Design sindle vertikal, untuk roda gigi,dan untuk pengerjaan permukaan datar.
- b. *Face Grinding* jenis meja kerja putar (*rotating table*) yang digunakan untuk pengerjaan luar seperti memperbaiki cetakan dan permukaan panjang.
- c. Gerinda silindris (*cylindrical Grinding*) gerinda ini digunakan untuk menggerinda permukaan silindris, meskipun demikian pekerjaan tirus yang sederhana dapat juga dikerjakan. Gerakan silindris dapat dikelompokkan menurut metode penyangga meja kerja , yaitu gerinda dengan pusat dengan gerinda tanpa pusat.

d. Gergaji(*Bandsaw*)

Mesin gergaji adalah suatu mesinyang sangat sederhana dan banyak digunakan untuk memotong logam atau non logam.

2.2 Milling

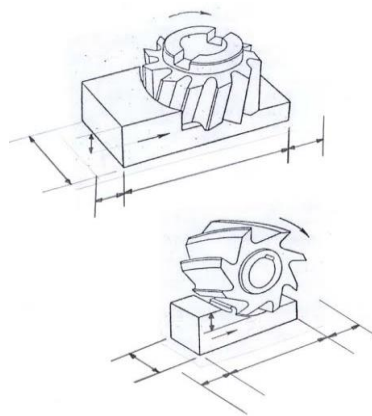
Milling ialah mesin perkakas yang menghasilkan bidang datar dimana pisau berputar dan benda atau meja kerja bergerak melakukan langkah pemakanan. Sedangkan proses milling adalah suatu proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar karena pergerakan dari meja mesin, dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara mata pahat (cutter) yang berputar pada poros dengan benda kerja yang tercekam atau dijepit pada meja mesin.

2.2.1. Parameter Proses *milling*

Parameter pemotongan diperlukan agar proses produksi dapat sesuai dengan prosedur perencanaan. Parameter-parameter pemotongan yang penting untuk diperhatikan dalam proses milling yaitu: kecepatan potong, putaran spindle, kedalaman pemakanan, gerak makan per gigi, dan waktu pemesinan. Penentuan rasio kecepatan antara gerak benda kerja dan putaran pisau sangat penting diperhatikan untuk mendapat nilai kekasaran yang baik. Jika langkah pemakanan benda kerja terlalu pelan maka waktu akan terbuang dengan banyak dan pisau millingpun akan cepat mengalami tumpul dan menurunkan umur mata pahat. Jika

pemakanan benda kerja terlalu cepat pisau milling bisa cepat rusak, dan memerlukan waktu lebih banyak untuk menggantinya (Rahdiyanta and Dwi, 2010).

Parameter-parameter tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skematis proses frais *vertical* dan frais *horizontal*

1. Kecepatan potong / *cutting speed*

Yang dimaksud dengan Kecepatan potong (C_s) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau feet/menit). Pada gerak putar seperti pada mesin frais Kecepatan potongnya (C_s) adalah Keliling lingkaran benda kerja (π) dikalikan dengan putaran (n). Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antarlain:

- a. Material benda kerja yang akan di *Milling*
- b. Material pisau atau mata pahat

- c. Diameter mata pahat
- d. Kedalaman potong yang ditentukan
- e. Rigiditas benda kerja dan mesin.

Untuk benda kerja berbeda kekasarannya, strukturnya dan kemampuan pemesinannya diperlukan cutting speed yang berbeda.

