

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Landasan Teori

1.2 2.1.1 Mesin Frais (Milling) VMC 750

CNC Machining Center 750 adalah satu jenis *CNC (mesin machining)* yang dioperasikan pada pabrikasi (*manufacturing*). Sebagai mesin yang berperan machining center yang bekerja produktif mampu mengerjakan *proses drilling, milling, boring, tapping*, dan lain-lain. Mesin machining center terdiri dari dua jenis yakni *vertical machining center* yang arah kerjanya berproses dari atas ke bawah. Sedangkan mesin yang arah kerjanya berproses secara *horizontal*—maju atau mundur bergantung pada desain mesin dan program—dinamai *horizontal machining center*.



Gambar2. 1 Mesin VMC 750

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. Mesin *Milling (Frais) CNC*.

Mesin *Milling (Frais) CNC* adalah alat potong yang dioperasikan oleh mesin yang diprogram dan dikelola oleh sistem *Computer Numerical Control (CNC)* untuk menyingkirkan/memotong material dari benda kerja secara akurat. Hasil akhir dari proses pemesinan adalah part atau produk tertentu yang dibuat menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*. Mesin ini biasanya dilengkapi dengan poros (*spindle*) utama dan tiga sumbu linear untuk memosisikan atau memindahkan bagian yang akan dikerjakan. Versi yang lebih canggih memiliki sumbu rotasi ke-4 atau ke-5 untuk memungkinkan bentuk yang lebih presisi dengan berbagai dimensi dan ukuran untuk dikerjakan. Mesin *Milling (Frais) / Machining Centers (Pusat Pemesinan) CNC* biasanya menggunakan proses pemotongan material yang disebut *Milling (Frais)* atau pemesinan – proses *Milling (Frais)* melibatkan pemosisian sepotong bahan pra-bentuk (juga dikenal sebagai benda kerja) ke perlengkapan yang dipasang ke platform di Mesin *Milling (Frais)*.

Ada mesin penggilingan dengan kontrol mekanis atau manual. secara otomatis dengan pemrograman. mesin penggilingan manual
Penggilingan manual sering disebut sebagai mesin penggilingan konvensional, sedangkan mesin penggilingan adalah Secara otomatis dikendalikan oleh pemrograman yang disebut mesin penggilingan *CNC*. Lily et al (2000:1) menjelaskan “*router CNC (komputer) control numerik* adalah mesin yang dikendalikan komputer. Menggunakan bahasa numerik atau perintah gerakan Gunakan angka dan huruf dalam kode. mesin *CNC* Kurangi intervensi operator selama pengoperasian alat berat. Itu membuat pekerjaan lebih mudah dalam prosesnya.

Mesin *milling CNC* dapat dibagi menjadi dua jenis. Yaitu, mesin *milling CNC* untuk pendidikan dan mesin *milling* untuk unit produksi *CNC*. Prinsip pengoperasian

kedua mesin adalah sama, tetapi Perbedaan kedua jenis tersebut terletak pada penggunaannya di lapangan. Vidarto (2008b: 361) mengatakan “mesin *frais CNC training unit* dipergunakan untuk pelatihan dasar pemrograman dan pengoperasian CNC, sedangkan mesin *frais CNC production unit* dipergunakan untuk produksi massal”

2.1.2 Bagian – Bagian Mekanik Mesin CNC VMC 750

A. Motor utama

Motor utama adalah motor penggerak rumah alat potong (milling taper spindle) untuk memutar alat potong (tool). Motor yang digunakan adalah jenis motor arus searah (DC) dengan kecepatan yang bervariasi.

B. Eretan (*Support*)

Eretan adalah gerak persumbuan jalannya mesin. Untuk mesin CNC VMC mempunyai dua fungsi gerakan yaitu posisi vertikal dan horisontal.dengan persumbuan X,Y,Z

C. Step Motor

Step motor adalah motor penggerak eretan, masing-masing eretan mempunyai step motor sendiri-sendiri, yaitu penggerak sumbu X, penggerak sumbu Y, dan penggerak sumbu Z. Masing-masing ukuran step motor adalah sama. Step motor berfungsi untuk menggerakkan eretan, yaitu gerakan sumbu X, Y dan gerakan sumbu Z. Tiap-tiap eretan memiliki step motor sendiri-sendiri, adapun data teknis step motor adalah: a) Jumlah putaran 72 langkah, b) Momen putar 0.5 Nm, c) Kecepatan gerakan: gerakan cepat maksimum 700 mm/menit., gerakan operasi manual 5-500 mm/menit., dan gerakan operasi mesin CNC terprogram 2-499 mm/menit.

D. Piringan Rumah alat potong (*Milling taper spindle*)/Revolver

Rumah alat potong pada mesin *CNC VMC 750* digunakan untuk menjepit penjepit alat potong (tool holder) pada waktu proses pengerjaan benda kerja. Untuk proses pengerjaan dengan layanan mesin produksi *CNC* dapat menggunakan lebih dari satu alat potong, karena data alat potong dapat tersimpan dalam memori mesin. Di mesin *CNC VMC* ini penggantian alat potong tidak perlu dilaksanakan dengan melepas alat potong seperti mesin *CNC TU-3A*, karena revolver mesin *CNC VMC* memiliki kesamaan dengan revolver mesin *CNC-TU-2A*.

E. Ragum

Ragum pada mesin *CNC VMC-750*, dipergunakan untuk menjepit benda kerja pada waktu proses penyayatan benda kerja berlangsung. Karena fungsinya sebagai pemegang benda kerja, maka alat ini dapat di ganti ganti sesuai dengan kebutuhan benda kerja yang akan dijepit. Biasanya ragum dilengkapi dengan stoper yang dipergunakan untuk batas pegangan benda kerja. Adapun cara kerja ragum ini dengan sistim manual.

