



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERBANDINGAN MACHINING TIME
DAN KEAUSAN TOOLPATH VORTEX DAN
KONVENSIONAL PROSES CNC MILLING BAJA**

S50C

SKRIPSI

Oleh:

Wildan Hanif

NIM.1802411015

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS 2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERBANDINGAN MACHINING TIME
DAN KEAUSAN TOOLPATH VORTEX DAN
KONVENSIONAL PROSES CNC MILLING BAJA
S50C**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Wildan Hanif
NIM.1802411015**

**PROGRAM STUDI MANFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS 2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, yang telah sabar mendidik dan merawat saya hingga saya menjadi seorang sarjana.”





- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN MACHINING TIME DAN KEAUSAN
TOOLPATH VORTEX DAN KONVENSIIONAL PROSES CNC MILLING
BAJA S50C**

Oleh:

Wildan Hanif

NIM. 1802411015

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Manufaktur

Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T
NIP. 196005141986031002

Pembimbing 1

Drs. Nugroho Eko Setjiogiaro. Dipl. Ing. M.T
NIP. 1965121319920310



© Hak Cipta milik Politeknik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
ANALISIS PERBANDINGAN MACHINING TIME DAN KEAUSAN
TOOLPATH VORTEX DAN KONVENSIIONAL PROSES CNC MILLING
BAJA S50C

Oleh:

Wildan Hanif

NIM. 1802411015

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 22 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Drs. Nugroho Eko Setjiogiarto. Dipl. Ing. M.T NIP. 1965121319920310	Ketua Penguji		29/08/22
2.	Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Penguji 1		29/08/22
3.	Ir. Hamdi M.Kom NIP. 196004041984031002	Penguji 2		29/08/22

Depok, 22 Agustus 2022

Disahkan oleh:



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T, IWE.

NIP. 197707142008121005



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wildan Hanif
NIM : 1802411015
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 22 Agustus 2022



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PERBANDINGAN MACHINING TIME DAN KEAUSAN TOOLPATH VORTEX DAN KONVENSIONAL PROSES CNC MILLING BAJA S50C

Wildan Hanif¹⁾, Nugroho Eko Setjiogiar²⁾

1) Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email: wildanwh@gmail.com

ABSTRAK

Proses permesinan dengan CNC *milling* dilakukan untuk memotong benda kerja dengan kontur kompleks dan material benda kerja dengan kekerasan benda kerja yang beragam. Kontur kompleks lazim ditemukan pada produk manufaktur seperti *mold, dies, jig & fixture*, dan masih banyak lagi. Selain itu, proses permesinan dengan mesin CNC *milling* dipilih karena dapat melakukan permesinan dengan waktu yang singkat dan hasil yang presisi. Selain proses permesinan yang cepat, umur *cutter* juga menjadi pertimbangan dalam melakukan proses manufaktur mesin CNC *milling*. Diperlukan suatu strategi permesinan yang dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut. *Vortex machining* adalah strategi permesinan yang dapat memotong material dengan cepat dengan proses pemakanan material *side cutting*. *Vortex machining* dapat diklaim lebih cepat dari strategi permesinan konvensional dan umur *cutter* yang lebih panjang. Pada penelitian ini akan membuktikan waktu permesinan dan keausan pahat pada *toolpath vortex* lebih cepat dan keausan pahat yang lebih minim dibandingkan *toolpath* konvensional. Percobaan dilakukan pada mesin CNC *milling* Okuma Ace Center MB-46 VAE dengan melakukan 6 kali percobaan untuk setiap *toolpath*. Pengecekan keausan dilakukan dengan mikroskop optik untuk melihat keausan pada tiap *toolpath*. Hasilnya, strategi permesinan *vortex* dapat memproses benda kerja dengan desain spesimen dalam waktu 8 menit 18 detik dan strategi permesinan konvensional memproses benda kerja dalam waktu 47 menit 55 detik. Dari segi keausan pahat, *toolpath vortex* lebih awet dengan keausan tepi dengan ukuran 635,68 μm sedangkan untuk *toolpath* konvensional keausan yang terjadi beragam, salah satunya keausan yang dapat terukur adalah keausan kawah dengan ukuran 586,64 $\mu\text{m} \times 222,02 \mu\text{m}$.

Kata kunci: *vortex machining, keausan pahat, waktu permesinan.*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



