

Analisa Kekasaran Permukaan Besi ST-41 Hasil Pembubutan Lurus Pengaruh Cairan Pendingin Dengan Alat Uji *Surface Roughness*

Tomi Abdillah^{1*}, Fadlah Kaumenni Sinurat¹

¹)Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Tjut Nyak Dhien Medan

*Email: tommy.abdillah@gmail.com, fadlahsinurat80@gmail.com

ABSTRACT

Coolant has special uses in the lathe machining process. In addition to extending tool life, coolant in some cases can reduce force and smooth the surface of the manufactured product. This study aims to determine the effect of differences in the use of coolant on the surface roughness of the hinge cylindrical turning (hinge) of ST 41 iron material. The choice of this material is because it is often used in machining tools and the price is economical. This type of research is experimental research conducted in a laboratory. This study uses quantitative methods. In the multilevel straight turning process as many as 3 hinge work pieces using 3 types of coolant (coolant). Hinge work piece A uses water cooling without a mixture, hinge work piece B uses water cooler with a mixture of coolant (coolant) and hinge work piece C uses lubricant coolant. The turning of the three hinge work pieces is done by cylindrical turning. The results showed that the use of the lowest mean surface roughness cooling type was water cooler with a mixture of coolant (1,254 mm), the highest type of surface roughness average value was oil cooler (1,850 mm). While the average value of moderate surface roughness is the type of coolant (1,489 mm).

Keywords: Coolant, Metal cutting, surface lathe, roughness

PENDAHULUAN

Proses bubut adalah proses permesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses permesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata dengan benda kerja yang putar, dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single point cutting tool*), dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja. Tiga parameter utama pada setiap proses bubut ada kecepatan (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Dalam proses pembubutan benda kerja diperlukan penentuan besar sudut pahat dan cairan pendingin (*coolant*). Bentuk dan kekasaran permukaan produk yang dihasilkan dari proses mesin perkakas mesin bubut memiliki pengaruh dan peranan yang penting. Hal ini disebabkan oleh bentuk dan kekasaran permukaan produk tersebut berkaitan dengan keausan, gesekan, sistem pelumasan dan lain-lainnya. Setiap benda kerja hasil proses permesinan akan memiliki bentuk dan kekasaran permukaan tertentu seperti permukaan yang halus, kasar dan mengkilap.

Proses permesinan akan menentukan kekasaran permukaan pada *level* tertentu dimana kekasaran permukaan tersebut dapat dijadikan acuan untuk evaluasi produk pemesinan. Kekasaran permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil, tetapi terkadang sebuah produk membutuhkan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya. Salah satu produk yang dituntut memiliki kekasaran permukaan yang rendah adalah engsel (*Hinge*). Dimana engsel digunakan untuk pintu besi yang memiliki pasangan. Maka pengerjaan pembubutan dituntut harus halus agar keausan dapat dikurangi. Material engsel yang sering digunakan adalah VCN (*AISI 4340*), VCL (*AISI 4140*) dan ST. 41, dimana material ini

memiliki sifat yang berbeda-beda.[1]

Proses pemesinan poros dapat dilakukan dengan menggunakan mesin bubut dimana sering diperoleh nilai kekasaran permukaan yang tidak sesuai dengan yang diinginkan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan makan, kedalaman potong, putaran dan jenis material pahat. Selain itu faktor mesin bubut dan operatornya juga berperan dalam produk yang dihasilkan. Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari poros yang halus dari proses bubut dapat dilakukan dengan pemilihan mata pahat, penentuan *feeding* dan kedalaman potong yang sesuai dengan kebutuhan. Ketajaman dan kekuatan dari mata pahat sangat berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini difokuskan pada penggunaan beberapa material pahat dan benda kerja untuk mengetahui pengaruh jenis pahat dan benda kerja terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dan lamanya waktu pemotongan.

Mesin Bubut (Turning)

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris, namun dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian *spindel* dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.

Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempelkan pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya.



Gambar 1. Mesin Bubut

Besi ST 41

ST-41 adalah baja karbon rendah sebesar 0,08% - 0,20%, ST memiliki makna baja atau disebut dengan stell, sedangkan 41 memiliki makna kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 40 kg/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa ST-41 merupakan baja struktural dengan kekuatan tarik sebesar 40 kg/mm². Baja ini mempunyai karakteristik dan peranan penting dalam kehidupan sehari-hari, sifat keuletan yang tinggi, ketangguhan dan mudah dibentuk namun kekerasannya rendah[2][3].

