

PROSES SIMULASI UNTUK MENENTUKAN BESARNYA GAYA POTONG PADA PROSES BUBUT

Rusnaldy, M. Tauviquirrahman, Wening Ranuaji

Laboratorium Metrologi Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH, Kampus Tegalang
Semarang, 50275
024-7460059
Email : rusnaldy@undip.ac.id

Abstrak

Gaya potong dalam proses permesinan merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui. Gaya potong yang besar akan memperbesar getaran dalam proses permesinan serta meningkatkan gesekan antara pahat dan benda kerja, sehingga akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan, misalnya produk yang dihasilkan akan memiliki kekasaran permukaan yang besar. Besar kecilnya gaya potong dipengaruhi oleh parameter pemotongan (kecepatan potong, rake angle, depth of cut, feed rate) dan geometri pahat potong. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan dan geometri pahat potong terhadap gaya potong pada proses bubut dengan menggunakan software DEFORM 2D V8.1. Simulasi digunakan untuk melihat kecenderungan perubahan gaya potong pada proses pemotongan untuk setiap variasi proses pemotongan.

Kata Kunci: Gaya Potong, Simulasi, Parameter Proses, Geometri Pahat

Pendahuluan

Sangat penting untuk menentukan gaya-gaya yang terjadi selama proses permesinan sebagai fungsi dari parameter proses dan geometri pahat. Pengetahuan tentang gaya potong pada proses permesinan untuk parameter proses tertentu merupakan langkah penting untuk meningkatkan kualitas hasil permesinan. Gaya potong akan memberikan informasi vital dalam desain, pemodelan dan kontrol proses permesinan. Mengetahui gaya potong terkadang dibutuhkan untuk proses optimasi pada proses permesinan. Informasi gaya potong akan sangat berguna untuk melihat kualitas permukaan hasil permesinan, memprediksi keausan pahat dan pada akhirnya bisa memperkirakan energi yang dibutuhkan serta biaya yang harus dikeluarkan dalam memotong suatu logam atau material.

Gaya potong yang bereaksi pada pahat dan benda kerja, yang selanjutnya diteruskan pada bagian-bagian tertentu mesin perkakas, akan mengakibatkan lenturan. Meskipun lenturan itu kecil tetapi cukup untuk menjadi penyebab kesalahan geometri produk maupun sumber getaran yang dapat memperpendek umur pahat. Untuk itu perlu mengetahui besarnya gaya potong untuk setiap proses permesinan pada kondisi tertentu. Namun umumnya data-data tentang proses permesinan, termasuk gaya potong, tidak dapat ditransfer dari pabrik ke pabrik atau dari mesin ke mesin. Setiap pengguna harus memiliki data proses permesinannya sendiri-sendiri. Sementara pengukuran gaya potong relatif mahal untuk dilakukan. Sehingga perlu dilakukan simulasi proses permesinan untuk mendapatkan perkiraan gaya potong untuk setiap kondisi.

Pada studi ini, software DEFORM-2D V8.1, yang merupakan salah satu software metode elemen hingga yang khusus untuk menganalisa proses permesinan, digunakan untuk menghitung gaya potong karena pengaruh parameter proses pemotongan dan geometri pahat potong melalui simulasi komputer dengan pemodelan secara 2 dimensi. Software DEFORM 2D V8.1 dapat lebih mudah memodelkan geometri pahat potong.

Metodologi Penelitian

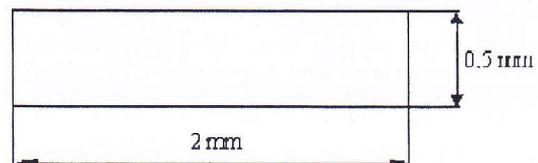
Material Benda Kerja

Material benda kerja yang digunakan dalam simulasi ini adalah AISI 1015. Sifat mekanik dari material ini adalah:

Kekuatan tarik	= 345 MPa
Yield stress	= 325 MPa
Elongation	= 28 %
Poisson's ratio	= 0,29
Modulus elastisitas	= 200 Gpa