COMPARISON OF MACHINING TIME AND TOOL WEAR VORTEX TOOLPATH AND CONVENTIONAL ON S50C STEEL CNC MILLING PROCESS

Wildan Hanif¹⁾, Nugroho Eko Setjiogiaro²⁾

1) Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email: wildanwh@gmail.com

ABSTRACT

The machining process with CNC milling cut workpieces with complex contours and workpiece materials with various workpiece hardnesses. Complex contours are common in manufactured products such as molds, dies, jigs & fixtures, and many more. In addition, the machining process with a CNC milling machine was chosen because it can perform machining in a short time and with precise results. In addition to the fast machining process, the age of the cutter is also a consideration in the manufacturing process of CNC milling machines. A machining strategy is needed that can accommodate these needs. Vortex machining is a strategy that can cut material quickly by side cutting material feeding process. Vortex machining can be claimed to be faster than conventional machining strategies and has a longer cutter life. This research will prove the machining time and tool wear on the vortex toolpath is faster, and the tool wear is less than on conventional toolpaths. The experiment was carried out on the Okuma Ace Center MB-46 VAE CNC milling machine by performing six trials for each toolpath. Wear checking is carried out with an optical microscope to see wear on each toolpath. As a result, the vortex machining strategy can process the workpiece with the specimen design in 8 minutes and 18 seconds. The conventional machining strategy processes the workpiece in 47 minutes and 55 seconds. In terms of tool wear, the vortex toolpath is more durable, with edge wear measuring 635.68 μm , while for conventional toolpaths the wear that occurs varies, one of which can be measured is crater wear with a size of 586.64 $\mu\text{m} \times 222.02 \mu\text{m}$.

Keyword: vortex machining, tool wear, machining time

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan *Machining Time* dan Keausan *Toolpath Vortex* dan Konvensional Proses *CNC Milling* Baja S50C” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Disadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Manufaktur
3. Bapak Drs. Nugroho Eko Setjiogiarto. Dipl. Ing. M.T. sebagai Dosen pembimbing 1 di Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Drs. Darius Yuhus, S.T., M.T sebagai Kepala Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Eko Trenggono sebagai programmer CNC PT. Anugerah Insan Selaras yang memberi gagasan untuk skripsi.
6. Prof. Mohammad Dani dari Laboratorium Bahan Maju Nuklir - Organisasi Riset Tenaga Nuklir di Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu dan membimbing penulis selama melakukan uji mikroskop di BRIN, Serpong.
7. Ayah dan Ibu yang sudah memberikan *support* secara moral, emosional, dan finansial.
8. Kawan-kawan Program Studi Manufaktur Angkatan 2018 yang telah membantu dan memberikan dukungan selama menyusun skripsi.
9. Jannata Alia H yang membantu penyusunan dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyusun skripsi.

Penulis sadar akan kekurangan dari skripsi ini. Skripsi ini ditulis dengan segala pengetahuan dan kemampuan penulis selama masa perkuliahan. Apabila ada saran

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

mengenai skripsi ini, mohon agar pembaca tidak sungkan untuk memberi saran dan masukan di kemudian hari. Semoga skripsi ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru, khususnya di bidang permesinan CNC *milling*.

Depok, 22 Agustus 2022

Wildan Hanif
NIM. 1802411015



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Ruang Lingkup.....	2
1.5.1. Ruang Lingkup.....	2
1.5.2. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Landasan Teori.....	5
2.1.1. Proses <i>Milling</i>	5
2.1.2. Parameter Permesinan.....	5
2.1.3. CAD/CAM.....	8
2.1.4. CNC	9
2.1.5. CNC Milling	10
2.1.6. <i>Vortex Machining</i>	11
2.1.7. Baja S50C	13

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.8.	Waktu permesinan.....	14
2.1.9.	Keausan pada pahat.....	15
2.2.	Kajian Literatur	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1.	Langkah Penelitian	21
3.2.	Variabel Penelitian	22
3.2.1.	Variabel Bebas	22
3.2.2.	Variabel Tetap.....	22
3.2.3.	Variabel Kontrol.....	23
3.3.	Rancangan Percobaan.....	23
3.4.	Proses CAD	24
3.5.	Proses CAM	26
3.6.	Alat dan Bahan Penelitian	29
3.6.1.	Alat.....	29
3.6.2.	Bahan.....	35
3.7.	Proses Permesinan	36
3.7.1.	Setting Ragum.....	36
3.7.2.	Persiapan benda kerja.....	36
3.7.3.	Persiapan tool dan holder	37
3.7.4.	Setting sumbu nol pada mesin CNC.....	38
3.7.5.	Input <i>g-code</i>	44
3.8.	Pengecekan Keausan	45
BAB IV ANALISA DAN PELAKSANAAN PENELITIAN		47
4.1.	Penentuan parameter permesinan	47
4.1.1.	Pembuatan program <i>toolpath</i> konvensional.....	49
4.1.2.	Pembuatan program <i>toolpath vortex</i>	51
4.2.	Analisa waktu permesinan.....	53
4.2.1.	Estimasi waktu permesinan.....	53
4.2.2.	Waktu permesinan pada CAM.....	55
4.3.	Analisa keausan pahat <i>end-mill</i>	57
4.3.1.	Hasil proses permesinan <i>toolpath</i> konvensional	65