F. Pintu/ Pelindung

Pintu / pelindung ini berfungsi untuk menghalangi tatal atau cipratan cairan pendingin (coolant) saat mesin berjalan. Saat pintu ini dibuka mesin akan melaksanakan perintah *feedhold* secara otomatis.

2.1.3 BAGIAN PENGENDALI MESIN CNC VMC-750

A Baris Simbol

Bagian ini berfungsi untuk menampilkan tombol yang aktif.

B. Bagian Layar Penayangan

Bagian ini berfungsi untuk menampilkan fungsi tombol lunak yang aktif.

C. Tombol Lunak

Digunakan untuk memasukkan data pada pertama kali proses

D. Tombol Pengatur Presentase Naik Turun

Kecepatan putaran spindle Tombol ini berfungsi untuk meningkatkan atau menurunkan kecepatan dari putaran spindle.kecepatan dari spindle juga dapat mempengaruhi kualitas pekerjaan.

E. Tombol Main Jog dan tombol Penggerak Eretan

Tombol ini berfungsi untuk menggerakkan eretan secara manual dan mengubah nilai incremental dengan menggeser titik nol (PSO) dan offset alat potong (TO) dalam menu edit

F. Tombol Untuk Menghidupkan dan Mematikan

Putaran spindle Tombol ini digunakan untuk menghidupkan atau mematikan putaran mesin cnc dengan mode manual

G. Tombol Penggagalan *Reset*

Tombol ini berfungsi untuk menggagalkan operasi pemesinan,penghapusan alarm,dan penghapusan program dari monitor

H. Tombol Darurat *EMERGENCY*

Seperti halnya mesin cnc lainnya,tombol ini di gunakan unuk menggagalkan operasi mesin dalam keadaan darurat apabila terjadi kesalahan program.

I. Tombol *CYCLE START*

Tombol ini berfungsi untuk hal – hal berikut • Operasi pemesinan CNC,baik untuk operesi tunggal,dryrun,maupun operasi pemesinan yang sebenarnya dalam menu otomatis • Titik reverensi mesin pada operasi manual • Operasi uji data alat potong dan PSO dalam menu eksekusi

J. Papan Tombol Fungsi

Tombol – tombol yang ada di papan ini berfungsi untuk:

- Memasukkan program per alamat enter → enter
- Memasukkan program per blog store → next
- Memundurkan program per blog → previous
- Menghapus data per masukan → clear entry
- Menghapus data per alamat → clear world
- Menghapus Program keseluruhan → clear program
- Menghapus program per blog → clear blog
- Mengaktifkan fungsi bagian atas symbol → shift

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. Mesin *Milling (Frais) CNC*.

Mesin *Milling (Frais) CNC* adalah alat potong yang dioperasikan oleh mesin yang diprogram dan dikelola oleh sistem *Computer Numerical Control (CNC)* untuk menyingkirkan/memotong material dari benda kerja secara akurat. Hasil akhir dari proses pemesinan adalah part atau produk tertentu yang dibuat menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*. Mesin ini biasanya dilengkapi dengan poros (*spindle*) utama dan tiga sumbu linear untuk memosisikan atau memindahkan bagian yang akan dikerjakan. Versi yang lebih canggih memiliki sumbu rotasi ke-4 atau ke-5 untuk memungkinkan bentuk yang lebih presisi dengan berbagai dimensi dan ukuran untuk dikerjakan. Mesin *Milling (Frais) / Machining*

Centers (Pusat Pemesinan) *CNC* biasanya menggunakan proses pemotongan material yang disebut Milling (*Frais*) atau permesinan – proses *Milling (Frais)* melibatkan pemosisian sepotong bahan pra-bentuk (juga dikenal sebagai benda kerja) ke perlengkapan yang dipasang ke platform di Mesin *Milling (Frais)*.

Ada mesin penggilingan dengan kontrol mekanis atau manual. secara otomatis dengan pemrograman. mesin penggilingan manual Penggilingan manual sering disebut sebagai mesin penggilingan konvensional, sedangkan mesin penggilingan adalah Secara otomatis dikendalikan oleh pemrograman yang disebut mesin penggilingan *CNC*. Lily et al (2000:1) menjelaskan “*router CNC* (komputer) *control* numerik adalah mesin yang dikendalikan komputer. Menggunakan bahasa numerik atau perintah gerakan Gunakan angka dan huruf dalam kode. mesin *CNC* Kurangi intervensi operator selama pengoperasian alat berat. Itu membuat pekerjaan lebih mudah dalam prosesnya.

Mesin milling *CNC* dapat dibagi menjadi dua jenis. Yaitu, mesin milling *CNC* untuk pendidikan dan mesin milling untuk unit produksi *CNC*. Prinsip pengoperasian kedua mesin adalah sama, tetapi Perbedaan kedua jenis tersebut terletak pada penggunaannya di lapangan. Vidarto (2008b: 361) mengatakan “mesin *frais CNC training unit* dipergunakan untuk pelatihan dasar pemrograman dan pengoperasian *CNC*, sedangkan mesin *frais CNC production unit* dipergunakan untuk produksi massal”

