

# Analisis Pengaruh Kedalaman Pemakanan dan Variasi Pahat terhadap Kekasaran Permukaan dan Kekuatan Tarik Baja S45C pada Proses Bubut Mesin CNC

Aripin<sup>1\*</sup>, Ratna Dewi Anjani<sup>2</sup>, Marno<sup>3</sup>, Stefhant Hariyanto<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

<sup>1-4</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

\*Corresponding author: [1910631150204@student.unsika.ac.id](mailto:1910631150204@student.unsika.ac.id)

## Abstract

*In the manufacturing industry, the machining process requires fast time and high-quality products. CNC (Computer Numerical Control) lathes are used to achieve large-scale production. CNC machines have many advantages, including modern machining processes that produce good quality and precise dimensions, as well as cutting and cutting parts using insert tools. Good machining quality, such as surface roughness results, is necessary for high-volume production. Ingestion depth is a component that causes surface roughness. The aim of this research is to compare variations of Type D, Type T, and Type V carbide insert chisels at feed depths of 0.5 mm, 0.75 mm, and 1 mm on the resulting surface roughness and tensile strength. The results of this research show that the lowest surface roughness was found in the D type carbide insert tool turning process with a feed depth of 0.5 mm, namely 2.590  $\mu\text{m}$ , and the tensile stress was 796.27 MPa. The highest surface roughness was found in the V type V insert tool turning process with a 1 mm depth of burial of 11.252  $\mu\text{m}$ , and the tensile stress results were 702.29 MPa. The surface quality of a part is influenced by the depth of ingestion; a rough surface causes low tensile strength, while a smooth surface causes high tensile strength.*

**Keywords:** Depth of Cut, Surface Roughness, Tensile Strength.

## Abstrak

Pada industri manufaktur, proses pemrosesan membutuhkan waktu yang cepat dan produk berkualitas tinggi. Mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*) digunakan untuk mencapai produksi skala besar. Mesin CNC memiliki banyak keunggulan, termasuk proses pemrosesan modern yang menghasilkan kualitas yang baik dan dimensi yang presisi, serta pemotongan dan penyayatan bagian-bagian dengan menggunakan pahat insert. Kualitas hasil pemrosesan yang baik, seperti hasil kekasaran permukaan, diperlukan untuk produksi volume tinggi. Kedalaman pemakanan adalah komponen penyebab kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan variasi pahat sisipan karbida Tipe D, Tipe T dan Tipe V pada kedalaman pemakanan 0.5 mm, 0.75 mm dan 1 mm terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dan kekuatannya. Hasil penelitian ini diketahui kekasaran permukaan terendah terdapat pada proses pembubutan pahat sisipan karbida tipe D dengan kedalaman pemakanan 0,5 mm yaitu sebesar 2,590  $\mu\text{m}$ , tegangan tariknya memperoleh hasil sebesar 796,27 MPa dan kekasaran permukaan tertinggi ada pada proses pembubutan pahat insert tipe V dengan kedalaman pemakanan 1 mm yaitu sebesar 11,252  $\mu\text{m}$ , tegangan tariknya memperoleh hasil sebesar 702,29 MPa. Kualitas permukaan suatu bagian dipengaruhi oleh kedalaman pemakanan, permukaan yang kasar menyebabkan kekuatan tarik yang rendah dan permukaan yang halus menyebabkan kekuatan tarik yang tinggi.

**Kata kunci:** Kedalaman Pemakanan, kekasaran permukaan, kekuatan tarik.

## 1. Pendahuluan

Proses pemrosesan di industri manufaktur berkembang pesat dalam operasional produksinya sehingga menuntut produk yang berkualitas tinggi. Waktu pengerjaan juga merupakan hal yang sangat penting, oleh karena itu dalam dunia industri, proses produksi perlu dilakukan secara tepat, cepat, dan efektif

agar dapat menghasilkan barang yang berkualitas dengan efisien. Mesin CNC digunakan untuk melakukan produksi skala besar. Proses pemrosesan bubut pada mesin CNC dimana logam dibuat dengan cara dipotong atau disayat untuk menghasilkan suatu komponen atau produk yang dibutuhkan di pasaran, merupakan proses pemrosesan yang menarik untuk dikaji di bidang industri.

