



Machining Efficiency of CNC Machine Training Unit (TU) 2 – Axis Unimat Uni Dreh Estop Through CAD/CAM Software Integration

Kamarullah¹, Taufan Arif Adlie^{2*}, Suheri³, Syamsul Bahri Widodo⁴

^{1,2,3,4)} Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Samudra, Langsa 24416, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 02 Agustus 2025
Direvisi dari 09 November 2025
Diterima 03 Desember 2025
Dipublikasi 30 Desember 2025

Keyword's:

Lathe Machine
CNC Lathe Machine
Spindel Speed
Mastercam
CNC Training Unit Unimat

DOI:

doi.org/10.55377/jurutera.v12i02.14187

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemesinan pada mesin CNC Training Unit (TU) 2-Axis Unimat Uni Dreh Estop melalui integrasi software CAD/CAM menggunakan Mastercam 2020. Metode penelitian meliputi pembuatan desain 2D dan 3D, generate toolpath, simulasi pemakanan pahat, konversi desain menjadi G-Code, serta pengujian pada mesin CNC Turning 2-Axis. Material benda kerja yang digunakan adalah aluminium blank berukuran $\varnothing 12 \times 100$ mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Mastercam mampu meningkatkan efisiensi waktu pembuatan program CNC dibandingkan metode manual. Waktu keseluruhan proses pemesinan berkurang dari 43,02 menit menjadi 28,02 menit. Selain itu, fitur simulasi pada Mastercam mampu meminimalkan kesalahan pemrograman dan pengoperasian sebelum proses permesinan dilakukan. Hasil pemesinan juga menunjukkan tingkat presisi yang sesuai dengan desain yang telah dibuat. Dengan demikian, integrasi software CAD/CAM pada mesin CNC Turning 2-Axis TU Unimat Uni Dreh Estop dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pemesinan serta mengurangi risiko kesalahan dalam proses produksi.

ABSTRACT

This study aims to enhance machining efficiency on the CNC Training Unit (TU) 2-Axis Unimat Uni Dreh Estop machine by integrating CAD/CAM software using Mastercam 2020. The research methods included creating 2D and 3D designs, generating toolpaths, simulating tool feed movements, converting designs into G-Code, and conducting tests on a 2-Axis CNC Turning machine. The workpiece material used was an aluminium blank measuring $\varnothing 12 \times 100$ mm. The results showed that the use of Mastercam significantly improved the efficiency of CNC program creation compared to the manual method. The total machining process time was reduced from 43.02 minutes to 28.02 minutes. In addition, the simulation feature in Mastercam was able to minimize programming and operational errors before the machining process was carried out. The machining results also demonstrated a level of precision consistent with the designed specifications. Therefore, the integration of CAD/CAM software into the CNC Turning 2-Axis TU Unimat Uni Dreh Estop machine can enhance the effectiveness and efficiency of the machining process while reducing the risk of errors in the production process.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi manufaktur telah memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas dalam proses pembuatan komponen mesin dan produk manufaktur lainnya. Salah satu teknologi yang telah menjadi fokus utama dalam industri manufaktur adalah penggunaan mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Mesin CNC memungkinkan pemrograman komputer untuk mengontrol pergerakan dan tindakan mesin, sehingga memungkinkan produksi yang lebih presisi dan berulang. Namun, dalam mengoperasikan mesin CNC, pemrograman yang baik dan efisien sangatlah penting. Untuk mengoptimalkan penggunaan mesin CNC, pengguna sering menggunakan program yang mencakup konsep makro dan sub program. Program CNC yang efektif, disertai dengan penggunaan makro dan sub program yang tepat, dapat mempercepat proses produksi, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan akurasi (1).

Mesin Computer Numerical Control (CNC) adalah mesin yang dapat dikontrol oleh komputer menggunakan bahasa numerik. Mesin CNC akan fleksibel dan lebih teliti, dan lebih cocok untuk produksi masal jika dibanding mesin perkakas yang sejenis, serta komputer dan mekanik lebih sinkron pada teknologi CNC. Dengan begitu mesin CNC dapat mengurangi campur tangan selama mesin beroperasi, dan dapat memproduksi dengan tingkat kerumitan yang tinggi (2).