2.1.4 Klasifikasi Proses Frais

(Tri Hidayat , dkk , 2016) Analisis Kekasaran ini bertujuan Untuk Mengetahui Nilai Kekasaran Terhadap variasi spindle speed dan feeding berbeda-beda pada proses surface milling menggunakan mesin *CNC* dengan teknologi *CAM*, Kekasaran permukaan merupakan salah satu tolak ukur kualitas suatu produk (benda kerja) maka

perlu diketahui strategii pemakanan yang tepat sehingga didapat nilai kekasaran permukaan yang baik.(Tri Hidayat , dkk , 2016)

Proses frais dapat dibagi menjadi tiga jenis. klasifikasi ini Bergantung pada jenis bilah dan posisi relatif bilah ke benda kerja

Klasifikasi proses frais tersebut antara lain:

a. *Frais Periperal (slab milling)*

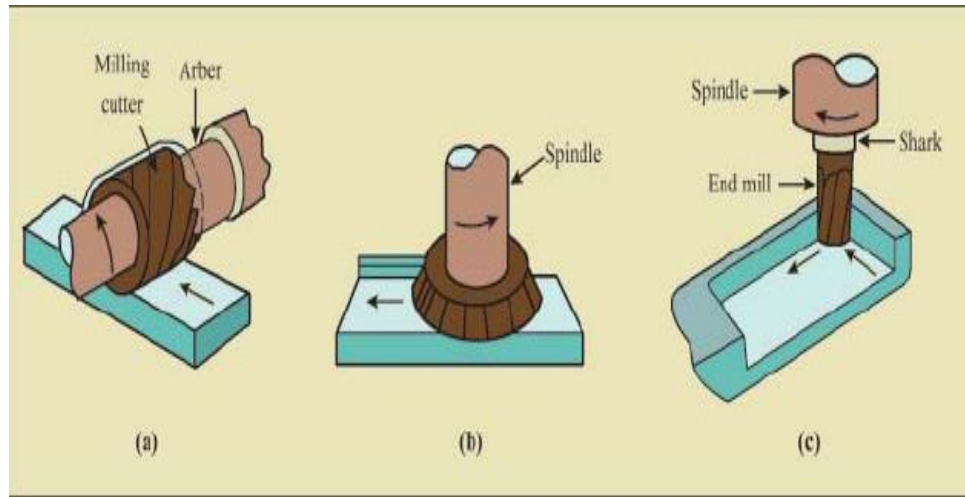
Proses penggilingan ini disebut juga slab milling, dimana permukaannya digiling. Diproduksi oleh gigi pisau yang terletak di permukaan luar badan alat Potongnya. Sumbu rotasi pisau biasanya pada bidang sejajar. dengan permukaan pemotongan benda kerja. Pemrosesan periferal (*slab milling*) Menggunakan mesin penggilingan horizontal.

b. *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.

c. *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 Klarifikasi proses frais
(Guru Puja Z , 2016)

Keterangan:

(a) Proses slab milling

(b) Proses face milling

(c) Proses end milling

Setiap proses penggilingan memiliki kelebihan dan kekurangan. setiap. Pemilihan proses dibuat berdasarkan benda kerja Selesai. Proses penggilingan slab lebih cocok benda kerja yang lebih lebar karena diameter dan lebar pahat yang lebih besar Dibandingkan dengan *face* dan *end milling* . Schonmetz dkk (1985: 170) Penajaman *face* lebih hemat dan Ini menciptakan kondisi pengelupasan yang lebih baik daripada mengasah (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 penyayatan.

End milling dilakukan dengan menggunakan pisau jari (*end mill*). Salah satu pisau yang paling banyak digunakan dalam proses ini. Biasanya, pisau ini terbuat dari baja berkecepatan tinggi (*HSS*) atau Ini adalah karbida dan memiliki satu atau lebih alur. Pisau ini digunakan untuk memotong permukaan, membuat alur, menyayat posisi miring. HSS memiliki kemampuan menghilangkan logam yang tinggi dan tahan aus. Cutting tool HSS kehilangan sifat kekerasannya pada suhu $\pm 650^{\circ}\text{C}$, sehingga harus menggunakan pendingin untuk meningkatkan umur alat. HSS dapat digunakan berkali-kali dengan mengasahnya kembali. Menurut Rahmante (Darianto, 2007) Pisau end mill tersedia dalam berbagai bentuk. Itu tergantung pada jumlah ujung tombak atau alur (*grooves*). pahat endmill secara umum Terdiri dari 2,3, 4,5, 6 dan bagian.



Gambar 2. 2 Macam-Macam End Mill Berdasarkan Jumlah Mata Potong (Teknik Kece , 2017)

2.1.5 Proses Penyayatan

(Moch yunus , dkk, 2012) Proses pemesinan akan menghasilkan produk yang baik/ sesuai dengan intruksi kerja ditentukan oleh proses finishingnya, sementara masih banyak operator/mekanik mesin perkakas hingga kini masih dihadapkan pada masalah penentuan parameter pemesinan seperti cutting speed, feed rate,

dan *depth of cut*. Melalui hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa tolok ukur parameter optimal pada operasi CNC Milling. Penelitian dilakukan dengan cara eksperimen bahan Al Mg Si 3.6082 DIN 1725 dengan menggunakan CNC Milling. Setiap spesimen yang telah dikerjakan pada CNC Milling dengan tiga variasi *cutting speed*, *feed rate*, dan *depth of cut* diukur kekasaran permukaannya (R_a).