Mesin bubut CNC (*Computer Numerically Controlled*) memiliki kelebihan diantaranya adalah ukurannya yang akurat, hasil pemesinan yang berkualitas tinggi, dan sebagainya. “Mesin CNC sering dipilih dan digunakan oleh perusahaan karena mempunyai keunggulan dibandingkan mesin konvensional yaitu lebih presisi dan cepat baik dari segi kualitas maupun kuantitas,” menurut hasil penelitian Zubaidi (2012:40) [1]. Kunci untuk menghasilkan produk dengan kualitas terbaik selama proses pembubutan adalah mengoptimalkan parameter pemesinan. Kedalaman penekan titik di mana pahat menembus benda kerja untuk menghasilkan ukuran tertentu merupakan salah satu karakteristik ini. Pembubutan memerlukan bahan yang lebih keras daripada bahan lain agar prosesnya dapat dilakukan dengan cepat dan efisien [6]. Bahan yang digunakan untuk pahat insert karbida terdiri dari campuran kobalt dan karbida, bahan ini keras sekitar 90 HRC, dan variasi jumlah kobalt dapat memengaruhi kekuatan pahat insert carbide. [7]

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses permesinan akan mengalami kekasaran permukaan yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmatik dari garis rata-rata permukaan [8]. Menurut Vorberger, T.V. dan J. Raja, “kekasaran terdiri dari ketidakrataan dari tekstur permukaan, yang pada umumnya mencakup ketidakrataan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi” (Vorburger, 1990) [9]. Nilai kekasaran permukaan benda kerja memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda di dunia industri, sesuai dengan kebutuhan alat tersebut. Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO, dengan nilai kekasaran permukaan N1 yang paling kecil (Ra) 0,025  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran N12 yang paling besar (Annual Book ISO (Internasional Standar Operasi, 1999) [10]. Banyak parameter dapat digunakan untuk menentukan kekasaran

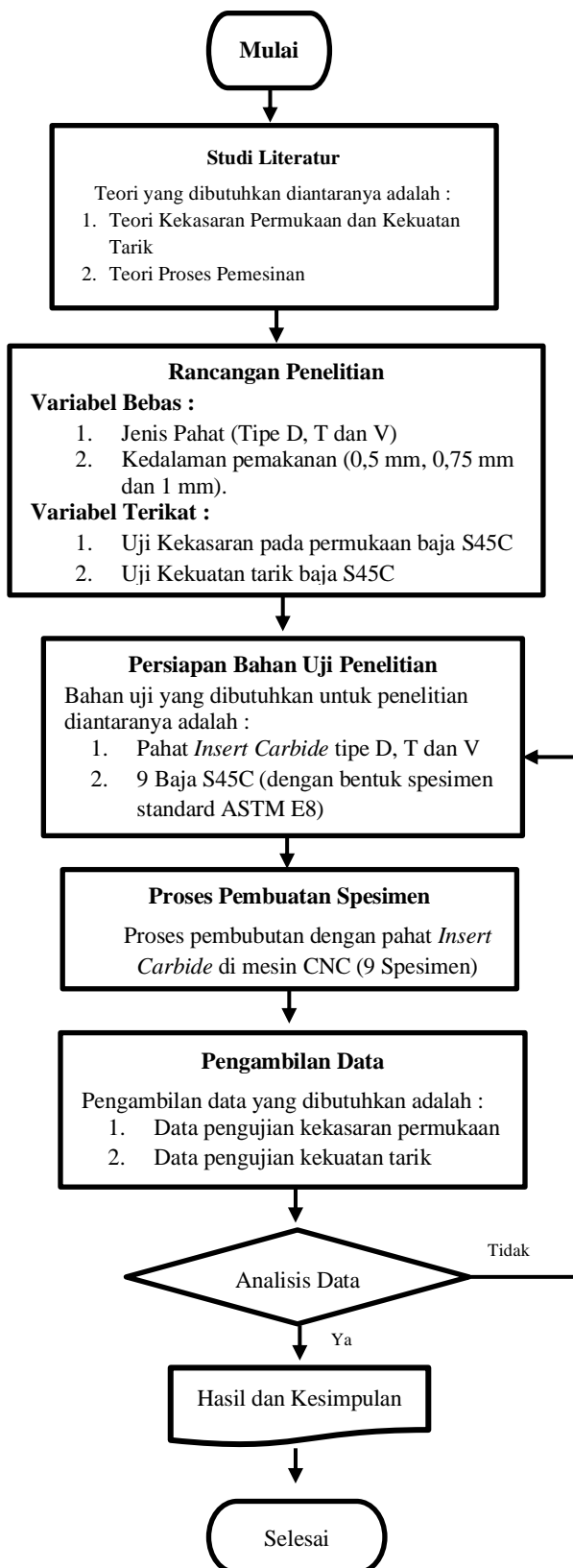
akhir permukaan benda. Kekasaran rata-rata (Ra) adalah parameter yang umum digunakan dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan.[11] Untuk membuat profil permukaan, sensor atau peraba (stylus) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan sebelumnya.

Uji kekuatan tarik adalah jenis perlakuan material yang digunakan untuk mengukur kekuatan maksimum tegangan (*Stress*) dan regangan (*Strain*) sebuah material.[12]. Uji Tarik yang dilakukan pada suatu spesimen silindris maupun lembaran yang sudah disesuaikan dengan standar tertentu (ASTM, JIS, DIN, dan SNI) baik logam maupun nonlogam akan memberikan keterangan yang relatif lengkap mengenai perilaku material terhadap pembebanan mekanis, informasi tersebut berisi tentang batas proporsional (*proportionality limit*), beban Elastis (*elastic limit*), titik luluh (*yield point*) dan kekuatan luluh (*yield strength*), kekuatan tarik maksimum (*Ultimate tensile strength*), kekuatan putus (*breaking strength*), keuletan (*Ductility*), modulus elastisitas atau modulus young (E), modulus kelentingan (*Modulus of resilience*), modulus ketangguhan (*Modulus of toughness*), dan kurva tegangan-regangan (Dr. Akhmad, 2009) [13].

Baja S45C umum digunakan karena harga yang relatif terjangkau dan banyak ditemukan di industri manufaktur. Baja S45C memiliki daya renggang menengah dan termasuk dalam kategori baja karbon menengah. Kekuatan peregangan baja ini sekitar 570 hingga 700 MPa, dan kekerasannya Brinell nya sekitar 170 hingga 210 [14].

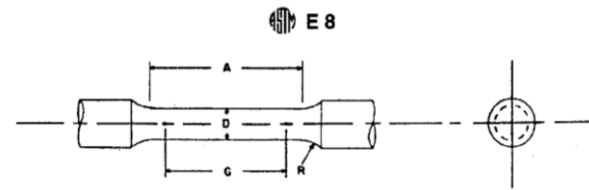
Penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kedalaman pemakanan pahat saat proses pemesinan dengan 3 tipe pahat sisipan yang berbeda yaitu pahat sisipan tipe D, tipe T dan tipe V terhadap nilai kekasaran permukaan hasil pemesinan dan juga kekuatan tarik spesimen baja S45C.

## 2. Metode Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan standar dimensi ASTM E8 [15].



Gambar 1. Standar spesimen ASTM E8 *round bar*

Keterangan pada gambar 1 dapat dilihat di tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Keterangan Dimensi

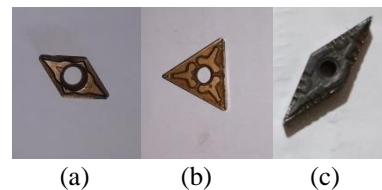
| Dimensions :               | (inch)                        |
|----------------------------|-------------------------------|
| G - Gage Length            | 2                             |
| D - Diameter               | 0,5                           |
| R - Radius of fillet, min  | 3/8                           |
| A - Length of reduced, min | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> |

Mesin yang digunakan untuk membuat spesimen adalah mesin bubut CNC Mazak Quick Turn Nexus 150 seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Mesin Bubut

Spesimen baja S45C dibentuk menggunakan 3 jenis pahat *insert* dengan sudut yang berbeda yaitu : (a) 55°, (b) 60° dan (c) 35° seperti pada gambar 3



Gambar 3. Pahat *Insert* (a) tipe D, (b) Tipe T, (c) Tipe V

Instrument pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2. Instrument pengambilan data

| No. | Kedalaman Pemakanan (mm) | Jenis Pahat | Sudut Pahat | Kekasaran Rata-rata | Kuat Tarik |
|-----|--------------------------|-------------|-------------|---------------------|------------|
| 1.  | 0,5                      | Tipe D      | 55°         |                     |            |
| 2.  | 0,75                     | Tipe D      | 55°         |                     |            |
| 3.  | 1                        | Tipe D      | 55°         |                     |            |
| 4.  | 0,5                      | Tipe T      | 60°         |                     |            |
| 5.  | 0,75                     | Tipe T      | 60°         |                     |            |
| 6.  | 1                        | Tipe T      | 60°         |                     |            |
| 7.  | 0,5                      | Tipe V      | 35°         |                     |            |
| 8.  | 0,75                     | Tipe V      | 35°         |                     |            |
| 9.  | 1                        | Tipe V      | 35°         |                     |            |

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian pada kekasaran permukaan dan kekuatan tarik ini dilakukan pada kecepatan putar spindle 1000 rpm dan kecepatan asutan 0.13 mm/rev

#### a. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

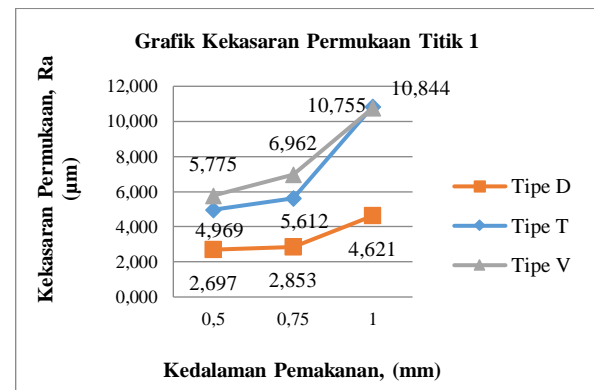
Data pada pengujian kekasaran permukaan dari pemesian bubut baja paduan S45C didapatkan hasil pengukuran seperti yang ditunjukkan tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

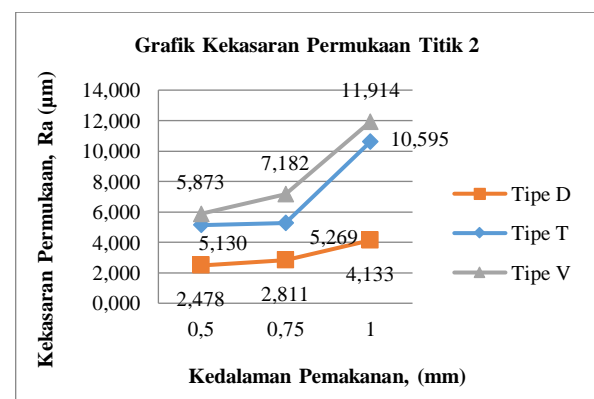
| No. | Jenis Pahat | Kedalaman Pemakanan, a (mm) | Kekasaran Permukaan, Ra ( $\mu\text{m}$ ) |        |       |           |
|-----|-------------|-----------------------------|---|--------|-------|-----------|
|     |             |                             | T1  | T2     | T3    | Rata-rata |
| 1.  | Tipe D      | 0,5                         | 2,697                                     | 2,478  | 2,595 | 2,590     |
| 2.  | Tipe D      | 0,75                        | 2,853                                     | 2,811  | 2,770 | 2,811     |
| 3.  | Tipe D      | 1                           | 4,621                                     | 4,133  | 4,035 | 4,263     |
| 4.  | Tipe T      | 0,5                         | 4,969                                     | 5,130  | 4,824 | 4,974     |
| 5.  | Tipe T      | 0,75                        | 5,612                                     | 5,269  | 5,406 | 5,429     |
| 6.  | Tipe T      | 1                           | 10,844                                    | 10,595 | 8,432 | 9,957     |
| 7.  | Tipe V      | 0,5                         | 5,775                                     | 5,873  | 6,291 | 5,980     |
| 8.  | Tipe V      | 0,75                        | 6,962                                     | 7,182  | 7,159 | 7,101     |

9. Tipe V 1 10,755 11,914 11,088 11,252

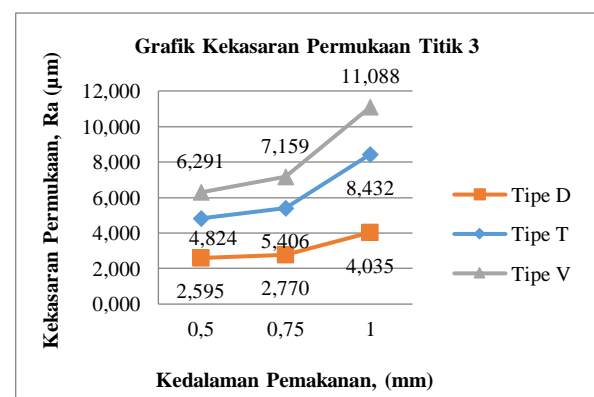
Kekasaran permukaan diuji pada tiga titik berbeda dan nilai rata-ratanya diambil untuk membandingkan hasil proses bubut dengan kedalaman makan 0,5 mm, 0,75 mm, dan 1 mm. Data disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



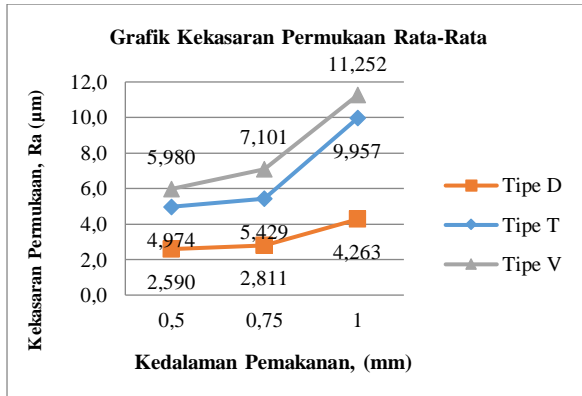
Gambar 3. Grafik kekasaran titik 1



Gambar 4. Grafik kekasaran titik 2



Gambar 5. Grafik kekasaran titik 3



Gambar 6. Grafik kekasaran rata-rata

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian diatas menggunakan variasi pahat *insert Carbide* tipe D, tipe T dan tipe V pada variasi kedalaman pemakanan 0,5 mm, 0,75 mm dan 1 mm dapat dibandingkan bahwa rata-rata kekasaran permukaan tertinggi sebesar 11,252 µm diperoleh pada proses pembubutan menggunakan pahat *insert carbide* tipe V di kedalaman pemakanan 1 mm, sedangkan rata-rata kekasaran permukaan terendah sebesar 2,590 µm diperoleh pada proses pembubutan menggunakan pahat *insert carbide* tipe D di kedalaman pemakanan 0,5 mm.

#### b. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

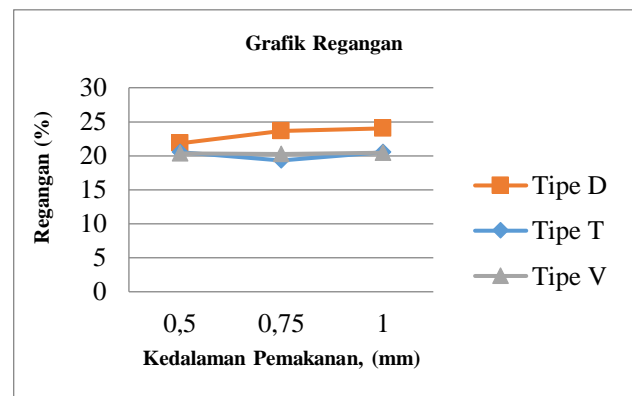
Pengujian kekuatan tarik dilakukan setelah mendapatkan hasil pengujian kekasaran permukaan. Bertujuan untuk menghitung kekuatan tarik yang didasarkan pada besaran harga kekasaran permukaan masing-masing spesimen. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran dari pengujian kekuatan tarik proses bubut baja S45C.

Tabel 4. Hasil uji tarik

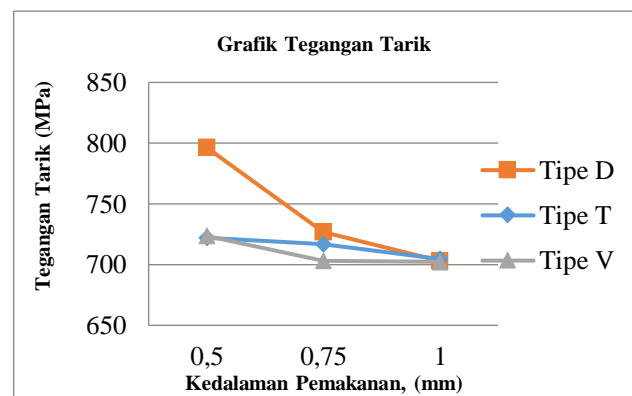
| Parameter                                     | Spesimen ASTM E8 |        |        |        |       |        |        |        |        |
|---|------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|   | Tipe D           |        |        | Tipe T |       |        | Tipe V |        |        |
| Type Pahat                                    | Tipe D           |        |        | Tipe T |       |        | Tipe V |        |        |
| Kedalaman pemakanan (mm)                      | 0,5              | 0,75   | 1      | 0,5    | 0,75  | 1      | 0,5    | 0,75   | 1      |
| Luas penampang awal, $A_0$ (mm <sup>2</sup> ) | 121,54           | 123,11 | 123,31 | 125,49 | 123,7 | 123,31 | 124,69 | 126,08 | 123,72 |

|                                     |        |        |        |        |        |       |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Panjang awal, $L_0$ (mm)            | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | 50    | 50     | 50     | 50     |
| Panjang akhir, $L_i$ (mm)           | 60,91  | 61,82  | 62,01  | 60,52  | 59,65  | 60,62 | 60,17  | 60,13  | 60,22  |
| Regangan, (%)                       | 21,82  | 23,64  | 24,02  | 20,5   | 19,3   | 20,52 | 20,34  | 20,26  | 20,44  |
| Beban tarik maksimum, $F_{max}$ (N) | 96779  | 89480  | 86688  | 90613  | 88652  | 86886 | 90221  | 88652  | 86886  |
| Kuat Tarik, (Mpa)                   | 796,26 | 726,82 | 703,02 | 722,06 | 716,66 | 704,6 | 723,53 | 703,13 | 702,25 |

Hasil pengujian tegangan tarik (*Stress*) dan Regangan (*Strain*) dilakukan pada masing-masing spesimen baja S45C dengan standart bentuk ASTM E8. Data hasil pengujiannya dijelaskan dalam bentuk grafik seperti berikut.



Gambar 6. Grafik regangan



Gambar 7. Grafik tegangan tarik

Kekasaran permukaan menyebabkan retakan, yang menyebabkan awal terjadinya celah putus permukaan bidang pada spesimen baja. Perubahan geometri dengan

retakan permukaan menyebabkan konsentrasi tegangan yang lebih tinggi daripada tegangan rata-rata pada benda uji. Berdasarkan hasil data pengujian kekuatan tarik dengan standar ASTM E8 didapatkan hasil bahwa dalam proses pembubutan, pahat insert tipe D dengan kedalaman pemakanan 0,5 mm memiliki tegangan tarik tertinggi sebesar 796,27 MPa dengan regangan 21,82%. dan proses pembubutan, pahat insert tipe V memiliki tegangan tarik terendah sebesar 702,29 MPa dengan regangan 21,82%.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini didapatkan data kekasaran permukaan dan kekuatan tarik Baja S45C melalui proses bubut dengan kecepatan *spindle* 1000 rpm, kecepatan makan 0,13 mm/rev dan variasi pahat tipe D, tipe T dan tipe V pada kedalaman pemakanan 0,5 mm, 0,75 mm dan 1 mm pada baja S45C, pahat yang digunakan adalah pahat *insert carbide* maka dapat disimpulkan diantaranya sebagai berikut :

Kekasaran permukaan terendah dihasilkan dalam proses bubut menggunakan pahat *insert carbide* tipe D dengan sudut pahat sebesar 55° dikedalaman pemakanan 0,5 mm sebesar 2,590  $\mu\text{m}$  sedangkan kekasaran permukaan tertinggi dihasilkan dalam proses bubut menggunakan pahat *insert carbide* tipe V dengan sudut pahat sebesar 35° dikedalaman pemakanan 1 mm sebesar 11,252  $\mu\text{m}$ .

Tegangan tarik tertinggi ada pada proses pembubutan dengan menggunakan pahat *insert carbide* tipe D dengan kedalaman pemakanan 0,5 mm yang memperoleh tegangan tarik sebesar 796,27 MPa dengan regangan 21,82% dan tegangan tarik terendah ada pada proses pembubutan dengan menggunakan pahat *insert carbide* tipe V dengan kedalaman pemakanan 1 mm memperoleh tegangan tarik sebesar 702,29 MPa dengan regangan 20,44%.

Kedalaman pemakanan yang tinggi mengakibatkan perubahan struktur permukaan yang menjadi kasar pada permukaan baja S45C begitupun sebaliknya kedalaman pemakanan yang lebih rendah menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah atau halus. Kedalaman pemakanan mempengaruhi kualitas permukaan benda kerja dan memberi dampak kekuatan tarik pada benda kerja. Kekasaran permukaan yang tinggi mengakibatkan retakan yang menjadi awal konsentrasi tegangan terpusat pada daerah tersebut. Kekasaran permukaan yang rendah memiliki kekuatan tarik yang tinggi begitu pun sebaliknya kekasaran permukaan yang tinggi memiliki kekuatan tarik yang rendah.

Menggunakan mesin CNC dengan pengaturan parameter yang tepat dapat mengurangi kerugian dalam produksi skala besar dan mesin CNC yang digunakan dengan parameter pemesinan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas di dalam industri karena mesin CNC memiliki keakuratan tinggi dan dapat menghasilkan produk yang seragam dengan kualitas yang baik.

#### Ucapan Terimakasih

Dalam penelitian ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuannya sehingga penulis berhasil melaksanakan penelitian ini sampai selesai.

#### Referensi

- [1] A. Zubaidi, I. Syafa'at, dan Darmanto. 2012. "Analisis pengaruh kecepatan putar dan kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan material FCD 40 pada mesin bubut CNC". Majalah Ilmiah Momentum, Universitas Wahid Hasyim Semarang. Hal 40-47.
- [2] Prasetyo, M. H., dan Irfah, M. A. 2014. "Pengaruh jenis pahat, kecepatan spindle, dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan baja S45C dengan

- menggunakan *software mastercam* pada mesin mori seiki CL2000”. JTM Vol 3 No (1), hal 141–146.
- [3] Putra, I. eka, & Adil, R. 2016. “Pengaruh kecepatan asutan dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan aluminium pada bubut CNC TU-2A”, Jurnal Momentum Vol. 18, No (1), hal 119–123.
- [4] Priyatmojo, Anjar. 2019. “Pengaruh kecepatan *spindle* dan kedalaman pemakanan proses CNC *frais* terhadap kekasaran permukaan *remelting* blok silinder”. Jurnal Kompetensi Teknik, Vol. 11, No.1, hal. 25-29.
- [5] Syamsul Allam, Tri. 2020. “Pengaruh laju pemakanan dan kedalaman pemakanan pada proses CNC *turning* terhadap tingkat kekasaran permukaan baja ST 60” Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 12, No.1, hal 31-38.
- [6] Schey, John A. 2009. Proses Manufaktur (*Introduction to Manufacturing Processes*). Yogyakarta : Andi.
- [7] Iskandar, Wahyudi. 2016. “Analisa teoritis kebutuhan daya mesin bubut *Gear Head Turret*”. Program studi teknik mesin. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Muksin R. Harahap dan Aris Suriyanto, 2018. “Pengaruh kondisi pemotongan baja karbon SC-1045 menggunakan pahat HSS terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan”. Jurnal UISU VOL. 2 NO. 2 , Universitas Islam Sumatra Utara. Hal 69 – 76.
- [9] Vorburger ,T.V. dan J. Raja. 1990. “*Surface Finish Methodoly Tutorial*”. U.S. Department of Commerce National Institite of Standards on Thenology: Gaithersburg, MD 20899
- [10] Standar ISO 1302 : 1996 dan Standar DIN 4768 : 1981.
- [11] Rochim, Taufiq. 1993. “Teori dan Teknologi Proses Permesinan”. Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung.
- [12] Davis, Joseph R. 2004. “*Tensile testing* 2nd edition”. USA: ASM International.
- [13] Yuwono, Akhmad Herman. 2009. “Penguujian merusak (destructive testing)”. Buku panduan praktikum karakterisasi material 1. Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [14] Gian, Reginald. 2016 “Carbon Steel S45C” PT Globalindo Anugrah Abadi.
- [15] Raheem, Zainab. 2019 “E8/E8M – 13a Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials 1” Baghdad University College of Science.