Material Benda Kerja

Dimensi benda kerja pada simulasi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gb.1. Dimensi benda kerja

Material Pahat

Pahat yang digunakan adalah pahat carbida (WC) dengan:

- Modulus elastisitas (E) : 580×10^9 Pa
- Massa jenis (ρ) : 14500 kg/m^3
- Thermal expansion : $5,4 \times 10^6$ $1/^\circ\text{C}$

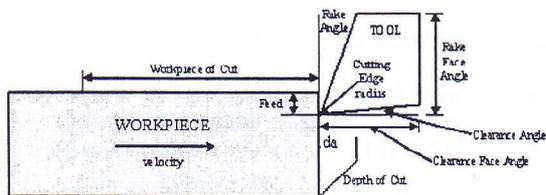
Kondisi Permesinan

Proses permesinan yang digunakan adalah proses bubut pada pemotongan *orthogonal* dengan parameter proses:

- Kecepatan potong (m/menit) : 50; 100; 150; 200; 250; 300
- Feed rate (mm/rev) : 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6
- Kedalaman potong (mm) : 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3
- Rake angle (deg.) : -30; -15; 0; 15; 30; 45
- Radius pahat (mm) : 0; 0,05; 0,25; 0,5; 0,75; 1

Pemodelan Proses Permesinan

Benda kerja dimodelkan dalam bentuk 2 dimensi. Pemodelan 2 dimensi dipilih karena dalam penelitian ini tidak melibatkan variasi sudut miring pahat. Selain itu dengan pemodelan 2 dimensi akan diperoleh visualisasi pemodelan yang lebih jelas. Pada proses simulasi pemotongan dengan menggunakan *DEFORM 2D V.8.1* melibatkan dua bagian utama yaitu pahat potong dan benda kerja. Pahat potong dimodelkan sebagai *rigid body* karena diasumsikan tidak mengalami deformasi saat proses berlangsung. Benda kerja dimodelkan plastis karena benda mengalami deformasi plastis. Pemodelan plastis pada benda kerja akan menghasilkan simulasi yang mendekati perlakuan pada kondisi sebenarnya.



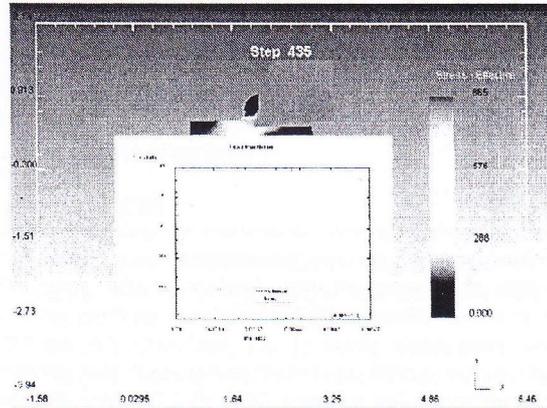
Gb. 2. Pemodelan proses permesinan

Data dan Analisa

Salah satu contoh hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 3. Pada studi ini tidak dilakukan validasi hasil simulasi dengan melakukan eksperimen. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi pada studi ini dengan simulasi yang dilakukan oleh Bil dkk. serta hasil eksperimen yang dilakukan oleh Movahhedy dkk. [1]. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 terlihat bahwa perbedaan antara simulasi hasil pada studi ini dengan simulasi yang dilakukan oleh Bil dkk cukup kecil yaitu 2,2%, sementara

perbedaan hasil simulasi dengan hasil eksperimen Movahhedy dkk. Sebesar 24,3%. Hasil simulasi pada studi ini cukup baik sehingga cukup layak digunakan untuk menghitung gaya potong pada beberapa parameter proses permesinan



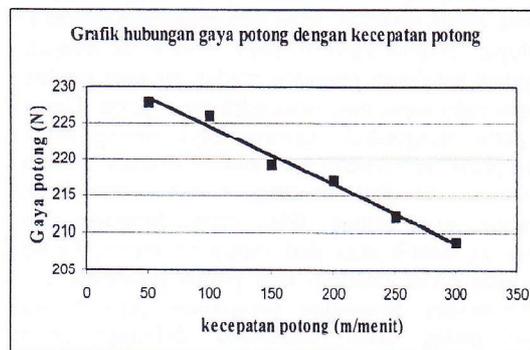
Gb. 3. Contoh Visualisasi Hasil Simulasi

Tabel 1. Perbandingan hasil gaya potong pada validasi.