Kekasaran Permukaan

Permukaan merupakan suatu titik yang memisahkan antara suatu benda dengan sekelilingnya. Bentuk dari permukaan suatu benda memegang peranan penting dalam melakukan perancangan sebuah benda. Karena permukaan suatu benda berkaitan dengan gesekan, keausan, pelumasan dan lain sebagainya. Dalam merancang sebuah benda salah satu hal penting yang juga perlu di perhatikan adalah kekerasan permukaannya. Kekerasan permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil atau halus,

tetapi terkadang sebuah produk memerlukan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya. Namun terkadang dalam praktek di lapangan, di dapati nilai kekasaran permukaan dari sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan.

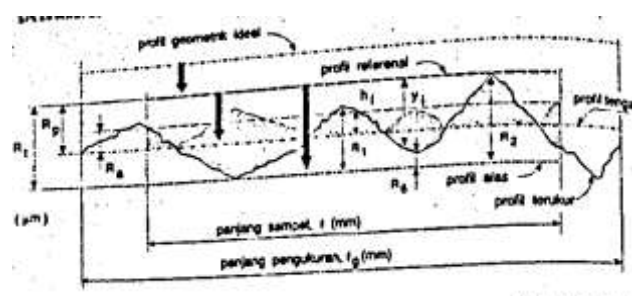
Hal-hal yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan, di karenakan oleh beberapa faktor seperti, pemilihan mata pahat yang kurang tepat atau pahat yang digunakan sudah aus sehingga berpengaruh pada kemampuan pahat tersebut untuk memotong. Selain itu, kesalahan proses atau tahapan yang dilakukan dalam proses pemesinan untuk membentuk atau membuat sebuah produk juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan sebuah benda[4].

Tingkat pertama merupakan ketidak teraturan makrogeometri. Tingkat kedua yang disebut dengan gelombang (*Vaviness*) merupakan ketidak teraturan yang periodic dengan panjang gelombang yang jelas lebih besar dari kedalamannya (amplitudonya). Tingkat ketiga atau alur (*grooves*) serta tingkat keempat yang disebut dengan serpihan (*Flakes*). Keduanya lebih dikenal dengan kekasaran (*roughness*). Dalam banyak hal ke empat tingkatan ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan jarang ditemukan secara terpisah/ tersendiri melainkan kombinasi beberapa tingkat ketidakteraturan tersebut[5].

Parameter kekasaran permukaan

Untuk memproduksi profil suatu permukaan, sensor/ peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu[5][6][7]. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel. Pada Gambar 2. ditunjukkan bentuk profil sesungguhnya dengan beberapa keterangan lain, seperti :

1. Profil *geometric* ideal adalah garis permukaan sempurna yang dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
2. Profil terukur adalah garis permukaan yang terukur.
3. Profil referensi/ puncak/ acuan merupakan garis yang digunakan sebagai acuan untuk menanalisa ketidak teraturan bentuk permukaan.
4. Profil alas adalah garis yang berada dibawah yang menyinggung terendah
5. Profil tengah merupakan garis berada ditengah-tengah antara puncak tertinggi dari lembah terdalam.



Gambar 2. Bentuk Profil Kekasaran Permukaan

Dari gambar diatas, dapat didefinisikan beberapa parameter kekasaran permukaan, yaitu:

1. Kekasaran total (R_t) merupakan jarak antara garis referensi dengan garis alas.
2. Kekasaran perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata antara garis referensi dengan garis terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik (R_a) merupakan nilai rata-rata aritmatik antara garis tengah dan garis terukur.

Coolant (Cairan Pendingin)

Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses bubut, selain memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi[7]. “Dengan cairan pendingin temperatur yang tinggi yang terjadi dilapisan luar benda kerja bisa dikurangi, sehingga tidak merubah stuktur *metalografi* benda kerja”. Proses kimiawi diperkirakan juga terjadi dalam proses bubut. “Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses bubut. Pendingin ini berupa cairan yang disemprotkan pada pahat, pendinginan ini bertujuan untuk mengurangi panas yang timbul pada benda kerja dan mata pahat yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut”

Cairan pendingin yang biasa *dipakai* dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama yaitu :

1. *Straight oils* (minyak murni)
2. *Soluble oils*
3. *Semisynthetic fluids* (cairan semi sintetis)
4. *Synthetic fluids* (cairan sintetis).

