

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Mesin CNC

Mesin yang menggunakan teknologi CNC (*Computer Numerical Control*) untuk memotong atau membentuk benda kerja dikenal sebagai mesin CNC. Sistem koordinat digunakan untuk menggerakkan perkakas mesin selama pengoperasian. *Sistem koordinat Cartesian*, yang memiliki dua sumbu utama yaitu, sumbu X dan Z adalah *sistem koordinat* yang digunakan pada mesin bubut CNC. Titik nol dari sistem koordinat mesin ini MCS (*Machine Coordinate System*) dapat dipindahkan sesuai kebutuhan untuk prosedur penyetelan. Titik nol mesin (M) dan titik nol benda kerja adalah dua titik nol penting pada mesin bubut CNC.(W).(Rahdiyanta, n.d.).

2.1.1 Sejarah Mesin CNC

Atas permintaan Angkatan Udara AS, *John Pearson* dari *Massachusetts Institute of Technology* awalnya mengembangkan mesin CNC pada tahun 1952. Untuk memenuhi permintaan industri militer dan penerbangan, mesin ini pertama kali dibuat untuk membuat benda kerja yang rumit dan kompleks. Mesin CNC pada saat itu memiliki unit kontrol yang sangat besar dan harganya cukup mahal. Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin mengoptimalkan kinerja mesin CNC. Mesin CNC menjadi semakin canggih, presisi dan efisien dalam pengerjaan berbagai macam produk. Saat ini, mesin CNC telah menjadi bagian integral dari berbagai industri manufaktur dan teknologi tinggi di seluruh dunia.

Dengan berkelanjutannya perkembangan teknologi, diharapkan mesin CNC akan terus mengalami peningkatan kinerja dan kemampuan, dan semakin dapat diakses oleh berbagai lapisan industri dan perusahaan dengan biaya yang lebih terjangkau.

2.2 Mesin CNC Milling

Mesin *milling (frais)* adalah mesin perkakas yang digunakan untuk membuat permukaan benda kerja yang datar, baik secara *horizontal* maupun *vertikal*, serta untuk memproses permukaan sudut atau miring. Rangka tertutup memiliki penutup atau dinding yang melindungi komponen internal. Struktur ini menawarkan perlindungan lebih baik terhadap kontaminasi dan kerusakan fisik.(P & Mipa, 2013).

- a. Gerakan Berputar pada Spindle Utama: Spindle utama adalah bagian mesin yang berputar dan berfungsi sebagai tempat pemasangan alat potong, seperti endmill atau bor.
- b. Pemakanan (*Feeding*) Bendakerja: Pemakanan adalah gerakan meja mesin menuju arah tertentu selama proses pemotongan. Meja mesin akan bergerak dari sumbu X, Y, dan Z untuk mengarahkan alat potong pada benda kerja dan memotongnya sesuai dengan program yang telah diprogramkan sebelumnya.
- c. Pengaturan (*Depth of Cut*): Pengaturan ini menentukan sejauh mana alat potong akan memotong pada bendakerja. Pengaturan ini dapat diatur dalam program CNC untuk kedalaman potongan yang diinginkan.

Metode pemotongan pada mesin CNC *Milling* ditentukan oleh arah relatif gerakan meja mesin terhadap putaran pisau atau alat potong. Pemotongan dapat dilakukan dalam berbagai arah dan sudut untuk menghasilkan bentuk dan

permukaan yang diinginkan. Penggunaan teknologi CNC juga meningkatkan efisiensi produksi dan memungkinkan pembuatan produk dalam jumlah besar dengan konsistensi yang tinggi. (Wibowo 2017). Adapun bentuk CNC *milling* dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 CNC Milling.

2.2.1 Prinsip Kerja Milling

Prinsip dasar mesin milling adalah mata pisau atau cutter berputar di posisi tetap, sementara benda kerja bergerak menuju arah mata pisau tersebut. Proses ini menghasilkan penyayatan pada benda kerja oleh *cutter*. (P & Mipa, 2013).

2.3 Penentuan Sumbu Axis Mesin CNC

Mesin CNC memiliki aturan terkait arah pergerakan sumbunya, karena jumlah sumbu yang dapat digerakkan akan menentukan kemampuan mesin tersebut. Mesin CNC umumnya menggunakan tiga sumbu yaitu, sumbu X, Y, dan Z, untuk pergerakan. Semakin banyak jumlah sumbu yang dimiliki, semakin kompleks pula mesin CNC tersebut. (Heriyadi 2011).



Gambar 2.2 Penentuan Sumbu Axis.

2.4 Parameter Permesinan

Parameter proses pemesinan berfungsi sebagai dasar perhitungannya. Karakteristik ini, yang meliputi kedalaman pemotongan, kecepatan umpan (umpan dan kecepatan), laju putaran mesin (rpm), dan kecepatan pemotongan (kecepatan spindel), biasanya digunakan untuk menghitung perhitungan yang diperlukan selama proses pemotongan atau pemotongan material.

2.4.1 Jenis – Jenis Parameter Mesin CNC

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah kecepatan putaran pahat yang diukur dalam meter per menit. Kecepatan gerak pahat ini bergantung pada jenis bahan benda kerja yang sedang dikerjakan dan tipe mata pisau pemotong yang digunakan. Untuk menghitung kecepatan pemotong, dapat digunakan rumus tertentu.

$$V_c = \pi d n / 1000 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana V_c adalah kecepatan potong (mm/menit), d menunjukkan diameter pisau (mm), n adalah putaran spindle (rpm) (Yudhyadi 2016:40).

