

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

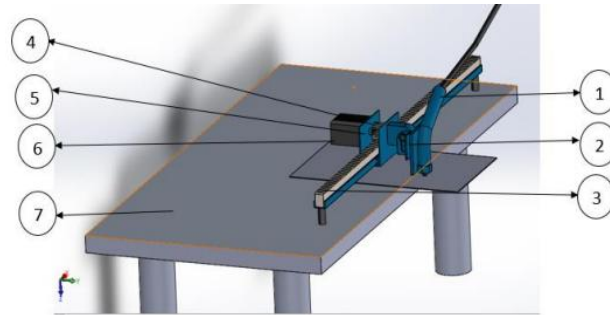
Penelitian terdahulu berisi penjelasan tentang referensi yang dipakai untuk mengerjakan proyek akhir yang akan dibuat. Penelitian yang dilakukan oleh Ferry Budhi Susetyo, Ilhamullah, Calfin Aldo Maidi Frima, Anggi Kusuma (2022) dengan judul “Rancang Bangun Perangkat Pendukung Untuk Proses Pemotongan Dengan Plasma Cutting” dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Metode yang digunakan untuk membuat perangkat pendukung untuk proses pemotongan dengan plasma cutting dengan berupa sistem rel dan batang ulir yang digerakkan oleh motor Listrik untuk membantu Gerakan *plasma cutting* agar lebih stabil dibanding pemotongan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat tersebut mampu menjaga kecepatan Gerak pemotongan sehingga meningkatkan kualitas hasil potongan. proses pemotongan dengan plasma cutting dengan berupa sistem rel dan batang ulir yang digerakkan oleh motor Listrik untuk membantu Gerakan *plasma cutting* agar lebih stabil dibanding pemotongan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat tersebut mampu menjaga kecepatan Gerak pemotongan sehingga meningkatkan kualitas hasil potongan.



Gambar 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berisi penjelasan tentang referensi yang dipakai untuk mengerjakan proyek akhir yang akan dibuat. Penelitian yang dilakukan oleh Febriman Butar Butar (2020) dengan judul “Rancang Bangun Mesin Potong Plat menggunakan *Plasma Cutting*” dari Politeknik Caltex Riau. Metode yang digunakan untuk membuat alat pemotong plat mekanis yang digerakkan secara semi otomatis untuk menggantikan pemotongan secara manual yang digerakkan menggunakan Motor DC sebagai penggerak utama dengan transmisi *pulley* dan *belt* untuk menggerakkan lengan pemotong. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi

waktu pemotongan dan menghasilkan garis potong yang lebih lurus dibandingkan metode manual.



Gambar 2.2 Desain Potong Plat

Tabel 2.1 Kebaruan Penelitian

Peneliti	Fokus Penelitian	Penggerak	Media	Fungsi	Keterbatasan
Ferry Budhi Susetyo (2022)	Semi Otomatis	Motor Listrik	Plat Datar	Potong Lurus	Saklar Sederhana
Febriman B. (2018)	Semi Otomatis	Motor DC Biasa	Plat Datar	Potong Lurus	Saklar Sederhana
Pujono & Pamuji (2020)	Mesin pemotong pipa dengan torch otomatis menggunakan plasma cutting		Pipa 8mm dengan 10mm	Pemotongan pipa dengan plasma cutting	Fokus pada pemotongan pipa

2.2 Kebaruan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa aspek kebaruan yang membedakannya secara signifikan dari penelitian terdahulu oleh Faldini (2018) dan Butar Butar (2018), yaitu:

1. Integrasi *Dual Profil* (Plat dan Pipa)

Penelitian dari Faldini dan Febriman Butar Butar hanya terbatas pada pemotongan plat datar (*flat plate*), alat yang dirancang dalam penelitian ini memiliki kemampuan dual-fungsi. Dengan adanya unit *rotator* yang terintegrasi, mesin ini mampu melakukan fabrikasi pada plat dan pipa dalam satu *base frame*

yang sama.