Tabel 1 Cairan Pendingin Yang Direkomendasikan Untuk Beberapa Material

Material	Drilling	Reaming	Tapping	Turning	Threading	Milling
Alluminium	Soluble Oil Kerosene Kerosene and Lard Oil	Soluble Oil Kerosene Mineral Oil	Soluble Oil Mineral Oil	Soluble Oil	Soluble Oil Kerosene and Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil Lard or Mineral Oil
Brass	Dry Soluble Oil Kerosene and Lard Oil	Soluble Oil Dry	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Bronze	Dry Soluble Oil and Lard Oil Mineral Oil	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Cast Iron	Dry Soluble Oil Dry jet	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard-Oil Dry	Dry Soluble Oil	Dry Soluble Oil
Copper	Dry Soluble Oil or Lard Oil Kerosene Mineral Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Malleable Iron	Dry Soda water	Dry Soda water	Soluble Oil	Soluble Oil	Lard Oil Soda water	Dry Soda water
Monel Metal	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil	Mineral Oil Sulfurized Oil	Soluble Oil	Lard Oil	Soluble Oil
Steel Alloys	Soluble Oil Sulfurized Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Oil	Soluble Oil	Lard Oil Sulfurized Oil	Lard Oil Mineral Lard Oil
Steel Forging Low Carbon	Soluble Oil Sulfurized Lard Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil

Benda Kerja Fungsi cairan pendingin tersebut adalah

1. Fungsi utama dari cairan pendingin pada proses pemesinan adalah :
 - a. Melumasi proses pemotongan khususnya pada kecepatan potong rendah
 - b. Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan potong tinggi.
 - c. Membuang beram dari daerah pemotongan.
2. Fungsi kedua cairan pendingin adalah :
 - a. Melindungi permukaan yang disayat dari korosi
 - b. Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan.

METODE

Sumber Dan Jenis Data

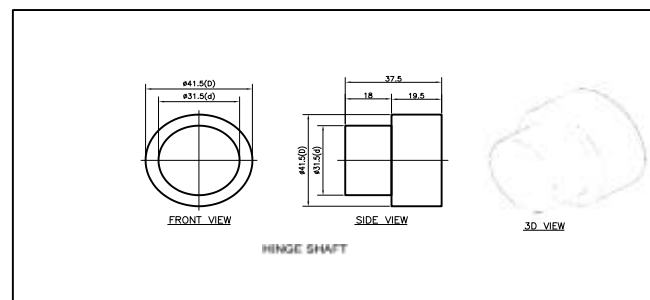
1. Data primer adalah data fakta objektif yang didapat dari penelitian langsung yaitu data proses pembubutan silindris dengan 3 buah benda kerja besi As ST 41 dengan $D = 41,5$ mm dan $d = 31,5$ mm.
2. Data primer hasil pengujian benda kerja dilaboratorium ilmu logam Pendidikan Tinggi Kimia Industri (PTKI) dengan pengujian kekasaran permukaan (*Surface Roughness*).
3. Data sekunder adalah data dalam bentuk olahan data yang diperoleh secara tidak langsung atau diperoleh melalui buku, jurnal dan penelitian terdahulu.

Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai

Berikut :

1. Mesin Bubut CIA MIX Type CS6250B
2. 3 buah benda kerja besi As ST 41
3. 3 varian pendingin (coolant) proses pembubutan : air, oli dan campuran air dengan coolant.
4. Jangka sorong
5. Pahat potong bubut
6. Alat uji kekasaran permukaan (*Surface Roughness*).



