

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi CNC

Mesin perkakas CNC adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasian proses pemotongan benda kerja oleh pahat dibantu dengan kontrol numerik komputer atau CNC (Computer Numerical Control). Untuk memindahkan pahat dengan mesin perkakas CNC disepakati menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat pada mesin bubut CNC adalah sistem koordinat kartesian dengan dua sumbu yaitu sumbu X, Y dan sumbu Z. Sistem koordinat mesin (MCS=Machine Coordinate System) tersebut bisa dipindah-pindah titik nolnya untuk kepentingan pelaksanaan seting, pembuatan program CNC dan gerakan pahat. Titik- titik nol yang ada pada mesin bubut CNC adalah titik nol Mesin (M), dan titik nol benda kerja (W) (Rahdiyanta n.d.).

CNC (Computer Numerical Control) adalah mesin dalam kelompok peralatan mesin, yang dikendalikan oleh komputer dengan menggunakan bahasa digital (mengontrol data dengan angka, huruf dan simbol yang dikodekan) sesuai dengan standar yang telah disepakati. (P. Gadhe, V. Jangir 2017). Sistem kerja dari CNC ini bila dibandingkan dengan mesin perkakas lain, maka perkakas CNC ini bisa dibilang lebih teliti, lebih akurat, lebih fleksibel dan lebih cocok apabila melakukan produksi secara masal. Dengan adanya mesin perkakas ini dapat mempermudah dalam produksi yang membutuhkan tingkat kerumitan yang tinggi, selain itu dalam mesin ini juga pengoperasian sepenuhnya ada pada pengendali utama, jadi tidak banyak campur tangan operator selama mesin ini sedang

beroperasi.(D. G. Subagio 2008) Pada mesin CNC terdapat perangkat komputer yang disebut Machine Control Unit (MCU). Mempunyai fungsi menerjemahkan bahasa kode kedalam bentuk gerakan persumbuan sesuai bentuk benda kerja. Kode-kode bahasa dalam mesin perkakas CNC dikenal dengan kode M dan G,dimana kode tersebut telah distandarkan oleh ISO atau badan Internasional lainnya (Surwanto 2018).

Mesin CNC terdiri dari beberapa sumbu dimana setiap sumbu digerakkan oleh sebuah motor. Alat kerja mesin CNC dapat berupa mesin bor, cutter atau engraving. Mesin CNC umumnya digunakan dalam industri manufaktur, di mana produk presisi tinggi dibuat. Oleh karena itu, keakuratan dan stabilitas posisi alat kerja mesin CNC diperlukan saat membuat kontur. (Wibowo 2017).

2.1.1 Sejarah Mesin CNC

Awal lahirnya mesin CNC pertama kali dikembangkan pada tahun 1952 oleh John Pearseon dari Institut Teknologi Massachusetts atas permintaan Angkatan Udara Amerika Serikat. Pada awalnya, mesin CNC dirancang untuk membuat benda kerja yang rumit dan kompleks, terutama untuk keperluan militer dan industri kedirgantaraan. Pada awalnya, mesin CNC memang memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Perkembangan teknologi mikroprosesor memungkinkan mesin CNC menjadi lebih terjangkau dan kompak. Mesin CNC yang menggunakan mikroprosesor menjadi lebih efisien dan dapat mengendalikan gerakan mesin dengan presisi tinggi. Ini membuka peluang bagi

lebih banyak perusahaan untuk berinvestasi dalam teknologi ini, dan sejak tahun 1975, produksi mesin CNC berkembang pesat.

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 berlanjutnya 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.

Dewasa ini penggunaan mesin CNC ini hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang menggunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil tugas akhir yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak. Oleh sebab itu saya akan menjelaskan kembali tentang pengertian macam-macam keuntungan dan kerugian dari mesin CNC (Kuspriyanto dan Hari Saputro, Fakultas Teknologi Industri Bandung) (Wibowo 2017).

2.1.2 Keuntungan dan Kerugian Mesin CNC

1. Kelebihan dari mesin ini adalah:
 - a. Laju produksi cepat
 - b. Keakuratan lebih besar dan repeatabilitas
 - c. Menurunkan tingkat tarip sisa (Pemborosan komponen)
 - d. Mengurangi kebutuhan pemeriksaan.