2. Mekanisme Bevelling Semi Otomatis

Berbeda dengan alat milik Febriman yang hanya berfokus pada pemotongan lurus tegak lurus 90^0 , alat ini memiliki kebaruan pada sistem penjepit *torch* (*torch holder*) yang dilengkapi dengan skala derajat. Mekanisme ini memungkinkan operator mengatur sudut kemiringan (*bevel angle*) secara presisi antara 30^0 hingga 45^0 yang merupakan kebutuhan standar dalam preparasi sambungan las industri.

3. Optimasi Torsi dengan Motor Power Window DC

Faldini menggunakan *motor stepper* yang mahal dan kontrol CNC yang kompleks, penelitian ini mengusulkan kebaruan dalam penggunaan motor *power window* DC sebagai penggerak utama. Penggunaan motor ini memanfaatkan sistem *worm gear internal motor* yang memberikan torsi tinggi dan fitur *self-locking*. Fitur ini menjamin pergerakan tetap stabil dan tidak bergeser meskipun membawa beban *torch* yang berat, tanpa memerlukan sistem rem tambahan.

2.2.2 Work Preparation

Work Preparation adalah perencanaan awal yang dilakukan sebelum praktik untuk menentukan langkah kerja, alat, dan bahan yang ditentukan. Work preparation bertujuan untuk memastikan pekerjaan berjalan dengan efektif, efisien, dan aman. Pengendalian pekerjaan adalah kegiatan untuk mengatur proses pekerjaan agar penyimpangan yang terjadi dapat diminimalkan sehingga hasil pekerjaan sesuai dengan perencanaan. Dalam proses fabrikasi, persiapan kerja memiliki peran penting dalam menentukan cara kerja agar kegiatan produksi berlangsung lebih efisien dan efektif. Dalam pengendalian proyek diperlukan manajemen kegiatan yang sistematis untuk mengatur dan mengendalikan kegiatan konstruksi sehingga dapat meminimalisir dan mengantisipasi adanya penyimpangan yang mungkin terjadi agar hasil pekerjaan proyek dapat sesuai atau lebih baik dari yang telah direncanakan. (Dinda & Manlian Ronald, 2023).

2.2.3 Pengelasan/ Welding Process

Pengelasan adalah teknik fabrikasi untuk menyambungkan dua material atau lebih menggunakan energi panas sehingga menyatu dan membentuk ikatan yang kuat. Menurut (Anjis Ahmad, Helny, & Imam, 2016) pengelasan berdasarkan klasifikasi

cara kerja nya dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas TIG (Tungsten Inert Gas) MIG (Metal Inert Gas) las busur CO₂, las busur tanpa gas dan las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las SMAW (Shielding Metal Arc Welding).

Cara kerja mesin las Shield Metal Arc Welding (SMAW) ketika elektroda didekatkan pada logam akan terjadi busur api listrik yang akan menghasilkan panas, panas inilah yang akan mencairkan ujung elektroda (kawat las) dan benda kerja secara setempat. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair lalu membeku maka terjadilah logam lasan (weldment) dan terak (slag). (Haura Muthia, Iwan Nugraha, & Rizal, 2023)

Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah sebuah proses pengelasan yang sumber panasnya diperoleh dari energi listrik sebagai penyambung dua komponen atau lebih yang berbahan logam, dan lain-lain, dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan benda kerja yang ingin disambung. Pada bagian yang terkena busur listrik tersebut dapat mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik juga mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda kerja yang ingin disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang ingin disambung, kemudian membeku atau mengeras dan tersambunglah kedua benda kerja tersebut.



Gambar 2.3 Mesin Las SMAW

(Sumber: <https://share.google/LGjGGcheKGrmuwysL>)

2.2.4 Proses Grinding/Fitter

Grinding (Penggerindaan) adalah metode pengikisan material atau penghancuran partikel menggunakan gesekan abrasif. Proses ini bertujuan untuk mengurangi

ukuran material atau menghaluskan gesekan abrasif. Proses ini bertujuan untuk mengurangi ukuran material atau menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja agar memiliki tingkat presisi dan akurasi tinggi. Menurut (Saiful , 2017), Proses gerinda merupakan proses finishing dengan kecepatan penghasilan geram yang rendah, sehingga toleransi geometrik dengan rentang yang sempit serta permukaan benda kerja yang sangat halus dapat dicapai. Proses gerinda dapat juga diaplikasikan untuk semua kekerasan material. Proses gerinda menghasilkan panas yang mempengaruhi integritas permukaan benda kerja yang meliputi kekasaran permukaan dan kepadatan retakan.



