

Analisis Tebal Geram Hasil Pemakanan Pembubutan Aluminium dengan Metode Elemen Hingga

Moch. Agus Choiron *, Yogo Wijayanto**

Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Email : agus_choiron@brawijaya.ac.id

ABSTRACT

Many variables influence the process of cutting by using lathe machine has developed experiment research that influence the chip thickness such as depth of cut and feeding. Underformed chip thickness is not the same yet within chip thickness after cutting process and it is influenced by rake angle, cutting speed and various material. Orthogonal cutting system is used.

This method that using in this research is finite element method as a tool for metal cutting process simulation. Simulation is modeled with plane strain assumption. Tool is modeled as a rigid body and workpiece is modeled as a piecewise linear plasticity model. For the tool is given velocity input (cutting speed). The advantages using this method are reducing time and cost. Various material and feeding is strongly influence chip thickness, increasing chip thickness is followed with increasing value of feeding. Chip thickness for Al 6063 is more thickness than chip thickness produced for Al 2024-T3.

Kata Kunci : Feeding, Finite Element Method, Chip Thickness, Formed Chip

PENDAHULUAN

Rasio pemampatan tebal geram merupakan karakteristik dari proses pemesinan yang dipengaruhi oleh material benda kerja, jenis pahat, sudut pahat, kecepatan potong, kecepatan makan dan pemakaian cairan pendingin. Semakin rendah nilai rasio pemampatan tebal geram yang mendekati satu akan dapat memberikan keuntungan secara bertahap yaitu menaikkan sudut geser. Sudut geser yang besar akan menurunkan gaya pemotongan. Dan gaya pemotongan yang kecil akan menurunkan temperatur pemotongan dan daya pemotongan (Rochim, Taufiq.1993). Perlu diketahui bahwa rasio pemampatan tebal geram merupakan perbandingan antara tebal geram setelah terpotong dengan tebal geram sebelum terpotong.

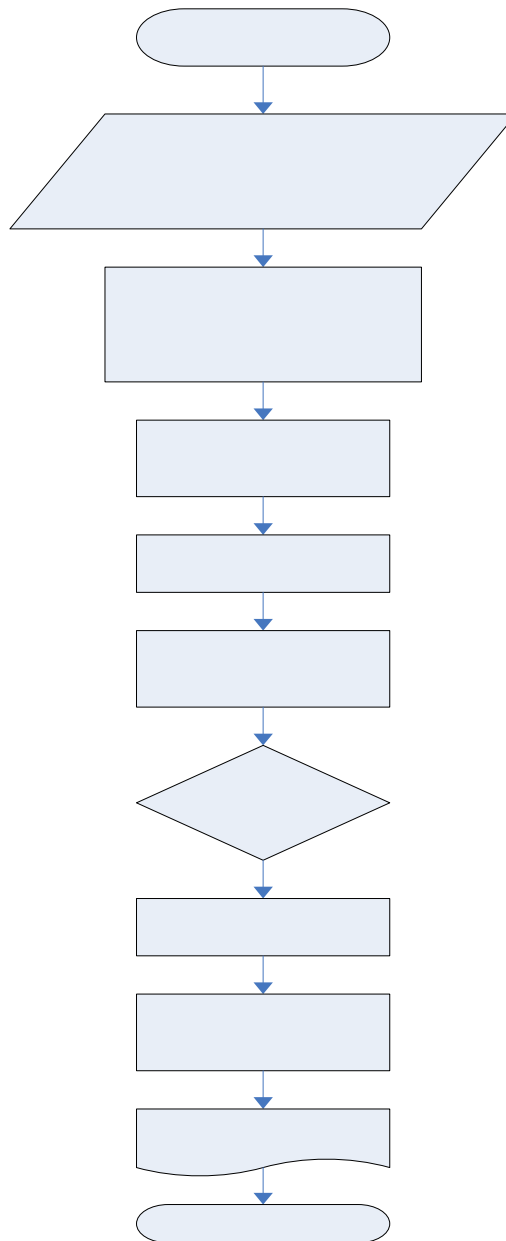
Telah dikembangkan penelitian eksperimental berupa kontrol variabel-variabel proses pada proses pemotongan mesin bubut seperti pengaruh *feeding*, *depth of cut*, dan putaran poros terhadap tebal geram yang terjadi. Perlu dicatat bahwa tebal geram sebelum dipotong belum tentu sama dengan tebal geram dan hal ini dipengaruhi oleh sudut geram, kecepatan potong dan jenis material benda kerjanya. Salah satu solusi alternatif yang sering digunakan adalah metode elemen hingga yang cukup handal sebagai *tool* untuk mensimulasi proses pemotongan logam. Keuntungan menggunakan metode ini adalah lebih menghemat waktu dan biaya.

