

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL BAJA SCM 440 DENGAN SISTEM PENDINGINAN *VORTEX TUBE*



Disusun Oleh :

DEWA ALADAWI
1422200005

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL BAJA SCM 440 DENGAN SISTEM PENDINGINAN *VORTEX TUBE*



Disusun Oleh :

DEWA AL ADAWI

1422200005

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

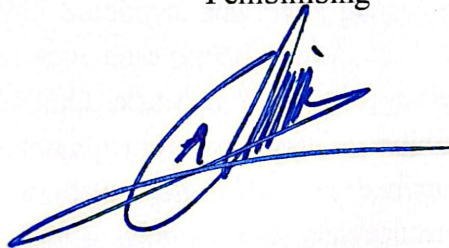
2026

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : DEWA AL ADAWI
NBI : 1422200005
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI
PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN
TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES
BUBUT KONVENSIIONAL BAJA SCM 440 DENGAN
SISTEM PENDINGINAN VORTEX TUBE

Mengetahui /
Menyetujui Dosen
Pembimbing



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T.
NPP. 20420.20.0826

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Ar. R. A. Rano Hastijanti, M.T., IPU., IAI., APEC Eng.
NPP. 20440.91.0218

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T.
NPP. 20420.20.0826

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewa Al Adawi
NIM : 1422200005
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:

"STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL BAJA SCM 440 DENGAN SISTEM PENDINGINAN *VORTEX TUBE*"

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu ketentuan akademik dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Seluruh substansi yang termuat di dalamnya merupakan hasil pemikiran, kajian, serta penyusunan ilmiah yang dilakukan secara mandiri oleh penulis. Setiap penggunaan gagasan, data, teori, maupun kutipan yang berasal dari karya pihak lain telah dicantumkan sumber rujukannya secara tepat dan proporsional sesuai dengan prinsip, ketentuan, serta etika penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila pada waktu yang akan datang ditemukan adanya ketidaksesuaian terhadap pernyataan tersebut, termasuk terbuktinya unsur pelanggaran integritas akademik atau bahwa karya ini bukan sepenuhnya hasil kerja penulis, maka penulis bersedia menerima segala bentuk konsekuensi dan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di lingkungan akademik.



Surabaya, 08 Juli 2026

Dewa Al Adawi
1422200005



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewa Al Adawi
NBI/ NPM : 1422200005
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

"STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL BAJA SCM 440 DENGAN SISTEM PENDINGINAN *VORTEX TUBE*"

Dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*Nonexclusive Royalty - Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 08 Juli 2026



**Coret yang tidak perlu*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Umur Pahat Insert Pada Proses Bubut Konvensional Baja SCM 440 Dengan Sistem Pendinginan *Vortex Tube*” dengan baik. Proposal ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam pelaksanaan Tugas Akhir pada program studi yang penulis tempuh. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, M.T., IPU., IAI., APEC Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik, yang telah memberikan dukungan serta fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin sekaligus dosen pembimbing, yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, motivasi, serta dukungan selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Dosen dan staf pengajar, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama proses perkuliahan.
4. Orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi yang tiada henti, sehingga penulis dapat menjalani setiap proses perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Akaisya Virmadani, yang telah memberikan perhatian, dukungan, serta semangat yang tiada henti kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga berbagai tantangan dapat dilalui hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Rekan-rekan mahasiswa dan seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, serta dukungan moril selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan setiap tahapan dengan penuh semangat dan memperoleh hasil yang diharapkan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian yang akan dilaksanakan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu terapan di bidang teknik manufaktur

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, atas segala doa, kasih sayang, dukungan, perhatian, dan pengorbanan yang selalu diberikan. Terima kasih telah menjadi sumber semangat dan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, arahan, kesabaran, serta motivasi yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, atas ilmu, pengalaman, dan bimbingan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
4. Keluarga tercinta, atas doa, dukungan, perhatian, dan motivasi yang selalu diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
5. Akaisya Virmadani, yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, serta menemani penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesabaran dan semangat yang selalu diberikan hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Teman-teman Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2022, atas kebersamaan, kerja sama, dan dukungan selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir.
7. Almamater Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah menjadi tempat penulis menimba ilmu dan mengembangkan kemampuan selama menempuh pendidikan.
8. Diri sendiri, yang telah berusaha, bertahan, dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh tanggung jawab. Semoga pencapaian ini menjadi awal untuk meraih tujuan yang lebih besar di masa depan.

