

SKRIPSI

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES BUBUT

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**CANDRA KESUMA
03051181520010**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SKRIPSI

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN
TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR
KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA
PROSES BUBUT**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:
CANDRA KESUMA
03051181520010**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES BUBUT

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

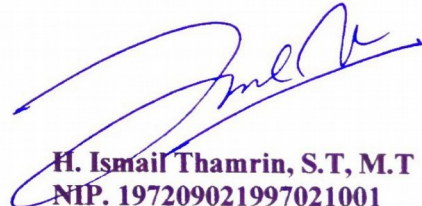
OLEH:
CANDRA KESUMA
03051181520010

Pembimbing Skripsi 1,



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

Indralaya, Desember 2019
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi 2,



H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyadi Yam, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Laju Kalor Konduksi Pada Geram dan Pahat Pada Proses Pembubutan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Desember 2019.

Indralaya, 26 Desember 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. M. A. Ade Saputra, S.T, M.T
NIP. 198711302019031006

Anggota:

2. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001

3. Arie Yudha Budiman, S.T, M.T
NIP. 1671041412780004



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irayadi Yana, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

JURUSAN TEKNIK MESIN **Agenda No.** :
FAKULTAS TEKNIK **Diterima Tanggal** :
UNIVERSITAS SRIWIJAYA **Paraf** :

SKRIPSI

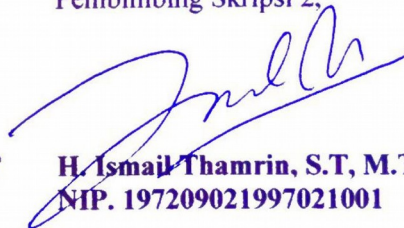
NAMA : **CANDRA KESUMA**
NIM : **03051181520010**
JURUSAN : **TEKNIK MESIN**
JUDUL : **PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN
TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR
KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES
BUBUT**
DIBERIKAN : **FEBRUARI 2019**
SELESAI : **DESEMBER 2019**

Pembimbing Skripsi 1,



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

Indralaya, Desember 2019
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi 2,



H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001



Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Iryadi Yant, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Candra Kesuma

NIM : 03051181520010

Judul : Pengaruh parameter pemotongan terhadap temperatur dan laju kalor konduksi pada geram dan pahat pada proses bubut

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Desember 2019



Candra Kesuma

NIM. 03051181520010

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Candra Kesuma

NIM : 03051181520010

Judul : Pengaruh parameter pemotongan terhadap temperatur dan laju kalor konduksi pada geram dan pahat pada proses bubut

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Desember 2019



Candra Kesuma

NIM. 03051181520010

RINGKASAN

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES BUBUT.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Desember 2019

Candra Kesuma; Dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T dan H. Ismail Thamrin, S.T, M.T

THE EFFECT OF THE CUTTING PARAMETERS ON THE CONDUCTION HEAT RATE ON CHIP AND TOOLS AT TURNING PROCESS.

xxv + 41 Halaman + 8 Tabel + 10 Gambar + 20 Lampiran

RINGKASAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, Suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Pada dasarnya proses produksi mesin–mesin perkakas bertujuan untuk memotong material ke dalam ukuran yang tepat. Serta perkembangan mata pahat seperti yang berbahan *Carbide* yang berfungsi agar membantu dan memaksimalkan proses kerja mesin-mesin produksi untuk melakukan pemotongan logam yang ada. Prinsip pemotongan logam dapat didefenisikan sebagai sebuah aksi dari alat potong yang dikontakkan dengan sebuah benda kerja untuk membuang permukaan benda kerja tersebut dalam bentuk geram. Gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja akan menimbulkan panas yang tinggi. Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan, antara geram

dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja. Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju kesekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya, akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. Hampir semua proses pemesinan yang dilakukan akan mengubah energi menjadi panas atau kalor. Secara umum sumber pahat pada proses pembubutan logam ada tiga yaitu pada bidang patahan geram saat proses pembubutan logam berlangsung (*Primary Deformation Zone*), pada bidang gesekan antara geram dan pahat (*Secondary Deformation Zone*), dan pada bidang geser antara pahat dan benda kerja. Pada penelitian ini dilakukan 27 pengujian dengan variasi sudut potong utama yaitu (85° , 90° , 95°), gerak makan (0.035 mm/put , 0.07 mm/put , 0.14 mm/put), dan kedalaman potong (0.5 mm , 1 mm , 2 mm). Benda kerja yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan diameter 36 mm dan panjang 250 mm , pahat yang digunakan adalah pahat karbida. Pengukuran temperatur pada penelitian ini menggunakan termokopel. Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa semakin besar nilai gerak makan (f), kedalaman potong (DOC) dan sudut potong utama (Kr) maka semakin besar temperatur dan kalor yang dibangkitkan. Dapat dibuktikan dengan Temperatur dan kalor yang dibangkitkan terendah diperoleh pada pengujian pemesinan $f = 0.035 \text{ mm/put}$; $DOC = 0,5 \text{ mm}$; $T = 49.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$; dan $Q = 0,002 \text{ J}$. Sedangkan Temperatur dan kalor yang dibangkitkan tertinggi diperoleh pada pengujian dimana kondisi pemesinan $f = 0.14 \text{ mm/rev}$; $DOC = 2 \text{ mm}$; $T = 169.3 \text{ (}^\circ\text{C)}$; dan $Q = 0,248 \text{ J}$.