Tabel 2.1 *Cutting Speed* untuk proses *Milling* (Rahdiyanta, and Dwi 2010)

Material	High-speed Steel Cutter		Carbide cutter	
	Ft/min	m/min	Ft/min	m/min
<i>Machine steel</i>	70-100	21-30	150-250	45-75
<i>Tool steel</i>	60-70	1820	125-200	40-80
<i>Cast iron</i>	50-80	15-25	125-200	40-80
<i>Bronze</i>	65-120	20-35	200-400	80-120
<i>Alumunium</i>	500-1000	150-300	1000-2000	150-300

Cutting speed dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan:

$$Cs = \frac{(\pi \cdot d \cdot n)}{1000} (m/min)$$

2. Kecepatan putaran mesin (*Revolution permenit / Rpm*)

Yang dimaksud kecepatan Putaran Mesin adalah kemampuan kecepatan putaran mesin untuk melakukan pemotongan/ penyayatan dalam satu menit. Dalam hal ini mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses

penyayatan adalah putaran mesin/benda kerja. Dengan demikian rumus untuk menghitung putaran adalah:

$$n = \frac{1000.d}{\pi.d} (m/min)$$

Terdapat 3 faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan putaran mesin frais antara lain:

- a. Material yang akan di *milling*
 - b. Bahan pisau *milling*
 - c. Diameter pisau *milling*
3. Kecepatan Pemakanan (*Feed / F*) mm/menit

Kecepatan Pemakanan pada proses pengefraisan, ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya Kekerasan bahan, Kedalaman penyayatan, Sudut-sudut sayat alat potong, Bahan alat potong, Ketajaman alat potong, dan Kesiapan mesin yang digunakan. Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus (waktu pengefraisan lebih cepat), dan pada proses penyelesaiannya/ finishing digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pengefraisan lebih cepat). Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin frais ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pisau frais (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (n) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah:

$$F = f \cdot n(\text{mm/menit})$$

Feed dapat dinyatakan sebagai rasio gerak benda kerja terhadap gerak putar pisau frais. Dalam menentukan feed, faktor yang harus diperhatikan adalah:

- a. Kedalaman pemakanan
- b. Tipe pisau *milling*
- c. Tipe pisau *milling*
- d. Material benda kerja
- e. Kekuatan dan keseragaman benda kerja
- f. Tipe permukaan finishing yang diharapkan
- g. *Power* dan rigiditas mesin

Table 2.2 *Feed* untuk proses *milling*

TABLE FEEDS FOR MILLING

APPROXIMATE MAXIMUM FEED PER TOOTH VARIOUS CUTTERS										
WORK MATERIAL AND APPROXIMATE MAXIMUM BRINELL HARDNESS										
<i>Type of cutter</i>	<i>Aluminium</i>	<i>Brass</i>	<i>Bronze</i>	<i>Steel Mild</i>	<i>Steel Med</i>	<i>Steel Tough</i>	<i>Steel Alloy</i>	<i>Cast Iron</i>	<i>Cast Iron</i>	<i>Cast Iron</i>
		110	130	150	180	200	250	150	200	250
<i>Face</i>	0,55	0,45	0,45	0,28	0,23	0,20	0,18	0,45	0,38	0,33
<i>Slab</i>	0,43	0,35	0,35	0,23	0,18	0,15	0,13	0,35	0,30	0,25
<i>Slot S & F</i>	0,33	0,28	0,28	0,18	0,15	0,13	0,10	0,28	0,23	0,20
<i>End</i>	0,28	0,28	0,23	0,13	0,13	0,10	0,10	0,23	0,20	0,15
<i>Form</i>	0,15	0,13	0,13	0,10	0,07	0,07	0,05	0,13	0,13	0,10
<i>Saw</i>	0,15	0,10	0,10	0,07	0,07	0,05	0,05	0,10	0,10	0,07

(*Education Department Of Victoria, 1981, Halaman 288*)

4. Kedalaman pemotongan

Pemotongan dalam proses Milling meliputi pemotongan kasar (roughing) dan pemotongan halus (finishing). Pada pemotongan kasar dalam pemotongan dapat ditentukan pada kedalaman maksimal (lebih dalam). Pada pemotongan yang berat dapat digunakan pisau dengan gigi helix dan jumlah gigi yang lebih sedikit. pemotongan dengan jumlah gigi potong lebih sedikit akan menghasilkan pemotongan yang lebih kuat dan lebih mempunyai kelonggaran yang lebih besar dari pada banyak gigi.