4.3.2. Hasil proses permesinan <i>toolpath vortex</i>	66
BAB V KESIMPULAN	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja CNC	9
Gambar 2. 2 Mesin CNC Milling.....	10
Gambar 2. 3 Sumbu gerak kerja CNC	10
Gambar 2. 4 Toolpath Konvensional	12
Gambar 2. 5 Gerakan trokoid pada Toolpath Vortex.....	12
Gambar 2. 6 Diagram kegagalan pahat	15
Gambar 2. 7 Keausan kawah dan Keausan Tepi.....	16
Gambar 2. 8 Keausan pada Pahat.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 21	
Gambar 3. 2 Desain Spesimen Penelitian	24
Gambar 3. 3 Pembuatan Desain Spesimen Penelitian	24
Gambar 3. 4 Sketch Pocket Spesimen.....	25
Gambar 3. 5 Fitur Extrude	25
Gambar 3. 6 Desain Spesimen	25
Gambar 3. 7 Desain Spesimen Benda Kerja dari CAD	26
Gambar 3. 8 Pembuatan Block pada Software PowerMill	27
Gambar 3. 9 Penentuan Tool untuk Proses Permesinan pada Software PowerMill	28
Gambar 3. 10 Pembuatan Toolpath pada Software PowerMill.....	29
Gambar 3. 11 Pahat End-Mill Niche.....	30
Gambar 3. 12 Pahat End-Mill SwissCut	30
Gambar 3. 13 Mesin CNC Milling Okuma Ace Center MB-46 VAE.....	31
Gambar 3. 14 Holder BT-40 ER-32.....	31
Gambar 3. 15 Collet ER-32 Diameter 11-10 mm	32
Gambar 3. 16 Ragum	32
Gambar 3. 17 Parallel Block	33
Gambar 3. 18 Jangka Sorong	33
Gambar 3. 19 Dial Indicator.....	34
Gambar 3. 20 Centrofix.....	34
Gambar 3. 21 Mikroskop Olympus BX51	35
Gambar 3. 22 Material S50C	36
Gambar 3. 23 Benda kerja yang Dicekam Ragum.....	37
Gambar 3. 24 Batas Overhang Pahat End-mill	37
Gambar 3. 25 Menu Awal Kontrol Okuma OSP P200M.....	38
Gambar 3. 26 Centrofix Menyentuh Benda Kerja	39
Gambar 3. 27 Setting Nol pada Menu Relative Position	40
Gambar 3. 28 Dimensi Sumbu X Setting.....	40



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 29 Sumbu X setelah Dibagi Dua	41
Gambar 3. 30 Menu Zero Setting	42
Gambar 3. 31 Input S700M3.....	42
Gambar 3. 32 Pahat Menyentuh Benda Kerja.....	43
Gambar 3. 33 Kertas Terpentil oleh Pahat End-Mill.....	43
Gambar 3. 34 Menu Zero Setting	44
Gambar 3. 35 Menu Program Operation.....	45
Gambar 3. 36 Mikroskop Olympus BX51	46
Gambar 3. 37. Pahat dengan Keausan.....	46
Gambar 4. 1 Parameter Permesinan Toolpath Konvensional pada CAM.....	50
Gambar 4. 2 Toolpath Konvensional Spesimen.....	51
Gambar 4. 3 Parameter Permesinan Toolpath Vortex pada CAM.....	52
Gambar 4. 4 Toolpath Vortex	53
Gambar 4. 5 Panjang Lintasan	54
Gambar 4. 6 Waktu Permesinan pada CAM.....	56
Gambar 4. 7 Diagram Perbandingan Waktu Permesinan.....	57
Gambar 4. 8 Hasil Permesinan Percobaan ke-3 Toolpath Konvensional	58
Gambar 4. 9 Kondisi Pahat Toolpath Konvensional setelah Percobaan ke-3.....	58
Gambar 4. 10 Keausan Pada Pahat Toolpath Konvensional.....	63
Gambar 4. 11 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional.....	64
Gambar 4. 12 Hasil Proses Permesinan Percobaan Pertama Toolpath Konvensional	65
Gambar 4. 13 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional Percobaan ke-2	65
Gambar 4. 14 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional Percobaan ke-3	66
Gambar 4. 15 Kondisi Permesinan Percobaan ke-3 Toolpath Konvensional	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kecepatan Potong Material	6
Tabel 2. 2 Feed per Tooth	7
Tabel 2. 3 Komposisi Material S50C	13
Tabel 3. 1 Legenda Diagram Alir	22
Tabel 3. 2 Urutan Percobaan Penelitian	23
Gambar 4. 1 Parameter Permesinan Toolpath Konvensional pada CAM	50
Gambar 4. 2 Toolpath Konvensional Spesimen	51
Gambar 4. 3 Parameter Permesinan Toolpath Vortex pada CAM	52
Gambar 4. 4 Toolpath Vortex	53
Gambar 4. 5 Panjang Lintasan	54
Gambar 4. 6 Waktu Permesinan pada CAM	56
Gambar 4. 7 Diagram Perbandingan Waktu Permesinan	57
Gambar 4. 8 Hasil Permesinan Percobaan ke-3 Toolpath Konvensional	58
Gambar 4. 9 Kondisi Pahat Toolpath Konvensional setelah Percobaan ke-3	58
Gambar 4. 10 Keausan Pada Pahat Toolpath Konvensional	63
Gambar 4. 11 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional	64
Gambar 4. 12 Hasil Proses Permesinan Percobaan Pertama Toolpath Konvensional	65
Gambar 4. 13 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional Percobaan ke-2	65
Gambar 4. 14 Hasil Proses Permesinan Toolpath Konvensional Percobaan ke-3	66
Gambar 4. 15 Kondisi Permesinan Percobaan ke-3 Toolpath Konvensional	66

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	74
Lampiran 2. Katalog End-Mill Niche	75
Lampiran 3. Katalog End-Mill Niche	76
Lampiran 4. Katalog Material S50C.....	77
Lampiran 5 Hasil Proses Permesinan.....	78





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Penelitian

Mesin CNC adalah suatu alat perkakas yang bekerja dengan bantuan NC (*Numerical Control*). Konsep NC dapat diaplikasikan untuk beberapa alat manufaktur seperti mesin *milling*, mesin bubut, 3D Printer dan bahkan alat las. Permesinan dengan CNC *milling* bekerja dengan cara pemotongan benda kerja dengan alat potong yang berputar (G.N.K. dkk., 2016).