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP UMUR PAHAT INSERT PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL BAJA SCM 440 DENGAN SISTEM PENDINGINAN *VORTEX TUBE*

Proses pembubutan baja SCM 440 menghasilkan temperatur pemotongan yang tinggi sehingga dapat mempercepat keausan pahat dan memperpendek umur pahat. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan efisiensi proses pemesinan, sehingga diperlukan sistem pendinginan yang mampu mengurangi temperatur pemotongan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah sistem pendinginan vortex tube, yang menghasilkan udara dingin tanpa menggunakan cairan pendingin sehingga lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi putaran spindel dan kedalaman pemakanan terhadap umur pahat insert karbida pada proses pembubutan baja SCM 440 menggunakan sistem pendinginan vortex tube, serta membandingkan umur pahat yang dihasilkan dengan sistem pendinginan coolant konvensional. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi putaran spindel 350 rpm, 530 rpm, dan 880 rpm serta kedalaman pemakanan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Material yang digunakan adalah baja SCM 440 dengan pahat insert karbida CNMG 120412 Steel Medium. Umur pahat ditentukan berdasarkan nilai keausan sisi (flank wear, VB) dan umur pahat pada pengujian eksperimen (tool life, Ta). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan putaran spindel dan kedalaman pemakanan menyebabkan umur pahat cenderung menurun. Umur pahat tertinggi diperoleh pada putaran spindel 530 rpm dan kedalaman pemakanan 2 mm sebesar 16,96 menit, sedangkan umur pahat terendah diperoleh pada putaran spindel 880 rpm dan kedalaman pemakanan 4 mm sebesar 5,24 menit. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa sistem pendinginan vortex tube menghasilkan rata-rata umur pahat sebesar 16,96 menit, lebih tinggi dibandingkan coolant konvensional sebesar 15,49 menit pada kondisi pemotongan 530 rpm dan kedalaman pemakanan 2 mm. Dengan demikian, sistem pendinginan vortex tube terbukti lebih efektif dalam meningkatkan umur pahat insert dibandingkan coolant konvensional serta berpotensi menjadi alternatif sistem pendinginan yang lebih ramah lingkungan pada proses pembubutan baja SCM 440.

Kata kunci: umur pahat, keausan pahat, putaran spindel, kedalaman pemakanan, vortex tube, SCM 440.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF SPINDLE SPEED AND DEPTH OF CUT VARIATIONS ON THE TOOL LIFE OF CARBIDE INSERTS IN THE CONVENTIONAL TURNING OF SCM 440 STEEL USING A VORTEX TUBE COOLING SYSTEM

The turning process of SCM 440 steel generates high cutting temperatures, which can accelerate tool wear and reduce tool life. This condition decreases machining efficiency, making an effective cooling system essential to reduce the cutting temperature. One alternative is the vortex tube cooling system, which produces cold air from compressed air without using cutting fluids, making it a more environmentally friendly cooling method. This study aims to analyze the effect of spindle speed and depth of cut on the tool life of carbide inserts during the turning process of SCM 440 steel using a vortex tube cooling system and to compare the resulting tool life with that obtained using a conventional coolant system. The research employed an experimental method with spindle speed variations of 350 rpm, 530 rpm, and 880 rpm, and depth of cut variations of 2 mm, 3 mm, and 4 mm. The workpiece material was SCM 440 steel, while the cutting tool used was a CNMG 120412 Steel Medium carbide insert. Tool life was determined based on flank wear (VB) and the actual tool life (Ta). The results showed that increasing spindle speed and depth of cut tended to reduce tool life. The longest tool life was obtained at a spindle speed of 530 rpm and a depth of cut of 2 mm, reaching 16.96 minutes, whereas the shortest tool life was obtained at a spindle speed of 880 rpm and a depth of cut of 4 mm, reaching 5.24 minutes. Furthermore, the comparison results indicated that the vortex tube cooling system produced an average tool life of 16.96 minutes, which was higher than that of the conventional coolant system (15.49 minutes) under the cutting condition of 530 rpm spindle speed and 2 mm depth of cut. Therefore, the vortex tube cooling system proved to be more effective than the conventional coolant system in extending carbide insert tool life and has the potential to serve as a more environmentally friendly cooling alternative for the turning process of SCM 440 steel.

Keywords: *tool life, tool wear, spindle speed, depth of cut, vortex tube, SCM 440 steel.*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proses Pemесinan.....	5
2.1.1 Elemen Dasar Proses Bubut.....	6
2.2 Putaran Spindel.....	9
2.2.1 Pengertian Putaran Spindel.....	9
2.2.2 Putaran Spindel dan Kecepatan Potong.....	9
2.2.3 Pengaruh Putaran Spindel terhadap Kondisi Pemotongan.....	12
2.3 Kedalaman Pemakanan.....	12
2.4 Umur Pahat	13
2.4.1 Keausan Pahat.....	16
2.4.2 Pahat Insert	17
2.4.3 Analisis Teoritis Variasi Kedalaman Pemakanan.....	18
2.5 Sistem Pendinginan pada Proses Bubut.....	20
2.5.1 Prinsip Kerja Vortex Tube.....	20
2.5.2 Arah Pendinginan terhadap Zona Pemotongan.....	21
2.5.3 Jarak Nozzle terhadap Zona Pemotongan.....	21
2.5.4 Konfigurasi dan Ukuran Nozzle	22