No	Simulasi/Eksperimen	γ (deg)	V (m/mim)	f (mm/rev)	d_c (mm)	F_c (N)
1	Eksperimen Movahhedy dkk.	0	150	0,1	1	174
2	Simulasi Bil dkk.	0	150	0,1	1	225
3	Simulasi pada studi ini	0	150	0,1	1	230

Pengaruh Kecepatan Potong

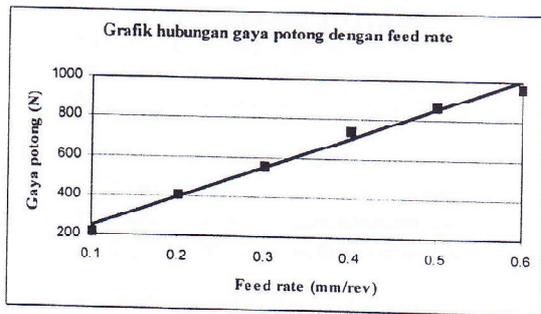
Pengaruh kecepatan potong terhadap gaya potong ditunjukkan pada Gambar 4. Dari grafik tersebut terlihat bahwa gaya potong mengalami penurunan dengan semakin besar nilai kecepatan potong. Hasil simulasi ini sesuai dengan teori yaitu semakin besar nilai kecepatan potong maka gaya potong akan mengalami penurunan [2].



Gb. 4. Grafik Gaya Potong vs. Kecepatan Potong

Pengaruh Feed Rate

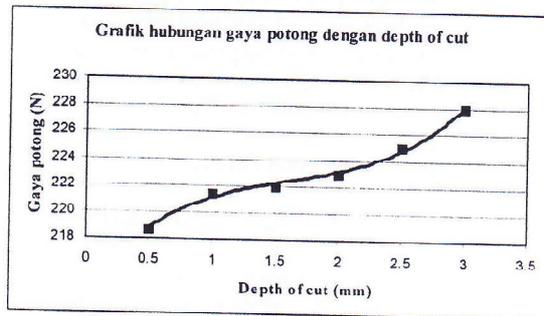
Prediksi gaya potong akibat pengaruh *feed rate* dapat dilihat pada gambar 5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa gaya potong akan meningkat dengan mempercepat *feed rate*. Hal ini disebabkan karena luas penampang geram akan semakin besar dengan semakin besar *feed rate* serta tebal geram sebelum terpotong akan besar. Kedua hal ini yang menyebabkan gaya potong menjadi naik



Gb. 5. Grafik Gaya Potong vs. *Feed Rate*

Pengaruh Kedalaman Potong

Kedalaman potong akan mempengaruhi luas penampang geram, dimana semakin besar kedalaman potong maka luas penampang geram akan semakin besar sehingga gaya potong akan naik. Hasil simulasi menunjukkan hal yang sama (lihat gb. 6).

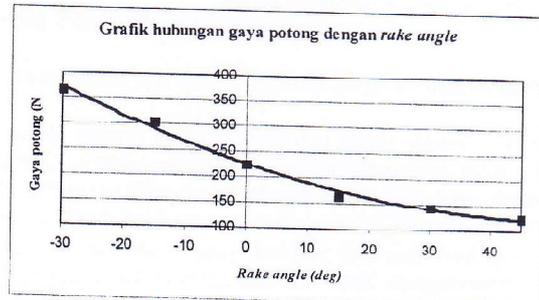


Gb. 6. Grafik Gaya Potong vs. Kedalaman Potong (Depth of Cut)