Mesin CNC *milling* dapat memproses benda kerja dengan kepresisian tinggi dan bentuk yang kompleks seperti *mold*, *dies*, dan *special parts*. Dalam melakukan pemrograman CNC, ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan seperti kecepatan putar tool (*spindle speed*), kecepatan pemakanan (*feed rate*), kedalaman potong (*cutting depth / stepdown*), dan juga alur pemotongan (*toolpath*), jenis penggunaan pendingin pada saat proses *machining*. Parameter tersebut dapat berpengaruh kepada hasil permukaan benda kerja, waktu permesinan dan juga kepresisian benda kerja. Parameter tersebut juga dapat disesuaikan dengan *cutting data* yang sesuai dengan *cutting tool* yang digunakan pada proses permesinan untuk mencegah keausan dini.

Proses manufaktur *dies* dan *mold* dengan menggunakan mesin CNC memakan waktu yang cukup lama karena material yang digunakan untuk *dies* dan *mold* umumnya adalah material yang memiliki kekerasan yang cukup tinggi seperti contohnya S45C, SKD 61, SKD 11 dan lainnya (Hatna dkk., 1998). Proses permesinan dengan material benda kerja yang keras dapat mempercepat keausan tool dikarenakan gesekan antara benda kerja dan *cutting tool* (Devillez dkk., 2004). Diperlukan suatu strategi permesinan dan parameter permesinan yang dapat mengatasi masalah ini, yaitu strategi permesinan *vortex*.

Strategi permesinan *vortex* adalah strategi permesinan yang memotong material dengan cepat dari kontur 3D sambil mengontrol beban pada *tool*. Proses permesinan *vortex* terbaik adalah menggabungkan tool *solid carbide* dengan *step cutting*. Strategi permesinan *vortex* dapat menghemat waktu pengerjaan sebanyak 30% (Autodesk, 2020). Metode yang umum digunakan untuk proses permesinan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

adalah strategi permesinan konvensional. Strategi permesinan konvensional bekerja dengan memotong secara turun.

Penggunaan *toolpath vortex* akan diuji dan dibandingkan dengan *toolpath* konvensional (*rest machining*). Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data ilmiah mengenai strategi permesinan vortex dan parameter proses *machining* paling optimal. Output dari penelitian ini adalah waktu proses *machining* dan juga keausan pahat (*tool wear*).

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana perbandingan antara *toolpath vortex* dengan *toolpath* konvensional dari segi *machining time*?
- b. Bagaimana perbandingan antara *toolpath vortex* dengan *toolpath* konvensional dari segi ketahanan pahat dari aus?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis penggunaan *toolpath vortex* dan *toolpath* konvensional terhadap *machining time*.
- b. Menganalisis penggunaan *toolpath vortex* dan *toolpath* konvensional terhadap ketahanan tool terhadap aus.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman dan pengetahuan tentang *toolpath vortex* yang dapat bagi mahasiswa khususnya dalam bidang CAD/CAM. Penelitian ini juga dapat memberi pertimbangan kepada para programmer CNC bahwa terdapat suatu strategi permesinan yang dapat memperlama umur pahat dan juga mempercepat waktu permesinan.

1.5. Ruang Lingkup

1.5.1. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penulisan skripsi ini meliputi:

1. Proses *machining* dengan menggunakan *toolpath vortex*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pengujian waktu proses permesinan dari *toolpath vortex* dan *toolpath* konvensional.
3. Pengujian keausan tool akibat proses permesinan dari *toolpath vortex* dan *toolpath* konvensional.

1.5.2. Batasan Masalah

Untuk memperjelas arah dari skripsi penelitian ini, maka Batasan masalah yang dirancang adalah:

1. Melakukan uji proses *machining* pada mesin yang sama
2. Melakukan uji proses *machining* dengan desain spesimen yang sama
3. Melakukan uji proses *machining* dengan material spesimen yang sama
4. Melakukan uji proses *machining* tanpa menggunakan pendingin
5. Pengujian waktu *machining* pada kedua *toolpath* yang diuji.
6. Pengujian keausan *tool* pada kedua *toolpath* yang diuji.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam laporan skripsi penelitian ini akan dibagi menjadi 5 (lima) bab yang berhubungan antara satu bagian dengan bagian lainnya. Pembagian bab bertujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami laporan skripsi penelitian. Penulisan disusun menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini berisi tentang latar belakang pemilihan topik judul skripsi, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisi tentang teori-teori penunjang yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Terdapat kajian literatur sebagai referensi dalam melakukan setiap tahapan pada penelitian. Teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah dasar-dasar CAD/CAM, *Vortex Machining*, dan keausan pahat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Pada bagian ini berisi tentang bagaimana penelitian dilaksanakan. Hal ini mencakup, objek yang diteliti, metode yang digunakan dalam melakukan penelitian, teknik pengambilan data, dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dari penelitian yang berupa data waktu permesinan dan data keausan pada pahat setelah dilakukan proses permesinan dengan mesin CNC. Pengolahan data disajikan dengan membandingkan kedua *toolpath* dari segi waktu permesinan dan juga keausan pahat.

