



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI TINGKAT KEAUSAN PAHAT BUBUT JENIS HSS  
(HIGH SPEED STEEL) PRODUK AUSTRIA DAN PRODUK TAIWAN  
PADA PEMBUBUTAN BAJA ST 60**

**TUGAS AKHIR**

**MOHAMMAD RIFQI  
L2E 006 064**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
DESEMBER 2010**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Mohammad Rifqi  
NIM : L2E 006 064

Dosen Pembimbing : Sri Nugroho, ST, MT, PhD

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Studi Tingkat Keausan Pahat Bubut Jenis HSS (*High Speed Steel*) Produk Austria dan Produk Taiwan pada Pembubutan Baja ST60

Isi Tugas : Melakukan pengujian keausan tepi pahat bubut HSS produk Austria dan produk Taiwan dengan merk dan ukuran yang sama.

Semarang, Desember 2010

Menyetujui

Pembimbing

Sri Nugroho, ST, MT, PhD

NIP. 197501181999031001

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

NAMA : Mohammad Rifqi

NIM : L2E 006 064

Tanda Tangan :


Tanggal : 21 Desember 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Mohammad Rifqi  
NIM : L2E 006 064  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Studi Tingkat Keausan Pahat Bubut Jenis HSS (*High Speed Steel*) Produk Austria dan Produk Taiwan pada Pembubutan Baja ST 60

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Nugroho, ST, MT, PhD (  )  
Penguji : Ir. Sudargana, MT ( )  
Penguji : Ir. Djoeli Satrijo, MT ( )  
Penguji : Khoiri Rozi, ST, MT ( )

Semarang, 21 Desember 2010

Ketua  
Jurusan Teknik Mesin,

**Dr.Ir.Dipl Ing Berkah Fajar 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 : Mohammad Rifqi  
NIM : L2E 006 064  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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 :

**“STUDI TINGKAT KEAUSAN PAHAT BUBUT JENIS HSS (*HIGH SPEED STEEL*) PRODUK AUSTRIA DAN PRODUK TAIWAN PADA PEMBUBUTAN BAJA ST 60”**

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 mempublikasikan 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 : 21 Desember 2010

Yang menyatakan

( **Mohammad Rifqi** )

## ABSTRAK

Faktor utama yang mempengaruhi kualitas suatu pahat bubut adalah kemampuan potong dari pahat bubut. Salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan potong dari suatu pahat adalah ketahanan aus. Di pasaran beredar berbagai jenis dan merek dari pahat HSS tersebut, salah satu diantaranya yaitu buatan Austria dan buatan Taiwan dimana keduanya memiliki merek yang sama tetapi harga dan umur alat yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas pahat bubut HSS buatan Austria dan buatan Taiwan ditinjau dari segi keausan, umur pahat (*tool life*) dan struktur materialnya.

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian keausan tepi pada pahat bubut HSS. Material uji menggunakan BOHLER RAPID EXTRA 1200 dengan ukuran 3/8 x 4" buatan Austria dan buatan Taiwan. Material benda kerja menggunakan baja ST60. Pengujian keausan tepi pahat dilakukan dengan memakan pahat pada benda kerja dengan variasi empat kecepatan potong yang telah ditentukan, yaitu 19,99 m/min, 25,72 m/min, 26,53 m/min dan 30,65 m/min kemudian mengukur besarnya keausan tepi (VB) menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan *dial indicator* dan metode *pixel*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa umur pahat HSS buatan Austria yang paling panjang pada kecepatan potong rendah ( $V_c = 19,99$  m/min) yaitu 100 menit (*dial indicator*) / 92,5 menit (*pixel*), dan umur pahat yang paling pendek pada kecepatan potong tinggi ( $V_c = 30,65$  m/min) yaitu 25 menit (*dial indicator*) / 26,5 menit (*pixel*). Umur pahat HSS buatan Taiwan yang paling panjang pada kecepatan potong rendah ( $V_c = 19,99$  m/min) yaitu 87,5 menit (*dial indicator*) / 84,5 menit (*pixel*), dan umur pahat yang paling pendek pada kecepatan potong tinggi ( $V_c = 30,65$  m/min) yaitu 25 menit (*dial indicator*) / 22,5 menit (*pixel*). Penelitian ini menyimpulkan bahwa pahat bubut HSS buatan Austria dengan harga yang lebih mahal tetapi memiliki ketahanan terhadap keausan yang lebih tinggi dan umur yang lebih lama dari pahat HSS buatan Taiwan.

**Kata Kunci:** Pahat HSS, Keausan tepi, Umur pahat

## **ABSTRACT**

*The most important characteristic factor of cutting tools is cutting ability. One of the factors that influence cutting ability of cutting tools is wear resistance. At market there are many large selection of HSS tool steel with different type and merk. One of them was HSS tool steel made in Austria and Taiwan which share the same trade mark but have significant differences at price. The research aimed to compare HSS cutting tools quality made in Austria and Taiwan consider from wear, tool life and material structure aspect.*

*This research had done by flank wear experiment to the HSS cutting tools. The specimens were BOHLER RAPID EXTRA 1200 with 3/8 x 4" on size made in Austria and Taiwan. The work piece specimen used ST60 steel. Flank wear experiment of cutting tools had done by turning cutting tools to the work piece with four cutting speed variation like 19,99 m/min, 25,72 m/min, 26,53 m/min and 30,65 m/min that had given, then measured flank wear dimension (VB) using microscope that completed with dial indicator and pixel method.*

*The result of this research showed that Austria HSS tool life which had the longest time at low cutting speed ( $V_c=19,99$  m/min) was 100 minute (dial indicator) / 92,5 minute (pixel), and tool life which had the shortest time at high cutting speed ( $V_c=30,65$  m/min) was 25 minute (dial indicator) / 26,5 minute (pixel). Taiwan HSS tool life which had the longest time at low cutting speed ( $V_c=19,99$  m/min) was 87,5 minute (dial indicator) / 84,5 minute (pixel), and tool life which had the shortest time at high cutting speed ( $V_c=30,65$  m/min) was 25 minute (dial indicator) / 22,5 minute (pixel). The conclusion of this research is that HSS cutting tool made in Austria with more expensive cost, but has higher wear resistance and longer tool life than HSS cutting tool made in Taiwan.*

**Keywords:** *HSS tool, Flank wear, Tool life*

## **MOTTO :**

---

- ✚ "...Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri..." (QS Ar-Ra'd: 11)
- ✚ " Semua Impian Dapat Menjadi Kenyataan Andaikan Kita Memiliki Keberanian Untuk Mewujudkannya".



## PERSEMBAHAN

---

Tugas sarjana ini kupersembahkan kepada:

- ✚ Kedua orang tuaku tercinta Bapak Fatchur Rochman dan Ibu Riswati, yang selalu semangat memberikan dorongan baik material maupun spiritual.
- ✚ Kakakku Mokhammad Fahmi yang selalu setia memberi semangat dan Doa.
- ✚ Sobatku Hendrikus Kedo S. dan M. Rafsanjani atas segala bantuannya.
- ✚ Orang-orang dalam perjalanan hidupku yang selalu mengajarkan dan meyakinkanku bahwa keberhasilan dapat dicapai asal kita yakin dan terus berusaha serta berdoa.
- ✚ Bapak Margono selaku Teknisi Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- ✚ Saudara Ernes selaku Teknisi Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi Tingkat Keausan Pahat Bubut Jenis HSS (*High Speed Steel*) Produk Austria dan Produk Taiwan pada Pembubutan Baja ST60” sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sri Nugroho ST, MT, PhD selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Candra selaku Teknisi SMK 7 Semarang.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna serta masih banyak, sehingga penulis mengharap saran dan kritik agar dapat lebih baik di kemudian hari. Akhirnya semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi banyak pihak.

Semarang, Desember 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
HALAMAN MOTTO.....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin Bubut.....	5
2.1.1 Proses Pemotongan.....	5
2.1.2 Bagian-Bagian Mesin Bubut.....	8
2.2 Pahat Bubut.....	9
2.2.1 Baja Karbon Tinggi.....	10
2.2.2 HSS ( <i>High Speed Steel</i> ).....	10
2.2.2.1 Pembuatan Pahat Bubut HSS.....	11

2.2.3 Paduan Cor Nonferros.....	13
2.2.4 Bahan Pahat Karbida.....	14
2.2.5 Keramik ( <i>Ceramic</i> ) .....	16
2.2.6 CBN ( <i>Cubic Boron Nitride</i> ).....	16
2.2.7 Intan ( <i>Diamond</i> ).....	16
2.3 Pengujian Material .....	17
2.3.1 Pengujian Keausan Pahat .....	17
2.3.2 Mekanisme Keausan Pahat.....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Bahan dan Alat .....	43
3.1.1 Material Benda Kerja .....	43
3.1.2 Pahat Potong.....	44
3.1.3 Mesin Bubut .....	45
3.1.4 Mikroskop .....	46
3.1.5 Kamera .....	47
3.1.6 <i>Tool Grinding</i> .....	47
3.1.7 <i>Dial Indicator</i> .....	48
3.1.8 Cairan Pendingin (Bromus).....	48
3.1.9 Bahan dan Alat Pendukung Lainnya.....	49
3.2 Prosedur Pengujian.....	49
3.2.1 Proses Permesinan.....	49
3.2.2 Pengukuran Keausan Tepi.....	51
<b>BAB IV DATA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Data Hasil Pengujian .....	53
4.2 Analisa dan Pembahasan .....	63
4.2.1 Grafik dan Analisa Grafik .....	63
4.2.2 Pembahasan .....	68
4.2.3 Fenomena Keausan Pahat.....	79
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>83</b>
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematis proses bubut.....	6
Gambar 2.2. Skema ilustrasi pahat bubut .....	6
Gambar 2.3 Komponen utama mesin bubut.....	8
Gambar 2.4 Perbandingan proses pembuatan HSS dengan metode pengecoran (konvensional) dan <i>powder metallurgy</i> .....	13
Gambar 2.5 Keausan tepi ( <i>flank wear</i> ) .....	20
Gambar 2.6 Keausan tepi berdasarkan standar ISO 3685: 199321.....	21
Gambar 2.7 Keausan kawah dan keausan tepi .....	22
Gambar 2.8 Pertumbuhan keausan tepi untuk gerak makan tertentu dan kecepatan potong yang berbeda.....	23
Gambar 2.9 Aus tepi ( <i>flank wear</i> ) .....	25
Gambar 2.10 Deformasi plastis ( <i>plastic deformation</i> ) .....	25
Gambar 2.11 Aus kawah ( <i>crater wear</i> ) .....	26
Gambar 2.12 <i>Flaking paper</i> .....	27
Gambar 2.13 Penyerpihan ( <i>chipping</i> ) .....	27
Gambar 2.14 <i>Built Up Edge</i> .....	27
Gambar 2.15 Ilustrasi proses keausan abrasif.....	28
Gambar 2.16 Keausan karena gesekan pada daerah dimana geram panjang berkesinambungan mempunyai kesempatan untuk bergesekan dengan permukaan bidang geram pahat karbida.....	30
Gambar 2.17 Daerah penempelan material benda kerja pada bidang geram pahat (BC) dan bidang mayor pahat (BG) dan daerah kontak antara geram dan bidang geram pahat (CD, terjadi gerakan relatif yang berupa gesekan) .....	30
Gambar 2.18 Ilustrasi proses keausan akibat proses adhesi.....	31
Gambar 2.19 Penumpukan metal pada mata potong pahat (BUE) dalam proses pemesinan baja. ....	32
Gambar 2.20 Dengan bertambahnya kecepatan potong maka BUE	

akan lenyap dan diganti dengan daerah aliran .....	32
Gambar 2.21 a. Penampungan BUE pada mata potong pahat yang telah mengalami keausan	
b. Keausan permukaan pahat HSS pada batas butir martensit yang terbawa oleh BUE yang terkelupas akibat beban kejut ( <i>impact</i> ) dalam proses pemotongan terputus ( <i>interrupted cutting</i> ).....	34
Gambar 2.22 Keausan pahat yang disebabkan oleh proses difusi .....	36
Gambar 2.23 Deformasi <i>plastic</i> yang dialami pahat.....	38
Gambar 2.24 a. Retak pada mata potong pahat freis karbida setelah digunakan untuk memotong baja	
b. Retak yang diakibatkan oleh perbedaan koefisien pemuaian antara BUE (baja) dengan pahat (Karbida) .....	40
Gambar 3.1 Diagram alir percobaan .....	42
Gambar 3.2 Benda kerja ST60 (AISI 1045).....	43
Gambar 3.3 Pahat bubut HSS buatan Austria .....	44
Gambar 3.4 Pahat bubut HSS buatan Taiwan.....	44
Gambar 3.5 Geometri pahat bubut.....	45
Gambar 3.6 Mesin bubut EMCO Maximat V13.....	46
Gambar 3.7 Mikroskop optik Olympus .....	47
Gambar 3.8 Kamera <i>digital</i> Panasonic Lumix DMC-F3 12 MP .....	47
Gambar 3.9 Mesin <i>Bench Universal Tool and Cutter Grinder</i> .....	48
Gambar 3.10 <i>Dial Indicator</i> .....	48
Gambar 3.11 Cairan pendingin (bromus).....	49
Gambar 3.12 <i>Set up</i> mesin bubut .....	50
Gambar 3.13 Pengujian keausan tepi .....	52
Gambar 4.1 Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS produk Austria menggunakan <i>Dial Indicator</i> .....	63
Gambar 4.2 Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS produk Austria menggunakan <i>Metode Pixel</i> .....	64
Gambar 4.3 Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS produk Taiwan menggunakan <i>Dial Indicator</i> .....	66

