

Pengaruh Kecepatan Potong Konstan (G96) dan Kecepatan Putaran Konstan (G97) Pada Kehalusan Permukaan Material ST 37 dan S45C Pada Mesin CNC Bubut

Adimas*¹, Budi Baharudin, S.T., M.T* dan Danang Cahyagi, S.T., M.T.*

* Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: adimas1414@gmail.com

Abstrak

Kemajuan teknologi manufaktur semakin pesat semua berlomba agar menjadi yang terbaik, kebutuhan akan kualitas produk yang tinggi yang dihasilkan dengan kecepatan produksi yang tinggi pula. Penelitian uji coba ini untuk mengetahui hasil kehalusan permukaan produk menggunakan kecepatan potong konstan (G96), mengetahui hasil kehalusan permukaan produk menggunakan kecepatan putaran konstan (G97), dan mengetahui perbandingan kualitas kehalusan permukaan dari hasil kedua percobaan tersebut menggunakan 2 jenis material yang berbeda yaitu ST 37 dan S45C. Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen, melakukan proses pembubutan pada spesimen baja ST 37 dan S45C dengan parameter yang sama menggunakan masing-masing mode program dari G96 dan G97. Setiap spesimen akan dibubut secara bertingkat yaitu dengan 2 tingkat saja dan setiap tingkatnya akan di uji sebanyak 3 titik kualitas permukaan menggunakan alat ukur yaitu surface tester mitutoyo. Hasil pengukuran akan didapatkan dari hasil rata-rata kehalusan atau kekasaran permukaan dari kedua spesimen tersebut dengan detail spesimen ST 37 menggunakan parameter kecepatan potong konstan yaitu μm 2.27 masuk pada kelas N7 dan parameter putaran konstan yaitu μm 3.03 masuk pada kelas N8, sedangkan pada spesimen S45C menggunakan parameter kecepatan potong konstan yaitu μm 2.22 masuk pada kelas N7 dan parameter kecepatan putaran konstan yaitu μm 3.08 masuk pada kelas N8. Parameter mode G96 lebih baik dan lebih bagus hasilnya dibandingkan menggunakan mode G97 dalam pembubutan yang dilakukan di mesin CNC.

Kata kunci: Kekasaran Permukaan, Kehalusan Permukaan, Kecepatan Potong Konstan, Kecepatan Putaran Konstan.

Abstract

The progress of manufacturing technology is increasingly rapid, all competing to be the best, the need for high quality products produced at high production speeds as well. This trial research is to determine the results of product surface smoothness using constant cutting speed (G96), determine the results of product surface smoothness using constant rotation speed (G97), and determine the comparison of surface smoothness quality from the results of the two experiments using 2 different types of materials namely ST 37 and S45C. This research method is experimental research, turning ST 37 and S45C steel specimens with the same parameters using each program mode from G96 and G97. Each specimen will be turned in stages, namely with 2 levels only and each level will be tested as many as 3 points of surface quality using a measuring tool, namely the Mitutoyo surface tester. The measurement results will be obtained from the average surface smoothness or roughness of the two specimens with details of the ST 37 specimen using a constant cutting speed parameter of μm 2.27 in class N7 and a constant rotation speed parameter of μm 3.03 in class N8, while in the S45C specimen using a constant cutting speed parameter of μm 2.22 in class N7 and a constant rotation speed parameter of μm 3.08 in class N8. G96 mode parameters are better and better results than using G97 mode in turning done on a CNC machine.

Keywords: Surface Roughness, Constant Cutting Speed, Constant Turning Speed.