BAB V PENUTUP

Bagian akhir dari laporan skripsi berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran bagi mereka yang ingin mengembangkan penelitian serupa.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

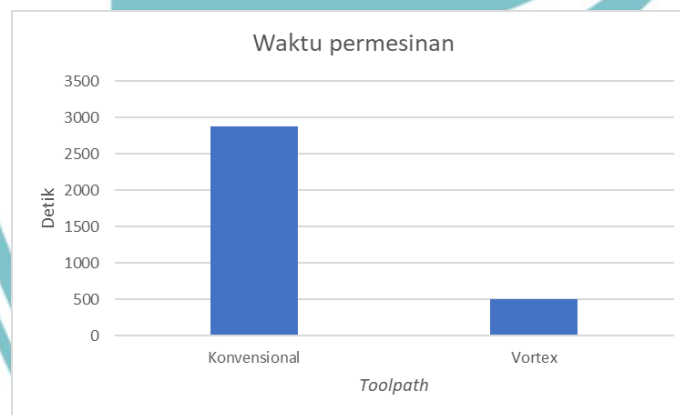
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan *machining time* dan keausan *toolpath vortex* dan konvensional pada mesin CNC Okuma Ace Center MB-46 VAE, maka dapat ditarik kesimpulan seperti berikut:

1. Waktu permesinan dengan *toolpath vortex* lebih cepat dibandingkan *toolpath* konvensional dengan perhitungan estimasi waktu permesinan 8 menit 11 detik sedangkan 8 menit 18 detik dengan statistik CAM. Sedangkan proses permesinan dengan menggunakan *toolpath* konvensional memakan waktu dengan perhitungan estimasi waktu permesinan 52 menit 30 detik dan 47 menit 55 detik pada statistik CAM. Pendeknya panjang lintasan *toolpath* dan sedikitnya jumlah *lift* pada *toolpath vortex* menjadi penyebab mengapa *toolpath vortex* lebih cepat daripada *toolpath* konvensional.



2. Pahat yang digunakan untuk proses permesinan dengan *toolpath vortex* lebih awet dengan nilai keausan terbesar pada salah satu *flutenya* 635,68 μm . Hal ini bisa tercapai dengan gerakan pemakanan samping pada *toolpath vortex*. Sedangkan *toolpath* konvensional mengalami jenis keausan yang beragam, mulai dari keausan kawah dengan ukuran keausan 586,64 $\mu\text{m} \times 222,02 \mu\text{m}$, deformasi plastis dan *built-up edge*. Keausan pada *toolpath* konvensional terjadi akibat tidak ada cairan pendingin yang dapat mengurangi gesekan antara benda kerja dengan pahat. Selain itu juga jenis pahat *cutter* yang digunakan berbeda, pahat untuk proses permesinan dengan *toolpath* konvensional memiliki kekerasan HRC 45 sehingga



lebih cepat aus daripada pahat *cutter* untuk proses permesinan *vortex* dengan kekerasan HRC 55.