Dalam proses pemesinan, untuk membuat suatu komponen atau benda kerja yang diinginkan tidak langsung dalam satu kali proses, melainkan dilakukan beberapa tahapan proses pengerjaan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Menurut Groover (2010: 486), operasi pemesinan biasanya dibagi menjadi dua kategori, yaitu penyayatan kasar (*roughing cuts*) dan penyayatan akhir (*finishing cuts*). Penyayatan kasar (*roughing cuts*) adalah penyayatan awal untuk mengurangi

Ukuran benda kerja sehingga mendekati bentuk yang diinginkan, namun menyisakan bagian untuk dilakukan proses penyayatan akhir, sedangkan penyayatan akhir (*finishing cuts*) adalah penyayatan untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan, toleransi, serta kekasaran yang diinginkan. Groover (2010: 486) juga menambahkan bahwa untuk operasi penyayatan kasar (*roughing cuts*) dilakukan penyayatan pada *depth of cut* 2,5 – 20 mm. Sedangkan untuk proses penyayatan akhir (*finishing cuts*) penyayatan pada *depth of cut* umumnya adalah 0,75 – 2,0 mm, namun memungkinkan untuk operasi penyayatan akhir kurang dari 0,75 mm agar hasil penyayatan lebih halus.

Proses pemotongan bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan bagian dari benda kerja agar sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan. Gaya potong membutuhkan tegangan tarik dan ketahanan tegangan tekan dari proses Pembentukan tatal. Muin (1989: 89) menjelaskan “gaya potong adalah gaya tangensial yang bekerja pada mata potong (*cutting edge*) dengan arah sama dengan arah gerak potong”. Dalam proses gaya Frais *vertikal* Gigi potong yang paling penting gaya

potong dan Komponen lainnya dikelompokkan dengan jari-jari roda yang dipotong. Komponen gaya-gaya tersebut mempunyai arah melintang dan memanjang terhadap sayatan proses benda kerja.

Rochim (1993: 210) mengatakan bahwa gaya potong (cutting force) dipengaruhi oleh penampang *chips* rata-rata yang dihasilkan dari proses 13 penyayatan dan gaya potong spesifik yang besarnya berbeda-beda untuk beberapa jenis material.

2.1.6 Parameter Pemotongan

Menurut Yudhyadi, et all (2016:6) dalam K. Adi Sugiarto (2019) parameter proses permesinan frais adalah dasar-dasar perhitungan yang digunakan untuk menentukan perhitungan dalam proses pemotongan atau penyayatan permesinan milling diantaranya, kecepatan potong (V_c), kecepatan putaran mesin (rpm), kecepatan pemakanan (V_f), dan kedalaman pemakanan (depth of cut).

A. Kecepatan Putaran Spindel

“Kecepatan putaran spindel (spindle speed) ditentukan berdasarkan kecepatan potong” (Rahdiyanta, 2010:8). Untuk menentukan kecepatan potong ada beberapa faktor yang dipertimbangkan yaitu, jenis bahan yang akan dikerjakan, diameter pisau/pahat, jenis pahat/pisau, dan hasil kehalusan permukaan yang diinginkan. Kecepatan potong (V_c) adalah jarak yang ditempuh pisau/pahat dalam satuan meter ketika proses penyayatan atau pemotongan dalam waktu satu menit. Adapun rumus kecepatan potong yaitu : (Yudhyadi et all, 2016:6)

$$V_c = \pi d n$$

Dimana v_c : kecepatan potong (m/menit).

d : diameter pisau/pahat (mm).

n : kecepatan spindel (rpm) dan

$\pi : 3,14.$

Dari rumus diatas dapat didapatkan rumus untuk mencari kecepatan spindle:

$$n = \frac{100xVc}{\pi d}$$

Kualitas permukaan potong tergantung pada kondisi pemotongan, misalnya kecepatan potong rendah dengan *feed* dan *depth of cut* yang besar akan menghasilkan permukaan yang kasar sebaliknya kecepatan potong tinggi dengan *feed* dan *depth of cut* yang kecil menghasilkan permukaan yang halus. Syamsir (1989). untuk spindle speed saya mengambil variasi dari rumus mencari kecepatan putar yaitu $1000.vc/\pi.D$, untuk nilai Vc didapat dari tabel ketentuan spesimen untuk melihat tabel ada di lampiran . Pertama untuk mengetahui spesimen nylon berada di tabel mana kita perlu mencari kekuatan uji tarik dari nylon itu sendiri

Uji tarik nylon : 76 Mpa

Di konversikan: 774,984 kg/cm²

: 7,749 kg/mm²

Hasil konversi diatas dijadikan Newton , menjadi 77 N/mm² berarti nilai untuk bahan saya berada di titik 77 , bisa kita lihat di tabel nilai 77 berada di angka Up to 45 di bagian strength in kgf/mm², disini saya menggunakan Cutting tool nya itu bahan HSS jadi diambil bagian atas, kita lihat bagian atas itu adalah VC nya, disitu nilai Vc nya berada di 60 sampai 19 , untuk variasi yang saya ambil itu di nilai 60,40,dan 20 untuk Vc nya .

$$n = \frac{1000 vc}{\pi.D}$$
$$\frac{1000. 60 \text{ m/menit}}{3,14.10}$$

$$\frac{60.000}{31,4}$$

$$= 1910 \text{ rpm}$$

$$n = \frac{1000 \ v_c}{\pi \cdot D}$$

$$\frac{1000 \cdot 40 \text{m/menit}}{3,14 \cdot 10}$$

$$\frac{40.000}{31,4}$$

$$= 1273 \text{ rpm}$$

$$n = \frac{1000 \ v_c}{\pi \cdot D}$$

$$\frac{1000 \cdot 20 \text{ m/menit}}{3,14 \cdot 10}$$

$$\frac{20.000}{31,4}$$

$$= 636 \text{ rpm}$$

B. Kedalaman Pemakanan (*depth of cut*)

Kedalaman pemakanan adalah jarak permukaan yang sudah dipotong dengan permukaan yang belum dipotong. Tebal pemakanan dapat dipilih berdasarkan material benda kerja, pisau/pahat yang digunakan, mesin, dan kecepatan potong. Semakin tinggi kecepatan pemakanan, maka pahat yang digunakan semakin kecil diameternya dan kedalaman pemakanan pada benda kerja menjadi kecil.

C. Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*)

Kecepatan pemakanan adalah jarak tempuh pisau dengan laju konstan relatif terhadap benda kerja dalam satuan milimeter permenit. Pada

penelitian yang sedang saya lakukan yaitu “Analisa Nilai Kekasaran Permukaan Nylon Dari Hasil Variasi Feed Rate Dan Spindle Speed Pada Mesin VMC 750 “ saya menggunakan parameter Feed Rate . Saya mengambil Feed Rate dengan nilai 400,600,800mm karena di bahan nylon untuk kekasaran belum ada ketentuan, jadi saya mengambil Feed rate dengan kelipatan 200mm dimulai dari 400 mm. untuk spindle speed saya mengambil variasi dari rumus mencari kecepatan putar yaitu $1000.v_c/\pi.D$, untuk nilai V_c didapat dari tabel ketentuan spesimen Adapun rumusnya yaitu: $V_f = n f z x$

Dimana : V_f = Kecepatan pemakanan (mm/menit).

f_z = kecepatan makan per gigi (mm/tooth).

n = putaran spindel (rpm).

z = jumlah gigi pada pahat.

2.1.7 Kecepatan Pemotongan

(Febrian Nur Firdaus,dkk, 2016) Hasil dari review beberapa artikel terkaimenyebutkan ada pengaruh kecepatan putar, jenis material dan juga jenis material pahat. Hasil dari beberapa artikel menyebutkan penggunaan kecepatan rata-rata 700 Rpm sampai 1200 Rpm dihasilkan tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yaitu pada kecepatan 1100 Rpm dengan $1,24 \mu\text{m}$, karena dipegaruhi oleh bahan alumunium yang relatif lunak dan pahat HSS yang memiliki tingkat kekerasan tinggi. kecepatan putaran mesin yang baik akan menghasilkan tingkat kekasaran yang baik, tidak terlalu rendah dan tidak terlau tinggi karena semua faktor saling berkaitan.

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong tersebut ditenyukan oleh jenis alat potong dan jenis benda kerja yang dipotong. Ada 4 faktor yang mempengaruhi kecepatan pemotongan yaitu antara lain:

- Benda kerja atau material

Semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong, maka harga kecepatan potong semakin kecil

- Jenis alat potong

Semakin tinggi kekuatan alat potong, maka harga kecepatan potong semakin besar

- Besarnya kecepatan penyayatan

Semakin besar jarak penyayatan, maka kecepatan potong semakin kecil

- Kedalaman penyayatan.

Kecepatan potong tergantung pada bahan pisau dan bahan benda kerja.

“Kecepatan potong adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik dalam satuan meter pada selubung pisau dalam waktu satu menit” (Widarto, 2008a: 196). Beberapa faktor mempengaruhi kecepatan. Pemotongan meliputi jenis bahan yang diproses, jenis pahat dan kedalaman pakan.

Sebelum menentukan alur kerja pemesinan, Anda harus tahu jenis bahan yang diproses dan jenis pahat yang digunakan. Setelah anda mengetahui jenis material dan jenis pahat, langkah selanjutnya adalah menentukan kecepatan potong. kecepatan memotong Beberapa penelitian tentang berbagai jenis bahan telah distandarisasi dalam tabel . Beberapa jenis bahan dibagi menjadi beberapa kelompok logam dan logam. Non-logam menggunakan jenis pahat tertentu.

Tabel 2. 1 Data Kekuatan Material
(Unnes , 2019)

No	Bahan benda kerja	Pahat HSS	Pahat karbida
1	Baja karbon	15-30	50-125
2	Baja tuang (cor)	10-15	40-60

3	Logam ringan (light alloy)	200-400	400-600
---	-------------------------------	---------	---------

Keterangan :

Vc (m/menit)

2.1.8 Thermoplastic

Termoplastik adalah jenis plastik yang melunak jika mengalami pemanasan dan akan mengeras jika mengalami pendinginan. Proses pelunakan dan pengerasan termoplastik dapat berlangsung berulang kali. Penamaan termoplastik diperoleh dari pembentukan ulang sifat plastik dengan proses pemanasan. Termoplastik mengandung resin hidrokarbon dan manik-manik kaca. Penerapan termoplastik yang paling umum adalah untuk pembuatan markah jalan. Markah jalan yang berbahan termoplastik memiliki refleksi yang tinggi, daya tahan yang kuat dan umur pemakaian yang sangat lama. Secara sederhana termoplastik adalah jenis plastik yang bisa didaur ulang. Termoplastik dibentuk menjadi produk jadi melalui proses injection molding, blow molding, dan ekstrusi.



