

# PENGARUH KECEPATAN PUTAR PAHAT PADA PROSES *FRICTION DRILLING* TERHADAP MIKROSTRUKTUR TEMBAGA

Muhammad Akhlis Rizza  
(dosen teknik mesin Politeknik Negeri Malang)  
[akhlisrizza@poltek\\_malang.ac.id](mailto:akhlisrizza@poltek_malang.ac.id)

## RINGKASAN

*Friction drilling* ialah metode pembuatan lubang non tradisional yang menggunakan panas hasil gesekan antara pahat konis yang berputar dan benda kerja untuk mengurangi dan melakukan penetrasi benda kerja untuk membuat lubang. *Friction drilling* disebut juga *thermal drilling*, *form drilling*, atau *friction stir drilling*. *Friction drilling* banyak diaplikasikan pada konstruksi pengikatan plat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putara pahat pada proses pembuatan lubang secara *friction drilling* terhadap mikrostruktur tembaga. Hasil penelitian : semakin cepat putaran pahat menyebabkan ukuran butiran tembaga semakin besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh temperature yang semakin meningkat dengan kenaikan kecepatan putaran pahat

**Kata kunci** : *friction drilling*, putaran pahat, kecepatan makan.

## PENDAHULUAN

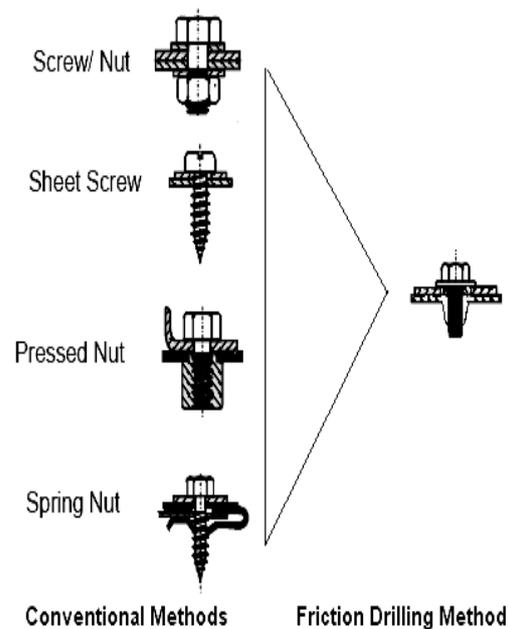
### 1. Latar belakang

Overy (1978) dalam Mashudi (2007) menjelaskan bahwa bahwa metode pengikatan dengan pengguridian gesek dalam banyak situasi dapat mengurangi biaya. Hal ini dapat dicapai karena pengguridian gesek menghasilkan bentuk *boss* dan *bush* dari bahan induk yang bermanfaat memberikan tambahan luasan pengikatan sehingga tidak diperlukan lagi komponen tambahan lainnya.

Menurut Mashudi (2007), tujuan utama dari proses pengguridian gesek adalah untuk menghasilkan perluasan bidang lubang pada pelat tipis atau pipa logam untuk memberikan luasan pengikatan yang cukup untuk penguliran, *brazing*, *soldering*, atau pengelasan.

Sebagai pengikat untuk memperkuat sambungan, ada beberapa metode yang dapat dikembangkan. Untuk memperkuat sambungan, setelah proses *friction drilling*

dapat dilakukan proses *threading* (pembuatan ulir). Alternatif pembuatan ulir ialah dengan pembentukan (*metal forming*), agar ulir yang dibuat lebih kuat.



Gambar 1 : Metode pengikatan pelat  
Sumber: Budde, L., 1994

Dalam penelitian ini, kecepatan makan dan putaran pahat proses *friction drilling* dipilih menjadi variabel penelitian karena saat *friction drilling* terjadi temperature tinggi (terlihat dari munculnya asap dan warna hitam pada *fixtures* pemegang benda kerja) sehingga diperkirakan akan mempengaruhi struktur tembaga pada proses *friction drilling*

## 2. Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh putaran dan kecepatan makan pahat pada proses *friction drilling* terhadap mikrostruktur tembaga?