5.2. Saran

Bagi yang ingin melanjutkan penelitian sejenis atau variabel sejenis, maka penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Variasi variabel penelitian ditambah. Seperti penggunaan *coolant* selama proses permesinan.
2. Jumlah pengujian pada mesin CNC *milling* dapat ditambah sehingga data dapat diolah secara statistik. Penelitian ini menggunakan jumlah pengujian yang relative sedikit karena kendala biaya, sehingga data tidak dapat diolah secara statistik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Sumpena. (2010). *Teknik Mesin Perkakas* . Politeknik Negeri Jakarta.
- Altintas, Y. (2012). *Manufacturing automation : metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. Cambridge University Press.
- Autodesk. (2020). *Vortex Machining*.
<https://knowledge.autodesk.com/support/powermill/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/PWRM-ReferenceHelp/files/GUID-77122AF8-A489-43EB-A542-E21EAA660A0D-htm.html>
- Conradie, P. J., Uheida, E. H., Oosthuizen, G. A., & Dimitrov, D. M. (2020). EVALUATING THE EFFECT OF MILLING STRATEGY ON PROCESS EFFICIENCY IN MACHINING TITANIUM ALLOYS-A COST MODELLING APPROACH. *Journal for New Generation Sciences*, 8(2), 1–15.
- Cui, L., Fujii, H., Tsuji, N., Nakata, K., Nogi, K., Ikeda, R., & Matsushita, M. (2007). Transformation in Stir Zone of Friction Stir Welded Carbon Steels with Different Carbon Contents. *ISIJ International*, 47(2), 299–306.
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.47.299>
- Devillez, A., Lesko, S., & Mozer, W. (2004). Cutting tool crater wear measurement with white light interferometry. *Wear*, 256(1–2), 56–65.
[https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(03\)00384-3](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(03)00384-3)
- G.N.K., Y. I., Tri, R., & Dedy, R. A. (2016). OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN TERHADAP WAKTU PROSES PADA PEMROGRAMAN CNC MILLING DENGAN BERBASIS CAD/CAM. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(1), 38–50.
- Hatna, A., Grieve, R. J., & Broomhead, P. (1998). *Automatic CNC milling of pockets: geometric and technological issues* (Issue 4).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hutchings, I. M., & Shipway, P. (2016). *Tribology: friction and wear of engineering materials*. Elsevier.
- Isakov, Edmund. (2004). *Engineering formulas for metalcutting: presented in customary U.S and metric units of measure*. Industrial Press.
- Joko Widodo, P., & Nizam, M. (2011). *PENGARUH PARAMETER PERMESINAN BUBUT TERHADAP MUNCULNYA BUILT UP EDGE (BUE) DALAM PROSES PEMBUBUTAN ALUMINIUM* (Vol. 10, Issue 1).
- Kimpong, K., Poonayom, P., & Wattanajitsiri, V. (2016). Microstructure and wear resistance of hardfacing weld metal on JIS-S50C carbon steel in agricultural machine parts. *Materials Science Forum*, 872, 55–61. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.872.55>
- Otkur, M., & Lazoglu, I. (2007). Trochoidal milling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 47(9), 1324–1332. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2006.08.002>
- Overby, A. (2011). *CNC Machining Handbook Building, Programming, and Implementation*. McGraw Hill.
- Petrakov, Y., Korenkov, V., & Myhovich, A. (2022). Technology for programming contour milling on a CNC machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(1 (116)), 55–61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255389>
- Rahmat, M., & Haripriadi, B. D. (2019a). Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan Dan Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Pahat End Mill HSS Hasil Pemesinan CNC Router Milling Pada Aluminium Sheet 1100. *Jurnal Polimesin*, 17(2), 60–74.
- Rahmat, M., & Haripriadi, B. D. (2019b). Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan Dan Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Pahat End Mill HSS Hasil Pemesinan CNC Router Milling Pada Aluminium Sheet 1100 (Effect of cutting and cooling parameters against the wear of HSS End Mill Chisel Machined by CNC router milling on aluminum sheet 1100). Dalam *Jurnal Polimesin* (Vol. 17, Issue 2).
- Rao, P. N. (2010). *CAD/CAM Principles and Applications* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Sumbodo, W. (2008). *TEKNIK PRODUKSI MESIN INDUSTRI SMK JILID 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

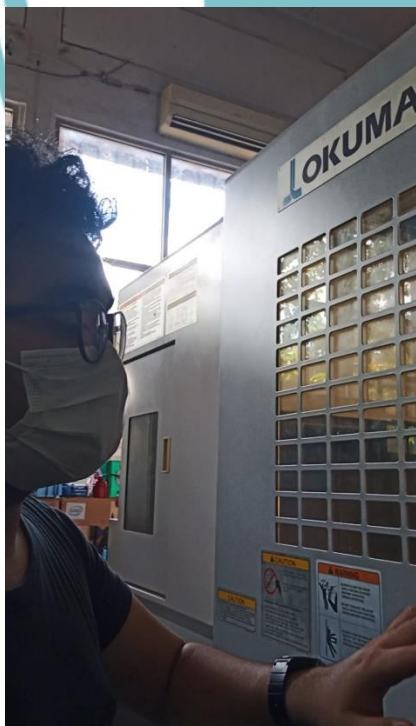
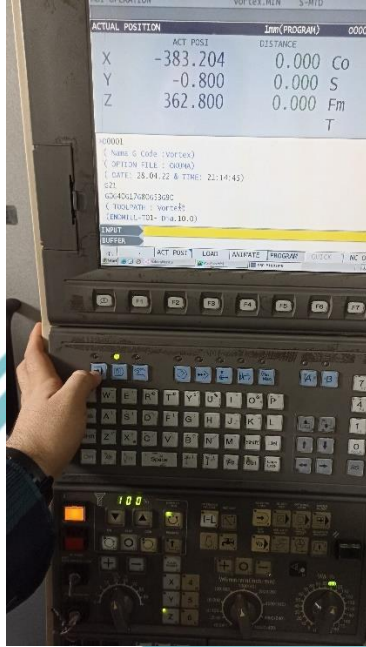
- Uzun, M., Usca, Ü., Kuntoğlu, M., & Gupta, M. (2022). Influence of tool path strategies on machining time, tool wear, and surface roughness during milling of AISI X210Cr12 steel. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08365-9>
- Yessika, F. A., & Yudiono, H. (2020). Pengaruh variasi baja terhadap keausan end mill cutter HSS pada proses permesinan CNC milling. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 15(2), 21–24.
- Zaenal, A. (2010). MEKANISME KEAUSAN PAHAT PADA PEMESINAN: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA. Dalam *Momentum* (Vol. 6, Issue 1).



