

MEMPREDIKSI KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA BERBASIS SIMULASI PEMESINAN 3D

Fauzan^{1*}, Alchalil²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Lhokseumawe
Jalan Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara

*Email address: faoezan@gmail.com

ABSTRAK

Kekasaran permukaan hasil proses pemesinan merupakan bagian yang menjadi perhatian penting dalam menentukan kualitas permukaan benda kerja. Dalam upaya menghemat biaya operasional produksi dan meningkatkan produktifitas kerja maka penelitian untuk memprediksi kekasaran permukaan proses pemesinan menjadi sangat diperlukan. Penelitian dengan berbagai metode dan algoritma telah banyak dilakukan. Dalam artikel ini akan dibahas suatu cara yang memungkinkan untuk menduga kekasaran permukaan teoritis berdasarkan hasil pemesinan permukaan 3D secara simulasi. Proses pemesinan dilakukan terhadap benda kerja permukaan datar dengan *face milling*. Metode ini dilakukan dengan membangun sistem pemesinan virtual menggunakan perangkat lunak CAD/CAM yang dibuat seidentik mungkin dengan mesin perkakas sebenarnya. Eksperimen dilakukan terhadap benda kerja ST 37 sebagai objek pengukuran kekasaran permukaan. Hasil pengukuran akan menjadi data yang akan digunakan dalam menentukan kekasaran permukaan berdasarkan masukan parameter pemesinan. Percobaan ini memberikan hasil yang dekat dengan hasil pengukuran langsung sehingga cara ini dapat digunakan dalam memprediksi kekasaran permukaan benda kerja.

Kata kunci: Kekasaran permukaan, face milling, simulasi, parameter pemesinan

ABSTRACT

The surface roughness of the machining process is an important concern in determining the quality of the workpiece surface. In an effort to save production operational costs and improve work productivity, research to predict the machining surface roughness of the machining process becomes indispensable. Research with various methods and algorithms has been done. In this article we will discuss a possible way to estimate the theoretical surface roughness based on the 3D surface machining results simulated. The machining process is done on a flat surface workpiece with face milling. This research was done by building a virtual machining system using CAD/CAM software that was made as seamless as possible with the actual machine tool. Experiments were performed on the ST 37 workpiece as a surface roughness measurement object. The measurement data would be used in determining surface roughness based on machining parameter input. This experiment provides results close to the results of direct measurements so this way can be used in predicting the roughness of the workpiece surfaces.

Keywords : Surface roughness, face milling, simulation, machining parameters

PENDAHULUAN

Pembuatan produk yang kompleks dengan kualitas tinggi memerlukan proses produksi yang efisien, handal dan cepat untuk mempertahankan daya saing di pasar dunia (Schuh dkk, 2011). Di bidang Rapid Technology, perkembangan teknologi proses pemesinan (High Speed Cutting - HSC) menjadi sangat penting dan spesifik (D. Dimitrov & M. Saxer, 2012). Untuk mendukung hal tersebut, komputer dapat dimanfaatkan oleh industri manufaktur dalam kegiatan disain, verifikasi dan menangani proses pemesinan berbasis CNC. Dengan demikian aplikasi CAD/CAM (Computer

Aided Design/ Manufacturing) menjadi bagian yang berperan penting dan menjadi tulang punggung bagi industri manufaktur saat ini.

Evolusi yang terus menerus di bidang proses pemesinan dapat diamati, yaitu mengarah kepada tuntutan kualitas produk yang lebih tinggi. Untuk memenuhi tuntutan tersebut bukanlah suatu hal yang mudah, khususnya untuk membuat bagian part dengan geometri yang semakin kompleks. Salah satu parameter penting yang menjadi penilaian bagus tidaknya komponen mesin adalah kualitas permukaan hasil pemesinan, terlebih lagi pada komponen benda yang saling bergesekan (C. Lu, 2008).