## 3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh putaran dan kecepatan makan pahat pada proses *friction drilling* terhadap mikrostruktur tembaga.

## 4. Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini ialah:

- a. Material yang dipakai adalah plat tembaga dengan ketebalan 3 mm
- b. Mesin yang dipakai adalah mesin EMCO VMC 200
- d. Pahat *friction drilling* jenis HSS, berdiameter 9 mm, sudut konis 24<sup>0</sup>.

## PENELITIAN SEBELUMNYA

Scott F. Miller, Peter J. Blau, and Albert J. Shih pada tahun 2005 melakukan penelitian dengan judul *Microstructural Alterations Associated With Friction Drilling of Steel, Aluminum, and Titanium*. Latar belakang penelitian tersebut ialah perlunya dilakukan riset mengenai perubahan mikrostruktur dan *material properties* pada benda kerja akibat

deformasi dan temperatur yang tinggi saat *friction drilling*

Pada tahun yang sama Scott F. Miller, Jia Tao, dan Albert J. Shih melakukan penelitian dengan judul *Friction drilling of cast metals*. Permasalahan yang melatarbelakangi penelitian di atas ialah masalah kualitas *bushing* pada *friction drilling*, khususnya masalah *fracture*.

Penelitian mengenai mekanika *friction drilling* dilakukan Scott F. Miller, Rui Li, Hsin Wang, dan Albert J. Shih pada tahun 2006 dengan judul *Experimental and Numerical Analysis of the Friction Drilling Process*.

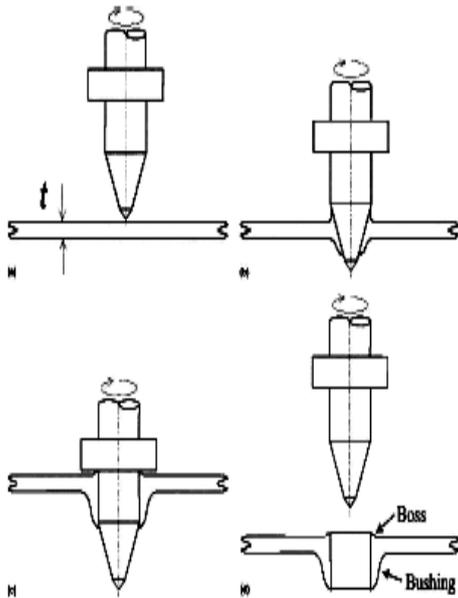
Latar belakang penelitian di atas ialah kurangnya riset mengenai mekanika *friction drilling* terutama mengenai pengukuran dan pemodelan gaya, torsi, dan temperatur pada *tool* dan benda kerja. Metode risetnya dengan memasang kamera infra merah untuk mengukur temperatur *tool* dan benda kerja selama proses *friction drilling*.

Mengenai keausan pahat *friction drilling*, Scott F. Miller, Peter J. Blau, dan Albert J. Shih, pada tahun 2006 melakukan penelitian dengan judul *Tool wear in friction drilling*. Latar belakang penelitian di atas ialah belum adanya riset mengenai keausan pahat pada *friction drilling*. Metode yang dilakukan pada penelitian ini ialah diadakan pengukuran berat *tool* dan profil *tool* setelah dilakukan proses *friction drilling* sebanyak 1, 2, 3, 4, 5, 10, 50, 100, 200, 1000, serta kelipatan 1000. Hasilnya, *tool* mengalami keausan setelah proses sebanyak 11000 kali. Keausan yang terjadi merupakan *adhesive*, *oxidative*, dan *abrasive wear*.

## Friction Drilling

*Friction drilling* ialah metode pembuatan lubang non tradisional yang menggunakan panas hasil gesekan antara pahat konis yang berputar dan benda kerja untuk mengurangi dan melakukan penetrasi benda kerja untuk membuat lubang. *Friction drilling* disebut juga *thermal drilling*, *form drilling*, atau *friction stir drilling*.