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 2. Katalog End-Mill Niche

NGP-E | EHE | EI | EJ | EL | W SIDE MILLING

PART NO.	S50C/HT250/Q235 (-22HRC)				P20/H13/D2 (25-35HRC)				C11000/B152 (C11000)			
	ROTATION SPEED 1/min	FEED mm/min	DEPTH OF CUT mm	WIDTH OF CUT mm	ROTATION SPEED 1/min	FEED mm/min	DEPTH OF CUT mm	WIDTH OF CUT mm	ROTATION SPEED 1/min	FEED mm/min	DEPTH OF CUT mm	WIDTH OF CUT mm
NGP-E0104A	18000-20000	800-800	1.0-1.5	0.03-0.05	15000-18000	600-800	1.0-1.5	0.03-0.05	20000-22000	800-1000	1.0-1.5	0.05-0.08
NGP-E0204A	13000-15000	800-1000	2.0-3.0	0.04-0.06	12000-13000	650-850	2.0-3.0	0.04-0.06	15000-18000	1000-1200	2.0-3.0	0.08-0.10
NGP-E0304A	10000-12000	800-1000	3.0-4.5	0.08-0.12	8000-10000	700-900	3.0-4.5	0.08-0.12	12000-14000	1200-1400	3.0-4.5	0.10-0.15
NGP-E0404A	8000-10000	900-1200	4.0-6.0	0.15-0.20	7000-8000	800-1000	4.0-6.0	0.15-0.20	10000-12000	1400-1600	4.0-6.0	0.15-0.20
NGP-E0604	2000-6000	1300-1500	6.0-9.0	0.30-0.50	4500-5500	1000-1200	6.0-9.0	0.25-0.35	6500-8000	1600-1800	6.0-9.0	0.30-0.50
NGP-E0804	4200-4500	1400-1600	8.0-12.0	0.50-0.80	4000-4200	1200-1400	8.0-12.0	0.35-0.45	5200-6500	1800-2000	8.0-12.0	0.50-0.80
NGP-E1004	3000-3500	1600-1800	10	0.80-1.00	3000-3200	1400-1600	10	0.45-0.60	3800-4200	2000-2500	10	0.80-1.00
NGP-E1204	2500-3000	1000-1400	12	1.00-1.20	2200-2600	800-1200	12	0.60-0.70	3000-3500	1800-2000	12	1.00-1.20
NGP-E1604	2000-2200	600-800	16	1.00-1.50	1800-2000	500-600	16	0.70-0.80	2200-2500	800-1000	16	1.00-1.50
NGP-E2004	1500-2000	500-600	20	1.00-1.50	1300-1800	400-500	20	0.80-1.00	2000-2200	600-800	20	1.00-1.50
NGP-W0604	4700-5000	600-800	6	0.50-1.00	4500-4800	500-600	6	0.50-1.00	5500-6000	800-1000	6	0.50-1.00
NGP-W0804	3800-4000	450-600	8	1.00-1.50	3500-3800	400-500	8	1.00-1.50	4500-5500	700-800	8	1.00-1.50
NGP-W1004	2800-3000	400-500	10	1.50-2.00	2500-2800	300-400	10	1.50-2.00	3000-3500	500-700	10	1.50-2.00
NGP-W1204	2300-2600	300-400	12	2.50-3.50	2000-2300	200-350	12	2.50-3.50	2200-2500	400-500	12	2.50-3.50
NGP-W1604	1800-2000	250-300	16	3.00-4.00	1600-1800	200-250	16	3.00-4.00	1800-2200	350-400	16	3.00-4.00
NGP-W2004	1500-1800	150-250	20	4.00-5.00	1300-1600	100-180	20	4.00-5.00	1500-1800	300-350	20	4.00-5.00



GENERAL PURPOSE OVERVIEW

NGP General Purpose Series

EDGE PREPARATION	NUMBER OF FLUTES	PART NO.	DESCRIPTION	SIZE RANGE (D x mm)	CORNER RADIUS (mm)	WORKPIECE MATERIAL (● EXCELLENT ○ SUITABLE)										PAGE NO.	
						P	M	K	N	S	H	HIGH HARDNESS STEEL					
						Carbon steel, alloy steel	Pre-hardened steel	Stainless steel	Cast iron	Copper alloy	Aluminum alloy	Heat resistant alloy	Titanium alloy	Brother SSIRC	Advan SSIRC		
SHARP	2	NGP-E	Micrograin 2 Flute End Mill - Standard	D1-3 D3.5-6 D7-20	0-0.012µm 0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14
	2	NGP-EH	Micrograin 2 Flute End Mill (75mm) - Long	D3-6 D8-20	0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15
		NGP-EI	Micrograin 2 Flute End Mill (100mm) - Long			●	●	○	○	○	○	○	○	○	○		
CORNER RADIUS	2	NGP-RA	Micrograin 2 Flute End Mill - Corner Radius	D1-3 D4-6 D8-20	0-0.012µm 0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	16	
	2	NPG-RAH	Micrograin 2 Flute Corner Radius End Mill (75mm) - Long	D4-6 D8-12	0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	18	
		NPG-RAI	Micrograin 2 Flute Corner Radius End Mill (100mm) - Long			●	●	○	○	○	○	○	○	○	○		
2	NPG-RAJ	Micrograin 2 Flute Corner Radius End Mill (150mm) - Long	D6-20	0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	19		
SHARP	4	NGP-E	Micrograin 4 Flute End Mill - Standard	D1-3 D3.5-6 D7-20	0-0.012µm 0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	20	
	4	NGP-EH	Micrograin 4 Flute End Mill (75mm) - Long	D3-6 D8-20	0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	21	
		NGP-EI	Micrograin 4 Flute End Mill (100mm) - Long			●	●	○	○	○	○	○	○	○			
		NGP-EJ	Micrograin 4 Flute End Mill (150mm) - Long			●	●	○	○	○	○	○	○	○			
4	NGP-EL	Micrograin 4 Flute End Mill - Standard	D2-3 D4-6 D8-20	0-0.012µm 0-0.015µm 0-0.018µm	●	●	○	○	○	○	○	○	○	22			