Kualitas permukaan benda kerja hasil pemrosesan menjadi sesuatu yang kompleks karena melibatkan hal-hal yang berhubungan dengan *microgeometry* atau ukuran kekasaran permukaan, tegangan (*stress*) dan tingkat kekerasan. Dengan demikian muncul kebutuhan dari sisi manufaktur untuk mengembangkan metode yang dapat membantu dalam memprediksi kualitas permukaan hasil pemrosesan dengan menentukan proses yang optimal atau mendapatkan parameter proses yang paling sesuai (K. Bewilogua dkk, 2009). Merencanakan nilai kekasaran permukaan umumnya masih sulit dilakukan, walau demikian tetap diperlukan untuk menemukan nilai teoritisnya. Nilai teoritis ini awalnya menggunakan cara trigonometry (M.S. Hong, 1995), dengan menggunakan persamaan yang rumit. Perkembangan di bidang teknologi komputer telah memberi kemudahan, karena dengan metode numerik (K.K. Manesh dkk, 2010) dan teknik kecerdasan buatan (Samanta, W. dkk, 2006) sekarang dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan persoalan yang sulit.

Metode pemodelan teoritis bertujuan untuk memprediksi kekasaran permukaan melalui analisis teori pemrosesan seperti proses kinematika, mekanisme pembentukan chip atau pengaruh parameter pemrosesan. Antoniadis dkk., (2003) mengusulkan program Milling Software Needle (MSN) untuk memprediksi kekasaran permukaan dengan pemrosesan ball-end milling. Gao dkk., (2006) mensimulasikan topografi permukaan pemrosesan ball-end milling dengan mempertimbangkan persamaan lintasan dari sisi pemotongan relatif terhadap benda kerja. Berdasarkan metode Z-map, (Liu dkk., 2006) mengembangkan sistem simulasi komprehensif untuk memprediksi kekasaran permukaan pada finishing proses pemrosesan milling.

Model yang diterapkan dalam memprediksi kekasaran permukaan pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi:

- Model analisis dan algoritma komputer
- metode eksperimental
- metode berdasarkan eksperimen yang dirancang
- Model kecerdasan buatan

Semua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Metode yang digunakan dalam makalah ini adalah menggunakan data hasil

eksperimen untuk memprediksi kekasaran dengan perangkat lunak CAM.

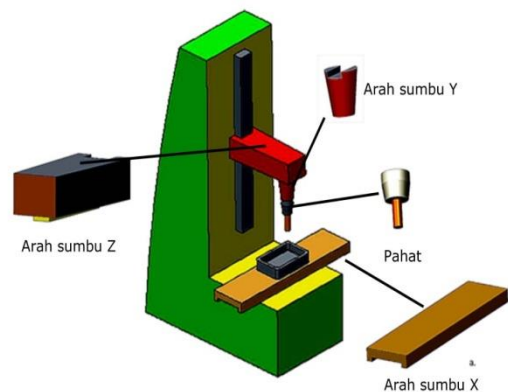
METODE

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara nilai teoritis dan nilai pengukuran kekasaran permukaan. Tahapan pertama yang dilakukan yaitu membuat disain benda kerja dan lintasan pahat (*tool path*) proses milling dengan menggunakan perangkat lunak Creo. Selanjutnya dengan perangkat lunak yang sama dibuat disain mesin perkakas milling yang sesuai dengan dimensi mesin perkakas nyata yang digunakan dalam pengambilan data (gambar 1).

Tahap berikutnya adalah melakukan proses konversi menggunakan perangkat pengolah lanjut G-post, dimana lintasan pahat dapat diubah menjadi kode G dan M yang akan digunakan untuk mensimulasikan mesin virtual yang telah dibuat.

Data kekasaran permukaan diperoleh dengan melakukan eksperimen pada mesin perkakas milling. Parameter kekasaran yang diperoleh berdasarkan parameter-parameter pemrosesan kedalaman potong, d (mm), feed rate, F (mm/menit) dan putaran spindle (rpm). Benda kerja menggunakan material ST 37 berukuran $50 \times 50 \times 100$ mm. Pahat potong menggunakan jenis Face Milling HSS dengan diameter $D = 80$ mm.

Data tersebut selanjutnya dipakai sebagai database dalam melakukan simulasi pemrosesan untuk memprediksi kekasaran permukaan benda kerja. Selanjutnya dilakukan perbandingan data hasil teoritis dengan data hasil pengukuran. Tabel 1 memperlihatkan



Gambar 1: Mesin perkakas milling virtual

parameter pemesinan yang digunakan untuk menentukan kekasaran permukaan benda kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan ini menggunakan perangkat lunak yang memiliki algoritma interpolasi berdasarkan parameter pemesinan dan data kekasaran permukaan benda kerja yang dimasukkan. Hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 1. Prediksi kekasaran secara rata-rata memiliki selisih dengan data kekasaran berdasarkan pengukuran sebesar 3.4%.