Mesin CNC bubut merupakan mesin yang dikontrol menggunakan sistem computer dalam pengoperasiannya. Memiliki pergerakan yang sama seperti mesin bubut konvensional yaitu gerakan kearah melintang dan horizontal. Prinsip kerjanya pun sama dengan mesin bubut konvensional, yaitu benda kerja yang berputar kemudian disayat menggunakan alat potong. Perbedaannya terletak pada eretan yang sudah diganti dengan mode pemrograman (3)

Secara umum, mesin perkakas CNC adalah mesin yang dikontrol oleh sistem komputer dengan memasukkan kode berupa angka dan huruf. Misalnya, jika kode M30 dimasukkan ke layar mesin, maka spindel mesin akan berputar; sedangkan jika kode M05 dimasukkan, spindel akan berhenti berputar. Dua jenis mesin CNC yang umum di pasaran adalah mesin CNC tiga sumbu, yang juga disebut mesin penggergaji, dan mesin CNC dua sumbu, yang dikenal sebagai mesin bubut (4).

Mesin CNC Turning secara umum dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Mesin CNC Turning Training Unit (CNC TU)
2. Mesin CNC Turning Production Unit (CNC PU)

Kedua mesin ini memiliki cara kerja yang sama, namun berbeda dalam penggunaannya. Mesin CNC TU digunakan untuk latihan dasar dalam pemrograman dan pengoperasian mesin CNC, serta dilengkapi dengan sistem pemrograman eksternal (EPS). Mesin jenis ini hanya cocok untuk pekerjaan sederhana dan bahan yang relatif lunak. Sementara itu, mesin CNC PU digunakan untuk produksi dalam jumlah besar, sehingga dilengkapi dengan berbagai aksesoris tambahan seperti sistem pengeras otomatis berbasis hidrolis, sistem pembuangan chips, dan lain sebagainya. Gerakan mesin bubut CNC diatur oleh komputer, sehingga semua pergerakan sesuai dengan program yang telah ditetapkan. Keuntungan dari sistem ini adalah mesin dapat melakukan gerakan yang sama secara berulang dengan tingkat akurasi yang tetap konsisten (5).

Parameter pemesinan CNC Turning meliputi kecepatan potong, kecepatan putaran, kecepatan pemakanan, kecepatan penghasilan beram dan waktu permesinan. Dalam aplikasinya kelima parameter tersebut saling bergantung satu terhadap yang lain dalam proses pengoperasian mesin CNC (5).

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{m}{menit} \quad (1)$$

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada saat proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong ditentukan oleh jenis alat potong, dan jenis benda kerja yang dipotong. Kecepatan potong V_c (m/menit) menyatakan kecepatan linier pada permukaan benda kerja yang terbentuk akibat gerak putar, di mana d adalah diameter benda kerja (mm) dan n adalah laju putaran benda kerja dalam satuan putaran per menit (RPM).

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times d} \frac{\text{put}}{\text{menit}} \quad (2)$$

Kecepatan putaran sumbu utama adalah kemampuan kecepatan putaran mesin untuk melakukan pemotongan/ penyayatan dalam satu menit. Di mana n merupakan laju putaran benda kerja dalam satuan putaran per menit (RPM), Vc menyatakan kecepatan potong (m/menit), dan d adalah diameter benda kerja (mm).

$$F \left(\frac{\text{mm}}{\text{menit}} \right) = f \left(\frac{\text{mm}}{\text{putaran}} \right) \times n \left(\frac{\text{putaran}}{\text{menit}} \right) = \frac{\text{milimeter}}{\text{menit}} \quad (3)$$