Kata Kunci : Temperatur, Gerak makan (f), Kedalaman potong (DOC), Sudut potong utama(Kr).

SUMMARY

THE EFFECT OF THE CUTTING PARAMETERS ON THE TEMPERATURE AND CONDUCTION HEAT RATE ON CHIP AND TOOLS AT TURNING PROCESS.

Scientific Paper in the Form of Skripsi, December 2019

Candra Kesuma Supervised by Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T and H. Ismail Thamrin, S.T, M.T

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES BUBUT.

xxv + 41 Page + 8 Table + 10 Picture + 20 Appendices

SUMMARY

In line with the development of science and technology, a production result must be balanced with an increase in the quality of production. Basically the production process of machine tools is intend to cut the material into the right size. As well as the development of a tools such as those made from Carbide which serves to help and maximize the work processes of production machines to do metal cutting. The principle of metal cutting can be defined as the action of a cutting tool that is contacted with a workpiece to dispose of a workpiece in a chip form. In a metal cutting process, friction that hapend between the tools with the workpiece will bring about high heat. Almost all cutting energy is transformed into heat through a friction process, between chip with a tool and between a tool and a workpiece. This heat is mostly carried away by chip, some of it spread through the tools and partly flows through the workpiece to the surroundings. The heat that appear is very large and because the broad field is relatively small,

the tool temperature, shear field and compression field, will be very high. Because of the high pressure, the cutting force and high temperature, the active surface of the tool will increase wear. Almost all machining processes carried out will convert energy into heat or heat. In general, there are three sources of tools in the metal turning process, that is in the area of the shearing fracture during the metal turning process (Primary Deformation Zone), in the friction plane between the chip and the tool (Secondary Deformation Zone), and in the sliding plane between the tool and the workpiece. In this research 27 tests were performed with variations in the cutting edge angle (85 °, 90 °, 95 °), feed rate (0.035 mm / rev, 0.07 mm / rev, 0.14 mm / rev), and depth of cut (0.5 mm, 1 mm, 2mm). The workpiece used is low carbon steel with a diameter of 36 mm and a length of 250 mm, the tools used is a carbide with cutting edge angle of 90 °, rake angle 0 °. Temperature measurement in this research uses a thermocouple that is placed with a distance of ± 4.2 mm after the interface. From the results of research and analysis carried out it can be concluded that Based on the tests that have been carried out it is found that the greater the feed rate (f), depth of cutting (DOC) and the cutting edge angle (Kr), the greater the temperature and heat generated. From the results of research and analysis conducted it can be concluded that, based on the test that can be proven with the lowest temperature and heat generated obtained in testing test 1, where the machining conditions $f = 0.035$ mm / rev; $DOC = 0.5$ mm; $T = 49.2$ (°C); and $Q = 0.002$ J. While the highest temperature and heat generated were obtained in 18 tests, where the machining conditions $f = 0.14$ mm / rev; $DOC = 2$ mm; $T = 169.3$ (°C); and $Q = 0.248$ J.

Keywords : Temperature, Feed rate (f), Depth of cut (DOC), cutting edge angle (Kr).

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP TEMPERATUR DAN LAJU KALOR KONDUKSI PADA GERAM DAN PAHAT PADA PROSES BUBUT

Yanis, M., Thamrin, I., Kesuma, C.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
e-mail : yanis@unsri.ac.id

Abstrak

Proses pemotongan logam gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja akan menimbulkan panas yang tinggi. Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju kesekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya, akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. Hampir semua proses pemesinan yang dilakukan akan mengubah energi menjadi panas atau kalor. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar kalor yang dibangkitkan pada pahat dan geram. Benda kerja yang digunakan adalah baja karbon rendah, pahat yang digunakan adalah pahat karbida insert, Pengukuran temperatur menggunakan termokopel. Parameter yang digunakan yaitu gerak makan, kedalaman potong dan sudut potong utama. Temperatur dan kalor tertinggi didapatkan pada kedalaman potong 2 mm, sudut potong utama 90° dan gerak makan 0.014 mm/put. Sedangkan temperatur dan kalor terendah berada pada gerak makan 0.0035 mm/put, kedalaman potong 0.5 mm dan sudut potong utama 85°.