Gambar 2.4 Proses Gerinda

(Sumber <https://share.google/Uz3YtMK3eYhCU5ZLY>)

Sedangkan menurut (Andy Akbar & Hery Irawan), Proses Penggerindaan merupakan mesin yang digunakan untuk memotong atau mengasah benda kerja untuk penggunaan tertentu disebut mesin gerinda. Prinsip kerja pada mesin ini berdasarkan batu gerinda yang diputar oleh motor AC lalu bergesekan dengan benda kerja untuk memotong, mengikis, dan mengasahnya.

Pemilihan batu gerinda yang tepat pada proses penggerindaan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengerjaan benda kerja. Batu gerinda harus dipilih dengan benar sesuai jenis abrasif dan ukuran batu gerinda yang disesuaikan dengan material benda kerja. Batu gerinda terdiri atas serbuk abrasif dan perekat. Serbuk abrasif yang sering dipakai untuk pembuatan batu gerinda adalah: karbida, karbida silikon, aluminium oksida dan intan. Ukuran butiran (grain size) yang dimiliki oleh serbuk abrasif mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan dan gaya potong.

2.2.5 Proses Pengeboran/Drill

Proses bor atau drilling adalah aktivitas mekanis untuk membuat lubang pada suatu material (kayu, logam, beton) atau menggali ke dalam permukaan bumi. Proses ini

mengandalkan alat potong berputar (mata bor) yang ditekan ke material atau lapisan tanah untuk membentuk lubang silinder. Menurut (Andy Akbar & Hery Irawan), Proses Pengeboran adalah proses pengeboran yang melibatkan penekanan di pahat yang berputar pada suatu benda untuk membuat lubang di dalamnya. Selama proses pengeboran, benda kerja dipotong (dilubangi) dan mata bor serta benda kerja mengalami gesekan. Demikian pula, selama proses pengeboran, benda kerja dibor oleh "alat" atau mata bor. Mata bor atau "alat" mengalami kontak gesekan selama operasi yang mengakibatkan masalah yang ditimbulkan adanya perubahan kekerasan dan struktur mikro.



Gambar 2.5 Proses Drill

(Sumber: <https://share.google/ZlZrTmCQAoGLZmFp0>)

Tabel 2.2 Pemakanan Mata Bor

Diameter Mata Bor (mm)	Pemakanan Dalam Satu Kali Putaran (mm)
-3	0.025 – 0.05
3 – 6	0.050 – 0.1
6 – 12	0.1 – 0.175
12 – 25	0.175 – 0.375
25 - seterusnya	0.375- 0.675

2.2.6 Plasma Cutting

Proses pemotongan material logam dengan kecepatan dan tingkat presisi yang baik adalah dengan menggunakan *plasma cutting*. *Plasma* adalah suatu bentuk fase zat ke 4 setelah fase padat, cair, dan gas. Jika ditambahkan kalor, es akan berubah wujud dari padat ke cair, dan jika diberikan kalor berlebih maka zat cair tersebut berubah menjadi uap. Jika uap tersebut ditambahkan kalor lagi maka akan berubah menjadi wujud plasma. Dalam proses pemotongan plat, gas yang terkandung dalam

udara yang dikompresi (78% nitrogen, 21% oksigen, 1% argon) ditiup dengan kecepatan tinggi keluar dari *nozzle*, pada waktu yang sama busur listrik terbentuk melalui gas dari *nozzle* ke permukaan yang dipotong kemudian mengubah sebagian dari udara menjadi plasma. Plasma memiliki panas yang cukup untuk melelehkan logam yang dipotong dan mampu bergerak dengan cepat untuk mencairkan logam dari bagian yang dipotong. Proses plasma cutting diawali dengan udara yang terionisasi menjadi plasma dengan memanipulasi proses elektrik. Proses manipulasi terjadi saat benda kerja yang memiliki muatan positif (+) mengikat muatan negatif (-) yang dimiliki oleh *torch*, sehingga terjadi ketidakstabilan pada ion, ketidakstabilan pada ion mengakibatkan udara disekitar antara benda kerja dan *torch* berubah menjadi plasma [3]. Bagian-bagian dari mesin plasma *cutting* adalah *inverter*, *ground negative* dan *hand torch*. *Hand torch* berfungsi untuk mengendalikan pemotongan. Sebuah elektroda juga terpasang didalam *hand torch* dibelakang ujung *nozzle* (Brayton, W., Hogan, & John).