Kecepatan pemakanan adalah kecepatan pemotongan pahat terhadap benda kerja. Kecepatan pemakanan sendiri dapat dibedakan menjadi dua, dimana F adalah kecepatan pemakanan dalam (mm/menit), f adalah kecepatan pemakanan dalam (mm/putaran), dan n adalah jumlah putaran tiap menit (RPM)

$$Z = A \cdot VC \quad (4)$$

$$A = a \cdot f \quad (5)$$

Kecepatan penghasiian geram (Material Removal Rate, MRR) pada mesin bubut adalah volume material yang dihilangkan per satuan waktu selama proses pembubutan. Dengan Z adalah kecepatan penghasil beram, A menunjukkan luas penampang pemotongan, VC adalah kecepatan potong (m/menit), a menunjukkan kedalaman pemotongan (mm), dan f menunjukkan kecepatan pemakanan (mm/putaran)

$$Tm = \frac{L}{F} \quad (6)$$

Waktu permesinan adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pemesinan pada suatu benda kerja menggunakan mesin. Dimana Tm adalah waktu pemesinan (menit), L adalah jarak pemesinan yang di tempuh pahat (mm), dan F adalah kecepatan pemakanan (mm/menit)

Dijurusan Teknik Mesin Universitas Samudra terdapat beberapa mesin CNC Training Unit Unimat yang dimana salah satunya adalah mesin CNC Turning 2 Axis Training Unit Unimat Uni Dreh Estop, akan tetapi pada mesin CNC tersebut terdapat beberapa permasalahan dalam proses pengoperasiannya, salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop adalah masih terbatasnya penggunaan program G-Code yang hanya mengandalkan perangkat lunak bawaan dari pabrikan dan tidak adanya proses Simulasi pemakanan sebelum dilakukannya proses pengoperasian yang dimana hal ini dapat menyebabkan kecelakaan kerja, kualitas hasil pengerjaan menurun dan cacat produk. Kondisi ini menyebabkan proses pengoperasian mesin CNC hanya dapat dilakukan menggunakan program standar tanpa adanya kemampuan untuk melakukan simulasi proses pengerjaan sebelum dieksekusi pada mesin. Oleh karena itu, pemanfaatan perangkat lunak CAD/CAM menjadi solusi penting untuk memungkinkan pembuatan program G-Code baru sekaligus melakukan simulasi proses pengoperasian. Dengan demikian, potensi terjadinya kesalahan dapat diminimalkan sehingga dapat menghindari kegagalan, kecelakaan kerja maupun cacat pada hasil pengerjaan selama proses produksi berlangsung.

Penggunaan perangkat lunak yang dilengkapi dengan menu simulasi dapat menjadi solusi untuk permasalahan tersebut. Perangkat lunak CAM misalnya, dapat memproses informasi geometrik dari file CAD, menggunakan data masukan berupa desain dari model CAD untuk membantu perangkat lunak memproses perintah untuk menghitung gerak pahat. Informasi ini dapat disimpan dalam bentuk nc-file (6). Oleh sebab itu perangkat lunak Mastercam dapat digunakan untuk memproses semua informasi tersebut sehingga menghasilkan output berupa kontrol numerik yang merupakan instruksi untuk mengontrol proses permesinan pada mesin perkakas dalam hal ini adalah pergerakan pahat pada mesin CNC Turning.

Computer Aided Design (CAD) adalah sebuah program komputer yang digunakan untuk menggambar produk atau bagian dari suatu produk. Produk yang akan digambar bisa dinyatakan dengan berbagai garis atau simbol yang memiliki arti tertentu. CAD bisa dalam bentuk gambar dua dimensi maupun tiga dimensi (7). *Computer Aided Manufacturing* (CAM) adalah teknologi yang memakai perangkat lunak komputer dan mesin untuk membantu serta mengotomatiskan proses pembuatan barang (7).