Pada gambar 2 memperlihatkan diagram scatter nilai kekasaran prediksi dan nilai hasil pengukuran kekasaran permukaan membentuk trend sudut 45°. Hal tersebut menunjukkan nilai prediksi dan pengukuran relatif sama.

Gambar 3 memperlihatkan kurva nilai pengukuran kekasaran dan prediksi kekasaran memiliki garis yang saling berhimpitan seperti halnya yang terlihat pada gambar 2.

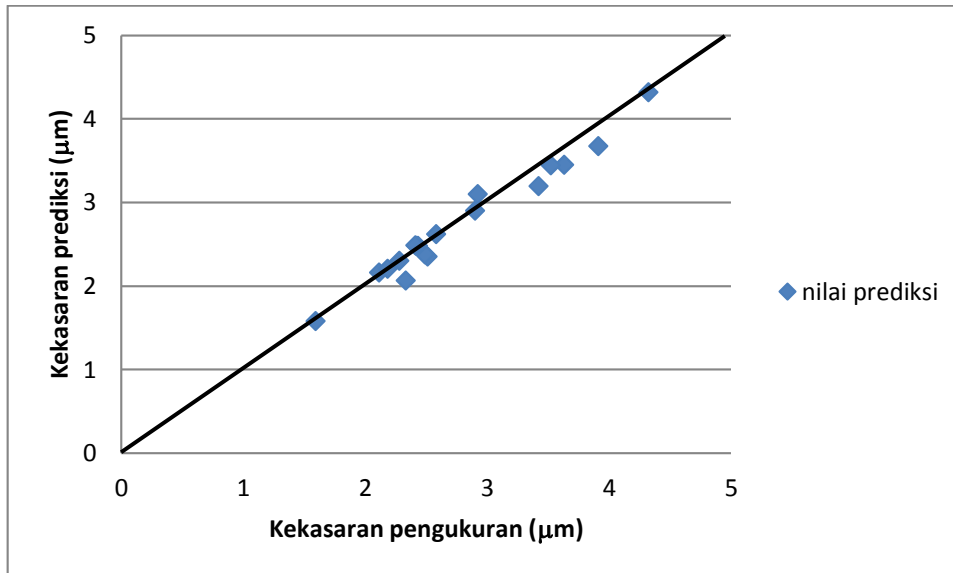
SIMPULAN DAN SARAN

Dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan antara lain:

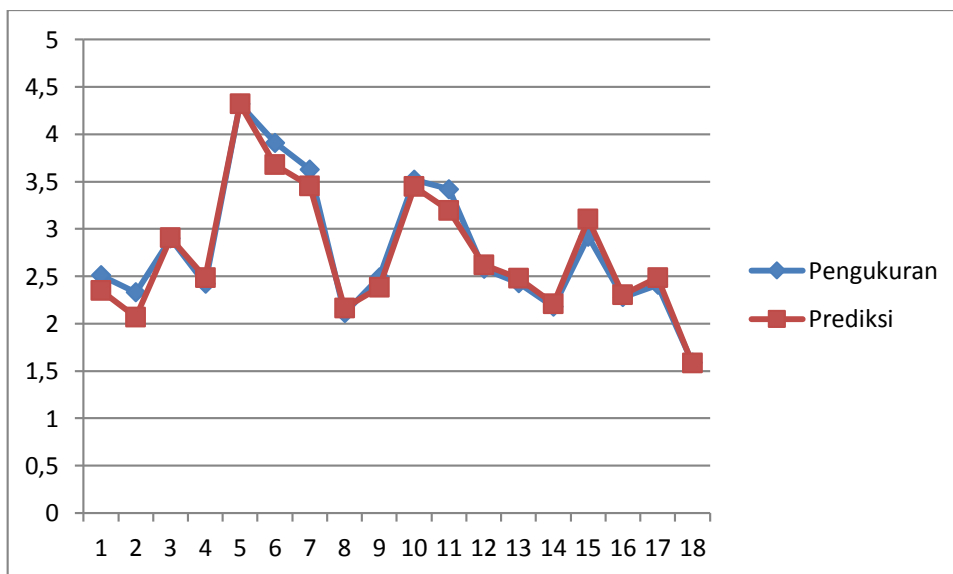
1. Nilai kekasaran pengukuran dan prediksi yang diperoleh menunjukkan nilai yang memiliki kecenderungan yang sama.
2. Perangkat lunak CAD/CAM memudahkan engineer dalam memprediksi kekasaran permukaan benda kerja.