- e. Peralatan sederhana tetap diperlukan waktu laju awal pabrikan lebih pendek
 - f. Mengurangi kebutuhan pemeriksaan
 - g. Tidak banyak memakan tempat / ruangan
 - h. Level keterampilan yang dibutuhkan operator dikurangi
2. Kelemahan dari mesin ini adalah:
- a. Pengerjaan komponen dengan mesin yang mudah menjadi sulit karena menggunakan format yang rumit
 - b. Modal yang ditanamkan mengalami peningkatan
 - c. Usaha pemeliharaan lebih tinggi, investasi lebih tinggi berharga
 - d. Pemanfaatan NC peralatan yang lebih tinggi
 - e. Dibutuhkan tenaga ahli yang berfungsi untuk memprogram peralatan NC (Wibowo 2017)

2.1.3 Jenis – jenis mesin CNC

Umumnya, terdapat dua jenis mesin CNC yaitu CNC Milling dan CNC Bubut, berikut pengertian dan perbedaan diantara keduanya:

1. Mesin CNC Milling

CNC Milling merupakan mesin perkakas yang dapat membuat produk berbentuk persegi, roda gigi, kontur mesin dan lainnya secara otomatis. Mesin CNC Milling bekerja dengan sistem control computer menggunakan bahasa mesin (Hendra dkk., 2022). Mesin CNC Milling atau sering juga disebut mesin CNC Penggilangan, adalah proses mengebor, memotong, memahat dan menggrafir material contohnya: kayu atau logam, dll. Mesin CNC Milling ini bekerja dengan sistem alat putar silindris, yang disebut mesin pemotong

penggilingan. Perbedaan yang cukup signifikan antara mesin CNC Milling dan mesin CNC Bubut antara lain adalah kemampuan memotong sudut yang berbeda dengan bergerak di sepanjang sumbu yang berbeda (Choirul, 2022). Mesin CNC Milling adalah salah satu jenis mesin perkakas yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Mesin ini berfungsi untuk membentuk benda kerja dengan hasil permukaan yang rata atau bentuk khusus lainnya, seperti profil, radius, silindris, dan lain-lain, dengan ukuran dan kualitas tertentu. Mesin ini beroperasi dengan cara, meja mesin bergerak menuju mata paham yang berputar.

Terdapat 3 Proses kerja mesin CNC Milling melibatkan beberapa gerakan penting:

1. Gerakan Berputar pada Spindle Utama: Spindle utama adalah bagian mesin yang berputar dan berfungsi sebagai tempat pemasangan alat potong, seperti endmill atau bor. Gerakan berputarnya alat potong pada spindle utama ini memungkinkan proses pemotongan material.
2. Pemakanan (Feeding) Benda Kerja: Pemakanan adalah gerakan meja mesin menuju arah tertentu selama proses pemotongan. Meja mesin akan bergerak dalam sumbu X, Y, dan Z untuk mengarahkan alat potong pada benda kerja dan memotongnya sesuai dengan program yang telah diprogramkan sebelumnya.
3. Pengaturan (Depth of Cut): Pengaturan ini menentukan sejauh mana alat potong akan meresap atau memotong pada benda kerja. Pengaturan ini dapat diatur dalam program CNC untuk menghasilkan 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. Keunggulan mesin CNC Milling adalah kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan tingkat presisi yang tinggi, permukaan yang halus, dan bentuk yang kompleks. Mesin ini sangat berguna dalam pembuatan prototipe, komponen presisi, cetakan, dan produk-produk yang membutuhkan akurasi tinggi dalam produksinya. 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 2.1.



Gambar 2.1 CNC Milling.

2. Mesin CNC bubut

Mesin CNC bubut adalah suatu mesin yang dapat dipergunakan memakai programming yang telah disesuaikan sebelumnya. Sehingga programer tidak harus menggunakan mengulang desain pada setiap pekerjaan. Cara kerja dari mesin ini dimulai adalah : programmer merancang pola atau desain pada computer, kemudian hasil rancangan file komputer tersebut dikodekan lalu diterjemahkan ke dalam mesin cetak, dan kemudian mesin cetak akan secara otomatis menghasilkan bagian bagian sesuai pola atau desain pada computer secara presisi dan akurat.(Choirul 2022)

3. Mesin CNC press

Mesin CNC Prees merupakan salah satu dari mesin CNC yang berfungsi untuk menggabungkan antara dua buah matrial plat dengan cara dikompresi dalam pengoprasian gerak mekaniknya sudah dikontrol secara otomatis dengan menggunakan computer.

2.1.4 Penentuan Sumbu Axis Mesin CNC

Pergerakan dalam sebuah mesin CNC ketentuan pada arah gerak sumbu merupakan suatu perihal yang sangat penting, karena dengan adanya jumlah arah pada gerakan sumbu atau axis menunjukkan kemampuan pada mesin CNC tersebut dalam proses pembuatan produk tersebut. Semakin banyak jumlah sumbu atau axis yang dapat dimiliki pada sebuah mesin CNC, akan semakin rumit produk yang ada pada mesin CNC tersebut (Heriyadi 2011).