G-code adalah sebuah fungsi yang digunakan dalam bahasa pemrograman *Computer Numerical Control* (CNC) yang paling umum. G-code digunakan terutama dalam proses manufaktur yang didukung oleh komputer untuk mengontrol peralatan mesin. G-code adalah bahasa yang digunakan teknisi untuk memberi instruksi mengenai jalur yang harus dilalui oleh peralatan mesin terkomputerisasi serta tahapan pekerjaan dan alat yang digunakan untuk membuat sesuatu. G-code berisi informasi mengenai posisi alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan di pabrik. G-code berbeda dari M-code dan T-code yang mengatur mesin dan alat di pabrik. Meskipun G-code seringkali disebut sebagai bagian dari *Numerical Control* (NC), sebenarnya G-code hanya merupakan salah satu komponen yang bekerja bersama dengan kode-kode lainnya untuk menyelesaikan tugas-tugas yang diperlukan (8).

Mastercam adalah aplikasi permodelan yang memiliki fitur lengkap, yang menggabungkan geometri 2D dan 3D untuk membuat gambar rangka dan permukaan. Aplikasi ini juga memiliki kemampuan mengedit dan mengubah bentuk secara fleksibel. Mastercam menggunakan fitur khusus bernama associativity untuk menghubungkan berbagai operasi geometri, sehingga jalur alat (*toolpath*) dapat berubah secara otomatis ketika ukuran benda berubah (9).

Dengan menggunakan software berbasis *engineer modeling* seperti Mastercam, Catia, SolidCAM, dan AutoCAD, desain produk dapat dibuat. Setelah desain selesai, *software* yang dapat mensimulasikan kejadian yang akan terjadi pada produk di mesin CNC dapat digunakan. Software seperti Mastercam dapat menentukan langkah-langkah kerja mesin CNC (10).

Pada penelitian ini akan di fokuskan pada perencanaan pemrograman CAD/CAM pada mesin CNC Training Unit Unimat Uni Dreh Estop dengan perangkat lunak Mastercam. Yang dimana penelitian ini akan di fokuskan pada cara membuat program CNC dengan sistem CAD/CAM, penyesuaian program, dan eksekusi program ke dalam interface sehingga mesin CNC dapat dikendalikan oleh perangkat Personal Computer (PC).

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

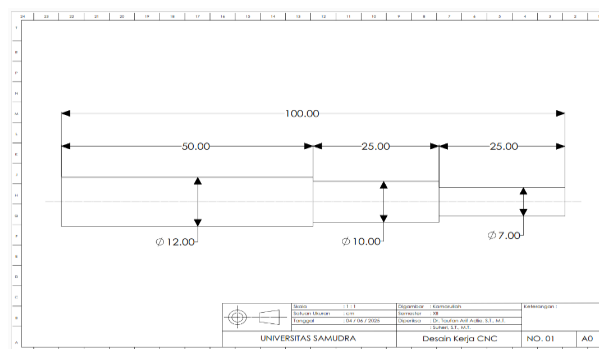
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar CNC Universitas Samudra yang memiliki fasilitas pendukung penelitian berupa mesin CNC Turning 2 Axis Training Unit Unimat Uni Dreh Estop, buatan perusahaan The Cool Tool asal Austria serta perangkat komputer yang terintegrasi dengan perangkat lunak CAD/CAM Mastercam 2020. Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai untuk mendukung proses pembuatan desain, simulasi, pemrograman G-Code, hingga proses pengoperasian mesin CNC secara langsung.

Penelitian dilaksanakan dengan tahapan kegiatan yang meliputi studi literatur, pembuatan desain benda kerja, proses *generate toolpath*, simulasi pemakanan pahat, pembuatan program G-Code, hingga pengujian proses permesinan pada mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop.

2.2. Perancangan Desain dan Program G-Code

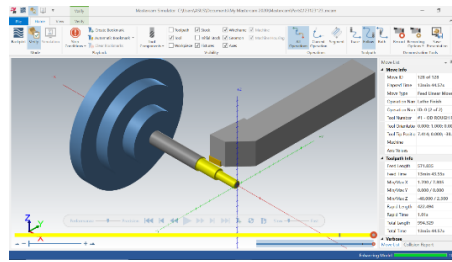
1. Desain Gambar Kerja Pada Pengoperasian Mesin CNC TU Unimat Uni Dreh Estop

Gambar 1 menunjukkan desain gambar kerja yang digunakan pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop dengan material yang digunakan adalah aluminium blank dengan ukuran keseluruhan $\varnothing 12 \times 100$ mm.