2. Putaran Spindle

Kemampuan mesin untuk berputar dalam satu menit disebut sebagai kecepatan putarannya. Dalam hal ini, pengaturan kecepatan pemotongan standar telah ditetapkan untuk setiap jenis material. Jadi, benda kerja dan putaran mesin merupakan elemen yang terlibat dalam proses pemotongan. Persamaan dapat digunakan untuk menentukan nilai putaran ini.(1). (Yudhyadi 2016:40).

3. Kecepatan Pemakanan

Jarak linier yang ditempuh bilah dalam satuan waktu pada kecepatan konstan dalam kaitannya dengan benda kerja dikenal sebagai laju umpan (f). Laju umpan umumnya dinyatakan dalam milimeter per menit (mm/min).

$$Vf = n \cdot fz \cdot z \dots\dots\dots(2)$$

di mana z merupakan jumlah gigi pada alat, fz merupakan laju umpan per gigi dalam mm/gigi, n merupakan kecepatan putaran spindel dalam rpm, dan Vf merupakan laju umpan dalam mm/menit. (Yudhyadi 2016:40).

4. Kedalaman Pemotongan

Selisih antara ketebalan material awal dan akhir digunakan untuk menghitung kedalaman pemotongan. Perhitungan daya pemotongan selama proses pemotongan diperlukan jika kedalaman pemotongan cukup besar. Kecepatan pemasukan dan diameter bilah harus dipertimbangkan saat menentukan kedalaman pemasukan. Diameter bilah yang digunakan sering kali lebih rendah daripada kedalaman pemasukan benda kerja saat kecepatan pemasukan meningkat. (Yudhyadi 2016:40).

5. Ragum

Benda kerja yang diproses menggunakan mesin CNC harus dijepit dengan kuat untuk memastikan posisinya tetap stabil selama operasi berlangsung. Apabila mesin CNC tidak dilengkapi dengan penjepit atau ragum, hasil pengerjaan pada benda kerja dapat mengalami penyimpangan, sehingga kinerja mesin CNC menjadi kurang optimal.

6. Motor Stepper

Motor stepper dapat berputar atau bertindak sebagai penggerak. Ide dasarnya sama dengan motor DC: keduanya menggunakan daya DC untuk menghasilkan medan magnet. Motor stepper, di sisi lain, memiliki magnet tetap pada rotor jika motor DC memilikinya pada stator. Jumlah fase, sudut setiap langkah (dalam derajat/langkah), tegangan suplai per lilitan, dan arus yang dibutuhkan dalam ampere atau miliampere untuk setiap lilitan merupakan persyaratan umum untuk motor stepper.(Trianto, 2005).

7. Motor Spindel

Sumbu utama, yang juga dikenal sebagai spindle, merupakan bagian utama pada mesin bubut yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *chuck* (cekam), plat pembawa, kolet, senter tetap, dan komponen lainnya. Spindle pada mesin bubut dilengkapi dengan chuck atau cekam yang di dalamnya terdapat rangkaian roda gigi.(Teknik Produksi Mesin Industri Jilid II, 2008).



Gambar 2.3 spindle motor.

8. Panel Control

Panel kontrol adalah bagian utama yang digunakan untuk mengakses berbagai pengaturan parameter, seperti konfigurasi alat (*tools*), kode G (*G Code*), penetapan titik nol (*Zero Point*), serta pengaturan lain yang diperlukan dalam pengoperasian mesin CNC.

9. Program CNC

Format internasional yang disepakati diperlukan saat membuat program. Format berbasis alamat adalah yang paling banyak digunakan. Huruf awal setiap kata yang menunjukkan tujuan atau sasaran data numerik disebut sebagai alamat. Standar *ANSI EIA RS-274-B* menjelaskan bagaimana alamat digunakan dalam pemrograman NC. Sementara beberapa huruf mungkin memiliki dua tujuan, sebagian besar huruf yang digunakan memiliki tujuan yang berbeda. Berdasarkan tujuannya, Alamat NC dibagi menjadi sejumlah istilah, termasuk yang berkaitan dengan urutan *blok* informasi, jenis gerakan yang diperlukan, atau nilai nominal gerakan. Tabel 2.1 (Muhammad Riza Fahlevi, 2017:2).

Tabel 2.1 NC Address

NC Word	Penggunaan
N	<i>Sequence number</i> : mengidentifikasi nomor blok informasi
G	<i>Preparatory function</i> : memilih fungsi <i>control</i> yang berbeda termasuk berbagai rutin pemesinan yang telah deprogram Sebelumnya
X,Y,Z	<i>Dimension coordinate data</i> : perintah gerak <i>linier</i> dan melingkar bagi sumbu-sumbu mesin

F	<i>Feed Rate</i> : menentukan kecepatan makan saat operasi
S	<i>Spindle Speed</i> : menentukan kecepatan Putar Spindle
U	<i>Tool function</i> : menentukan Satuan <i>Units</i>
M	<i>Miscellaneous function</i> : menghidupkan/mematikan <i>coolant</i> , membuka <i>spindle</i> , membalik putaran <i>spindle</i> , ganti <i>tool</i> , dll.
EOB	<i>End Of Block</i> : menunjukkan kepada <i>CPU</i> bahwa semua <i>blok</i> informasi telah dihentikan.

Sumber : (Muhammmad Riza Fahlevi, 2017:2).

2.5 Permukaan

Permukaan adalah area yang membatasi sebuah benda padat dengan lingkungan sekitarnya. Jika diamati dalam skala kecil, konfigurasi permukaan suatu produk merupakan karakteristik geometrik yang termasuk dalam kelompok mikrogeometri.