Gambar 2. 3 Thermoplastic Nylon

Sebagian besar jenis termoplastik memiliki rantai atom karbon dengan ikatan kovalen yang sangat panjang. Selain itu, terkadang ada ikatan kovalen tambahan berupa atom nitrogen, oksigen atau belerang. Pembentukan termoplastik dapat dilakukan menggunakan panas setelah melalui proses pendinginan. Panas digunakan untuk mempertahankan bentuk dari termoplastik. Pemanasan dapat dilakukan berulang kali tanpa mengubah sifat-sifat bahan termoplastik

2.1.9 Jenis Jenis *Thermoplastic*

1. *Polyethylene atau Polyethene*

Berisfat keras, tahan kimia dan terasa berminyak. Polyethylene adalah Thermoplastik yang sering digunakan untuk produk makanan dan diproduksi hingga 60 milyar ton setiap tahunnya. Polyethylene mungkin adalah polimer yang paling sering anda temui sehari-hari. Polyethylene adalah plastik yang paling populer diseluruh dunia, Polimer ini digunakan sebagai botol, tas, mainan, hingga jubah tahan peluru bagi tentara atau polisi. Polimer jenis ini dapat berbentuk LDPE, HDPE.

2. *Poly (Vinyl Chloride)*

Bersifat kaku, tahan kikisan dan tahan cuaca. Poly (Vinyl Chloride) adalah plastik yang sering kita sebut PVC yang sering digunakan sebagai pipa dan pipa ada dimana-mana. Selain digunakan sebagai pipa, PVC juga digunakan sebagai lantai yang kita kenal sebagai Linolium. PVC sangat berguna karna tahan terhadap air dan api, karna ketahanannya terhadap air PVC juga digunakan sebagai jas hujan dan tentu saja pipa air. PVC juga tahan api karna mengandung Chlorine.

3. *Nylon*

Bersifat tangguh, tahan lama, mudah di machining dan berminyak. Nylon adalah polimer yang sering digunakan sebagai serat. Nylon sering sekali ditemukan pada

pakaian dan ditempat lain sebagai Thermoplastik. Nylon digunakan untuk membuat bearing, roda gigi dan cetakan

2.1.10 Komposisi

Termoplastik nilon mengandung amorphous dan crystalline, crystalline yang ada pada termoplastik nilon hanya sebagian crystalline. 43 Efek kristal ini mengakibatkan termoplastik nilon memiliki sifat yang tidak dapat larut dalam pelarut, ketahanan panas yang tinggi dan kekuatan yang tinggi serta daktilitas.⁹ Struktur kristal poliamida didominasi oleh ikatan hidrogen.^{42,43} Secara kimia, termoplastik nilon diproduksi oleh reaksi kondensasi kopolimer antara diamine $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-NH}_2$ dan asam dicarboxylic $\text{CO}_2\text{H-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$ (Gambar 3).^{9,12} Unsur kimia yang termasuk adalah karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen.

2.1.11 Manipulasi

Termoplastik nilon tidak dapat larut sehingga tidak dapat dibuat dalam bentuk adonan dan mengisi mould dengan teknik biasa, tapi harus dilelehkan dan diinjeksikan ke dalam kuvet di bawah tekanan (injection-moulding). Termoplastik nilon dimasukkan dalam satu cartridge dan dilelehkan pada suhu 220 - 265°C dengan furnace elektrik. Selanjutnya termoplastik nilon yang telah meleleh ditekan ke dalam kuvet oleh plugger di bawah tekanan yang diberikan oleh pres hidrolik atau manual. Tekanan injection-moulding dijaga pada tekanan 5 bar selama 3 menit kemudian kuvet beserta cartridge segera dilepaskan. Kuvet kemudian dibiarkan dingin pada suhu kamar selama 30 menit sebelum dibuka.

Tabel 2. 2 Data Kekuatan Material
(Unnes, 2020)

Kekuatan tarik	Nylon	76 Mpa
Kekerasan	Nylon	14,5 VHN

Kekasaran	Nylon	0,395 μm .
-----------	-------	-----------------------

2.1.12 Jenis Mata Pahat yang digunakan

(Febrian Nur Firdaus,dkk,2016) Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penyatan endmill cutter type HSS terhadap tingkat kekasaran nylon. Menggunakan metode study literature dengan mengumpulkan literature terkait selanjutnya data yang diperoleh dianalisa untuk menjawab permasalahan. Artikel ilmiah ini bertujuan mengetahui apakah betul suatu kekasaran permukaan dipengaruhi dari beberapa faktor seperti, kecepatan feeding, jenis material pahat, kecepatan putar dan lainnya.

Pada Mesin *CNC* mata pahat yang digunakan adalah mata pahat berbentuk *drill* (bor), berikut jenis mata pahat yang digunakan saat pengujian :

a. *High Speed Steel (HSS)*

High speed steel (HSS) adalah perkakas yang tahan terhadap kecepatan kerja yang tinggi dan temperatur yang tinggi juga dengan sifat tahan softening, tahan abrasi, dan tahan breaking. *HSS* merupakan peralatan yang berasal dari baja dengan unsur karbon yang tinggi. Pahat *HSS* ini digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Beberapa unsur yang membentuk *HSS* antara lain Tungsten/wolfram (*W*), Chromium (*Cr*), Vanadium (*V*), Molydenum (*Mo*), dan Cobalt (*Co*). Kekerasan permukaan *HSS* dapat ditingkatkan dengan melakukan pelapisan. Material pelapis yang digunakan antara lain : tungsten karbida, titanium karbida, dan titanium nitride, dengan ketebalan pelapisan 5~8 μm . Pahat jenis ini mampu mempertahankan kekerasan pada suhu moderat dan digunakan secara luas

untuk mata bor, pahat bubut, dan tap. Selain itu harganya juga relatif murah.(Ashari, 2016)



Gambar 2. 4 Bentuk Pahat *HSS*
(Teknik Kece , 2019)

1.3 Tinjauan Pustaka

Bagian ini menerangkan tentang perkembangan terkini tentang topik penelitian yaitu berupa hasil-hasil apa saja yang telah dicapai oleh penelitian sejenis, yang berasal dari jurnal ilmiah, makalah, laporan penelitian, maupun tesis.