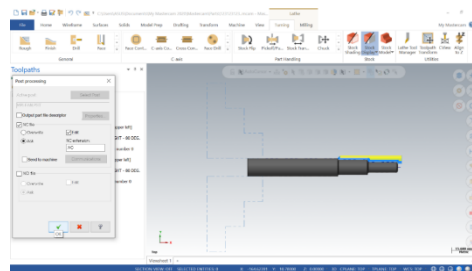
Gambar 1. Desain Gambar Kerja Pengoperasian Mesin CNC TU Unimat Uni Dreh Estop

Setelah di lakukannya proses *generate toolpath* berikutnya dilakukan proses simulasi gerak pemakanan terhadap benda kerja di Mastercam supaya mengetahui apabila ada kesalahan pada proses nya bisa dilakukan perbaikan sebelum dilakukan proses permesinan pada mesin CNC.



Gambar 6. Proses simulasi gerak pemakanan pahat

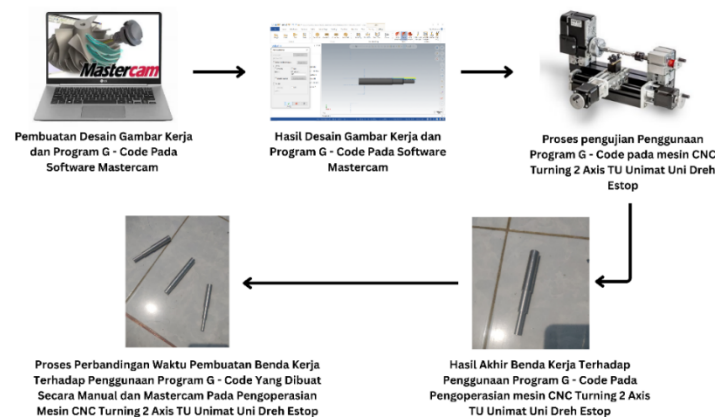
Terakhir setelah melakukan simulasi gerak pemakanan pahat dan semuanya sudah benar maka dilakukannya proses *generate post processing* untuk mendapatkan Nc code (G – Code) yang akan di gunakan untuk menggerakkan mesin CNC pada proses permesinannya.



Gambar 7. Proses *generate post processing*

2.1. Diagram Proses Penelitian

Penelitian ini diawali dengan proses pembuatan desain tiga dimensi (3D) serta pemrograman parameter G-Code menggunakan perangkat lunak Mastercam guna menghasilkan program G-Code yang akan digunakan pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop, kemudian program G-Code yang telah dihasilkan ditransfer ke mesin CNC untuk dilakukan proses permesinan terhadap benda kerja, selanjutnya setelah proses permesinan selesai dan diperoleh hasil akhir benda kerja, dilakukan analisis perbandingan waktu proses pembuatan benda kerja antara metode pemrograman manual dengan metode berbasis CAD/CAM menggunakan Mastercam pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi proses pemesinan.



Gambar 8. Diagram Proses Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukannya proses pengujian pada pengoperasian mesin CNC TU Unimat Uni Dreh Estop dengan menggunakan program G-Code yang sudah dibuat pada software Mastercam guna mengetahui efektifitas program G-Code, pengujian ini dilakukan di laboratorium dasar Universitas Samudra.

Pada proses pengujian ini program G-Code digunakan sebagai perintah untuk mengoperasikan mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop. Proses pengujian dilakukan sebanyak 2 kali, untuk mengetahui keefektifannya dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian penggunaan program g-code pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni dreh estop

Uji Coba	Waktu Pembuatan Desain dan Program G-Code, Setting Mesin dan Mata Pahat	Waktu Proses Pengoperasian	Waktu Pembuatan Benda Kerja
Manual	40 Menit	3.02 Menit	43.02 Menit
Mastercam	25 Menit	3.02 Menit	28.02 Menit

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwasanya dalam pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop dengan menggunakan program G – Code dari mastercam terdapat perbedaan waktu pengerjaan keseluruhan dengan penggunaan program G – Code yang di buat secara manual, hal ini disebabkan oleh penggunaan software CAD/CAM yang digunakan pada proses pengoperasiannya.