2.5.5 Coolant Konvensional.....	22
2.5.6 Perbandingan Vortex Tube dan Coolant Konvensional.....	23
2.6 Feed Rate	24
2.7 Material Baja SCM 440.....	24
2.8 Hubungan Antar Variabel.....	25
2.8.1 Hubungan Putaran Spindel terhadap Umur Pahat	25
2.8.2 Hubungan Kedalaman Pemakanan terhadap Umur Pahat	26
2.8.3 Hubungan Metode Pendinginan terhadap Umur Pahat.....	26
2.9 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Jenis dan Pendekatan Penelitian	32
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.4.1 Alat Penelitian	32
3.4.2 Bahan Penelitian	36
3.5 Variabel Penelitian.....	37
3.5.1 Variabel Bebas (<i>X</i>)	37
3.5.2 Variabel Terikat (<i>Y</i>).....	37
3.6 Metode Pendinginan Vortex Tube.....	38
3.6.1 Skema Pendinginan Vortex Tube.....	39
3.6.2 Fluida Pemotongan yang Digunakan.....	41
3.7 Rancangan Eksperimen	41
3.8 Pengukuran Keausan Pahat.....	43
3.8.1 Pengukuran Flank Wear (<i>VB</i>)	43
3.8.3 Prosedur Penelitian.....	44
3.9 Metode Pengumpulan Data.....	45
3.10 Metode Analisis Data	46
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Pengujian.....	47
4.1.1 Kondisi pengujian.....	47
4.1.2 Variasi Parameter Pemotongan.....	48
4.1.3 Perhitungan Umur Pahat Pada Pengujian Experimen.....	48
4.1.3.1 Perhitungan Umur Pahat Pada Pengujian Experimen Vortex Tube Putaran Spindel 350 rpm Kedalaman Pemakanan 2 mm.....	48
4.1.3.2 Perhitungan Umur Pahat Pada pengujian experimen Coolant.....	62
4.1.4 Hasil Pengujian Pendinginan Vortex Tube.....	64
4.2 Pembahasan	68

4.2.1 Pengaruh Variasi Putaran Spindel terhadap Umur Pahat Insert Berdasarkan Perhitungan Pada Pengujian Experimen	68
4.2.2 Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan terhadap Umur Pahat Insert Berdasarkan Perhitungan Pada Pengujian Experimen	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pemesinan	6
Gambar 2. 2 Mesin Bubut (Lathe)	8
Gambar 2. 3 Jarak Nozzle Terhadap Zona Pemotongan	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	31
Gambar 3. 2 Mesin Bubut Konvensional	33
Gambar 3. 3 Pahat Insert Karbida CNMG 120412	33
Gambar 3. 4 Holder Pahat MCLNR 2020K12	34
Gambar 3. 5 Sistem Pendinginan Vortex Tube	34
Gambar 3. 6 Filter Udara.....	35
Gambar 3. 7 Mikroskop	35
Gambar 3. 8 Baja SCM 440	36
Gambar 3. 9 Skema Vortex Tube.....	39
Gambar 3. 10 RPM 350, 530, 880.....	42
Gambar 3. 11 Material SCM 440	43
Gambar 3. 12 Pengukuran VB	43
Gambar 3. 13 Penimbangan Insert	44
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Putaran Spindel Dan DOC Pada Umur Pahat dari Perhitungan Pada pengujian eksperimen.....	68
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Umur Pahat Insert Menggunakan Vortex Tube dan Coolant Konvensional.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keausan Kritis	14
Tabel 2. 2 Karakteristik Vortex Tube dan Coolant	23
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia SCM 440	25
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	27
Tabel 3. 1 Rancangan Eksperimen.....	42
Tabel 4. 1 Variasi Parameter Pemotongan.....	48
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Vortex Tube (350 rpm, DOC 2 mm)	64
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Vortex Tube (350 rpm, DOC 3 mm)	64
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Vortex Tube (350 rpm, DOC 4 mm)	65
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Vortex Tube (530 rpm, DOC 2 mm)	65
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Vortex Tube (530 rpm, DOC 3 mm)	65
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Vortex Tube (530 rpm, DOC 4 mm)	66
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Vortex Tube (880 rpm, DOC 2 mm)	66
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Vortex Tube (880 rpm, DOC 3 mm)	66
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Vortex Tube (880 rpm, DOC 4 mm)	67
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Coolant (530 rpm, DOC 2 mm)	67
Tabel 4. 12 Perbandingan Rata-Rata Umur Pahat Insert Menggunakan Vortex Tube dan Coolant Konvensional	71