NO	Penulis	Judul	Tahun	Kesimpulan
1.	Moch yunus Politeknik Negeri Sriwijaya Didi Suryana Politeknik Negeri Sriwijaya Mulyadi Mulyadi Politeknik Negeri	ANALISA PARAMETER KEKASARAN PERMUKAAN BAHAN ALUMINIUM JENIS Al Mg Si 3.6082 DIN 1725 PADA PROSES PEMESINAN CNC	2012	Proses pemesinan akan menghasilkan produk yang baik/ sesuai dengan intruksi kerja ditentukan oleh proses finishingnya, sementara masih banyak

	Sriwijaya	MILLING	<p>operator/mekanik mesin perkakas hingga kini masih dihadapkan pada masalah</p> <p>penentuan parameter pemesinan seperti cutting speed, feed rate, dan dept of cut. Melalui hasil</p> <p>penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa</p> <p>tolok ukur parameter optimal pada operasi CNC Milling. Penelitian dilakukan</p> <p>dengan cara eksperimen bahan</p> <p>Al Mg Si 3.6082 DIN 1725 dengan menggunakan</p> <p>CNC Milling. Setiap spesimen yang telah dikerjakan pada CNC Milling dengan</p> <p>tiga variasi cutting speed, feed rate, dan dept of cut diukur kekasaran</p> <p>permukaannya (Ra).</p> <p>Dari hasil data eksperimen selanjutnya dianalisa dengan</p> <p>model regresi untuk</p>
--	-----------	---------	---

				<p>mendapatkan model matematik. Model matematik yang dihasilkan</p> <p>berupa persamaan regresi</p> $Y = 0,880 - 0,001 n - 0,004 f + 0,316 a$ <p>dengan tingkat kelayakan 69,8 %</p>
2.	<p>Tri Hidayat Politeknik Negeri Sriwijaya</p> <p>TriWidagdo Politeknik Negeri Sriwijaya</p> <p>Dicky Seprianto Politeknik Negeri Sriwijaya</p> <p>Moch Yunus Politeknik Negeri Sriwijaya</p>	<p>ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP SPINDLE SPEED DAN FEEDING PADA PROSES SURFACE MILLING MENGGUNAKAN MESIN CNC DENGAN TEKNOLOGI CAM</p>	2016	<p>Analisis Kekasaran ini bertujuan Untuk Mengetahui Nilai Kekasaran Terhadap variasi spindel speed dan feeding berbeda-beda pada proses surface milling menggunakan mesin CNC dengan teknologi CAM, Kekasaran permukaan merupakan salah satu tolak ukur kualitas suatu produk (benda kerja) maka perlu diketahui strategi pemakanan yang tepat sehingga didapat nilai kekasaran permukaan yang baik. material yang akan di analisa kekasaran ini menggunakan bahan alumunium paduan dengan ukuran 100x50x15 mm,</p>

				<p>dengan putaran mesin (n), kecepatan potong (Vc) yang bervariasi , gerak pemakanan (F) yang bervariasi, dengan kecepatan spindle speed (n) = 800 Rpm, 1000 Rpm,1500 Rpm, (F) = 300 mm/menit, 400 mm/menit, 500 mm/menit, menggunakan single depth cutter 2 gigi, diameter mm dengan dalam pemakanan 2 mm, 1 mm untuk sekali makan, mesin yang digunakan adalah mesin emco VMC-200 Dengan kontrol mitsubisi M70 3 axis. Didapat dari analisis yang telah dilakukan bahwa tingkat kekasaran (Ra) yang paling rendah didapat pada spindle speed 1500 Rpm, dengan feeding 300 mm/menit dengan nilai (Ra) 1,062 μm, Nilai Ra Yang paling besar terdapat pada spindle speed 800 Rpm, dengan feeding 400 mm/menit dengan nilai (Ra) 3,686 μm, dan Penggunaan perangkat lunak CAM</p>
--	--	--	--	---

				<p>dapat Mempengaruhi proses pembuatan benda kerja sederhana maupun kompleks/rumit, Dengan mengacu pada percobaan menggunakan feeding 300 Rpm dapat dibuat persamaan regresi linear $Y = 0,002x + 5,282$ yang dapat dijadikan acuan dalam menentukan nilai kekasaran permukaan.</p>
3.	<p>Febrian Nur Firdaus</p> <p>Universitas Negeri Surabaya</p> <p>Nur Aini Susanti</p> <p>Universitas Negeri Surabaya</p>	<p>PENGARUH KECEPATAN PUTAR DAN PENYAYATAN ENDMILL CUTTER TYPE HSS TERHADAP TINGKAT KEKASARAN ALUMINIUM PADA MESIN CNC</p>	2021	<p>Seiring kemajuan industri manufaktur, kekasaran permukaan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kualitas produk. Terutama pada pengerjaan mesin seperti mesin frais. karena produk menentukan nilai gesekan, keausan, pelumasan dan lainnya. Proses pemesinan akan menghasilkan kekasaran yang menjadi acuan untuk evaluasi produk pemesinan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penyataan endmill cutter type</p>