Dari hasil pengujian penggunaan program G – Code pada mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop terdapat beberapa hal yang dapat diperhitungkan, yang dimana perhitungan tersebut dapat dilihat **Tabel 2**.

Tabel 2. Parameter yang digunakan pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop

Roughing	
Kecepatan Potong	90 m/menit
Kecepatan Putaran	2,388 RPM
Kecepatan Pemakanan	477,6 mm/menit
Kecepatan Penghasilan Beram	3,6 cm ³ /menit
Waktu Pemesinan	2,5 menit
Finishing	
Kecepatan Potong	150 m/menit
Kecepatan Putaran	4,777 RPM
Kecepatan Pemakanan	477,7 mm/menit
Kecepatan Penghasilan Beram	3,6 cm ³ /menit
Waktu Pemesinan	0,12 menit

Tabel 2 dapat dilihat hasil parameter pemesinan pada proses pembubutan menggunakan mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop. Pada proses roughing diperoleh kecepatan potong sebesar 90 m/menit dengan kecepatan putaran spindle 2.388 RPM. Dari parameter tersebut diperoleh kecepatan pemakanan sebesar 477,6 mm/menit dan kecepatan penghasilan beram sebesar 3,6 cm³/menit, sehingga waktu pemesinan yang dibutuhkan adalah 2,5 menit.

Sedangkan pada proses finishing digunakan kecepatan potong yang lebih tinggi yaitu 150 m/menit dengan kecepatan putaran spindle sebesar 4.777 RPM. Kecepatan pemakanan yang dihasilkan sebesar 477,7 mm/menit dan kecepatan penghasilan beram sebesar 3,6 cm³/menit. Dengan parameter tersebut waktu pemesinan menjadi lebih singkat yaitu 0,12 menit. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan potong dan putaran spindle pada proses finishing dapat mempercepat waktu pengerjaan serta menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus.

Dari kedua Pengujian yang dapat dilihat pada **Tabel 1**, diketahui bahwasanya untuk penggunaan program G – Code pada pengoperasian mesin CNC Turning 2 Axis TU Unimat Uni Dreh Estop dengan menggunakan gambar kerja pada **Gambar 1** didapatkan perbedaan waktu pembuatan benda kerja pada proses pengoperasiannya yang dapat kita lihat pada **Tabel 1**, hal itu disebabkan oleh penggunaan software CAD/CAM yang digunakan dalam proses pengerjaannya. Untuk mengetahui perbandingan waktu pembuatan benda kerja antara manual dengan mastercam dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan waktu pengerjaan keseluruhan benda kerja

Uji Coba	Pembuatan Desain	Pembuatan Program G-Code	Setting Mesin	Setting pahat	Proses Permesinan
Manual	5 Menit	20 Menit	10 Menit	5 Menit	3,02 Menit
Mastercam	3 Menit	7 Menit	10 Menit	5 Menit	3,02 Menit

Pada proses pembuatan desain dan program g-code secara manual menghabiskan waktu selama 25 menit, waktu yang diperlukan relatif lebih lama karena proses pembuatan desain dan pemrograman G-code dilakukan secara langsung dan tanpa bantuan otomatisasi, sehingga memerlukan ketelitian dan waktu yang lebih banyak. Selain itu, proses setting mesin dan mata pahat dilakukan secara manual menghabiskan waktu selama 15 menit, pada proses tersebut sudah termasuk pemasangan alat potong, pengaturan titik nol benda kerja, kalibrasi offset alat potong.