1 Pendahuluan

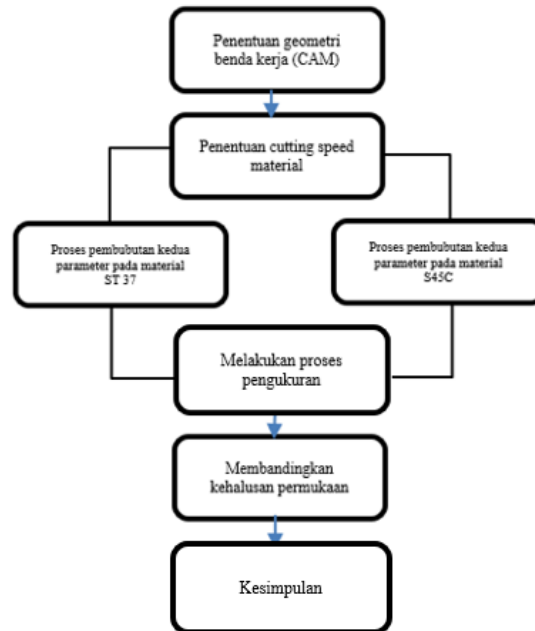
Perubahan dan kemajuan teknologi manufaktur yang semakin pesat dan semakin tingginya kompetisi antara produsen produk-produk manufaktur, kebutuhan akan kualitas produk yang tinggi yang dihasilkan dengan kecepatan produksi yang tinggi. Dimana sekarang ini dalam pengembangan dan perencanaan produk tidak terlepas akan kebutuhan teknologi, dengan kebutuhan yang sangat tinggi maka dikembangkanlah sistem otomasi. Otomasi dapat diartikan sebagai teknologi yang berlandaskan pada aplikasi sistem mekanik, elektronik dan computer, sehingga pekerjaan tahap pengembangan meliputi perencanaan, persiapan, perakitan, instalasi, pemrograman, inspeksi, komisioning. Semuanya itu membutuhkan sistem pendukung proses manufaktur yang handal (Adha, 2020). Salah satu pendukung tersebut adalah sistem CAD/CAM. CAD/CAM memiliki dua bagian yakni desain gambar CAD (Computer Aided Design) dan desain gambar CAM (Computer Aided Machine). Desain yang dihasilkan oleh software CAD/CAM ini akan diubah menjadi bahasa pemrograman (G Code) yang selanjutnya dikerjakan oleh mesin CNC (Computer Numerical Control). Penggunaan mesin cnc sebagai mesin perkakas dalam proses permesinan modern semakin banyak dijumpai dalam industri manufaktur, cnc turning dalam hal ini memiliki fungsi untuk mengerjakan suatu benda secara efisien, hemat waktu, dan hemat biaya (Martowibowo & Daa'i, 2017).

Dengan program yang telah disiapkan sebelumnya, komponen-komponen yang sama dapat diproduksi berkali-kali dengan akurasi yang tepat. Proses permesinan yang dilakukan pada mesin cnc turning adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong yang diam. Pemilihan parameter pemotongan yang tepat dalam proses permesinan adalah hal yang sangat penting untuk meraih kualitas produk yang baik serta proses yang ekonomis dan produktifitas. Kualitas produk hasil CNC turning dapat dilihat dari waktu proses pengerjaannya. Oleh karena itu hasil CNC turning perlu diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan waktu yang optimal. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu diadakan penelitian sehingga nantinya dapat melakukan variasi parameter permesinan untuk menghasilkan waktu proses yang optimal pada pemrograman CNC turning (Yudhyadi et al., 2016).

MasterCAM ialah salah satu software CAD/CAM yang tergolong populer dalam dunia pendidikan keteknikan maupun dunia praktis, khususnya bagi sekolah-sekolah teknik dan perguruan tinggi, serta industri pengguna teknologi CNC yang memerlukan keakuratan proses manufakturnya. Melalui fitur-fitur strategis yang terdapat pada MasterCAM seorang programmer dapat melakukan variasi parameter pemesinan untuk menghasilkan waktu proses yang optimal pada pemrograman cnc turning. Kecepatan potong konstan (G96) adalah fitur mode yang memungkinkan kita menentukan kecepatan maksimal dari putaran spindel, mesin akan secara otomatis mempertahankan rpm yang diperlukan untuk memastikan pemotongan terjadi pada kecepatan permukaan yang diinginkan. Untuk itu terlebih dahulu yang harus dilakukan adalah mencari putaran spindel pada diameter terluar benda kerja (Wawanto et al., 2021). Sedangkan kecepatan putaran konstan (G97) adalah fitur mode yang membuat putaran spindel akan tetap sama ketika adanya perubahan diameter pada proses pembubutan.

Kualitas adalah acuan untuk menentukan suatu produk dapat diterima atau tidak. Konsumen seringkali mengeluhkan kualitas hasil dari produksi dikarenakan produk yang dikirim tidak memenuhi spesifikasi geometri yang diinginkan (Erizon et al., 2018). Di dunia industri saat ini, semakin tinggi kualitas produk maka akan semakin tinggi pula harga jualnya. Produk dengan kualitas tinggi dapat dilihat dari segi bentuk, kepresisian ukuran, ketelitian, dan kehalusan (kekasaran permukaan) dari produk itu sendiri. Salah satu kualitas produk yang perlu dipertimbangkan adalah pada tingkat kekasaran permukaan atau disebut dengan surface roughness.

2 Metodologi Penelitian



Gambar 1. Peta Operasi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Desain eksperimen adalah evaluasi secara serentak dua atau lebih faktor atau parameter terhadap kemampuannya untuk mempengaruhi rata-rata hasil atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu. Eksperimen faktorial adalah salah satu metode yang banyak dipakai dalam eksperimen yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan. Metode ini digunakan untuk mengetahui kondisi optimal dari parameter pemesinan, dan mengetahui pengaruh performansi dari parameter pemesinan terhadap waktu pengerjaan. Eksperimen faktorial mempunyai keunggulan yaitu dapat melihat seluruh kombinasi yang ada (Sembiring, 2003: 200). dibawah ini adalah tahapan- tahapan sebelum proses pembubutan dilakukan yaitu:

Siapkan alat dan Bahan

Yang perlu disiapkan adalah alat yang pertama mesin CNC bubut, insert atau mata pahat pemakanan kasar, alat pengukur kehalusan surface roughness tester, program CNC dengan 1 program menggunakan mode kecepatan putaran konstan (G97) dan 1 program menggunakan mode kecepatan potong konstan (G96) serta bahan yaitu material jenis ST 37 dan S45C.

Menyiapkan Parameter Program

Pembuatan program CNC menggunakan bantuan software mastercam X5, yang akan menampilkan beberapa G-code dan M-code yang berfungsi sebagai bahasa yang akan dibaca oleh mesin CNC. Pada dasarnya banyak terdapat beberapa G-code dan M-code yang dibagi berdasarkan fungsinya sebagai berikut.

- G : Pergerakan mesin secara umum
- F : Kecepatan pemberian makan
- T : Ganti alat
- S : Kecepatan spindel
- X, Y, dan Z : Tiga sumbu linier pada sistem koordinat kartesius
- A, B, dan C : Sumbu rotasi sudut di sekitar X, Y, dan Z

a. Perintah pemosisian

- G00: Penentuan Posisi Peralatan Mesin Secara Cepat
- G01: Interpolasi Linier
- G02: Interpolasi Busur Searah Jarum Jam (Interpolasi Melingkar atau Interpolasi Heliks)
- G03: Interpolasi Berlawanan Jarum Jam (Interpolasi Melingkar atau Interpolasi Heliks)