Pengaruh pemakanan (*feeding*) dan jenis bahan terhadap tebal geram pada pembubutan disimulasikan dengan komputer menggunakan software ANSYS/LS-Dyna 8.0. Pemodelan dilakukan secara dua dimensi. Parameter pemotongan yang divariasikan adalah besarnya kecepatan pemakanan (*feeding*) dan jenis material Al 2024-T3 dan Al 6063. Pahat dimodelkan sebagai model yang kaku (*rigid*) sedangkan benda kerja dimodelkan sebagai *piecewise-linear model*. Sistem pemotongan yang digunakan berupa sistem pemotongan tegak (*Orthogonal system*). Material dimodelkan tanpa masukan temperatur. Pengukuran tebal geram tidak dilakukan pada daerah terjadinya fenomena *burr formation*

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *feeding* dan jenis material terhadap tebal geram pada proses pemotongan mesin bubut dengan metode elemen hingga (simulasi komputer) dan memverifikasi hasil simulasi komputer dengan hasil eksperimen.

METODOLOGI

Langkah-langkah penelitian sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Proses pemotongan dimodelkan secara 2 dimensi. Pemodelan tersebut termasuk dalam kasus *plane strain* karena perbandingan *depth of cut* dan *feeding* yang besar dalam hal tersebut regangan dipandang dalam satu bidang (bidang x-y). Pemodelan dimulai dengan menggambarkan bagian-bagian yang terlibat dalam proses (benda kerja dan pahat) dengan membuat *keypoint*, *line*, dan *area*. Langkah berikutnya memasukkan data material yang digunakan yaitu aluminium alloy untuk benda kerja dan *steel* untuk pahat. Pahat dimodelkan sebagai material *rigid*, sedangkan benda kerja dimodelkan sebagai *piecewise-linear plasticity model*.

Penetapan *constrain* pada masing-masing bagian bertujuan untuk membatasi pergerakan dari bagian itu sendiri. Pahat di-*constrain* arah sumbu y, dan z, sedangkan bendakerja pada arah sumbu x, y dan z. Elemen yang digunakan adalah isoparametrik 2D-solid 4 node. Pembagian elemen (*meshing*) suatu struktur dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara otomatis dan manual. Secara otomatis,

M
Input data geometri benda kerja dan pahat pemotongan

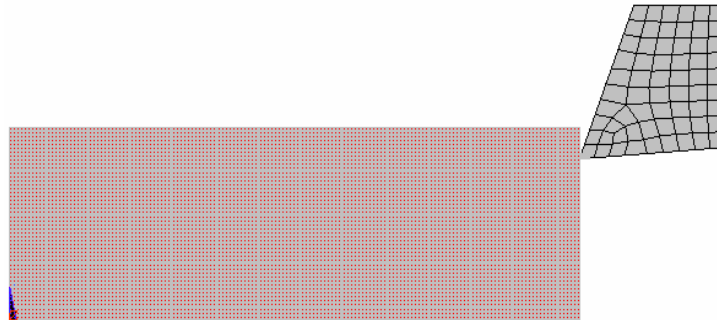
Pemodelan benda kerja dengan variabel material dan jenis

Pemilihan elemen mesh

Solusi dengan ANSYS/LS-DYNA

Output perpindahan dari elemen

komputer menentukan sendiri jumlah dan ukuran yang sesuai untuk struktur. Secara manual, pengguna menentukan sendiri jumlah dan ukuran yang sesuai untuk struktur. Pembagian elemen pada struktur ini menggunakan cara otomatis (Gambar 2). Masing-masing bagian tersebut kemudian didefinisikan sebagai *part*.



Gambar 2. Pembagian elemen pada struktur

Untuk pemodelan *contact* dalam kasus ini digunakan *single surface auto-2D* (ASS2D). *Single surface* digunakan untuk memodelkan kasus pada permukaan bagian yang satu menyentuh permukaan bagian yang lain. Masukan untuk pergerakan pahat diperoleh dengan memberikan input kecepatan (*cutting speed*). Keluaran yang didapat dari *general postprocessor* adalah koordinat perpindahan dari masing-masing *node* pada benda kerja. Koordinat perpindahan *node* tersebut kemudian digunakan untuk menggambarkan bentuk benda kerja setelah terjadi deformasi berupa terbentuknya geram (*chip*). Animasi dari proses ini dapat dilihat dengan menggunakan perintah *animate-over results*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi (Tabel 1 dan 2) diperoleh untuk jenis material Al 2024-T3 dengan *feeding* 0,13 mm.rev⁻¹, 0,26 mm.rev⁻¹, 0,4 mm.rev⁻¹ diperoleh tebal geram berturut-turut 0,142, 0,285, 0,443 dan rasio pemampatan tebal geram 1,0846, 1,0923, 1,105 dengan jenis geram *discontinuous*. Pada jenis material Al 6063 dengan *feeding* 0,13 mm.rev⁻¹, 0,26 mm.rev⁻¹, 0,4 mm.rev⁻¹ diperoleh tebal geram berturut-turut 0,156, 0,332, 0,521 dan rasio pemampatan tebal geram 1,1923, 1,273, 1,3025 dengan jenis geram *continuous*. Untuk verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi komputer tebal geram dengan hasil eksperimen pada *feeding* 0,13 mm.rev⁻¹, dimana tebal geram yang dihasilkan melalui eksperimen dari jenis material Al 6063 lebih tinggi daripada jenis material Al 2024-T3

Tabel 1. Tebal geram untuk material Al 2024-T3

| | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| <i>Feeding</i> (mm/rev) | 0,13 | 0,26 | 0,4 |
| Tebal geram (mm) | 0,142 | 0,285 | 0,443 |

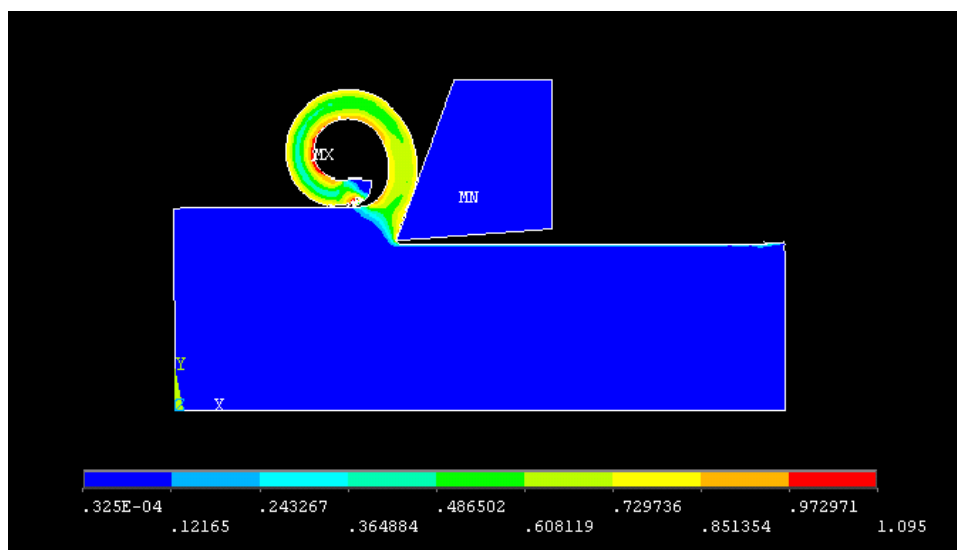
Tabel 2. Tebal geram untuk material Al 6063

| | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| <i>Feeding</i> (mm/rev) | 0,13 | 0,26 | 0,4 |
| Tebal geram (mm) | 0,156 | 0,332 | 0,521 |

Bentuk geram hasil eksperimen dan simulasi komputer untuk jenis material Al 6063 dan *feeding* 0,13 mm.rev⁻¹ sebagaimana gambar 3.



Gambar 3. Verifikasi bentuk geram



Gambar 4. Simulasi pemotongan untuk feeding $0,13 \text{ mm.rev}^{-1}$ Al 6063

Bentuk geram yang berbeda ini disebabkan oleh nilai kekerasan yang berbeda, nilai kekerasan Al 2024-T3 adalah 120 BHN sedangkan Al 6063 adalah 46 BHN, dimana kecenderungan terbentuknya *discontinuous chips* disebabkan oleh tingginya nilai kekerasan. Semakin tinggi nilai kekerasan maka semakin tinggi pula kecenderungan terbentuknya *discontinuous chips*. Nilai tebal geram yang dihasilkan melalui eksperimen lebih tinggi dari pada nilai tebal geram yang dihasilkan melalui simulasi. Hal ini dikarenakan pada simulasi ini model material yang digunakan adalah *piecewise linear* yang belum memasukkan pengaruh temperatur sehingga laju regangan dan tegangan alir (*flow stress*) hanya berada pada satu kondisi temperatur saja. Namun secara umum terdapat kesesuaian tren antara simulasi dan eksperimen.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa *feeding* dan jenis material Aluminium sangat mempengaruhi tebal geram, semakin tinggi nilai *feeding* maka tebal geram yang terbentuk juga semakin tinggi. Tebal geram untuk jenis bahan Al 6063 lebih tebal bila dibandingkan tebal geram dari jenis bahan Al 2024-T3, sebesar 0,014 mm pada pemakanan 0,13 mm/rev; 0,47 pada pemakanan 0,26 mm/rev; dan 0,078 pada pemakanan 0,4 mm/rev. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut pada proses pemotongan mesin bubut dengan pemodelan 3 dimensi dan penggunaan model material *viscoplastic-thermal*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DPP/SPP Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas dukungan dana penelitiannya, dengan kontrak No. 10/ J10.1.31/PG/2004 tanggal 8 Mei 2004.

DAFTAR PUSTAKA

ANSYS, Inc. (2003) *Theory Reference*, SAS IP, Inc, California.

Bathe, Klaus-Jurgen. (1996). *Finite Element Procedures*. New Jersey: Prentice Hall.

Colton, J.S. (2003), *Manufacturing and processes and system*. Georgia Institute of Technology, Georgia.

Kencanawati, Ratna. (2004). *Pengaruh Depth Of Cut Terhadap Tebal Geram Dengan Material Aluminium Proses Pemotongan Mesin Bubut*. Jurusan Mesin Unibraw, Malang.

Rochim, Taufiq. (1993). *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*, ITB Bandung.

Surdia Tata, Saito Shinroku. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta. PT. Pradnya Paramita.

www.matweb.com (Oktober 2004).

Yung-chang Yen,. (2002). *A Finite element analysis of orthogonal machining using different tool edge geometries*. The Engineering Research Center for Net Shape Manufacturing. Ohio