Sebaliknya, penggunaan perangkat lunak CAM seperti Mastercam memungkinkan pembuatan desain CAD terintegrasi dengan otomatisasi pembuatan toolpath dan konversi ke program G-code secara cepat dan akurat. Fitur simulasi dan verifikasi dalam software dapat mengurangi kebutuhan revisi program, sehingga mempercepat proses persiapan. Pada proses ini menghabiskan waktu selama 10 menit dalam proses pengerjaannya. Selain itu Setting mesin dan mata pahat juga dapat dilakukan dengan lebih presisi berdasarkan data output dari perangkat lunak, mengurangi waktu pengaturan manual dan risiko kesalahan. Pada proses ini menghabiskan waktu selama 15 menit dalam proses pengerjaannya. Tidak ada rumus baku untuk menentukan waktu pembuatan desain, program g-code, setting mesin dan mata pahat. waktu tersebut diperoleh dengan mencatat waktu yang diperlukan untuk masing-masing proses pengerjaannya. Semua tahapan ini bergantung pada keterampilan operator, sehingga memakan waktu lebih lama dan meningkatkan waktu non-produktif.

Oleh karena itu, perbedaan waktu produksi keseluruhan antara metode manual dan Mastercam terutama berasal dari efisiensi dalam pembuatan program G-code dan setting mesin yang lebih cepat dan terstandarisasi pada metode berbasis CAM, yang secara langsung mengurangi waktu non-produktif dan meningkatkan produktivitas proses permesinan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini membuktikan bahwasanya Penggunaan software Mastercam untuk menghasilkan G-Code pada mesin CNC Turning 2 Axis Training Unit Unimat Uni Dreh dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Penggunaan software CAD/CAM memungkinkan pembuatan program CNC yang lebih akurat, mudah, dan cepat dibandingkan dengan cara konvensional yang hanya mengandalkan perangkat lunak bawaan mesin. Hal ini ditunjukkan dengan waktu keseluruhan pada proses pengoperasian yang lebih singkat dari 43,02 menit menjadi 28,02 menit. Dengan adanya simulasi dan visualisasi proses pemesinan sebelum proses permesinan, potensi terjadinya kesalahan dapat diminimalkan sehingga kualitas hasil pengerjaan meningkat dan risiko cacat produk dapat ditekan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nurul M, Amaluddin H, Jamaludin R, Mahdali A. Analisis Pengaruh Program Makro CNC Milling dan Sub Program Mazak Terhadap Efektivitas Pembuatan Cover Pressure Cylinder Menggunakan CAM. 2024;11(1):1–5.
2. Sobirin D. Unikom_Diki Muhamad Sobirin_Bab Ii. 2020;7–25.
3. Smith A, Oktriadi Y. Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel Dan Feeding Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Proses Finishing Bubut CNC. J Inov Teknol Terap. 2023;1(2):318–23.
4. Gilbran A. Analisi Pengaruh Parameter Terhadap MRR Dan Kekasaran Permukaan Pada Beda Kerja Di Mesin CNC Turning Dengan Metode Taguchi. J Inov Teknol Terap. 2023;1–68.
5. Setyowati. Teknik Pemesinan. Angew Chemie Int Ed 6(11), 951–952. 1967;13(April).
6. Amala M, Widyanto S. Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Operasi Mesin Milling CNC Trainer. J Tek Mesin. 2014;2(3):204–10.
7. Setyoadi Y, Latifah K, Mesin JT, Informatika J. Integrasi Software CAD-CAM dalam Sistem Operasi Mesin Bubut CNC. :149–59.
8. Choirony IV, Hariyanto MS, Telang JR, Kamal K, Bangkalan K, Timur J. Achmad Ubaidillah 4) , Haryanto 5) dan Riza Alfita 6) 1), 2), 3), 4), 5), 6) Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Univ Trunojoyo Madura. 2021;13(1):13–21.
9. Pahlevi MR, Syafri, Susilawati A. Perencanaan Cad Cam Mesin Cnc Milling Router 3 Axis Dengan Perangkat Lunak Mastercam. J Tek Mesin. 2017;4(2):1–7.
10. Saputro RE, Yaningsih I, Sukanto H. Studi implementasi cad/cam pada proses milling cnc terhadap kekasaran permukaan dan tingkat kepresisian aluminium 6061. J Tek Mesin Indones. 2018;11(1):36–40.