2.2 Definisi Mesin Milling

Milling merupakan suatu proses pengikisan material menciptakan bentukan atau bentuk tertentu. Prosedur permillingan yang tepat, pemilihan perkakas yang

cocok dan ketepatan tinggi dapat membuat benda kerja akan memperoleh hasil yang maksimal. tetapi dalam pengerjaannya benda kerja harus memiliki kualitas permukaan yang baik. Hasil dari proses milling dapat berupa kasar maupun halus (P and Mipa 2013).

Mesin milling (frais) adalah mesin perkakas yang digunakan untuk menghasilkan permukaan rata pada benda kerja dengan menggunakan perkakas pemotong berputar. Mesin ini dapat melakukan berbagai jenis pekerjaan, termasuk menghasilkan permukaan datar baik secara horizontal maupun vertikal, serta permukaan dengan sudut atau kemiringan tertentu. Selain itu, mesin milling juga digunakan untuk mengerjakan pekerjaan khusus seperti pembuatan roda gigi, spiral, ulir, dan sebagainya. Salah satu jenis mesin milling adalah mesin milling vertikal (tegak). Pada mesin milling vertikal, kepala mesin dapat diputar ke arah kanan, kiri, depan, dan belakang, sementara spindle mesin terpasang tegak lurus terhadap kepala mesin. Hal ini memungkinkan mesin untuk melakukan pemotongan pada permukaan vertikal dengan berbagai sudut dan juga memudahkan pemasangan dan pergantian perkakas pemotong. (P and Mipa 2013).

Mesin milling vertikal menggunakan cutter (pemotong) yang tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Cutter ini biasanya berbentuk silinder dengan gigi-gigi pada tepinya. Saat mesin beroperasi, cutter akan berputar dan mengikis material dari benda kerja untuk membentuk permukaan yang diinginkan. Proses milling vertikal memiliki berbagai kegunaan, seperti membuat permukaan datar, menghasilkan lubang, mengebor, membuat alur, dan lain sebagainya. Dengan memanfaatkan kepala mesin yang dapat diputar dan peralatan pemotong yang tepat,

mesin milling vertikal menjadi alat yang sangat fleksibel dan dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi.(P and Mipa 2013).

2.2.1 Prinsip Kerja Milling

Prinsip kerja mesin computer numeric control (CNC), secara sederhana dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pemrogram membuat program CNC sesuai produk yang akan dibuat dengan cara pengetikan langsung pada mesin CNC maupun dibuat pada komputer dengan perangkat lunak
2. pemrograman CNC.Program CNC dikenal dengan nama sebagai G-Code, dibuat dalam computer, kemudian dikirim dan dikerjakan oleh prosesor pada mesin potong CNC memberikan hasil pengaturan motor servo dalam mesin untuk menciptakan bentuk sesuai pola desain (Choirul 2022).

Prinsip dasar dari mesin milling adalah menggunakan alat potong (cutter) yang berputar di tempat dan benda kerja yang bergerak ke arah cutter. Hal ini menyebabkan terjadinya penyayatan (pengikisan) benda kerja oleh cutter, yang akhirnya membentuk permukaan atau bentuk yang diinginkan (P and Mipa 2013). Prinsip Kerja Tenaga untuk pemotongan berasal dari energi listrik yang diubah menjadi gerak utama oleh sebuah motor listrik, selanjutnya gerakan utama tersebut akan diteruskan melalui suatu transmisi untuk menghasilkan gerakan putar pada spindel mesin milling. Prinsip kerja mesin milling adalah gerak utama berputar dilakukan oleh alat potong atau cutter, sedangkan gerak makannya dilakukan oleh benda kerja yang terpasang pada meja kerja. Arah gerakan persumbuan mesin CNC milling yaitu sumbu X untuk arah memanjang meja,

sumbu Y untuk arah melintang meja, dan sumbu Z untuk vertikal spindel (Herliansyah, M. K. 2003).

Spindel mesin milling adalah bagian dari sistem utama mesin milling yang bertugas untuk memegang dan memutar cutter hingga menghasilkan putaran atau gerakan pemotongan. Gerakan pemotongan pada cutter jika dikenakan pada benda kerja yang telah dicekam maka akan terjadi gesekan/tabrakan sehingga akan menghasilkan pemotongan pada bagian benda kerja, hal ini dapat terjadi karena material penyusun cutter mempunyai kekerasan di atas kekerasan benda kerja (Veri 2016).

