



© 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



**PENGARUH *STEPOVER* DAN *DEPTH OF CUT*  
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA  
MATERIAL S45C MENGGUNAKAN PAHAT *BALL  
NOSE END MILL* MATERIAL *CARBIDE* DENGAN  
MESIN *CNC MILLING***

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh :

**Deandra Annisa Kirana**

**NIM. 1802411002**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS, 2022**



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

HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI

**PENGARUH *STEPOVER* DAN *DEPTH OF CUT* TERHADAP  
KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL S45C  
MENGUNAKAN PAHAT *BALL NOSE END MILL* MATERIAL  
*CARBIDE* DENGAN MESIN *CNC MILLING***

Oleh :

Deandra Annisa Kirana

NIM. 1802411002

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Manufaktur

Pembimbing

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

Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T.  
NIP. 196002271986031003



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

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

**PENGARUH *STEPOVER* DAN *DEPTH OF CUT* TERHADAP  
KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL S45C  
MENGUNAKAN PAHAT *BALL NOSE END MILL* MATERIAL  
*CARBIDE* DENGAN MESIN *CNC MILLING***

Oleh :

Deandra Annisa Kirana  
NIM. 1802411002

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 16 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. Darius Yuhas, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Ketua		29/08/22
2	Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T. NIP. 196005141986031002	Anggota		29/08/22
3	Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. NIP. 198608302009122001	Anggota		29/08/22

Depok, 30 Agustus 2022

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE  
NIP. 197707142008121005



**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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Deandra Annisa Kirana  
NIM : 1802411002  
Tahun Terdaftar : 2018  
Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan jiplakan (plagiasi) milik orang lain. Pendapat atau temuan orang lain secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah skripsi ini bebas dari unsur plagiasi dan apabila dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Depok, 16 Agustus 2022



Deandra Annisa Kirana

NIM. 1802411002



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

# PENGARUH *STEPOVER* DAN *DEPTH OF CUT* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL S45C MENGUNAKAN PAHAT *BALL NOSE END MILL* MATERIAL *CARBIDE* DENGAN MESIN *CNC MILLING*

Deandra Annisa Kirana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.

Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : deandra.annisakirana.tm18@mhs.pnj.ac.id

## ABSTRAK

Sifat pengerjaan dan kekuatan yang baik pada material baja S45C membuat material ini digunakan sebagai bahan dasar pembuatan perkakas-perkakas penting seperti *mold*, *dies*, *jig*, dan *fixture*. Salah satu mesin non-konvensional yang dapat digunakan untuk mengerjakan produk-produk berbentuk rumit dan memerlukan kepresisian yang tinggi tersebut adalah mesin *CNC milling*. Sebagai fungsi pembuatan bentuk rumit 3-Dimensi yang dibutuhkan, penggunaan pahat *ball nose end mill* merupakan metode yang sangat umum dilakukan. Penyesuaian kekasaran permukaan dibutuhkan agar suatu produk dapat berfungsi dengan baik. Sehingga, sangat penting untuk dapat menentukan nilai parameter permesinan yang tepat sesuai dengan kekasaran permukaan yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, variasi nilai parameter *stepover* adalah 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, dan 0.3. Sedangkan, variasi nilai parameter *depth of cut* adalah 0.05, 0.1, 0.15, dan 0.2. Hasilnya, nilai parameter *stepover* 0.05 [mm] dan *depth of cut* 0.05 [mm] menghasilkan nilai Ra terendah sebesar 0.775 [ $\mu\text{m}$ ] atau N6. Penggunaan nilai *stepover* 0.05 [mm] dan *depth of cut* 0.1 [mm] serta nilai *stepover* 0.1 [mm] dan *depth of cut* 0.05 [mm] menghasilkan nilai Ra 1.805 [ $\mu\text{m}$ ] dan 2.428 [ $\mu\text{m}$ ] atau N8. Selain itu, hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa parameter *stepover* dan *depth of cut* berpengaruh secara signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Kata kunci : S45C, CNC Milling, Ball Nose End Mill, Kekasaran Permukaan, ANOVA



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

# PENGARUH *STEPOVER* DAN *DEPTH OF CUT* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA MATERIAL S45C MENGUNAKAN PAHAT *BALL NOSE END MILL* MATERIAL *CARBIDE* DENGAN MESIN *CNC MILLING*

Deandra Annisa Kirana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.

Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : deandra.annisakirana.tm18@mhs.pnj.ac.id

## ABSTRACT

*The good machinability and strength characteristics of S45C steel make this material used as a basic material for making important tools such as molds, dies, jigs, and fixtures. One of the non-conventional machines that can be used to work on complex shaped products that require high precision is a CNC milling machine. As a function of making complex 3-dimensional shapes required, the use of ball nose end mill cutter is a very common method. Adjustment of surface roughness is needed for a product to function properly. Thus, it is very important to be able to determine the exact value of the machining parameters according to the required surface roughness. In this study, the variation of the stepover parameter values is 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, and 0.3. Meanwhile, the variation of the depth of cut parameter values is 0.05, 0.1, 0.15, and 0.2. As a result, the stepover parameter value of 0.05 [mm] and depth of cut 0.05 [mm] resulted in the lowest Ra value of 0.775 [μm] or N6. The use of a stepover value of 0.05 [mm] and a depth of cut 0.1 [mm] as well as a stepover value of 0.1 [mm] and a depth of cut of 0.05 [mm] resulted in a Ra value of 1.805 [μm] and 2,428 [μm] or N8. Moreover, the results of analysis of variance (ANOVA) shows stepover and depth of cut are parameters that have a significant effect on surface roughness.*

*Keywords : S45C, CNC Milling, Ball Nose End Mill, Surface Roughness, ANOVA*



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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga laporan skripsi yang berjudul **“Pengaruh *Stepover* dan *Depth Of Cut* Terhadap Kekasaran Permukaan pada Material S45C Menggunakan Pahat *Ball Nose End Mill Material Carbide* dengan Mesin *CNC Milling*”** dapat diselesaikan. Dalam proses menjalankan dan penyusunan laporan skripsi ini terdapat beberapa kendala dan hambatan, namun berkat dukungan dan bantuan dari banyak pihak setiap kendala dapat teratasi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T. Kepala Program Studi Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Drs. Darius Yuhans S.T., M.T. Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya memberikan arahan serta masukan selama proses pembuatan skripsi.
4. Bapak Ghany Heryana S.T., M.T. Dosen Program Studi Manufaktur yang telah memberikan pengetahuan serta masukan tentang *CNC milling* pada dunia industri manufaktur selama proses pembuatan skripsi.
5. Bapak Teguh Budianto A.Md. PLP Lab. CNC Politeknik Negeri Jakarta yang telah membantu dalam mengoperasikan mesin *CNC milling*.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan serta doa sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Teman - teman Program Studi Manufaktur yang telah membantu dan membaerikan dukungan selama proses pembuatan skripsi.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi, khususnya pada bidang manufaktur.

Bogor, 16 Agustus 2022



**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

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Proses Milling .....	6
2.2 Mesin Computer Numerical Controlled (CNC).....	8
2.3 Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) .....	11
2.4 Parameter Permesinan Milling.....	13
2.5 Ball Nose End Mill .....	16
2.6 Baja S45C .....	17
2.7 Kekasaran Permukaan.....	18
2.8 Pengukuran Kekasaran Permukaan .....	21
2.9 Analisis Variansi.....	22
2.10 Kajian Jurnal .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>





## © 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

3.1	Jenis Penelitian .....	27
3.2	Objek Penelitian.....	27
3.3	Langkah Penelitian .....	28
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.5	Variabel Penelitian.....	32
3.6	Rancangan Percobaan .....	34
3.7	Proses CAD/CAM .....	36
3.8	Proses Permesinan .....	40
3.9	Pengujian Kekasaran Permukaan.....	43
3.10	Analisis .....	43
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>44</b>
4.1	Data Hasil Uji Kekasaran Permukaan .....	44
4.2	Pembahasan Hasil Uji Kekasaran Permukaan Parameter Stepover. 45	
4.3	Pembahasan Hasil Uji Kekasaran Permukaan Parameter Depth of Cut 47	
4.4	Analisis Variansi (ANOVA).....	48
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>52</b>
5.1	Kesimpulan .....	52
5.2	Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>54</b>

**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 TABEL**

Tabel 2.1 Nilai Kecepatan Potong Berdasarkan Material Pahat .....	14
Tabel 2.2 Nilai Kecepatan Makan Per Gigi .....	15
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Baja S45C .....	18
Tabel 2.4 Angka Kekasaran ISO .....	20
Tabel 3.1 Faktor dan Taraf Percobaan .....	35
Tabel 3.2 Kombinasi Percobaan .....	35
Tabel 3.3 Parameter Proses Facing .....	38
Tabel 3.4 Parameter Proses Finishing .....	38
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekasaran Permukaan .....	44
Tabel 4. 2 Two-Way ANOVA .....	51



**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 satu 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 1. 1 Nilai Kekasaran Berdasarkan Proses Permesinan.....	2
Gambar 2.1 Peripheral Milling .....	6
Gambar 2.2 Face Milling .....	7
Gambar 2.3 Bagian Mesin CNC Milling .....	9
Gambar 2.4 Sumbu Koordinat .....	10
Gambar 2.5 Mastercam X5 .....	11
Gambar 2.6 Computer Aided Design (CAD).....	12
Gambar 2.7 Computer Aided Manufacturing (CAM).....	12
Gambar 2.8 Stepover.....	15
Gambar 2.9 Ball Nose End Mill.....	16
Gambar 2.10 Dies.....	17
Gambar 2.11 Jig dan Fixture .....	17
Gambar 2.12 Kekasaran Permukaan .....	18
Gambar 2.13 Macam-Macam Kekasaran Permukaan.....	19
Gambar 2.14 Pengukuran Menggunakan Stylus.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Penelitian .....	28
Gambar 3.2 Mesin CNC Milling Okuma Millac 44 .....	29
Gambar 3.3 Pahat Ball Nose End Mill Carbide ZCC-CT GM-2B .....	30
Gambar 3.4 Pahat Jari TIZIT .....	30
Gambar 3.5 Surface Roughness Tester SE1200 .....	31
Gambar 3.6 Plastik, Kain Majun, Kuas, dan Oli.....	31
Gambar 3.7 Baja S45C.....	32
Gambar 3.8 Perintah Rectangle.....	36
Gambar 3.9 Perintah Extrude .....	37
Gambar 3.10 Simulasi Backplot .....	39
Gambar 3.11 Simulasi Verify .....	39
Gambar 3.12 G-Code .....	40
Gambar 3.13 Pemasangan Pahat .....	41
Gambar 3.14 Pemasangan Material .....	41



## © 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

Gambar 3.15 Pembungkusan Benda Kerja .....	42
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Kekasaran Permukaan Parameter Stepover .....	45
Gambar 4.2 Foto Permukaan .....	46
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Kekasaran Permukaan Parameter Depth of Cut .....	47
Gambar 4. 4 Hasil Uji Normalitas.....	49
Gambar 4. 5 Hasil Uji Identik.....	49
Gambar 4. 6 Hasil Uji Independen.....	50
Gambar 4. 7 Mean Effect plot.....	52





**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**

<b>Lampiran 1.</b> Proses Permesinan dengan Mesin CNC Milling .....	59
<b>Lampiran 2.</b> Permukaan Benda Kerja Material S45C .....	60
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Nilai Kekasaran Permukaan .....	64
<b>Lampiran 4.</b> Katalog Pahat Ball Nose End Mill ZCC-CT GM-2B .....	69
<b>Lampiran 5.</b> Ftabel Taraf Signifikan $\alpha = 5\%$ (0.05).....	70





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

Dalam dunia industri manufaktur, baja merupakan salah satu material yang sering digunakan untuk membuat suatu produk maupun alat yang membantu kelancaran proses produksi. Salah satu jenis material baja yang sering digunakan adalah S45C karena memiliki sifat-sifat pengerjaan dan kekuatan yang sangat baik. S45C dijadikan material dasar pembuatan perkakas-perkakas penting seperti *mold*, *dies*, *jig*, dan *fixture*. Produk-produk tersebut memiliki bentuk yang rumit serta memerlukan tingkat kepresisian yang tinggi. Penggunaan pahat *ball-end mill* merupakan metode yang sangat umum digunakan untuk pembuatan bentuk rumit 3-Dimensi [1].

Produk-produk yang memiliki bentuk rumit serta memerlukan tingkat kepresisian yang tinggi sulit dikerjakan oleh proses permesinan konvensional. Salah satu mesin non-konvensional yang dapat digunakan untuk mengerjakan produk-produk tersebut adalah CNC *milling* (*Computer Numerical Control Milling*) dengan sistem pendukung proses manufaktur yaitu CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Machine*) yang digunakan untuk mendesain produk dan simulasi agar menghasilkan kepresisian dimensi-toleransi serta nilai kekasaran yang dibutuhkan ketika produk sudah dikerjakan pada mesin.

Kekasaran permukaan dapat digambarkan sebagai residual yang tidak teratur pada benda kerja yang dihasilkan oleh proses permesinan. Kekasaran permukaan memiliki peran penting untuk menentukan dapat atau tidaknya produk berfungsi dengan baik. Pada dunia industri manufaktur, kekasaran permukaan yang dibutuhkan beragam menyesuaikan dengan kebutuhan dan fungsi produknya. Oleh karena itu, sangat penting untuk menentukan nilai parameter permesinan yang tepat sehingga dapat

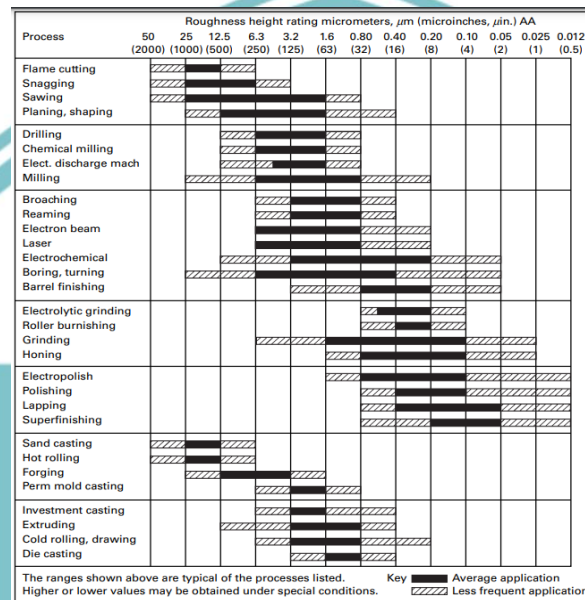


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menyesuaikan dengan kekasaran permukaan yang dibutuhkan. Pada proses permesinan *milling*, cakupan nilai kekasaran yang dapat dihasilkan adalah 0.2 – 25  $\mu\text{m}$  seperti yang ditampilkan pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Nilai Kekasaran Berdasarkan Proses Permesinan

Sumber : De Garmo, et al., 2012 : 1037

Pada gambar, tertera cakupan nilai-nilai kekasaran permukaan benda kerja berdasarkan proses permesinan yang dilakukan [2]. Namun, nilai-nilai tersebut tidak memuat detail-detail mengenai nilai parameter-parameter permesinan yang harus diterapkan berdasarkan dengan material benda kerjanya dan nilai kekasaran hanya berupa cakupan. Pada katalog produsen suatu pahat maupun mesin CNC *milling* itu sendiri pun, tidak memuat nilai tingkat kekasaran permukaan yang akan dihasilkan dari suatu proses pemotongan dengan pengaturan nilai parameter tertentu. Pada katalog hanya ditampilkan nilai parameter rekomendasi menyesuaikan dengan spesifikasi dan kapasitas pahat serta mesin CNCnya saja.

Terdapat banyak parameter pada proses permesinan CNC *milling*, seperti *cutting speed*, *spindle speed*, *feed rate*, *depth of cut*, *stepover*, dan parameter tambahan seperti geometri pahat dan alur pahat. Penelitian ini membahas lebih lanjut mengenai parameter langkah pemakanan (*stepover*)



**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

dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) terhadap kekasaran permukaan pada material S45C menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* sehingga diharapkan dapat menjadi referensi bagi dunia industri manufaktur khususnya dalam pembuatan produk yang menggunakan S45C sebagai material dasar.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaturan nilai langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* dengan mesin CNC *milling* yang tepat untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang paling sesuai pada material S45C?
2. Apakah parameter langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* dengan mesin CNC *milling* berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada material S45C?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis :

1. Pengaturan nilai langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) yang tepat menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* dengan mesin CNC *milling* untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang paling sesuai pada material S45C.
2. Pengaruh parameter langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* dengan mesin CNC *milling* terhadap kekasaran permukaan pada material S45C dengan uji ANOVA.





**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 satu 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

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan analisis pada parameter langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) terhadap kekasaran permukaan pada material S45C menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* dengan mesin CNC *milling* diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Membantu dunia industri manufaktur dalam menentukan pengaturan parameter *stepover* dan *depth of cut* yang tepat pada mesin CNC *milling* terhadap kekasaran permukaan material S45C.
2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian pada mesin CNC *milling* terhadap material S45C dalam mengembangkan ilmu pengetahuan teknologi permesinaan Indonesia.

#### 1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada mesin CNC Milling 3-Axis.
2. Penelitian dilakukan hanya pada bidang datar.
3. Parameter selain langkah pemakanan (*stepover*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) tidak divariasikan.
4. Tidak membahas sistem elektronika dan sistem kontrol yang digunakan pada proses permesinan.

#### 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

##### **BAB I Pendahuluan**

Bab pendahuluan akan menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

##### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab tinjauan pustaka berisikan uraian kajian teori dan kajian literatur (penelusuran literatur) yang bersumber dari buku, makalah, jurnal, skripsi,

teks book, katalog, dan sumber lainnya yang mendukung proses Analisa penelitian.

### **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab metodologi penelitian memaparkan diagram alir serta metode pelaksanaan dan penyelesaian masalah penelitian.

### **BAB IV Hasil Analisa dan Pembahasan**

Bab hasil analisa dan pembahasan akan membahas mengenai hasil penelitian secara teoritik dan penelitian langsung yang dilakukan pada mesin.

### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab kesimpulan dan saran akan menyatakan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya.



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## **© 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 mengumumkkan 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

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh *stepover* dan *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan pada material S45C menggunakan pahat *ball nose end mill* material *carbide* adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan grafik, semakin besar nilai *stepover* dan *depth of cut* maka nilai kekasaran permukaan akan semakin meningkat. Nilai kekasaran  $R_a$  terendah adalah 0.775 [ $\mu\text{m}$ ] atau N6 dengan menggunakan nilai *stepover* 0.05 [mm] dan *depth of cut* 0.05 [mm]. Dari nilai kekasaran permukaan tersebut, dapat direkomendasikan untuk penggunaan pada proses finishing. Selain itu, dengan menggunakan nilai *stepover* 0.05 [mm] dan *depth of cut* 0.1 [mm] serta nilai *stepover* 0.1 [mm] dan *depth of cut* 0.05 [mm] didapatkan nilai kekasaran permukaan 1.805 [ $\mu\text{m}$ ] dan 2.428 [ $\mu\text{m}$ ] atau N8. Sehingga, dapat direkomendasikan menggunakan nilai-nilai tersebut untuk produk dengan toleransi umum.
2. Berdasarkan pengolahan data dengan Two-Way ANOVA, didapatkan hasil  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dan P-Value lebih kecil dari taraf signifikan  $\alpha = 5\%$  (0.05), sehingga  $H_0$  ditolak artinya variabel *stepover* dan *depth of cut* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan.

#### 5.2 Saran

Setelah penelitian dilakukan, terdapat beberapa saran untuk peneliti selanjutnya jika ingin melanjutkan penelitian ini, yaitu :

1. Meneliti kekasaran permukaan dengan variasi nilai parameter permesinan yang lain.
2. Meneliti pada bidang lain selain bidang datar yang sudah diteliti pada penelitian ini.

3. Dapat digunakan metode pengolahan data lain seperti Taguchi untuk mendapatkan nilai *stepover* dan *depth of cut* yang paling optimum.



## © 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





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Pratap and K. Patra, “Micro ball-end milling—an emerging manufacturing technology for micro-feature patterns,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, no. 5–8, pp. 2821–2845, 2018, doi: 10.1007/s00170-017-1064-9.
- [2] R. A. Garmo, De; Black, J. T.; Kohser, *Materials and Processes in Manufacturing*, 11th ed. New York, 2012.
- [3] I. G. N. K. Yudhyadi, T. Rachmanto, and A. D. Ramadan, “Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses Pada Pemrograman Cnc Milling Dengan Berbasis Cad/Cam,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 38–50, 2016, doi: 10.29303/d.v6i1.24.
- [4] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing Material, Processes, and Systems, 5th Edition*. 2013.
- [5] A. F. K. Kartini and J. Promujanto, “Sistem Pengaturan Gerakan Tool Pada Prototipe Mesin CNC dengan Kontroler Disturbance Observer,” *J. Tek. Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [6] M. T. Qurohman, M. W. J. Usman, S. A. Romadhon, P. H. Bersama, and K. Sengon, “EFEKTIVITAS KECEPATAN LAJU PENGIKISAN TERHADAP MATERIAL AKRILIK DAN KAYU PADA MESIN CNC ROUTER,” *J. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2019.
- [7] F. N. Firdaus, “TERHADAP TINGKAT KEKASARAN ALUMUNIUM PADA MESIN CNC Febrian Nur Firdaus Nur Aini Susanti,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 103–110, 2021.
- [8] B. S. Wijanarka, *CAD/CAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC Menggunakan Mastercam 9 dan X3*. 2013.
- [9] E. Prianto, M.Eng, “Proses Permesinan Cnc Dalam Pembelajaran Simulasi Cnc,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 62–68, 2017, doi:

### 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © 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 satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 10.21831/jee.v1i1.15110.
- [10] H. Yanuar, A. Syarief, A. Kusairi, J. A. Yani Km 36 Banjarbaru, and K. Selatan, “BERBAGAI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES FRAIS KONVENSIONAL,” *J. Ilm. Tek. Mesin Unlam*, vol. 03, no. 1, pp. 27–33, 2014.
- [11] W. Sumbodo, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*. 2008.
- [12] W. Chapman, *Workshop Technology*, Fourth. New York: Routledge, 2013.
- [13] A. A. Sonief, A. Y. Aditya, and Yoedivianto, “Komparasi Antara Proses Up-Milling Dan Down-Milling Dalam Variasi Speed , Feed Dan Flute Terhadap Kekasaran Permukaan Dalam Pemoangan Al 6061,” *SAINTEK II*, pp. 341–346, 2017.
- [14] C. Rattat, *CNC Milling for Makers*. California: Rocky Nook, 2017.
- [15] M. V. B. Tanneru, J. Krishnaraj, and K. V. K. Varma, “Influence of vegetable oil based cutting fluids on tool wear and surface roughness in milling en8 steel using hss and tungsten carbide tool,” *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 6, pp. 882–890, 2017.
- [16] L. Handoyo, Yopi; Surahito, Aep; Hamdi, “VARIASI CUTTING SPEED DAN DEPTH OF CUT TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN MOLD BAJA STAVAX ESR,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 45–53.
- [17] K. Aslantas and L. K. H. Alatrushi, “Experimental Study on the Effect of Cutting Tool Geometry in Micro-Milling of Inconel 718,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 46, no. 3, pp. 2327–2342, 2021, doi: 10.1007/s13369-020-05034-z.
- [18] Y. A. Nugrahanto, A. De Fretes, P. Studi, T. Mesin, U. Katolik, and I. Atma, “Rancang Bangun Jig Multiguna Untuk Mesin Drill,” *CYLINDER*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [19] L. Ruan, S. Ezaki, F. Masahiro, S. Shen, and Y. Kawamura, “Forming of



## © 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

magnesium alloy by underwater shock wave,” *J. Magnes. Alloy.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–29, 2016, doi: 10.1016/j.jma.2015.12.003.

- [20] L. Raghavendra, N. V.; Krishnamurthy, *ENGINEERING METROLOGY AND MEASUREMENT*. New Delhi: Oxford University Press, 2013.
- [21] G. Mahesh, S. Muthu, and S. R. Devadasan, “Prediction of surface roughness of end milling operation using genetic algorithm,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 77, no. 1–4, pp. 369–381, 2015, doi: 10.1007/s00170-014-6425-z.
- [22] O. N. Retyawan, I. Yaningsih, and H. Sukanto, “Pengaruh jenis proses pemotongan pada mesin milling terhadap getaran dan kekasaran permukaan dengan material aluminium 6061,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 12, no. 1, p. 8, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v12i1.63.
- [23] W. B. Purnama, I. Yaningsih, and H. Sukanto, “Pemilihan Feed Rate Terhadap Kekasaran Alumunium Menggunakan Mesin Milling CNC,” *J. Tek.*, vol. 12, no. 3, pp. 81–94, 2017.
- [24] ISO, “ISO1302: Geometrical Product Specifications (GPS) -- Indication of surface texture in technical product documentation,” *Iso*, p. 54, 2002.
- [25] S. Hw, *Statistika Deskriptif Parametrik Korelasional*. Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2018.
- [26] A. Mufarrih, M. N. Hariyanto, and N. Qosim, “Analisa Kekasaran Permukaan Titanium Grade 2 pada Proses Frais,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 8, no. 2, p. 53, 2020, doi: 10.23887/jptm.v8i2.27766.
- [27] N. S. Ramdhani, Rahmi; Bina, *tatistika Penelitian Pendidikan: Analisis Perhitungan Matematis dan Aplikasi SPSS*. Jakarta: Prenada Media, 2021.
- [28] Y. Prayoga, J. Jufriadi, and M. Mawardi, “Analisa Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Frais,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 4, no. 1, p. 19, 2020, doi: 10.30811/jmst.v4i1.1740.



## © 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

- [29] A. R. Priyatmojo, “PENGARUH KECEPATAN SPINDLE DAN KEDALAMAN PEMAKANAN PROSES CNC FRAIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN REMELTING BLOK SILINDER,” *J. Kompetensi Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 25–29, 2019.
- [30] P. H. Rachmawati, Achdiah; Setyarini, M. A. Pambayoen, I. H. . Djunaidi, and S. Azizah, “Effect of feed rate and depth of cut on face milling process on surface roughness of Al-Mg alloy using CNC milling machine 3 axis,” *Tech. Rom. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 11, pp. 11–18, 2021, doi: 10.47577/technium.v3i11.5396.
- [31] N. H. Son, “A Survey on the Effects of Cutting Parameters on Surface Roughness When Milling 40Cr Steel Using End Mill Cutter,” *Eur. J. Eng. Res. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 33–36, 2020, doi: 10.24018/ejers.2020.5.1.1704.
- [32] B. C. Bal and E. Akcakaya, “The effects of step over, feed rate and finish depth on the surface roughness of fiberboard processed with CNC machine,” *Furnit. Wooden Mater. Res. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 86–93, 2018, [Online]. Available: <https://dergipark.org.tr/pub/mamad/481278>.
- [33] T. D. Hoang, N. T. Nguyen, Đ. Q. Tran, and N. Van Thien, “Cutting forces and surface roughness in face-milling of SKD61 hard steel,” *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 65, no. 6, pp. 375–385, 2019, doi: 10.5545/sv-jme.2019.6057.
- [34] S. Shajari, M. H. Sadeghi, H. Hassanpour, and B. Jabbaripour, “Influence of machining strategies on Surface roughness in ball end milling of inclined surfaces,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 488–489, pp. 836–840, 2012, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.488-489.836.
- [35] I. Kaisan and R. Rusiyanto, “Pengaruh Parameter Pemotongan CNC Milling dalam Pembuatan Pocket terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan pada Crankcase Mesin Pemotong Rumput,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 41–49, 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.01.5.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- [36] N. A. Aditya and M. Mudjijanto, “Pengaruh Kedalaman Pemakanan Pada Mesin Frais Terhadap Getaran Dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140,” *JTME (Jurnal Tek. Mesin dan Energi)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2021.
- [37] B. D. Rahmat, Muhammad;Haripriadi, “Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan Dan Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Pahat End Mill HSS Hasil Pemesinan CNC Router Milling Pada Aluminium Sheet 1100,” *J. POLIMESIN*, vol. 17, no. 2, pp. 13–20, 2019.

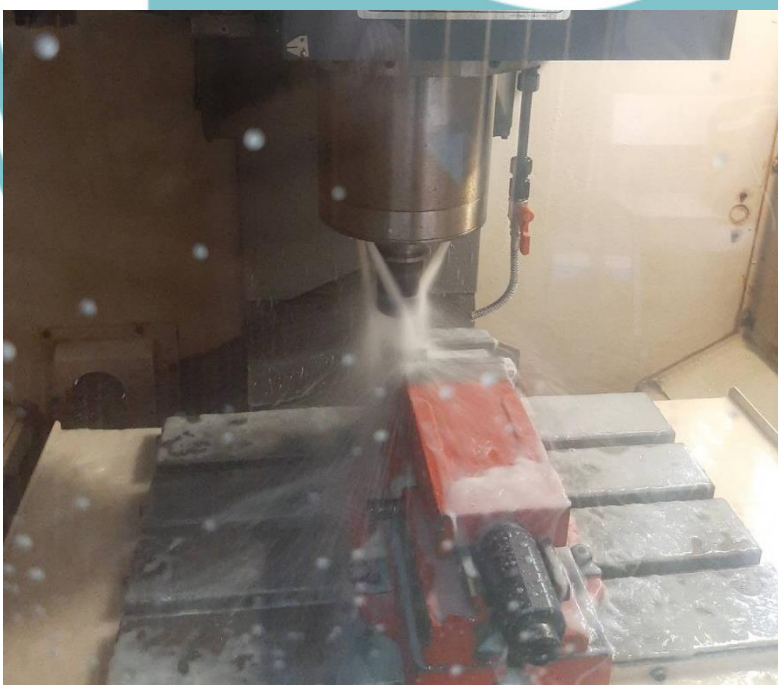


### Hak Cipta :

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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## Lampiran 1. Proses Permesinan dengan Mesin CNC Milling



### © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

#### Hak Cipta :


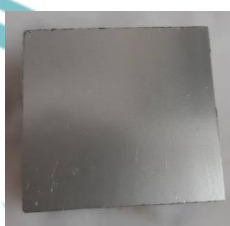

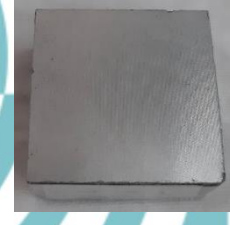

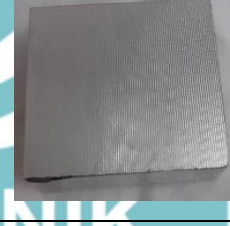

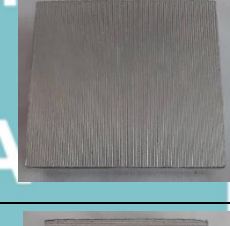

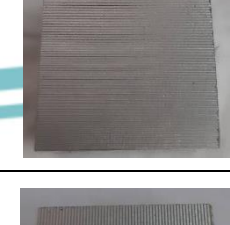


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Lampiran 2.** Permukaan Benda Kerja Material S45C Setelah Dilakukan Proses Permesinan

Depth of Cut	Stepover	Gambar	
0.05	0.05		
0.05	0.1		
0.05	0.15		
0.05	0.2		
0.05	0.25		
0.05	0.3		

### Hak Cipta :











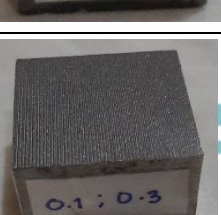



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



## © 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


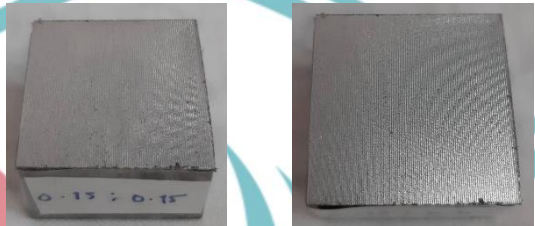
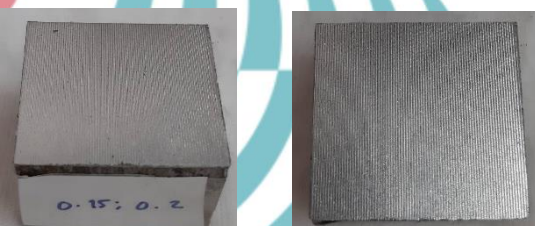

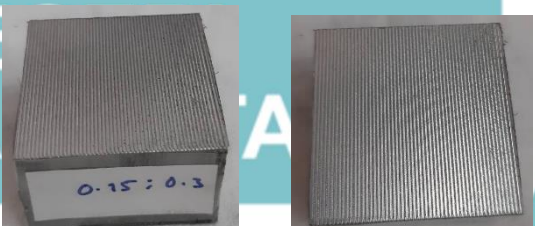

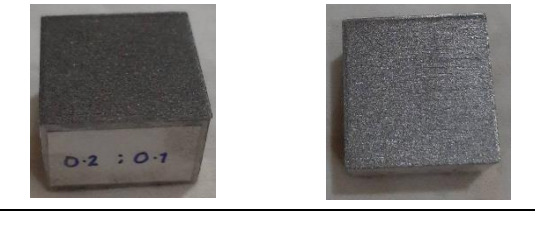
0.1	0.05		
0.1	0.1		
0.1	0.15		
0.1	0.2		
0.1	0.25		
0.1	0.3		
0.15	0.05		



## © 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 satu 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


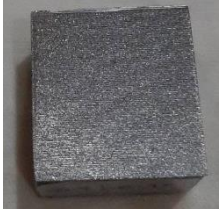

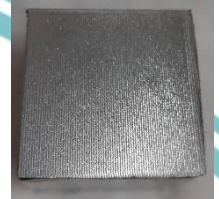

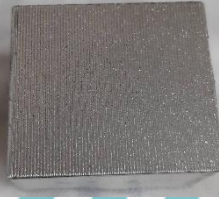

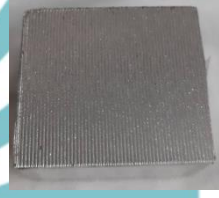
0.15	0.1	
0.15	0.15	
0.15	0.2	
0.15	0.25	
0.15	0.3	
0.2	0.05	
0.2	0.1	



## © 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.2	0.15		
0.2	0.2		
0.2	0.25		
0.2	0.3		

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 3. Hasil Nilai Kekasaran Permukaan

Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	Standard JIS94	Cutoff 0.80mm	Filter Gauss	S.Length 0.80mm	E.Length 1.60mm	Levelling All	M-Speed 0.50mm/s
0.05 : 0.05							
Ra	0.775 $\mu$ m						
Ry	3.229 $\mu$ m						
Rz	2.661 $\mu$ m						
Sm	0.110mm						
Rt	3.642 $\mu$ m						
Rp	1.755 $\mu$ m						
Rv	1.474 $\mu$ m						
Pc	$\pm 5.0\%$ - 14.0						
Rq	0.867 $\mu$ m						
RmaxD	3.352 $\mu$ m						
R3z	2.633 $\mu$ m						
0.05 : 0.1							
Ra	2.428 $\mu$ m						
Ry	10.167 $\mu$ m						
Rz	8.377 $\mu$ m*						
Sm	0.181mm						
Rt	10.552 $\mu$ m						
Rp	5.652 $\mu$ m						
Rv	4.515 $\mu$ m						
Pc	$\pm 5.0\%$ - 9.0						
Rq	2.874 $\mu$ m						
RmaxD	10.552 $\mu$ m						
R3z	9.132 $\mu$ m*						
0.05 : 0.15							
Ra	4.365 $\mu$ m						
Ry	16.726 $\mu$ m						
Rz	12.958 $\mu$ m						
Sm	0.174mm						
Rt	17.236 $\mu$ m						
Rp	9.288 $\mu$ m						
Rv	7.438 $\mu$ m						
Pc	$\pm 5.0\%$ - 9.0						
Rq	4.936 $\mu$ m						
RmaxD	17.236 $\mu$ m						
R3z	13.100 $\mu$ m						
0.05 : 0.2							
Ra	5.814 $\mu$ m						
Ry	20.660 $\mu$ m						
Rz	17.582 $\mu$ m*						
Sm	0.235mm						
Rt	21.100 $\mu$ m						
Rp	10.768 $\mu$ m						
Rv	9.892 $\mu$ m						
Pc	$\pm 5.0\%$ - 6.0						
Rq	6.335 $\mu$ m						
RmaxD	21.100 $\mu$ m						
R3z	15.270 $\mu$ m*						

#### Hak Cipta :

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



## © 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.05 0.25		0.05 0.25	
Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	7.792µm	Ra	9.441µm
Ry	29.792µm	Ry	36.448µm
Rz	23.768µm*	Rz	30.864µm*
Sm	0.282mm	Sm	0.295mm
Rt	30.812µm	Rt	37.400µm
Rp	14.498µm	Rp	14.444µm
Rv	15.294µm	Rv	22.004µm
Pc	± 5.0% - 5.0	Pc	± 5.0% - 4.0
Rq	8.835µm	Rq	10.943µm
RmaxD	30.352µm	RmaxD	37.400µm
R3z	21.346µm*	R3z	15.912µm*

0.1 0.05		0.1 0.1	
Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	1.805µm	Ra	4.620µm
Ry	9.356µm	Ry	27.648µm
Rz	7.689µm	Rz	18.268µm*
Sm	0.109mm	Sm	0.233mm
Rt	9.970µm	Rt	28.128µm
Rp	5.108µm	Rp	18.540µm
Rv	4.248µm	Rv	9.108µm
Pc	± 5.0% - 14.0	Pc	± 5.0% - 6.0
Rq	2.125µm	Rq	5.840µm
RmaxD	9.422µm	RmaxD	28.128µm
R3z	7.833µm	R3z	14.572µm*

0.1 0.15		0.1 0.2	
Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	8.171µm	Ra	11.843µm
Ry	34.004µm	Ry	53.176µm
Rz	28.904µm*	Rz	47.752µm*
Sm	0.333mm	Sm	*****
Rt	34.408µm	Rt	59.864µm
Rp	19.492µm	Rp	29.252µm
Rv	14.512µm	Rv	23.924µm
Pc	± 5.0% - 4.0	Pc	± 5.0% - 2.0
Rq	9.528µm	Rq	14.070µm
RmaxD	34.280µm	RmaxD	53.200µm
R3z	25.888µm*	R3z	11.208µm*





## © 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	12.417µm	Ra	13.861µm
Ry	51.860µm	Ry	57.584µm
Rz	35.856µm*	Rz	49.772µm*
Sm	*****	Sm	0.552mm
Rt	54.520µm	Rt	60.480µm
Rp	26.720µm	Rp	32.908µm
Rv	25.140µm	Rv	24.676µm
Pc	± 5.0% - 3.0	Pc	± 5.0% - 2.0
Rq	14.415µm	Rq	16.398µm
RmaxD	53.024µm	RmaxD	60.480µm
R3z	13.720µm*	R3z	14.564µm*

Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	4.703µm	Ra	5.742µm
Ry	23.938µm	Ry	31.424µm
Rz	18.242µm	Rz	22.436µm*
Sm	0.119mm	Sm	0.237mm
Rt	25.488µm	Rt	33.712µm
Rp	11.656µm	Rp	11.976µm
Rv	12.282µm	Rv	19.448µm
Pc	± 5.0% - 12.0	Pc	± 5.0% - 6.0
Rq	5.572µm	Rq	6.903µm
RmaxD	25.488µm	RmaxD	33.712µm
R3z	18.144µm	R3z	18.908µm*

Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	8.794µm	Ra	10.047µm
Ry	42.640µm	Ry	40.480µm
Rz	35.348µm*	Rz	35.396µm*
Sm	0.350mm	Sm	0.513mm
Rt	43.528µm	Rt	41.232µm
Rp	18.084µm	Rp	19.736µm
Rv	24.556µm	Rv	20.744µm
Pc	± 5.0% - 4.0	Pc	± 5.0% - 3.0
Rq	10.502µm	Rq	11.697µm
RmaxD	43.200µm	RmaxD	41.088µm
R3z	17.680µm*	R3z	12.576µm*



## © 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.15 : 0.25		0.15 : 0.3	
Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	9.453µm	Ra	13.064µm
Ry	38.908µm	Ry	53.928µm
Rz	29.884µm*	Rz	40.580µm*
Sm	0.443mm	Sm	0.292mm
Rt	40.856µm	Rt	54.784µm
Rp	18.500µm	Rp	30.484µm
Rv	20.408µm	Rv	23.444µm
Pc	± 5.0% - 3.0	Pc	± 5.0% - 4.0
Rq	10.926µm	Rq	15.207µm
RmaxD	40.056µm	RmaxD	54.784µm
R3z	15.572µm*	R3z	18.252µm*

0.2 : 0.05		0.2 : 0.1	
Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	7.630µm	Ra	9.238µm
Ry	40.184µm	Ry	52.452µm
Rz	32.864µm*	Rz	40.232µm
Sm	*****	Sm	0.143mm
Rt	43.296µm	Rt	58.704µm
Rp	22.396µm	Rp	24.672µm
Rv	17.788µm	Rv	27.780µm
Pc	± 5.0% - 3.0	Pc	± 5.0% - 13.0
Rq	9.444µm	Rq	11.603µm
RmaxD	43.296µm	RmaxD	53.176µm
R3z	20.784µm*	R3z	38.728µm

0.2 : 0.15		0.2 : 0.2	
Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.		Surfcoorder SE1200 Kosaka Laboratory Ltd.	
Standard	JIS94	Standard	JIS94
Cutoff	0.80mm	Cutoff	0.80mm
Filter	Gauss	Filter	Gauss
S.Length	0.80mm	S.Length	0.80mm
E.Length	1.60mm	E.Length	1.60mm
Levelling	All	Levelling	All
M-Speed	0.50mm/s	M-Speed	0.50mm/s
Ra	14.725µm	Ra	9.658µm
Ry	70.308µm	Ry	44.785µm
Rz	54.376µm*	Rz	36.940µm*
Sm	0.328mm	Sm	0.472mm
Rt	73.024µm	Rt	46.944µm
Rp	34.218µm	Rp	19.136µm
Rv	36.092µm	Rv	25.652µm
Pc	± 5.0% - 4.0	Pc	± 5.0% - 2.0
Rq	17.343µm	Rq	11.467µm
RmaxD	71.560µm	RmaxD	46.944µm
R3z	33.124µm*	R3z	8.392µm*



## © 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Lampiran 4. Katalog Pahat Ball Nose End Mill ZCC-CT GM-2B

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

**2-flute ball nose end mills with straight shank**

Profile Cavity Ball nose slot

**GM-2B**

Picture 1  
Picture 2

- For profile milling, high speed machining applicable.
- Wide application.

D = 12 0 - 0.020  
 12-D 0 - 0.030  
 R = 0.01

Type	Basic dimension(mm)					Number of teeth Z	Geometry	Stock
	D	R	d	H	L			
GM-2B-R0.5S	1.0	0.5	4	2	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R0.75S	1.5	0.75	4	3	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.0S	2.0	1.0	4	4	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.25S	2.5	1.25	4	5	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.5S	3.0	1.5	4	6	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R2.0S	4.0	2.0	4	8	50	2	Picture 2	●
GM-2B-R0.5	1.0	0.5	6	2	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R0.75	1.5	0.75	6	3	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.0	2.0	1.0	6	4	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.25	2.5	1.25	6	5	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.5	3.0	1.5	6	6	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R1.75	3.5	1.75	6	8	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R2.0	4.0	2.0	6	8	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R2.5	5.0	2.5	6	10	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R2.75	5.5	2.75	6	12	50	2	Picture 1	●
GM-2B-R3.0	6.0	3.0	6	12	50	2	Picture 2	●
GM-2B-R3.5	7.0	3.5	8	14	60	2	Picture 1	●
GM-2B-R4.0	8.0	4.0	8	16	60	2	Picture 2	●
GM-2B-R4.5	9.0	4.5	10	18	75	2	Picture 1	●
GM-2B-R5.0	10	5.0	10	20	75	2	Picture 2	●
GM-2B-R6.0	12	6.0	12	24	75	2	Picture 2	●
GM-2B-R7.0	14	7.0	14	28	75	2	Picture 2	●
GM-2B-R8.0	16	8.0	16	32	100	2	Picture 2	●
GM-2B-R10.0	20	10.0	20	40	100	2	Picture 2	●

● Stock available ○ Make-to-order

▶ Applicable workpiece material table ○ Very suitable ○ Suitable

Workpiece material										
Carbon steel	Alloy steel	Pre-hardened steel · Hardened steel			Stainless steel	Cast iron, Nodular cast iron	Copper alloy	Aluminum alloy	Titanium alloy	Heat resistant alloy
		~40HRC	~50HRC	~55HRC ~68HRC						
○	○	○	○	○	○	○				

**GM-2B ★ GM-2BL**

Workpiece material	Cast iron, Nodular cast iron		Carbon steel, Alloy steel ~750N/mm <sup>2</sup>		Carbon steel, Alloy steel ~30HRC		Pre-hardened steel, quenched and tempered steel ~40HRC		Stainless steel		Pre-hardened steel, quenched and tempered steel ~50HRC	
	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)	Rotating speed (min <sup>-1</sup> )	Feed speed (mm/min)
R0.5	40000	800	40000	800	38000	700	32000	320	22300	200	25000	275
R1.0	24000	900	24000	900	19000	760	16000	400	11150	230	13000	275
R1.5	15500	950	15500	950	12750	760	10600	450	7400	290	8500	280
R2.0	11500	950	11500	950	9550	760	8000	550	5550	370	6500	370
R2.5	9500	1050	9500	1050	7650	800	6400	550	4450	370	5000	375
R3.0	8000	1050	8000	1050	6400	800	5300	580	3700	390	4200	390
R4.0	6000	1300	6000	1300	4800	950	4000	700	2750	455	3200	440
R5.0	4800	1200	4800	1200	3800	900	3200	650	2200	430	2500	440
R6.0	4000	1100	4000	1100	3200	840	2650	610	1850	430	2100	420
R8.0	3000	1050	3000	1050	2400	800	2000	600	1350	380	1600	375
R10.0	2400	950	2400	950	1900	680	1600	560	1100	370	1250	330

Maximum cutting depth



Lampiran 5. Ftabel Taraf Signifikan  $\alpha = 5\%$  (0.05)

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.78	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.28	6.16	6.09	6.04	6.00	5.98	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

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