Tabel 1: Parameter pemesinan dan nilai prediksi kekasaran

No.	Spindle (rpm)	F (mm/men)	d (mm)	Kekasaran		
				Pengukuran (μm)	Prediksi (μm)	Selisih (μm)
1	750	228,6	0,2	2,51	2,352	-0,158
2	750	228,6	0,6	2,33	2,07	-0,26
3	750	381	0,4	2,9	2,906	0,006
4	750	381	0,6	2,42	2,485	0,065
5	750	533,4	0,2	4,32	4,321	0,001
6	750	533,4	0,4	3,91	3,678	-0,232
7	750	533,4	0,6	3,63	3,454	-0,176
8	1000	228,6	0,2	2,11	2,166	0,056
9	1000	381	0,4	2,49	2,382	-0,108
10	1000	533,4	0,2	3,52	3,446	-0,074
11	1000	533,4	0,4	3,42	3,195	-0,225
12	1000	533,4	0,6	2,58	2,621	0,041
13	1250	381	0,2	2,43	2,48	0,05
14	1250	381	0,4	2,18	2,209	0,029
15	1250	533,4	0,2	2,92	3,103	0,183
16	1250	533,4	0,4	2,28	2,305	0,025
17	1250	533,4	0,6	2,41	2,487	0,077
18	1500	228,6	0,4	1,59	1,583	-0,007
Rata-rata						-0,039



Gambar 2: Diagram scatter data prediksi dan pengukuran kekasaran permukaan



Gambar 3: Perbandingan nilai prediksi dan pengukuran kekasaran permukaan

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi yang telah mendukung terlaksananya program penelitian dosen pemula (PDP) 2017. Pelaksanaan kegiatan ini berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan nomor 01/E/KPT/2017 tanggal 6 Januari 2017.

DAFTAR PUSTAKA

Antoniadis, A., Savakis, C., Bilalis, N. dan Balouktsis. A., 2003. *Prediction of*

surface topomorphy and roughness in ball-end milling, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.21, No 12, pp.965–971.

B. Samanta, W. Erevelles, Y. Omurtag, 2006. *Prediction of workpiece surface roughness using soft computing*, Intelligent Production Machines and Systems, pp. 344-349

C. Lu, 2008. *Study on prediction of surface quality in machining process*, Journal of Materials Processing Technology, vol. 205, iss. 1-3, pp. 439-450

- D. Dimitrov, M. Saxer, 2012. *Productivity Improvement in Tooling Manufacture through High Speed 5 Axis Machining*, Procedia CIRP, vol 1, pp. 277–282.
- Gao, T., Zhang, W. H., Qiu, K. P. and Wan, M., 2006, *Numerical simulation of machined surface topography and roughness in milling process*, Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 128, No.1, pp.96-103.
- K. Bewilogua, G.Bräuer, A. Dietz, J. Gäbler, G. Goch, B. Karpuschewski, B. Szyszka, 2009. *Surface technology for automotive engineering*, CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol. 58,iss. 2, pp. 608-627
- K.K. Manesh, B. Ramamoorthy, M. Singaperumal, 2010. *Numerical generation of anisotropic 3D non-Gaussian engineering surfaces with specified 3D surface roughness parameters*, Wear vol. 268, pp. 1371–1379
- Liu, X.B., Masakazu, S., Abhijit, S. and Kazuo, Y., 2006. *A geometrical simulation system of ball end finish milling process and its application for the prediction of surface micro features*, Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol.128, No.1 pp.74-85.
- M.S. Hong, K.F. Ehmann, 1995. *Generation of engineered surfaces by the surface-shaping system*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 35, iss. 9, pp. 1269-1290
- Schuh, G., Boos, W., Breme, M., Hinsel, C., Johann, H., Schoof, U., Stoffel, K., Kuhlmann, K., Rittstieg, M., 2011. *Synchronisierung im industriellen Werkzeugbau*, Proceedings of the Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium (Aachen, Germany, 26–27 May 2011), pp.373–404