Pengaruh Rake Angle

Pengaruh *rake angle* terhadap gaya potong dapat dilihat pada gambar 7. Besar kecilnya *rake angle* akan mempengaruhi sudut geser. Semakin besar *rake angle* membuat sudut geser akan membesar dan menurunkan luas bidang geser. Kondisi ini akan menurunkan gaya potong. Namun *rake angle* tidak boleh terlalu besar guna menjaga kekuatan pahat serta memperlancar proses perambatan panas. *Rake angle* negatif akan menaikkan rasio pemampatan tebal geram yang akan menurunkan sudut geser, sehingga akan menaikkan gaya potong. Sedangkan *rake angle* positif akan menurunkan rasio pemampatan tebal geram yang mengakibatkan kenaikan sudut geser sehingga akan

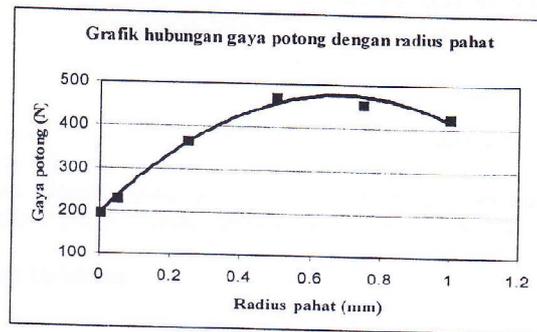
menurunkan gaya potong. Dalam prakteknya, pemakaian *rake angle* positif lebih banyak digunakan karena dapat menghasilkan pemotongan yang lebih halus jika dibandingkan dengan *rake angle* negatif karena mempunyai sisi mata potong yang tajam.



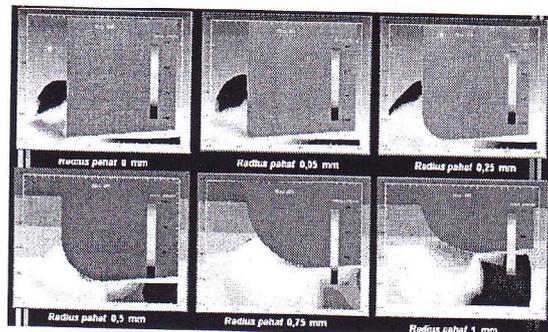
Gb. 7. Grafik Gaya Potong vs. *Rake Angle*

Pengaruh Radius Pahat

Gaya potong mengalami kenaikan pada radius pahat 0 mm, 0,05 mm dan 0,25 mm, dan mencapai titik optimum pada radius 0,5 mm, kemudian terjadi penurunan gaya potong pada radius pahat 0,75 mm dan 1 mm (lihat gambar 8).



Gb. 8. Grafik Gaya Potong vs. Radius Pahat
Penyebab penurunan gaya potong setelah mencapai nilai maksimum pada gb. 8 dapat dijelaskan pada gb. 9 berikut ini.



Gb. 9. Visualisasi Pengaruh Radius Pahat Terhadap Gaya Potong

Besarnya radius pahat akan mempengaruhi besar sudut geser, sudut geram dan luas penampang geram. Pada

radius pahat 0 mm sampai 0,5 mm terlihat bahwa sudut geser dan sudut geram bertambah besar sehingga gaya potong juga akan mengalami peningkatan. Sedangkan pada radius 0,5 mm sampai 1 mm gaya potong mengalami penurunan karena dipengaruhi oleh sudut geram dan luas penampang geram.

Kesimpulan

Studi simulasi untuk menghitung gaya potong akibat pengaruh parameter proses permesinan dan geometri pahat dapat dilakukan dengan menggunakan *software Deform 2D V8.1*. Simulasi memberikan hasil yang cukup baik dan dari validasi yang dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan hasil simulasi yang dilakukan peneliti lain serta hasil eksperimen yang dilakukan orang lain memiliki perbedaan secara berurutan 2,2 % dan 24,3 %.

Daftar Pustaka

- [1] H.Bil, S.E. Kilic and A.E. Tekkaya. (2003), *A comparasion of orthogonal cutting data from experiments with three different finite element models*. Thesis, Department of Mechanical Engineering, Middle East Tehnical University, Turkey.
- [2] Rochim, Taufiq. (1993), *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Bandung.