Gambar 3. *Hinge Shaft* Beserta Ukuran-Ukuranya



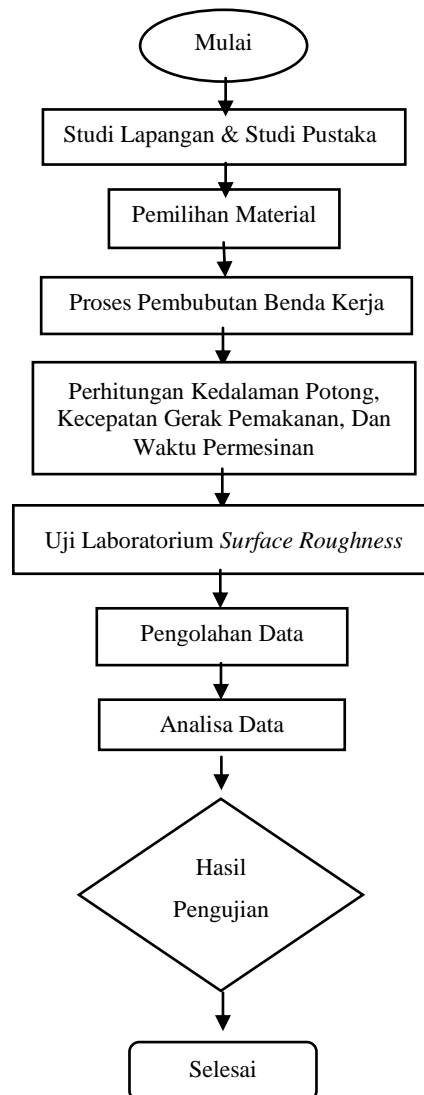
Gambar 4. Benda kerja pengujian ST-41 dan Proses Pembubutan Dengan Pendingin Air



Gambar 5. Proses Pembubutan Dengan *Coolant*



Gambar 6. Proses Pembubutan Dengan Pendingin Oli



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pengaturan Pengerjaan Pada Mesin Bubut ;

Kecepatan Potong Bubut, $V_c = 82,0953$ m/menit

Kedalaman Potong Bubut, $V_f = 120$ mm/menit

Waktu Pemesinan Bubut Rata, $t_m = 0,3125$ menit

Analisa Data Uji Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness*)

Benda kerja yang akan diuji kekasaran permukaannya (*Surface Roughness*) adalah benda kerja engsel (*hinge*) sebanyak 3 benda kerja.

Tabel 2. Hasil Uji *Surface roughness* Benda Kerja A Dengan Media Pendingin Air

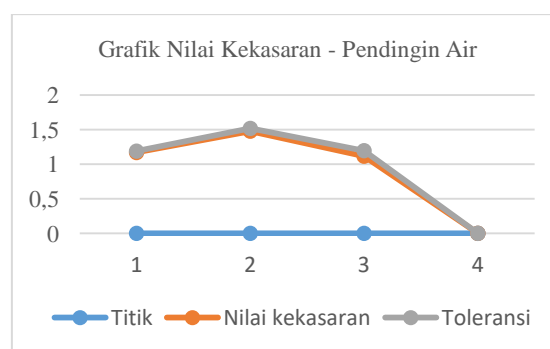
Titik Permukaan	Harga Ra (μmm)	Toleransi (μmm) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	1,169	0,02 – 0,04	19,5
N2	1,478	0,04 – 0,08	19,5
N3	1,116	0,08 – 0,15	19,5
Rata-rata	1,254		

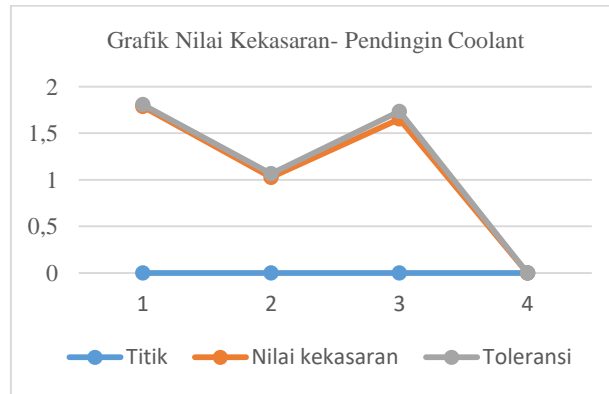
Tabel 3. Hasil Uji *Surface roughness* Benda Kerja B Media Pendingin Campuran Air Dan Coolant

Titik Permukaan	Harga Ra (μmm)	Toleransi (μmm) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	1,788	0,02 – 0,04	19,5
N2	1,026	0,04 – 0,08	19,5
N3	1,654	0,08 – 0,15	19,5
Rata-rata	1,489		