Gambar 4.4 Grafik pertumbuhan keausan tepi pahat HSS produk Taiwan menggunakan <i>Metode Pixel</i> .....	67
Gambar 4.5 Grafik umur pahat HSS produk Austria – Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator</i> .....	69
Gambar 4.6 Grafik umur pahat HSS produk Austria – Taiwan dengan metode <i>Pixel</i> .....	70
Gambar 4.7 Grafik laju Keausan pahat HSS produk Austria – Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator (Taylor Equation)</i> .....	72
Gambar 4.8 Grafik laju keausan pahat HSS produk Austria – Taiwan dengan metode <i>Pixel (Taylor Equation)</i> .....	72
Gambar 4.9 Fenomena keausan pada $V_C = 19,99$ m/min .....	79
Gambar 4.10 Fenomena keausan pada $V_C = 25,72$ m/min .....	81
Gambar 4.11 Fenomena keausan pada $V_C = 26,53$ m/min .....	82
Gambar 4.12 Fenomena keausan pada $V_C = 30,65$ m/min .....	82

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat mekanis ST60 (AISI 1045).....	43
Tabel 3.2 Komposisi kimia baja karbon AISI 1045.....	43
Tabel 3.3 Spesifikasi teknis mesin bubut .....	46
Tabel 3.4 Parameter kondisi pemotongan pahat HSS merk Bohler.....	50
Tabel 4.1 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 19,99$ m/min .....	54
Tabel 4.2 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 25,72$ m/min .....	55
Tabel 4.3 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 26,53$ m/min .....	56
Tabel 4.4 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 30,65$ m/min .....	56
Tabel 4.5 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 19,99$ m/min .....	57
Tabel 4.6 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 25,72$ m/min .....	57
Tabel 4.7 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan potong $V_c = 26,53$ m/min .....	58
Tabel 4.8 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan dengan metode <i>Dial Indicator</i> pada kecepatan	



potong $V_c = 30,65$ m/min .....	58
Tabel 4.9 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 19,99$ m/min .....	59
Tabel 4.10 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 25,72$ m/min .....	60
Tabel 4.11 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 26,53$ m/min .....	61
Tabel 4.12 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Austria dengan metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 30,65$ m/min .....	61
Tabel 4.13 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan dengan metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 19,99$ m/min .....	62
Tabel 4.14 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 25,72$ m/min .....	62
Tabel 4.15 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 26,53$ m/min .....	63
Tabel 4.16 Data pengujian keausan tepi pahat HSS produk Taiwan Dengan Metode <i>Pixel</i> pada kecepatan potong $V_c = 30,65$ m/min .....	63
Tabel 4.17 <i>Tool Life (Dial Indicator)</i> .....	68
Tabel 4.18 <i>Tool Life (Pixel Method)</i> .....	69
Tabel 4.19 Harga Unsur-Unsur Pembentuk Pahat Buatan Austria.....	74
Tabel 4.20 Harga Unsur-Unsur Pembentuk Pahat Buatan Taiwan.....	75
Tabel 4.21 Laju Penghasilan Geram .....	76
Tabel 4.22 Probabilitas.....	76
Tabel 4.23 Umur Pahat Menggunakan Metode <i>Dial Indicator</i> .....	77
Tabel 4.24 Umur Pahat Menggunakan Metode <i>Pixel</i> .....	78

## NOMENKLATUR

a	kedalaman potong
AISI	American Iron and Steel Institute
BUE	Built Up Edge
C	Konstanta umur pahat Taylor
CBN	Cubic Boron Nitride
dm	Diameter akhir
do	Diameter awal
f	Kecepatan makan
HRC	Angka kekerasan Rockwell Skala C
HSS	High Speed Steel
lt	Panjang pemotongan
MRR	Laju pembuangan geram
N	Putaran poros spindle
n	Harga eksponen umur pahat
tc	Waktu pemotongan
V	Kecepatan potong
Vf	Kecepatan makan

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Austria pada kecepatan potong  $V_c = 19,99$  m/min
2. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Austria pada kecepatan potong  $V_c = 25,72$  m/min
3. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Austria pada kecepatan potong  $V_c = 26,53$  m/min
4. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Austria pada kecepatan potong  $V_c = 30,65$  m/min
5. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Taiwan pada kecepatan potong  $V_c = 19,99$  m/min
6. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Taiwan pada kecepatan potong  $V_c = 25,72$  m/min
7. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Taiwan pada kecepatan potong  $V_c = 26,53$  m/min
8. Dokumentasi hasil pengukuran keausan tepi pahat buatan Taiwan pada kecepatan potong  $V_c = 30,65$  m/min
9. Tabel parameter pemotongan pahat HSS merek BOHLER
10. Tabel pengambilan data  $VB_{Bmax}$  menggunakan Dial Indicator
11. Tabel komposisi kimia pahat HSS produk Austria
12. Tabel komposisi kimia pahat HSS produk Taiwan