5. Gerak makan per gigi, F_z

$$f_z = \frac{vf}{(z \times n)} \text{ (mm/gigi)}$$

6. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{vf} = (mm)$$

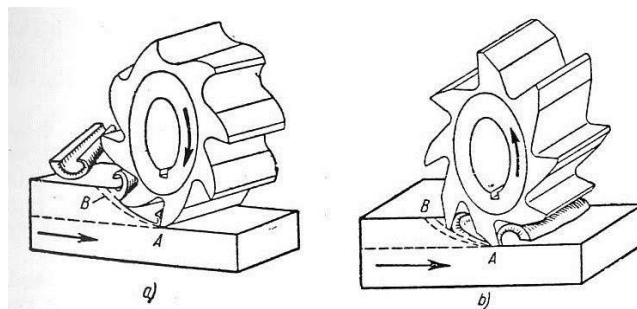
7. Kecepatan penghasilan geram

Proses frais bisa dilakukan dengan banyak cara menurut jenis pahat yang digunakan dan bentuk benda kerjanya. Selain itu jenis mesin frais yang bervariasi 12 menyebabkan analisa proses frais menjadi rumit. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bukan hanya kecepatan potong dan gerak makan saja, tetapi juga cara pencekaman, gaya potong, kehausan produk, getaran mesin dan getaran benda kerja. Maka rumus untuk kecepatan penghasilan geram adalah:

$$Z = \frac{vf \cdot a \cdot w}{1000} \text{ (cm}^3 \text{ / min)}$$

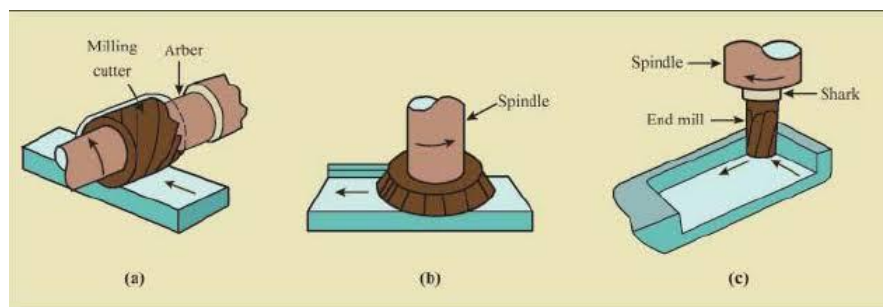
2.2.2 Mekanisme proses *milling*

Metode proses milling ditentukan berdasarkan arah relatif gerak makan meja milling terhadap putaran alat potong. Metode proses frai ada 2 yaitu milling naik dan milling turun seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 (a) *up milling* dan (b) *down milling*

Proses milling dapat di klafikasikan menjadi 3 jenis. Klafikasi ini berdasarkan jenis alat potong arah peyatan,dan posisi relatif alat potong terhadap benda kerja.



Gambar 2.3 tiga klafikasi proses *milling* (a) *milling*, (b) *face milling*, (c) *end milling*.

a. *Milling periperal (peripheral milling)*

Proses *Milling* ini di sebut juga slab milling . permukaan yang dimilling dihasilkan oleh gigi alat potong yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbu dari putaran alat potong biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat.

b. *Milling* muka (*facemilling*)

Pada *milling* muka, alat potong dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses milling dihasilkan dari penyayatan oleh ujung dan selubung alat potong.

c. *Milling* jari (*end milling*)

Alat potong pada proses milling ujung biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Alat potong dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada alat potong terletak selubung alat potong dan ujung badan alat potong.

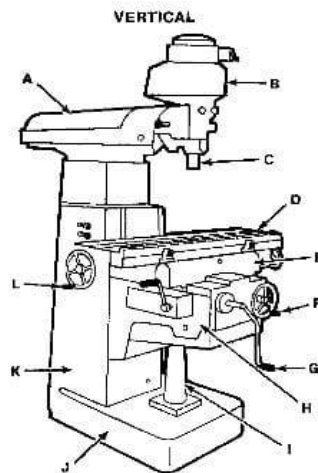
2.2.3 Jenis-jenis mesin *milling*

Terdapat beberapa jenis mesin milling. Berdasarkan spindelnya mesin milling dibedakan atas:

1. Mesin *Milling vertical*

Merupakan mesin milling dengan poros utama sebagai pemutar dengan pemegang alat potong dengan posisi tegak. Mesin ini adalah terutama sebuah mesin perkakas yang di kontruksi untuk pekerjaan yang sangat teliti. Penampilan mirip dengan milling jenis datar perbedaan adalah bahwa meja kerjanya

dilengkapi gerak empat yang kemungkinan meja untuk berputar horizontal .
seperti gambar mesin dibawah ini mesin miling vertical.



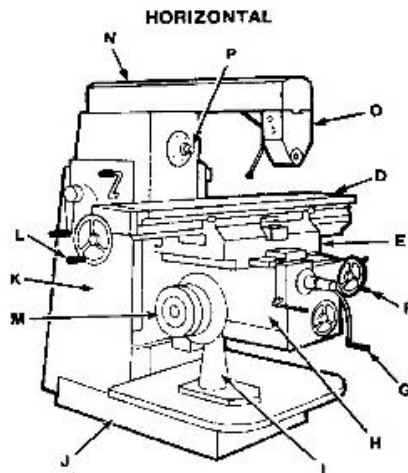
Gambar 2.4 Mesin *Milling vertical* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor,2018)

Keterangan :

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| A. Ram | G. Vertical Feed Crank |
| B. Vertikal Head | H. Knee |
| C. Quill | I. Vertical Positioning Screw |
| D. Table | J. Base |
| E. Saddle | K. Column |
| F. Crossfeed Handle | L. Table Heandwhell |

2. Mesin *Miling Horizontal*

Merupakan mesin *milling* yang ptong utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar seperti gambar dibawah ini mesin *milling horizontal*.



Gambar 2.5 Mesin *Milling Horizontal* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor, 2018)

Keterangan :

M. Table Transmison

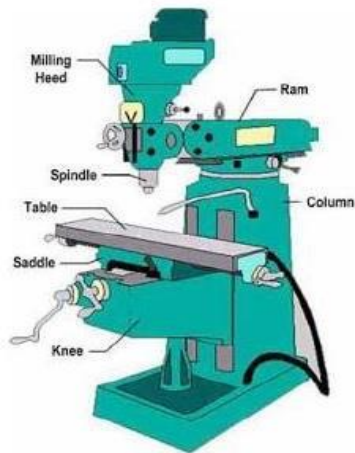
N. Ram Type Overarm

O. Arbor Supprot

P. Spiindel

3. Mesin *Milling Universal*

Mesin *milling universal* ini adalah mesin produksi dari kontruksi yang kasar. Bangkunya ini adalah benda cor yang kaku dan berat serta menyangga sebuah meja yang hanya memiliki gerakan longtidunal. Penyatan *vertical* di berikan dalam kepal *sspindel* dan suatu penyetelan lintang di buat dalam pena atau ram *spindel* seperti gambar



Gambar 2.6 Mesin *Milling Universal* (Ahmad Dani Iskandar Tumanggor,2018)

Keterangan :

- | | | |
|-----------------|-----------|---------|
| A. Ram | D. Column | G. knee |
| B. Milling Head | E. Table | |
| C. Spindel | F. Saddle | |

4 Mesin *Milling* tangan(*Handmilling machine*)

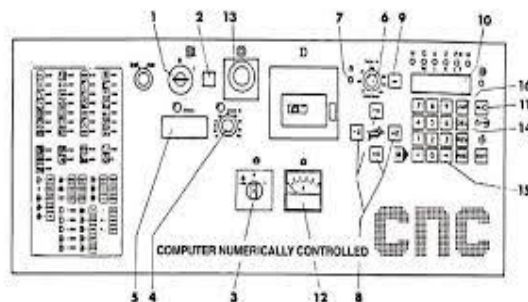
Jenis mesin milling ini paling sederhana dari semua jenis mesin *milling*. Jenis mesin *milling* ini dapat diletakan di meja manapun dan hanya dikendalikan oleh tangan. Mesin dapat di pasang pada posisi horizontal dan digerakkan oleh daya. Jenis mesin penggilingan ini berukuran kecil dan cocok untuk peomotongan ringan dan sederhana.



Gambar 2.7 Mesin Milling tangan (*Hand milling machin*)

5 Mesin Milling CNC (*Computer Numerical Control*)

Jenis mesin *milling* lainnya adalah CNC. Ini adalah tipe mesin penggilingan paling sebagian yang dikendalikan oleh komputer. Ini merupakan versi yang lebih baik dari mesin *milling* lainnya. Mesin ini memiliki poros yang dapat bergerak di ketiga arah dan meja dapat berputa 360 derajat. Semua gerakan ini dikendalikan secara hidrolik yang diperintahkan oleh komputer.



Gambar 2.8 Mesin Milling CNC (*Computer Numerical Control*)

Keterangan :

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Kunci kontak | 8. Pengendali Eretan |
| 2. Lampu Penanda | 9. Tombol Kecepatan penuh Eretan |
| 3. Pengatur Mode | 10. Tombol Pengimputan |
| 4. Pengatur Putaran | 11. Tombol H/C |
| 5. Display Putaran | 12. Ampera Meter |
| 6. Pengatur Kecepatan Asutan | 13. Tombol Emergency |
| 7. Tombol Kecepatan penuh Eretan | 14. Tombol Input nilai |

2.3 Cairan pendingin

Cairan pendingin merupakan cairan khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin mampu menurunkan gaya pemotongan dan memperhalus permukaan benda kerja atau produk hasil dari proses *milling*. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses *milling*) serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi.

Secara umum dapat dinyatakan bahwa peran utama dari cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Pada mekanisme pembentukan beram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan rasio penempatan tebal beram yang mengakibatkan penurunan gaya pemotongan. Pada daerah kontak antar beram dan bidang mata pahat yang terjadi penyayatan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu mampu 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 biasa menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*shear plane*) sewaktu beram terbentuk (Rugayyah, 2020).

2.4 Kekasaran Permukaan

Definisi Kekasaran permukaan merupakan penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata Profil dalam ISO 1302-1978 definisi ini digunakan untuk menetapkan harga rata-rata kekasaran permukaan.

1. Setiap permukaan yang telah mengalami proses permesinan *milling* akan mengalami kekasaran permukaan tertentu, misalnya mengkilap, halus ataupun kasar. proses permesinan ini akan menentukan kekasaran permukaan pada level tertentu.
2. Untuk bagian perencanaan kerja, bagian perhitungan biaya, maupun operator, harus mengetahui tingkat kekasaran permukaan, yang harus dicapai pada benda kerja Konfigurasi Kekasaran Permukaan.

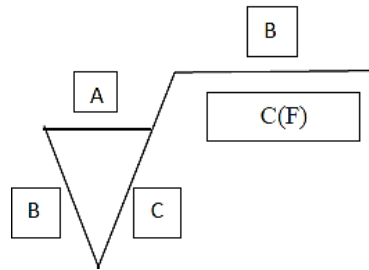
Menurut ISO 1302 – 1978 yang dimaksud dengan kekasaran permukaan ialah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan tingkat dari rata-rata kekasaran permukaan.

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses permesinan, baik itu proses pembubutan, penyekrapan, pengefraisan, akan mengalami kekasaran permukaan dimana untuk besarnya di nyatakan dalam huruf N, dari N 1 yang paling halus sampai N 12 yang paling kasar dengan arah bekas pengerjaan yang tertentu dengan simbol tertentu pula, dari hal tersebut diatas dapat ditentukan nilai kekasaran permukaan pada tingkat tertentu, apakah benda kerja tersebut mengkilap, halus, maupun kasar (Dheo Edy Pratama, 2019).

Tabel 2.3 Toleransi Nilai Kekasaran (Saputro, 2014)

No.	Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi +50% N	Panjang sampel (mm)
1.	N1	1	0.00	0.02-0.04	0.08
2.	N2	2	0.05	0.04-0.08	
3.	N3	4	0.0	0.08-0.15	0.25
4.	N4	8	0.2	0.15-0.3	
5.	N5	16	0.4	0.3-0.6	
6.	N6	32	0.8	0.6-1.2	
7.	N7	63	1.6	1.2-2.4	
8.	N8	125	3.2	2.4-4.8	0.8
9.	N9	250	6.3	4.8-9.6	
10.	N10	500	12.5	9.6-18.75	2.5
11.	N11	1000	25.0	18.75-37.5	
12.	N12	2000	50.0	37.5-75.0	8

Untuk bagian perencanaan kerja, bagian perhitungan biaya, maupun operator, harus mengetahui tingkat kekasaran permukaan, yang harus dicapai pada benda kerja, hal ini dimaksudkan untuk menentukan nilai jual dari benda kerja (produk) yang akan di jual di pasaran, sehingga bisa di hasilkan nilai tambah bagi perusahaan yang membuat seperti pada gambar dibawah ini lambang kekasaran permukaan dibawah ini.



Gambar 2.9 lambang kekasaran permukaan

Keterangan:

- A. nilai kekasaran permukaan (R_a)
- B. Cara pengerjaan produksi
- C. Panjang sample
- D. Arah pengerjaan
- E. Kelebihan ukuran yang dikehendaki
- F. Nilai kekasaran lain jika diperlukan.

Angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (R_a). berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya Tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Tingkat Kekasaran Rata-rata Permukaan(Saputro,2014)

ProsesPengerjaan	Selang(N)	Harga(Ra)
<i>Flatandcylindrical lapping</i>	N1-N4	0.025-0.2
<i>SuperfinishingDiamondturning</i>	N1-N6	0.025-0.8
<i>Flatcylindrical grinding</i>	N1-N8	0.025-3.2
<i>Finishing</i>	N4-N8	0.1-3.2
<i>Faceandcyndricalturning,millingand reaming</i>	N5-N12	0.4-50.0
<i>Drilling</i>	N7-N10	1.6-12.5
<i>Shapping,Planning,Horizontalmilling</i>	N6-N12	0.8-50.0
<i>Sandcastingandforging</i>	N10-N11	12.5-25.0
<i>Extruding,coldrolling,drawing</i>	N6-N8	0.8-3.2
<i>Diecasting</i>	N6-N7	0.8-1.6

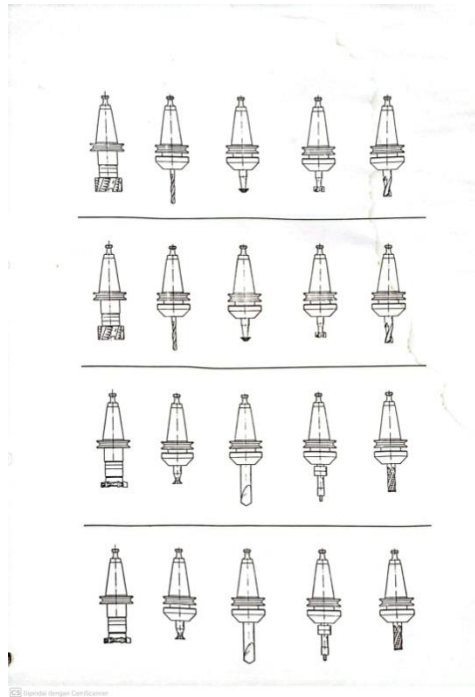
Nilai kekasaran permukaan suatu benda kerja hasil dari proses pemesinan tergantung dari proses pengerjaannya. Proses pemesinan *milling* memiliki tingkat kekasaran rata-rata N5-N12 Ra yaitu 0.4-5.0.

Kekasaranpermukaandibedakanmenjadiduajenis,diantaranya:

- 1) *Ideal Surface Roughness* Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal.
- 2) *NaturalSurfaceRoughness* Yaitukekasaranalamiah yangterbentukdalam proses permesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi prosespermesinan diantaranya :
 - a. Keahlianoperator,
 - b. Getaranyangterjadipadamesin,
 - c. Ketidakteraturan *feed mechanisme*,
 - d. Adanyacacatpadamaterial yang digunakan.

2.5 Macam-Macam Pisau Frais dan Kegunaannya

Berdasarkan bentuk pisau frais dapat di bedakan sebagai berikut



Gambar 2.10 Pisau frais TU-3A

Pada mesin Milling TU-3A ini, ada beberapa klasifikasi mata bor sesuai fungsinya. Diantaranya yaitu sebagai berikut.

2.5.1 END MILL

End Mill / End Mills adalah jenis cutting tools atau cutter yang digunakan pada proses permesinan mesin milling. Digunakan untuk membuat bentuk dan lubang pada benda kerja proses *milling*, *profiling*, *konturing*, *slotting*, *counterboring*, *pengeboran*, dan *reaming*.

a. Square End Mill

Square End Mill atau juga sering dikenal dengan flat end mill, memiliki ujung sudut yang runcing membentuk sudut 90 derajat. Digunakan untuk pemotongan general seperti facing, slotting, profiling maupun pembuatan lubang.



Gambar 2.11 Pisau frais Square End Mill

b. Ball Nose End Mill

Ball Nose End Mill memiliki ujung radius penuh. membentuk sudut 90 derajat. Digunakan untuk pemotongan yang memiliki kontur misalnya radius atau miring, slotting, pocketing. End mill jenis ini banyak digunakan untuk finishing permukaan *mold & dies*.



Gambar 2.12 Pisau frais Ball Nose End Mill

c. Corner Radius End Mill

Corner Radius End Mill atau juga sering dikenal dengan Bull Nose end mill, memiliki ujung sudut radius. Biasanya radius yang digunakan spesifik sesuai kebutuhan pengerjaan.



Gambar 2.13 Pisau frais Corner Radius End Mill

d. Roughing End Mill

Roughing End Mill memiliki tampilan bergerigi di sepanjang flutenya. Biasanya digunakan untuk menghilangkan bagian secara cepat di awal proses pengerjaan di mesin dan untuk proses pengerjaan yang berat.



Gambar 2.14 Pisau frais Roughing End Mill

2.5.2 Face Mill

Face mill merupakan bagian dari indexable milling. Face milling sendiri adalah sebuah proses pemotongan permukaan datar yang tegak lurus terhadap

sumbu rotasi pemotong. Dalam hal ini, proses pemotongan dilakukan dengan memotong tepi kedua sisi (bagian ujung dan luar) pinggiran pisau milling.

Proses face milling pada prinsipnya dapat menghasilkan permukaan yang sangat rata. Namun dalam praktiknya, hasil yang didapatkan selalu menunjukkan tanda trochoidal yang terlihat mengikuti gerakan titik-titik pada permukaan ujung pemotongnya. Tanda ini memberikan hasil akhir yang khas dari permukaan benda kerja.

a. Conventional Face Milling

Pada operasi conventional face milling, diameter pemotong milling lebih lebar daripada benda kerja sehingga pemotong milling menggantung di kedua sisi benda kerja

b. Partial Face Milling

Pada operasi partial face milling, pemotong milling menggantung pada benda kerja di salah satu sisi

c. End Milling

Pada operasi end milling, jenis pemotong yang digunakan berdiameter lebih kecil dibandingkan dengan lebar benda kerja. Operasi ini digunakan untuk membuat slot pada benda kerja.

d. Profile Milling

Profile milling dengan ball-end milling atau bull-nose end milling, digunakan untuk menghaluskan atau menyelesaikan face milling vertikal atau miring. Permukaan yang dipilih harus memungkinkan jalur pahat terus menerus yaitu pinggiran sisi luar dari bagian datar dikerjakan.

e. Pocket Milling

Dalam operasi pocket milling, pemotong milling memotong atau menghilangkan material saku (pocket) di tengah benda kerja.

2.6 Baja AISI 4340

Baja paduan rendah atau low alloy steels merupakan jenis baja paduan dengan kandungan unsure pemuat kurang dari 5 %. Masing-masing unsur pemuat memberikan pengaruh yang kuat pada sifat-sifat bahan baja. Baja paduan rendah AISI 4340 merupakan jenis baja yang banyak digunakan sebagai bahan teknik antara lain sebagai bahan komponen mesin. Bahan ini sangat cocok untuk ditingkatkan atau diatur sifat-sifatnya dengan perlakuan panas. Menurut standar, komposisi kimia baja AISI 4340 adalah : 0,36 % C hingga 0,44 % C; 0,55 % Mn hingga 0,80 % Mn; 0,15 % Si hingga 0,30 % Si; 0,60 % Cr hingga 0,90 % Cr; 1,65 % Ni hingga 2,00 % Ni; dan 0,20 % Mo sampai dengan 0,30 % Mo.

Baja liat dan baja agak keras banyak dipilih untuk poros. Baja paduan untuk poros terdiri dari baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom dan baja khrom molibden. Adapun jenis baja paduan yang digunakan adalah baja khrom nikel molibden dengan standar AISI 4340. Baja yang saya gunakan pada

penelitian kali ini terdapat 3 batang yang masing-masing nya berdiameter 48,5 mm dengan panjang 30 mm.

2.7 Kodifikasi Baja

2.7.1 Standar Jerman

1. Baja konstruksi

St.60 >> Kekuatan Tarik baja tidak kurang dari 60 kg/mm^2

2. Baja Karbon

St.C35 >> Baja Karbon dengan kadar baja karbon 0,35 %.

3. Baja paduan rendah (low alloy steel)

15Cr3 >> Baja dengan 0,15 % C dan $\frac{3}{4}$ % Cr.

13CrMo44 >> Baja dengan 0,13 % C, $\frac{4}{4}$ % Cr, $\frac{4}{10}$ % Mo;

10S20 >> Baja dengan 0,20 % C dan 0,20 % S.

4. Baja paduan tinggi (high alloy stell)

x45CrSi9 >> Baja dengan 0,45% C, 9 % Cr dan Sedikit Si.

X12CrNi88 >> Baja dengan 0.12% C, 0,18 % Cr dan 8 % Ni.

2.7.2 Standar jepang (JIS)

Baja konstruksi umum (SS) diikuti dengan angka kekuatannya (kg/mm^2).

Baja Karbon (S) diikuti bilangan yang menunjukkan perseratus persen kadar karbonnya dan huruf C, misalnya S 35C, S 45C dan lain-lain.

Baja paduan (S) diikuti dengan nama unsure paduan atau huruf depan dari nama unsur paduan dan nomor modifikasinya, misal;

5. SMn 1 = Baja Mangan
6. SMnC 3 = Baja mangan Chrom
7. SNC 3 = Baja Nickel Chrom

2.7.3 Standar Amerika (AISI)

Baja paduan spesifikasinya dinyatakan dengan empat atau lima angka, angka yang pertama menunjukkan jenis bajanya,

1. Angka 1 untuk baja karbon
2. Angka 2 untuk baja nickel
3. Angka 3 untuk baja nichel dan baja chromium dan sebagainya.

Misal ; baja nickel (seri 2xxx), baja chrom (seri 5xxx), baja nickel chrom (seri 3xxx), baja mangan (seri 13xx), baja molybden (seri 4xxx).