Kata Kunci Temperatur , Gerak makan (f), Kedalaman potong (DOC), Sudut potong utama(Kr).

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyati Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.197111225199702001

Indralaya, Desember 2019
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi 1,



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proses Pemesinan Bubut (Turning).....	5
2.1.1 Elemen Dasar Proses Pemesinan.....	5
2.2 Pahat Potong (Cutting Tool).....	8
2.2.1 Geometri Pahat.....	8
2.2.2 Bahan Pahat.....	9
2.2.3 Pahat Karbida.....	10
2.3 Baja.....	11
2.3.1 Klasifikasi baja.....	11
2.4 Gaya Pemotongan.....	13
2.4.1 Pemotongan Tegak (Orthogonal Cutting).....	14
2.4.2 Pemotongan Oblique.....	14
2.5 Heat Transfer.....	15
2.5.1 Konduksi Panas.....	16

2.6	Temperatur Pemotongan.....	19
2.7	Perpindahan Kalor pada Pemotongan Logam.....	20
2.8	Pengukuran Eksperimental pada Temperatur Pemotongan Logam...21	
2.8.1	Metode Termokopel.....	22
2.8.2	Metode Inframerah.....	23
2.9	Pengujian Komposisi Kimia.....	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.1.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.1.2	Langkah-Langkah Pengujian.....	28
3.2	Parameter Pemotongan.....	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Hasil Pengujian.....	31
4.2	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor Konduksi.....	33
4.3	Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Laju Kalor Konduksi...35	
4.3.1	Pengaruh Variasi Gerak Makan Terhadap Temperatur.....	35
4.3.2	Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Terhadap temperatur.....	36
4.3.3	Pengaruh Variasi Sudut Potong Utama (Kr) Terhadap Temperatur..37	
4.4	Pembahasan Pengaruh Kondisi Pemesinan Terhadap Temperatur dan Kalor Yang Dihasilkan.....	39
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	42
DAFTAR RUJUKAN..i		
LAMPIRAN.....		

DAFTAR GA

Gambar 2 1 Geometri Pahat dan Benda Kerja (Suhartono, 2016).....	9
Gambar 2 2 Pemotongan tegak (Boothroyd and Knight, 1989).....	14
Gambar 2 3 Pemotongan <i>Oblique</i> (Boothroyd & Knight, 1989).....	15
Gambar 2 4 <i>Heat conduction</i> melalui sebuah bidang ketebalan dinding Δx dan luas dinding A (Cengel, 2002).....	16
YGambar 3 1 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3 2 Mesin bubut (lab. mesin logam UPTD BLKI Disnakertrans S provinsi sumatera selatan).....	26
Gambar 3 3 Peletakan termokopel pada mata pahat.....	29
YGambar 4 1 Pengaruh variasi gerak makan (f) terhadap laju kalor konduksi.....	35
Gambar 4 2 Pengaruh variasi kedalaman potong (DOC) terhadap laju kalor konduksi.....	37
Gambar 4 3 Pengaruh variasi Sudut Potong Utama (K_r) terhadap laju kalor konduksi.....	38

DAFTAR T

Tabel 2 1 Konduktivitas termal pada beberapa material pada temperatur ruangan (Y. Cengel, 2002).....	18
Ytabel 3 1 Konduktivitas termal karbida insert (Liang et al., 2015).....	27
Tabel 3 2 Parameter kondisi pemotongan.....	30
Ytabel 4 3 Data Temperatur Pahat dan Geram	32
Tabel 4 4 Data Perhitungan Kalor Yang Dibangkitkan.....	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, Suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Pada dasarnya proses produksi mesin–mesin perkakas bertujuan untuk memotong material ke dalam ukuran yang tepat. Serta perkembangan mata pahat seperti yang berbahan *Carbide* yang berfungsi agar membantu dan memaksimalkan proses kerja mesin-mesin produksi untuk melakukan pemotongan logam yang ada. Prinsip pemotongan logam dapat didefinisikan sebagai sebuah aksi dari alat potong yang dikontakkan dengan sebuah benda kerja untuk membuang permukaan benda kerja tersebut dalam bentuk geram (Silalahi, 2018).