b. Perintah kecepatan

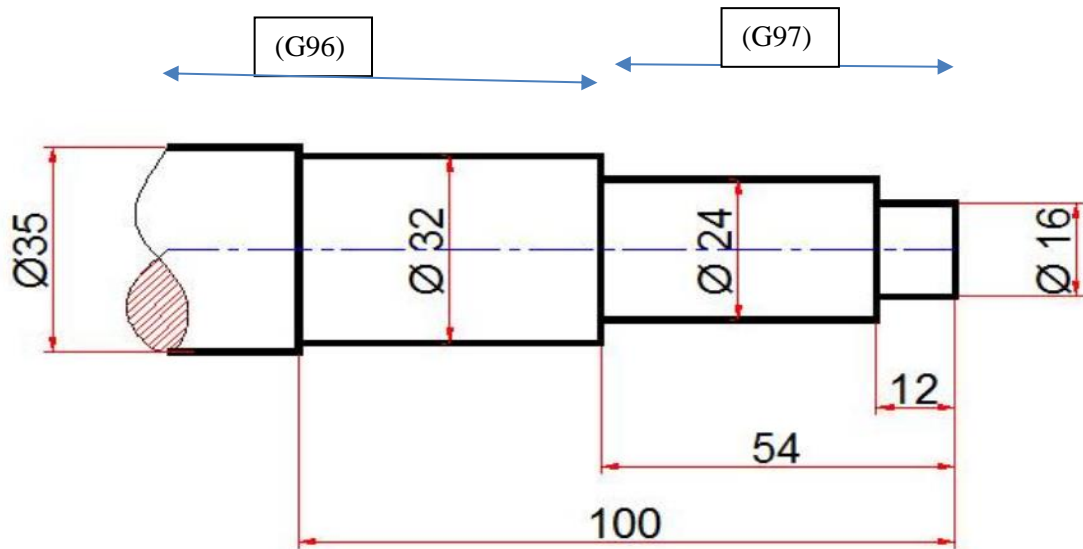
- G08 – G09: Kenaikan atau Penurunan Kecepatan
- G93 – G95: Memilih Unit Umpan Linier
- G96 : Kecepatan Permukaan Konstan
- G97 : Kecepatan Spindel Konstan

c. Perintah Operasi Pemesinan

- G81: Pengeboran sederhana
- G82: Pengeboran sederhana dengan diam
- G83: Pengeboran lubang dalam
- G84: Mengetuk

Penentuan Geometri Benda Kerja

Pada eksperimen ini kita hanya membuat dari masing-masing jenis material 1 benda kerja dengan pembubutan bertingkat dengan ukuran gambar seperti berikut.



Gambar 2. Geometri Benda Kerja Bubut Bertingkat

Pada gambar 2 diatas menampilkan ukuran geometri benda kerja dan penjelasannya, akan dibuat benda kerja dari jenis material ST 37 dan S45C masing-masing 1 benda kerja, pada diameter 35 dan diameter 32 adalah penggunaan mode program kecepatan potong konstan G96, sedangkan pada diameter 24 dan diameter 16 menggunakan mode program kecepatan putaran konstan G97.

Penentuan Cutting Speed

Tabel 1
Cutting Speed Material

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	200 - 600

Dalam melakukan proses penelitian ini kita harus tau kondisi mesin, jika mesin sudah memiliki umur yang tua kita harus menurunkan putaran mesin untuk menjaga keamanan mesin tersebut. Dengan itu kita bisa menetapkan parameternya. Pada Tabel 1 diatas menampilkan standart kecepatan potong sesuai dengan jenis bahan atau material. Setelah itu menetapkan parameter pada CAM, proses pembuatan spesimen uji dimulai dengan memvariasikan parameter kecepatan pemakanan (*feedrate*) dan kecepatan potong (*cutting speed*) serta kedalaman pemakanan (*depth of cut*). Untuk menentukan putaran spindle bisa kita gunakan rumus sebagai berikut.

$$RPM = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d}$$

RPM : Putaran spindle (rpm)
Vc : Kecepatan potong (m/min)
 π : 3,14
d : Diameter benda kerja (mm)

ROUGHNESS CLASS	Value Ra (μm)	Tolerance N ^{+50%} _{-25%}
N1	0.025	0.02 – 0.04
N2	0.05	0.04 – 0.08
N3	0.0	0.08 – 0.15
N4	0.2	0.15 – 0.30
N5	0.4	0.30 – 0.60
N6	0.8	0.60 – 1.20
N7	1.6	1.20 – 2.40
N8	3.2	2.40 – 4.80
N9	6.3	4.80 – 9.60
N10	12.5	9.60 – 18.75
N11	25.0	18.75 – 37.5
N12	50.0	37.5 – 75.0

Gambar 3. Average Roughness Class (Ra)
Sumber: Setiawan et al., (2018)

Tabel 2
Hasil dari penelitian

Material	G-code	Diameter	Penetapan Putaran	Kecepatan Potong	Nilai Kekasaran Permukaan			Rata – rata (μm)
					Ra1	Ra2	Ra3	
					(μm)	(μm)	(μm)	
S45C	(G96)	32	909	100 mm/min	2,21	2,23	2,25	2,23
		35	909	100 mm/min	2,24	2,21	2,20	2,21
S45C	(G97)	16	1273	100 mm/min	3,12	3,11	3,12	3,11
		24	1273	100 mm/min	3,05	3,04	3,07	3,05
ST 37	(G97)	32	909	100 mm/min	3,01	3,03	3,02	3,02
		35	909	100 mm/min	3,05	3,03	3,07	3,05
ST 37	(G96)	16	1273	100 mm/min	2,28	2,27	2,28	2,27
		24	1273	100 mm/min	2,26	2,28	2,27	2,27

Dari hasil pengukuran yang ada pada Tabel 2 dapat kita ketahui. Untuk material S45C dengan menggunakan parameter kecepatan potong konstan mendapatkan nilai rata-rata kekasaran μm 2.22 dengan kelas N7, dan ketika menggunakan parameter kecepatan putaran konstan mendapatkan nilai rata-rata μm 3.08 dengan kelas N8. Sedangkan Untuk material ST37 dengan menggunakan parameter kecepatan potong konstan mendapatkan nilai rata-rata kekasaran μm 2.27 dengan kelas N7, dan ketika menggunakan parameter kecepatan putaran konstan mendapatkan nilai rata-rata μm 3.03 dengan kelas N8 yang bisa kita lihat pada Gambar 3 yang menampilkan Average Roughness Class (Ra).

3 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian data dari hasil pengukuran yang dilakukan, maka diperoleh rata-rata kekasaran permukaan dari kedua spesimen menggunakan parameter kecepatan potong konstan yaitu 2.25 μm masuk pada kelas N7, sedangkan saat menggunakan kecepatan putaran konstan rata-rata kekasaran permukaan dari kedua spesimen yaitu 3.05 μm masuk pada N8. Dapat disimpulkan dari hasil pengukuran bahwa parameter kecepatan potong konstan (G96) lebih bagus dan lebih baik dibandingkan kecepatan putaran konstan (G97) dalam proses pembubutan bertingkat pada mesin CNC.

4 Daftar Pustaka

- Adha, L. A. (2020). Digitalisasi Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Ketenagakerjaan Dan Hubungan Kerja Di Indonesia. *Journal Kompilasi Hukum*, 5(2), 267–298. <https://doi.org/10.29303/jkh.v5i2.49>
- Erizon, N., Ardiyansyah, M. I., Jasman, J., & A, Y. (2018). Effect of Cooling Media on Steel Hardness ST 37 On Conventional Lathe Process. *Teknomekanik*, 1(1), 6–11. <https://doi.org/10.24036/tm.v1i1.372>
- Martowibowo, S. Y., & Daa'i, W. R. (2017). PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK CAM UNTUK MESIN CNC FREIS 3 SUMBU PADA AutoCAD. *Mesin*, XIX(1). <http://journals.itb.ac.id/index.php/jtms/article/view/4936>
- Setiawan, S., K, A., Syahri, B., Ambiyar, A., Darmawi, D., & A, Y. (2018). Comparative Analysis of Fixed Round Speed and Fixed Cut Speed on the Surface Roughness of ST 37 Steel Level Turning on PU 2A NC Machines. *Teknomekanik*, 1(2), 38–42.
- Wawanto, R., -, E., & -, A. (2021). Studi Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Hasil Pembubutan Menggunakan Pahat HSS Terhadap Material St41. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), 58–64. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v3i1.570>
- Yudhyadi, I. G. N. K., Rachmanto, T., & Ramadan, A. D. (2016). Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses Pada Pemrograman Cnc Milling Dengan Berbasis Cad/Cam. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(1), 38–50. <https://doi.org/10.29303/d.v6i1.24>