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3. Katalog End-Mill Niche

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

CODE KEY

4 NINGBO ICHÉ TOOLS CO. LTD

NGP GENERAL PURPOSE SERIES

NGP-E
Micrograin 4 Flute End Mill – Standard

GENERAL PURPOSE SERIES

PARAM	VALUE
TiAlN	0,6 μm
COAT	40°
CERCO	<SS
SHANK	h6
D1-D3	0-0,12mm
D3-L1	0-0,315mm
D7-D20	0-0,315mm

PART NO.	D1 DIA.	L1 FLUTE LENGTH	L2 DIA.	D2 SHANK DIA.
NGP-E0104A	1.0	3	50	4
NGP-E0104	1.0	3	50	6
NGP-E0154A	1.5	4	50	4
NGP-E0154	1.5	4	50	6
NGP-E0204A	2.0	6	50	4
NGP-E0204	2.0	6	50	6
NGP-E0254A	2.5	6	50	4
NGP-E0254	2.5	6	50	6
NGP-E0304Z	3.0	8	50	3
NGP-E0304A	3.0	8	50	4
NGP-E0304	3.0	8	50	6
NGP-E0354A	3.5	10	50	4
NGP-E0354	3.5	10	50	6
NGP-E0404A	4.0	10	50	4
NGP-E0404	4.0	10	50	6
NGP-E0454	4.5	11	50	6
NGP-E0504Z	5.0	13	50	5
NGP-E0504	5.0	13	50	6
NGP-E0554	5.5	15	50	6
NGP-E0604	6.0	15	50	6
NGP-E0704	7.0	18	60	8
NGP-E0804	8.0	20	60	8
NGP-E0904	9.0	23	75	10
NGP-E1004	10.0	25	75	10
NGP-E1004L	10.0	30	75	10
NGP-E1104	11.0	30	75	12
NGP-E1204	12.0	30	75	12
NGP-E1404	14.0	35	100	14
NGP-E1604	16.0	45	100	16
NGP-E1804	18.0	45	100	18
NGP-E2004	20.0	50	100	20

AT A GLANCE

- FINISHING
- SEMI-FINISHING
- ROUGHING
- DRY MACHINING
- MQL (MST)
- EMULSION MACHINING
- OIL MACHINING
- EXCELLENT

MACHINING OPERATION

WORKPIECE MATERIAL

GROUP	GROUP	GROUP	GROUP	GROUP	GROUP	GROUP
(1-2)ALC	(3-5)ALC	(6-8)ALC	(9-10)ALC	(11-12)ALC	(13-14)ALC	(15-16)ALC
5000/1000/020	5000/1000/020	5000/1000/020	5000/1000/020	5000/1000/020	5000/1000/020	5000/1000/020

20 NINGBO ICHÉ TOOLS CO. LTD

Lampiran 4. Katalog Material S50C



PT. GREAT SUKSES MANDIRI

Office : Taman Semanan Indah Blok 01/07 Cengkareng
Jakarta 11850 - Indonesia

Phone : +62-21 2940 6308, 2940 6309
Fax : +62-21 2940 5710

Factory : Delta Silicon Industrial Park 3, Jl. Sungai Timur
Plot F26A No. 2 Lippo Cikarang, Bekasi 17550 - Indonesia

Phone : +62-21 2557 7672-75
Fax : +62-21 2957 7676

Sertificate Material

Customer : Bp. Wildan Hanafi
 Jenis Material : S50C/G.30
 Order No : 320/GSM/0422
 Size : 25x45x100

Chemical Composition	C	Cr	Mo	P	Ni	Mn	Cu	Si	S	Austenitizing Temperatur (In Celcius)	Hardness After Tempering (In Celcius)			
											200	300	400	500
Content (%)	0.45	0.50	0.20	-	-	-	-	0.30	-	800-830	53	48	-	-

- Kami menjamin bahwa material yang dibeli (S50C/G.30) sesuai dengan tabel tertera
 - Untuk memastikan material tersebut, dapat dilakukan dengan cara cek spektro (Dikenakan biaya test spektro)

Cikarang, 14 April 2022



PPIC
GSM
 RIKI
 PT. GREAT SUKSES MANDIRI



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Hasil Proses Permesinan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta