



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH *CRATER WEAR* DAN *FLANK WEAR* PAHAT
TUNGSTEN CARBIDE PADA GAYA MAKAN DAN GAYA POTONG
PADA PEMBUBUTAN MATERIAL AL 2024-T4**

TUGAS AKHIR

**GUNAWAN SETIAWAN KUSCAHYANTO
L2E 007 039**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2011**

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Gunawan Setiawan Kuscahyanto
NIM : L2E 007 039
- Dosen Pembimbing : 1. Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT
: 2. Dr. Rusnaldy, ST, MT
- Jangka Waktu : 6 (enam) Bulan
- Judul : **Pengaruh *Crater Wear* dan *Flank Wear* Pahat Tungsten Carbide pada Gaya Makan dan Gaya Potong pada Pembubutan Material Al 2024-T4.**
- Isi Tugas :
a. Mengukur nilai gaya makan dan gaya potong pahat *crater wear* dan *flank wear* pada pembubutan Al 2024-T4 dan menganalisa pengaruhnya terhadap kedua gaya tersebut.
b. Membandingkan besarnya nilai dari setiap komponen gaya pahat aus terhadap pahat tanpa aus.
c. Menghitung besarnya nilai daya pemotongan pahat aus pada pembubutan Al 2024-T4 dan membandingkannya dengan pahat tanpa aus.

Pembimbing I



Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT

NIP. 197002171994121001

Semarang, September 2011

Pembimbing II



Dr. Rusnaldy, ST, MT


NIP. 197005201999031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Gunawan Setiawan Kuscahyanto

NIM : L2E 007 039

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 September 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Gunawan Setiawan Kuscahyanto


NIM : L2E 007 039

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengaruh *Crater Wear* dan *Flank Wear* Pahat *Tungsten Carbide* pada Gaya Makan dan Gaya Potong pada Pembubutan Material Al 2024-T4.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT ()

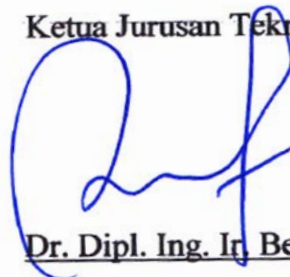
Pembimbing : Dr. Rusnaldy, ST, MT ()

Penguji : Ir. Djoeli Satridjo, MT ()

Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT ()

Semarang, September 2011

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fadjar TK

NIP. 195907221987031003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : GUNAWAN SETIAWAN KUSCAHYANTO
NIM : L2E 007 039
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

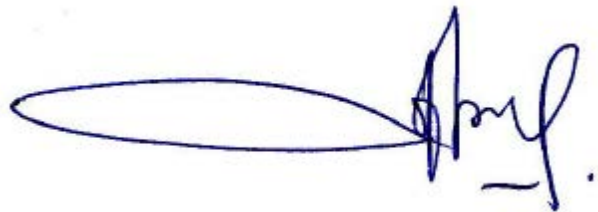
PENGARUH *CRATER WEAR* DAN *FLANK WEAR* PAHAT *TUNGSTEN CARBIDE*
PADA GAYA MAKAN DAN GAYA POTONG PADA PEMBUBUTAN MATERIAL
AL 2024-T4

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 26 September 2011

Yang menyatakan



(GUNAWAN SETIAWAN KUSCAHYANTO)
NIM. L2E 007 039

MOTTO

“Berdoa dan berusaha semua akan indah pada waktu-Nya”

PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

- 1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu setia menyertai penulis sejak awal penelitian hingga penyusunan laporan.*
- 2. Kedua orang tua tercinta, terima kasih atas dukungannya dalam doa dan dana.*
- 3. Kakak dan adik tercinta yang selalu memberikan semangat, terima kasih atas dukungan doanya.*
- 4. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Diponegoro angkatan 2007, terima kasih untuk kritik dan sarannya.*
- 5. Semua pihak yang terkait dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.*

ABSTRAK

Pada proses bubut pahat merupakan salah satu komponen yang berperan penting dalam menentukan kualitas akhir benda kerja. Pembubutan secara terus-menerus menimbulkan panas sebagai akibat dari adanya gesekan antara benda kerja dengan pahat sehingga menyebabkan karakteristik pahat berubah dan mudah terdeformasi. Keausan yang sering dijumpai pada pahat adalah *crater wear* dan *flank wear*. Keausan ini menyebabkan turunnya kualitas dari produk. Untuk mengurangi cacat produk, perlu dilakukan *monitor* kondisi pahat dengan mengamati gaya makan dan gaya potong selama pembubutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur besarnya nilai gaya makan dan gaya potong pahat *crater wear* dan *flank wear*, menganalisa pengaruh keausan pahat terhadap gaya makan dan gaya potong, serta menghitung besarnya nilai daya pemotongan pahat *aus* pada pembubutan Al 2024-T4.

Pada penelitian ini digunakan pahat *tungsten carbide* dengan keausan *crater* dan keausan *flank*. Selama pembubutan, gaya makan dan gaya potong diukur menggunakan *straingage*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai gaya makan, gaya potong, dan daya pemotongan pahat *flank wear* lebih besar daripada pahat *crater wear* dan pahat normal.

Kata Kunci: Gaya makan, Gaya potong, Keausan kawah, Keausan tepi

ABSTRACT

In turning process, tool plays an important role for product quality. The friction between workpiece and tool generates the heat that changes characteristics of workpiece and tool tends to deform. The crater wear and the flank wear are the tool wear that always occur. These wears reduce the quality of product.

The purpose of this study is to measure feeding force and cutting force of worn tools, to analyze the effect of tool wear on feeding force and cutting force, to calculate the cutting power of worn tools in turning of Al 2024-T4.

In this study, tungsten carbide cutting tools with different type of wear were used. During the turning process, feeding force and cutting force were measured by using strain gage.

The experimental results shown that tool with flank wear has bigger feeding force, cutting force, and cutting power than tool with crater wear and normal tool.

Keywords: Cutting force, Feeding force, Crater wear, Flank wear

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh *Crater Wear* dan *Flank Wear* Pahat *Tungsten Carbide* pada Gaya Makan dan Gaya Potong pada Pembubutan Material Al 2024-T4”.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Pertama Tugas Akhir.
2. Dr. Rusnaldy, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Kedua Tugas Akhir.
3. Tommy Hutama teman satu kelompok Tugas Akhir.

Sekiranya Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya dan dikemudian hari ada generasi penerus yang mampu menyempurnakan kekurangan penelitian ini.

Semarang, 26 September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN ABSTRAK.....	vii
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
NOMENKLATUR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proses Pemesinan	5
2.1.1 Elemen Dasar Proses Pemesinan	5
2.1.2 Proses Bubut	7
2.1.3 Rumus Perhitungan Elemen Dasar Proses Bubut	8
2.2 Mekanisme Pembentukan Geram	10
2.2.1 Komponen Gaya Pembentukan Geram.....	10
2.2.2 Gaya Pemoangan	12

2.2.3	Daya Pemotongan	13
2.2.4	Bentuk Geram	14
2.3	Geometri Pahat	14
2.3.1	Sudut Geser dan Rasio Pemampatan Tebal Geram.....	16
2.4	Material Pahat	17
2.4.1	Pahat Karbida	18
2.5	Kerusakan dan Keausan Pahat	19
2.5.1	Bidang Aktif Pahat yang Mengalami Kerusakan/Keausan.....	19
2.5.1.1	Keausan <i>Flank</i>	20
2.5.1.2	Keausan <i>Crater</i>	21
2.5.2	Mekanisme Keausan dan Kerusakan Pahat.....	21
2.5.2.1	Proses Abrasif	21
2.5.2.2	Proses Kimiawi	22
2.5.2.3	Proses Adhesi	22
2.5.2.4	Proses Difusi	23
2.5.2.5	Proses Oksidasi	24
2.5.2.6	Proses Deformasi Plastik	24
2.5.2.7	Proses Keretakan dan Kelelahan.....	24
2.6	Jenis-jenis Alumunium	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Alat dan Bahan	27
3.1.1	Pahat <i>Tungsten Carbide</i>	27
3.1.2	Dial indikator	28
3.1.3	<i>Stopwatch</i>	29
3.1.4	Mesin Bubut CNC.....	29
3.1.5	Alumunium 2024	30
3.1.6	Beban.....	32
3.2	Proses Pengukuran Gaya.....	32
3.2.1	<i>Loadcell</i>	32
3.2.2	Pengkondisi Sinyal.....	33
3.2.3	Perangkat Data Akuisisi dan Penampil Data Pengukuran	34

3.3 Kaliberasi	35
3.3.1 Kaliberasi Mesin	35
3.3.2 Kaliberasi Beban	36
3.4 Pengujian.....	38
3.5 Metode Pengolahan Data	39
3.6 Tahapan Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Kaliberasi	41
4.1.1 Kaliberasi Mesin	41
4.1.2 Kaliberasi Beban	41
4.2 Gaya Makan dan Gaya Potong.....	42
4.2.1 Kondisi Pemesinan.....	42
4.2.2 Pengujian Menggunakan Pahat <i>Crater Wear</i> dan <i>Flank Wear</i>	43
4.3 Daya Pemotongan	51
BAB V PENUTUP.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1. Tabel gaya pemotongan untuk pahat *crater wear*.
- LAMPIRAN 2. Tabel gaya pemakanan untuk pahat *crater wear*.
- LAMPIRAN 3. Tabel gaya pemotongan untuk pahat *flank wear*.
- LAMPIRAN 4. Tabel gaya pemakanan untuk pahat *flank wear*.
- LAMPIRAN 5. Tabel gaya pemotongan dan pemakanan untuk variasi kondisi pahat.
- LAMPIRAN 6. Tabel daya pemotongan untuk variasi kondisi pahat.
- LAMPIRAN 7. Tabel kecepatan penghasilan geram.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi proses pemesinan menurut jenis gerakan relatif pahat terhadap benda kerja.....	6
Tabel 3.1 Spesifikasi pahat karbida	27
Tabel 3.2 Komposisi kimia dan sifat mekanis	28
Tabel 3.3 Spesifikasi mesin bubut CNC	29
Tabel 3.4 Komposisi kimia paduan alumunium 2024-T4.....	31
Tabel 3.5 Sifat mekanik paduan alumunium 2024-T4.....	31
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>straingage</i>	33
Tabel 4.1 Nilai kaliberasi gerak <i>carriage</i> arah X dan Z	41
Tabel 4.2 Nilai kaliberasi <i>feeding speed</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses bubut silindris	7
Gambar 2.2 Proses bubut tirus	8
Gambar 2.3 Teori pembentukan geram.....	10
Gambar 2.4 Lingkaran gaya pemotongan	12
Gambar 2.5 Standar nomenklatur sudut-sudut pada pahat.....	16
Gambar 2.6 Keausan kawah dan keausan tepi	20
Gambar 2.7 Keausan <i>Flank</i> pada Pahat Bubut.....	20
Gambar 2.8 Keausan <i>Crater</i> pada Pahat Bubut	21
Gambar 3.1 Pahat karbida (a) tampak atas dan (b) tampak samping.....	27
Gambar 3.2 Pahat dengan keausan (a) <i>crater</i> dan (b) <i>flank</i>	28
Gambar 3.3 Dial indikator.....	28
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	29
Gambar 3.5 Perangkat mesin bubut CNC dan alat ukur gaya.....	30
Gambar 3.6 Foto benda kerja tirus	30
Gambar 3.7 Dimensi benda kerja tirus.....	31
Gambar 3.8 Tahapan pengukuran gaya.....	32
Gambar 3.9 <i>Loadcell</i>	33
Gambar 3.10 Rangkaian <i>wheatstone bridge</i>	33
Gambar 3.11 Rangkaian sistem penguat sinyal	34
Gambar 3.12 Mikroprosesor ATMEGA8	34
Gambar 3.13 Perangkat lunak yang dibuat oleh Bahasa Visual C.....	35
Gambar 3.14 Proses kalibrasi mesin	35
Gambar 3.15 Diagram alir kalibrasi mesin	36
Gambar 3.16 Proses kalibrasi beban	37
Gambar 3.17 Diagram alir kalibrasi beban	38
Gambar 3.18 Diagram alir penelitian.....	40
Gambar 4.1 Grafik nilai beban terhadap nilai pada sumbu y.....	42
Gambar 4.2 Grafik kedalaman potong terhadap kecepatan penghasilan geram	43
Gambar 4.3 Grafik kedalaman potong terhadap gaya makan untuk pahat <i>crater wear</i> .	43

Gambar 4.4 Grafik kedalaman potong terhadap gaya potong untuk pahat <i>crater wear</i> .	44
Gambar 4.5 Grafik kedalaman potong terhadap gaya makan untuk pahat <i>flank wear</i> .	44
Gambar 4.6 Grafik kedalaman potong terhadap gaya potong untuk pahat <i>flank wear</i> .	45
Gambar 4.7 Grafik kedalaman potong terhadap gaya makan dan gaya potong untuk variasi kondisi pahat	47
Gambar 4.8 Luas daerah pahat <i>crater wear</i> yang kontak dengan benda kerja	48
Gambar 4.9 Luas daerah pahat <i>flank wear</i> yang kontak dengan benda kerja	49
Gambar 4.10 Luas daerah pahat normal yang kontak dengan benda kerja.....	50
Gambar 4.11 Grafik kedalaman potong terhadap daya pemotongan untuk variasi kondisi pahat.....	52

NOMENKLATUR

1. Kecepatan potong (<i>cutting speed</i>)	; v (m/min)
2. Kecepatan makan (<i>feeding speed</i>)	; v_f (mm/min)
3. Kedalaman potong (<i>depth of cut</i>)	; a (mm)
4. Waktu pemotongan (<i>cutting time</i>)	; t_c (min)
5. Kecepatan penghasilan geram (<i>rate of metal removal</i>)	; Z (cm ³ /min)
6. Diameter mula	; d_o (mm)
7. Diameter akhir	; d_m (mm)
8. Panjang pemesinan	; l_t (mm)
9. Sudut potong utama	; χ_r (⁰)
10. Sudut geram	; γ_o (⁰)
11. Kedalaman potong	; a (mm)
12. Gerak makan	; f (mm/(r))
13. Putaran poros utama (benda kerja)	; n ((r)/min)
14. Gaya potong	; F_v (N)
15. Gaya makan	; F_f (N)
16. Tegangan geser pada bidang geser	; τ_{shi} (N/m ²)
17. Penampang geram sebelum terpotong	; A (mm ²)
18. Sudut gesek	; η (⁰)
19. Sudut geram	; γ_o (⁰)
20. Sudut geser	; Φ (⁰)
21. Gaya potong	; $F_y = F_v$ (N)
22. Gaya potong spesifik	; K_s (N/mm ²)
23. Penampang geram sebelum terpotong	; A (mm ²)
24. Daya pemotongan total	; N_{ct} (kW)
25. Daya pemotongan	; N_c (kW)
26. Daya pemakanan	; N_f (kW)
27. Koefisien determinasi	; r^2