*Friction drilling* membentuk *bushing* pada benda kerja dan tidak membentuk *chip*

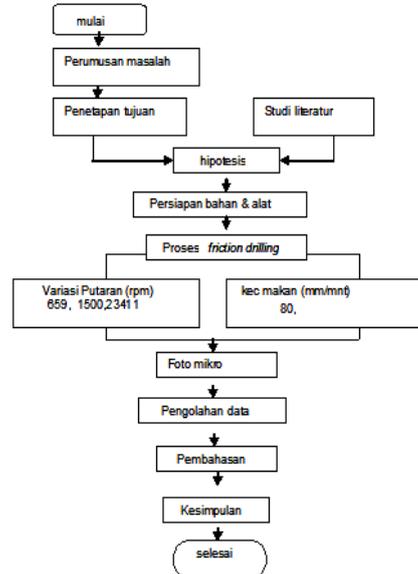


Gambar 2: *friction drilling*  
Sumber: Miller, 2005

Hipotesis penelitian ini adalah : Putaran pahat tinggi dan kecepatan pemakanan yang tinggi pada *friction drilling* akan mengakibatkan temperatur tinggi (pada temperatur rekristalisasi), sehingga akan terjadi perubahan ukuran butiran pada tembaga

## METODE PENELITIAN

### Diagram alir penelitian



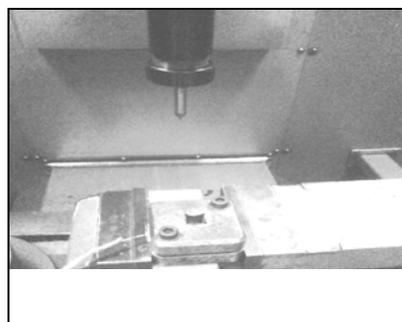
Gambar 3 diagram alir penelitian

### 1 Alat dan Bahan :

- Mesin CNC VMC 200 EMCO
- ADC dan *thermocouple*
- Komputer
- Alat uji foto mikro
- Pahat *friction drilling*
- Benda kerja tembaga 64 x 20 x 3

### 2 Instalasi Penelitian

Instalasi proses *friction drilling* adalah sebagai berikut:

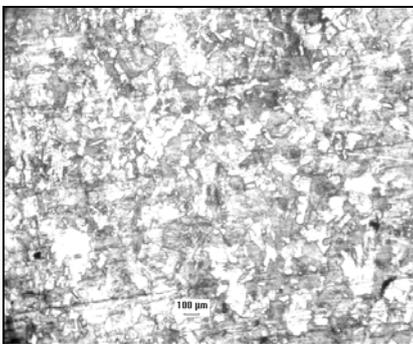
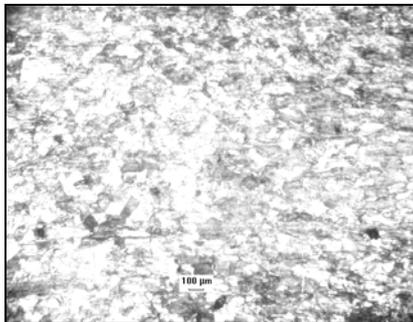
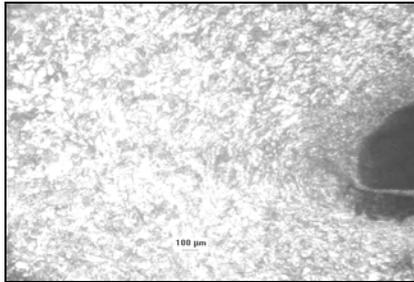


Gambar 4 Proses *friction drilling*

**PEMBAHASAN**

**Foto Mikrostruktur**

Foto mikrostruktur bagian ulir pada kecepatan makan 80 mm/mnt adalah sebagai berikut:



Gambar 5 : Foto mikrostruktur pada putaran (rpm) 659-1500-2341

**Pengukuran Temperatur saat Proses Friction Drilling**

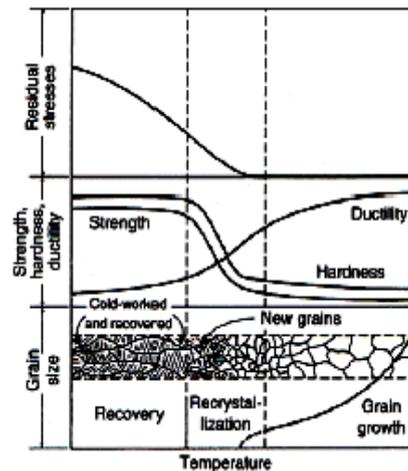
Pada saat proses *friction drilling*, diadakan pengukuran temperatur pada bagian logam yang dilubangi. Hasilnya ditabelkan sebagai berikut:

		PUTARAN (RPM)		
		659	1500	2341
Kecepatan makan	80	175.45	244.32	295.65

Tabel 1 : Temperatur (°C) saat Proses *Friction Drilling*

Pengerjaan *friction drilling* secara umum dilakukan pada temperature 175.45-295,65 (448,50 K – 569,8 K), yang berarti temperatur tersebut berada pada daerah pengerjaan dingin hingga daerah rekristalisasi pada kondisi normal. Rekristalisasi tembaga terjadi pada 0,4-0,6 x *melting point*. Melting point tembaga ialah 1356.15 K . Maka tembaga pada kondisi normal ter-rekristalisasi pada temperatur 542,46 – 813,69K (269,31-540,54°C).

Kondisi logam saat proses mulai dari pekerjaan dingin hingga terjadi pemanasan digambarkan oleh grafik berikut



Gambar 6 : Pengaruh suhu pada struktur logam

Sumber : Smith, 2004

Kenaikan kecepatan putaran pahat *friction drilling* menyebabkan naiknya temperatur akibat gesekan. Kenaikan

temperatur dapat mengakibatkan perubahan sifat logam.

Dari foto mikro tembaga yang telah dilubangi dengan proses *friction drilling* di atas, terlihat bahwa semakin cepat putaran pahat menyebabkan ukuran butiran tembaga semakin besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh temperature yang semakin meningkat dengan kenaikan kecepatan putaran pahat

Ketika temperatur masih dalam wilayah pengerjaan dingin, logam cenderung bersifat keras dan getas, serta memiliki butiran yang kecil. Pada pekerjaan di bawah temperature rekristalisasi, deformasi akan menyebabkan naiknya kekerasan, naiknya kekuatan, tetapi disertai dengan turunnya keuletan.

Kenaikan kecepatan putaran pahat *friction drilling* menyebabkan naiknya temperatur akibat gesekan. Kenaikan temperatur dapat mengakibatkan perubahan sifat logam. Prinsip dasarnya ialah bahwa pemanasan terhadap benda kerja yang telah mengalami deformasi akan menurunkan kerapatan dislokasinya sehingga logam menjadi lebih ulet.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kecepatan putaran pahat berpengaruh terhadap mikrostruktur tembaga.. semakin cepat putaran pahat menyebabkan ukuran butiran tembaga semakin besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh temperature yang semakin meningkat dengan kenaikan kecepatan putaran pahat

### Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar menggunakan cara pengujian ulir yang lebih lengkap. Selain

itu, material yang dipakai lebih bervariasi misalnya pada aluminium

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Budde, L, 1994, *Definition and Classification of Mechanical Fastening Methods*, Universität-Gesamthochschule Paderborn, European Aluminium Association
- 2) Chowdary , Ozdoganlar B, Kapoor SG, DeVor RE, 2002, Modeling And Analysis Of Internal Thread Forming. *Technical Paper Society of Manufacturing Engineers (741-751*
- 3) Mashudi, I, 2007, Studi Eksperimen Ketinggian *Boss* Dan *Bush* Pada Penggurdian Gesek Dengan Benda Kerja Pelat Tembaga, TESIS
- 4) Miller, S. F., Blau, P. J., Shih, A. J., 2005, "Microstructural Alteration Associated With Friction Drilling of Steel, Aluminium, and Titanium," ASM International,
- 5) Overy K., 1978, "Flowdrilling Bush Formation in Thin Metal," CME, July, pp. 70-71.
- 6) Sularso, Suga K, 1997, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradnya Paramita Jakarta.
- 7) Smith, 2004. Foundations of Material Science and Engineering. Mc Graw Hill, New York.
- 8) [www.ontool.au](http://www.ontool.au)