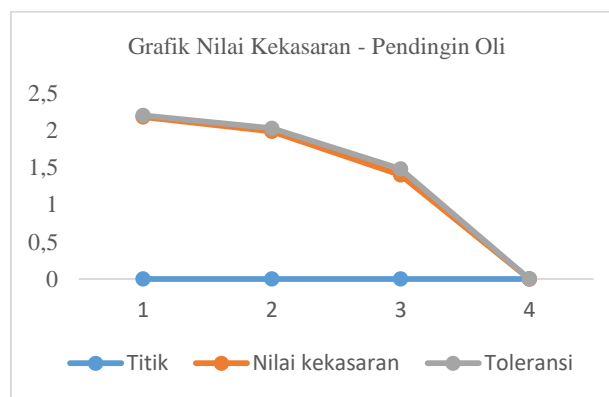
Tabel 4. Hasil Uji *Surface roughness* Benda Kerja C dengan media pendingin Oli (*lubricant*)

Titik Permukaan	Harga Ra (μmm)	Toleransi (μmm) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	2,174	0,02 – 0,04	19,5
N2	1,981	0,04 – 0,08	19,5
N3	1,396	0,08 – 0,15	19,5
Rata-rata	1,850		

Gambar 8. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan (*Surface roughness*) Benda Kerja A dengan media pendingin air.



Gambar 9. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan (*Surface roughness*) Benda Kerja B dengan media pendingin air dan *coolant*.



Gambar 10. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan (*Surface roughness*) Benda Kerja C dengan media pendingin oli (*Lubricant*)

Dari hasil penelitian dapat didapatkan seperti dibawah ini :

1. Material benda kerja yang digunakan adalah Besi As St 41 dengan ukuran $D = 41,5$ mm dan $d = 31,5$ mm.
2. Variasi cairan pendingin penyayatan proses pembubutan adalah air, pelumas atau oli dan *coolant*.
3. Sebelum dilakukan proses pembubutan silindris benda kerja untuk pembuatan engsel (*Hinge*) dilakukan perhitungan permesinan bubut :
 - Kecepatan potong pembubutan : 82,0953 m/menit
 - Kedalaman potong pahat : 5,75 mm
 - Kecepatan gerak pemakanan : 120 mm/ menit
 - Waktu permesinan bubut rata : 0,3125 menit
4. Nilai rata-rata hasil uji kekasaran permukaan (*Surface roughness*) benda kerja A dengan media pendingin air adalah : 1,254 μmm .
5. Nilai rata-rata hasil uji kekasaran permukaan (*Surface roughness*) benda kerja B dengan media pendingin air dan *coolant* adalah : 1,489 μmm .
6. Nilai rata-rata hasil uji kekasaran permukaan (*Surface roughness*) benda kerja C dengan media pendingin oli adalah : 1,850 μmm .

KESIMPULAN

Hasil penelitian perbandingan nilai kekasaran permukaan benda kerja engsel (Hinge) pengaruh pemakaian cairan pendingin proses pembubutan yang paling halus adalah menggunakan media pendingin oli dengan nilai kekasaran yang rendah yaitu 0,23 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. L. Pardede, "PENGARUH VARIASI PEMAKAIAN CAIRAN PENDINGIN (COOLANT) TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BESI AS PUTIH ST 41 HASIL PEMBUBUTAN SILINDRIS ENGSEL".
- [2] T. Mulyanto and A. D. Spto, "Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian dengan Software Solidworks," *Presisi*, vol. 18, no. 2, 2017.
- [3] S. Langkartan, "Analisa Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Tahan pada Proses Hardening Baja St 41 Terhadap Laju Korosi dengan Media Korosi Air Garam.(Analysis of The Effect of Temperature Variation and Holding Time in St 41 steel Hardening Process on corrosion Rate with Salt Water Corrosion Media)." Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2023.
- [4] M. N. Pratama, "The Effect Of Feeding Of Turning St 41 Material With Various Cooling Media On Surface Roughness." Untag 1945 Surabaya, 2019.
- [5] R. N. Siburian, "Pengaruh Parameter Pemotongan Wirecut Electrical Discharge Machine Terhadap Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Hasil Potong Baja xw-5," 2020.
- [6] A. Mufarrih, "Pengaruh Parameter Proses Gurdi Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material KFRP Komposit," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2017, vol. 1, no. 1, pp. 403–410.
- [7] I. R. Putra, E. Indrawan, H. Nurdin, and B. Syahri, "Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ems 45 Pada Proses Finishing Mesin Bubut Konvensional," *J. Vokasi Mek.*, vol. 4, no. 2, pp. 11–17, 2022.