Gambar 2.6 Proses Pemotongan plat

2.2.7 Proses Bubut

Proses permesinan bubut merupakan salah satu proses pemesinan yang digunakan untuk menghasilkan bentuk dan ukuran tertentu pada benda kerja melalui proses penyayatan material. Pada proses ini, benda kerja dipasang dan diputar pada spindle mesin bubut, sedangkan pahat potong bergerak secara relatif terhadap benda kerja untuk menghilangkan material. Proses penyayatan tersebut menghasilkan geram sehingga diameter, panjang, maupun bentuk permukaan benda kerja dapat disesuaikan dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 2.7 proses bubut

<https://teknikjaya.co.id/teknik-mesin-bubut/>

Prinsip dasar proses pembubutan adalah adanya gerakan utama berupa putaran benda kerja dan gerakan pemakanan yang dilakukan oleh pahat. Besarnya putaran benda kerja, kecepatan pemakanan, kedalaman pemotongan, serta jenis dan ukuran pahat akan memengaruhi proses penyayatan dan kualitas permukaan yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan parameter pemesinan perlu disesuaikan dengan karakteristik material benda kerja dan jenis operasi pembubutan yang dilakukan.

Prinsip Kerja Mesin Bubut

Mesin bubut bekerja dengan memutar benda kerja pada spindle, sementara pahat potong dipasang pada tool post dan digerakkan menuju benda kerja. Gerakan pahat dapat dilakukan sejajar maupun tegak lurus terhadap sumbu benda kerja sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.

Pada pembubutan diameter luar, pahat bergerak sejajar terhadap sumbu benda kerja sehingga diameter benda kerja menjadi lebih kecil. Sedangkan pada proses facing, pahat bergerak tegak lurus terhadap sumbu benda kerja untuk menghasilkan permukaan ujung yang rata. Dengan kombinasi gerakan tersebut, mesin bubut dapat menghasilkan berbagai bentuk komponen sesuai dengan ukuran dan geometri yang direncanakan.

Bagian bagian Mesin Bubut

Bagian utama mesin bubut terdiri dari beberapa komponen yang memiliki fungsi berbeda, yaitu:

1. Headstock: merupakan bagian mesin yang berisi spindle dan mekanisme penggerak untuk memutar benda kerja.

2. Spindle: berfungsi sebagai poros pemutar benda kerja dan menjadi tempat pemasangan chuck.
3. Chuck: berfungsi untuk mencekam dan menahan benda kerja agar tetap pada posisi yang ditentukan selama proses pembubutan.
4. Tailstock: berfungsi sebagai penyangga benda kerja yang memiliki panjang tertentu dan dapat digunakan untuk memasang mata bor atau alat bantu lainnya.
5. Carriage: berfungsi sebagai pembawa pahat dan memungkinkan pahat bergerak sepanjang benda kerja.
6. Tool Post: berfungsi sebagai tempat pemasangan dan pengaturan posisi pahat potong.
7. Bed: merupakan bagian dasar mesin yang berfungsi sebagai landasan carriage dan tailstock.
8. Lead Screw: digunakan untuk menghasilkan gerakan pemakanan tertentu, terutama pada proses pembuatan ulir.