Dalam suatu proses pemotongan logam, gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja akan menimbulkan panas yang tinggi. Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan, antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja. Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju sekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya, akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. Hampir semua proses pemesinan yang dilakukan akan mengubah energi menjadi panas atau kalor (Rochim, 1993).

Berdasarkan uraian sebelumnya maka akan dilakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh parameter pemotongan terhadap temperatur dan laju kalor konduksi pada geram dan pahat pada proses bubut”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana pengaruh parameter pemotongan terhadap laju kalor konduksi pada geram dan pahat Pada Proses bubut.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, dibatasi hanya pada:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin bubut J JHUNG METAL MACHINERY CO.
1. Pahat yang digunakan adalah pahat karbida insert (XVBMT160408) dan holder (SVJBR1616K16).
2. Benda kerja (*workpiece*) yang digunakan adalah baja karbon sedang (S45C) dengan diameter 38 mm dan panjang 250 mm.
3. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah gerak makan, kedalaman potong dan sudut potong utama.
4. Pemesinan dilakukan tanpa menggunakan cairan pendingin apapun.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis hasil pengujian pada mesin bubut dengan variasi gerak makan (f) kedalaman potong (DOC) dan sudut potong utama (Kr) untuk mendapatkan besar temperatur dan kalor yang terjadi pada mata pahat dan geram dari setiap pengujian pada proses bubut baja karbon rendah.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai proses bubut kering dan faktor yang mempengaruhi terjadinya berbagai macam bentuk geram.

2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang pengaruh parameter pemotongan terhadap temperatur dan laju kalor konduksi.
3. Diharapkan dapat meningkatkan kualitas hasil produksi dan memperpanjang umur pahat sehingga dapat mengurangi biaya produksi.
4. Dengan diketahuinya gerak makan dan kedalaman pemotongan optimum terhadap temperatur, memperpanjang umur dari mata pahat yang dipakai pada saat proses bubut dan mendapatkan hasil benda kerja yang lebih optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Boothroyd, G., and Knight, W.A., 1989. Fundamentals Of Machining And Machine Tols, 2nd ed. *Marcel Dekker*, New York.
- Bothroyd, G., and Knight, W.A., 1989. Fundamentals Of Machining And Machine Tools, 2nd ed. *Marcel Dekker, INC*, New York.
- Cengel, a Y., 2002. No Title.
- Cengel, Y., 2002. Heat Transfer A Practical Approach Second Edition.
- Denkena, B., and Biermann, D., 2014. Cutting edge geometries. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 63, 631–653.
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.05.009>
- Fitri., Ginting, E., and Karo karo, P., 2013. Komposisi Kimia , Struktur Mikro , Holding Time dan Sifat Ketangguhan Baja Karbon Medium pada Suhu 780 C. *jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* 01, 1–4.
- Guemmour, M.B., Sahli, A., Kebdani, S., and Sahli, S., 2015. Simulation of the Chip Formation and Temperature Distribution by the Fem. *Journal of Applied Sciences* 15, 1138–1148. <https://doi.org/10.3923/jas.2015.1138.1148>
- Handoyo, Y., 2015. Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja JIS Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Crankshaft. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3, 102–115.
- Jayakumar, G., Ravivarman, C., Velayutham, A., Prabhakaran, B., and Palanivelu, N., 2011. General Machinist Theory 181–200.
- Liang, L., Quan, Y., and Ke, Z., 2015. Investigation of tool-chip interface temperature in dry turning assisted by heat pipe cooling.
<https://doi.org/10.1007/s00170-010-2926-6>
- Rochim, T., 2007. PROSES PEMESINAN buku 1: Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan, 1st ed. *ITB*, Bandung.
- Rochim, T., 1993. Proses Pemesinan. *Erlangga*, Jakarta.
- Rusmardi, and Feidihal, 2006. Analisa persentase kandungan karbon pada logam baja. *Teknik Mesin* 1.
- Silalahi, L., 2018. Studi Mekanika Pembentukan Geram pada Pemoangan Orthogonal Merchant.

- Suhartono, R., 2016. Geometri Pahat Bubut Hss Pada Proses Membubut Muka Poros Baja Karbon Rendah Dari Hasil Pemotongan Menggunakan Las Oxy-Acetylen. *Ppkm I* 1, 45–48.
- Taufiq, R., 2007. buku 2 Perkakas & Sistem Pemerkakasan, 2nd ed. *ITB*, Bandung.
- Taufiq, R., 1993. Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan. *Higher Educaton Development Support*, Bandung.