				<p>HSS terhadap tingkat kekasaran alumunium. Menggunakan metode study literature dengan mengumpulkan literature terkait selanjutnya data yang diperoleh dianalisa untuk menjawab permasalahan. Artikel ilmiah ini bertujuan mengetahui apakah betul suatu kekasaran permukaan dipengaruhi dari beberapa faktor seperti, kecepatan feeding, jenis material pahat, kecepatan putar dan lainnya. Hasil dari review beberapa artikel terkaimenyebutkan ada pengaruh kecepatan putar, jenis material dan juga jenis material pahat. Hasil dari beberapa artikel menyebutkan penggunaan kecepatan rata-rata 700 Rpm sampai 1200 Rpm dihasilkan tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yaitu pada kecepatan 1100 Rpm dengan 1,24 μm, karena dipegaruhi oleh bahan alumunium yang relatif lunak dan pahat HSS yang memiliki</p>
--	--	--	--	---

				tingkat kekerasan tinggi. kecepatan putaran mesin yang baik akan menghasilkan tingkat kekasaran yang baik, tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi karena semua faktor saling berkaitan.
4.	<p>KrisEdi Jalmanto, Yufrizal, Universitas Negeri Padang</p> <p>NofriHelmi, Muhamad Universitas Negeri Padang</p> <p>ThaufiqPinat, IkhwalImam Universitas Negeri Padang</p> <p>Rezaldy Arif Rahman Syam Universitas Negeri Padang</p>	<p>ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM 6061 AKIBAT VARIASI FEED RATE PADA PROSES FINISHING MESIN CNC MILLING MENGGUNAKAN FLY CUTTER</p>	2021	<p>Pesatnya perkembangan dunia industri diperlukan untuk dapat memproduksi produk yang presisi dan berkualitas tinggi dalam jumlah yang banyak. Kekasaran permukaan merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan kualitas produk. Karena permintaan akan produk jadi terus meningkat, begitu pula industri manufaktur. Penggunaan peralatan mesin CNC merupakan salah satu solusi dalam produksi yang dapat dikontrol langsung oleh komputer. Perbedaan tingkat kekasaran permukaan aluminium 6061 dapat dilihat dari pengujian dengan penggunaan</p>

				<p>feed rate yang berbeda pada mesin CNC Milling. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen tepat digunakan untuk menguji hubungan sebab-akibat yang dilalui oleh proses pengujian hipotesis bersifat analitik. Variasi parameter feed rate yang dilakukan yaitu 200, 400, 600, 800 dan 1000 mm/menit sebagai faktor yang diuji. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa tingkat kekasaran permukaan aluminium dipengaruhi oleh kelajuan pemakanan. Setelah dilakukan pengujian diperoleh data dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan didapatkan nilai terendah menggunakan feed rate 200 mm/menit didapat nilai rata-rata 0,31 μm dan nilai kekasaran permukaan tertinggi didapatkan menggunakan feed</p>
--	--	--	--	---

				<p>rate 1000 mm/menit didapat nilai rata-rata 0,75 μm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwasemakin rendah feed rate yang digunakan maka semakin rendah pulanilai Ra yang dihasilkandan jika semakin tinggi feed rate yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai Ra yang dihasilkan. Kata Kunci: Feed rate, Kekasaran Permukaan, Aluminium 6061, Fly Cutter, CNC</p>
5.	<p>Andika Heri Wibowo</p> <p>Universitas Negeri Semarang</p>	<p>ANALISIS PENGARUH FEEDING PADA PROSES END MILLING SURFACE FINISH TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH</p>	2016	<p>Penelitian di bidang pemesinan dalam menguji tingkat kekasaran perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik dalam proses pemesinan. Tujuan Penelitian ini adalah: untuk menganalisis pengaruh feeding pada proses end milling surface terhadap tingkat kekasaran, untuk mengetahui bentuk tatal yang dihasilkan, serta mengetahui pengaruh feeding terhadap gaya</p>

			<p>potong dalam proses penyayatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi feeding dimana nilai feeding yang diambil adalah 0,05 mm/gigi, 0,10 mm/gigi, dan 0,15 mm/gigi. Variabel terikatnya adalah tingkat kekasaran, sedangkan variabel kontrol adalah depth of cut dan kecepatan spindel. Sedangkan proses yang digunakan adalah proses end milling surface finish. Pengujian kekasaran menggunakan surface roughness tester TR 100. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Dimana data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tatal dari setiap feeding dan gaya potong juga dianalisis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat kekasaran. Hasil pengujian</p>
--	--	--	--

				<p>kekasaran dari feeding 0,05 mm/gigi, 0,10 mm/gigi, dan 0,15 mm/gigi masing-masing menunjukkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 1,55 μm, 1,90 μm, dan 4,31 μm. Tatal yang terbentuk dari masing-masing feeding menunjukkan bahwa semakin besar nilai feedin, tatal yang dihasilkan semakin tebal dan kaku sehingga kekasaran semakin tinggi. Tatal yang tipis lebih elastis dan mudah terpilin sehingga tingkat kekasarannya lebih halus. Tatal yang tebal dan kaku mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan. Hal ini diakibatkan karena gaya potong yang diperlukan untuk melawan tegangan bengkok dalam proses penyayatan. Semakin tinggi nilai feeding, maka gaya potong yang diperlukan untuk melawan tegangan bengkok semakin besar. Gaya potong dari feeding 0,05 mm/gigi, 0,10 mm/gigi, dan 0,15</p>
--	--	--	--	--

				<p>mm/gigi yang telah dihitung didapat nilai 2942 N, 4904 N, dan 6647 N. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, feeding yang paling kecil memberikan hasil kekasaran yang baik. Sehingga dalam proses finishing sebaiknya menggunakan feeding paling kecil dan pada proses roughing sebaiknya menggunakan feeding paling besar agar mengefisiensikan biaya dan waktu proses frais. Pemilihan feeding juga harus didasarkan pada tabel feeding yang telah disesuaikan dengan jenis bahan dan pisau frais.</p>
--	--	--	--	--