Jenis Jenis Proses Pembubutan

Beberapa jenis proses pembubutan yang umum dilakukan antara lain:

1. Pembubutan lurus: yaitu proses mengurangi diameter luar benda kerja dengan arah gerak pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja.
2. Facing: yaitu proses meratakan permukaan ujung benda kerja dengan menggerakkan pahat tegak lurus terhadap sumbu benda kerja.
3. Pembubutan Ulir: yaitu proses menghasilkan profil ulir pada permukaan luar atau dalam benda kerja.
4. Pembubutan dalam (boring): yaitu proses memperbesar atau memperhalus diameter lubang yang telah dibuat sebelumnya.
5. Chamfering: yaitu proses membuat bidang miring pada bagian tepi benda kerja untuk menghilangkan sudut tajam atau menghasilkan bentuk tertentu.

Parameter Pembubutan

Parameter pemotongan merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan proses pembubutan. Parameter tersebut meliputi kecepatan potong, putaran spindle, gerak makan, dan kedalaman potong.

Beberapa parameter utama dalam proses bubut meliputi kecepatan potong, putaran spindle, gerak makan, kedalaman pemotongan, dan waktu pemesinan. Kecepatan potong menunjukkan kecepatan relatif antara permukaan benda kerja dengan mata potong dan umumnya dinyatakan dalam meter per menit (m/min). Putaran spindle

dinyatakan dalam rotation per minute (rpm), sedangkan gerak makan menunjukkan perpindahan pahat dalam setiap satu putaran benda kerja dan dinyatakan dalam mm/put.

1. Kecepatan Potong: Kecepatan potong merupakan kecepatan relatif antara permukaan benda kerja dengan pahat pada daerah pemotongan. Kecepatan potong dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$C_s = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

Dimana:

C_s/V_c = kecepatan potong (m/menit)

π = nilai konstanta (3.14)

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/ spindle (rpm)

2. Gerak Makan: Gerak makan atau feed merupakan jarak perpindahan pahat untuk setiap satu putaran benda kerja. Gerak makan dinyatakan dalam mm/rev. Besarnya gerak makan memengaruhi laju penghilangan material dan kualitas permukaan hasil pembubutan.

Kecepatan pemakanan dapat dihitung dengan:

$$F = f \times n$$

Dimana:

F = kecepatan pemakanan (mm/menit)

f = besar pemakanan atau bergesernya pahat per putaran (mm/putaran)

n = putaran spindle (rpm)

3. Kecepatan Putaran Mesin: Kecepatan putaran mesin bubut atau **putaran spindle** adalah jumlah putaran benda kerja dalam satu menit ketika proses pembubutan berlangsung.

Kecepatan putaran spindle dapat dihitung menggunakan persamaan:

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

dimana:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter benda kerja (mm)

$\pi = 3.14$

Pahat Bubut

Pahat bubut merupakan alat potong yang digunakan untuk menghilangkan material dari benda kerja. Pahat harus memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang lebih tinggi dibandingkan material benda kerja agar mampu melakukan pemotongan secara efektif.

Berdasarkan materialnya, pahat bubut dapat dibuat dari beberapa jenis material, seperti high speed steel (HSS), karbida, keramik, CBN, dan PCD. Pemilihan jenis pahat disesuaikan dengan material benda kerja, parameter pemotongan, tingkat ketelitian, dan kualitas permukaan yang diinginkan.

Tabel 2.3 Jenis Pahat Bubut

<http://handlemesin.blogspot.com/2016/10/parameter-pemotongan.html>

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja Lunak	18-21	60-70	30-250	100-800
Besi Tuang	14-17	45-55	45-150	150-500
Perunggu	21-24	70-80	90-200	300-700
Tembaga	45-90	150-300	150-450	500-1500
Kuningan	30-120	100-400	120-300	400-1000
Alumunium	90-150	300-500	90-180	b.-600

T

2.2.8 Proses Milling

Proses milling atau frais merupakan salah satu proses permesinan yang digunakan untuk menghasilkan bentuk, ukuran, dan permukaan tertentu pada benda kerja dengan menggunakan pahat potong yang memiliki satu atau lebih mata potong. Pada proses milling, pahat berputar sebagai gerakan utama, sedangkan benda kerja diberi gerakan pemakanan relatif terhadap pahat. Material benda kerja akan terbuang dalam bentuk geram selama proses penyayatan berlangsung.

Proses milling dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai bentuk permukaan, seperti permukaan datar, alur, sisi tegak, lubang, maupun bentuk profil tertentu. Pemilihan jenis mesin, pahat, dan parameter pemotongan disesuaikan dengan bentuk benda kerja serta hasil yang ingin diperoleh. Proses ini banyak digunakan karena mampu menghasilkan dimensi dan bentuk benda kerja dengan tingkat ketelitian yang baik.

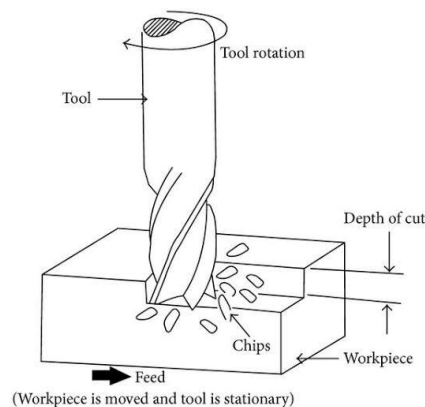


Gambar 2.8 Proses Milling

Prinsip Kerja Mesin Milling

Prinsip kerja mesin milling didasarkan pada gerakan relatif antara pahat dan benda kerja. Pahat dipasang pada spindle dan berputar dengan kecepatan tertentu, sedangkan benda kerja ditempatkan pada meja mesin. Gerakan meja dapat dilakukan pada arah sumbu **X, Y, dan Z**, bergantung pada jenis mesin dan operasi yang dilakukan.

Selama proses pemakanan, mata potong pahat secara bertahap menghilangkan material dari benda kerja. Kedalaman pemotongan dan arah gerakan pemakanan menentukan bentuk permukaan yang dihasilkan. Kestabilan pemasangan benda kerja juga diperlukan agar proses penyayatan dapat berlangsung dengan baik dan menghasilkan permukaan sesuai ukuran yang direncanakan.



Gambar 2.9 Cara kerja Mesin Milling

Sumber: <https://rakhman.net/ilmu-pengetahuan/mesin-frais/>

Jenis Jenis Proses Milling

Berdasarkan arah dan bentuk penyayatannya, proses milling dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. Face milling: yaitu proses penyayatan yang digunakan untuk menghasilkan permukaan datar pada benda kerja.
2. Peripheral Milling: yaitu proses penyayatan menggunakan sisi keliling pahat untuk menghasilkan permukaan atau bentuk tertentu.
3. End Milling: yaitu proses menggunakan end mill untuk menghasilkan alur, sisi, kontur, atau permukaan tertentu.
4. Slot Milling: yaitu proses pembuatan alur pada benda kerja dengan menggunakan pahat yang sesuai dengan lebar alur yang diinginkan.

Parameter Pemotongan Milling

Parameter pemotongan merupakan faktor penting yang menentukan kondisi proses milling dan kualitas hasil pemesinan. Beberapa parameter utama yang digunakan antara lain kecepatan potong, putaran spindle, gerak makan, kecepatan pemakanan, kedalaman pemotongan, dan lebar pemotongan.

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong merupakan kecepatan relatif antara mata potong pahat dengan permukaan benda kerja. Kecepatan potong dinyatakan dalam meter per menit (m/min) dan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$V_c = \frac{\pi \times D n}{1000}$$

Dimana:

V_c = Kecepatan Potong (m/min)

D = Diameter Pahat (mm)

n = Putaran Spindle (rpm)

2. Putaran Spindle

Putaran spindle menunjukkan jumlah putaran pahat dalam satu menit. Nilai putaran spindle dapat ditentukan berdasarkan diameter pahat dan kecepatan potong:

$$n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$$

Dimana:

n = Putaran Spindle (rpm)

V_c = Kecepatan Potong (m/min)

D = Diameter Pahat (mm)

3. Gerak Makan

Gerak makan merupakan jarak perpindahan benda kerja atau pahat dalam setiap satu putaran spindle. Gerak makan dinyatakan dalam mm/rev.

$$f = \frac{V_f}{n}$$

Dimana:

f = gerak makan (mm/rev)

V_f = Kecepatan Pemakanan (mm/min)

n = Putaran Spindle (rpm)