

# Analisis Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Laju Pemakanan Dengan Pendingin CO2 Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Finishing Baja AISI 1045

Rio Abu Rizal <sup>1)</sup>; Asmadi <sup>2)</sup>; Arie Yudha Budiman <sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA

Email: <sup>1)</sup> [riopopay666@gmail.com](mailto:riopopay666@gmail.com) ; <sup>2)</sup> [asmadi.lby@gmail.com](mailto:asmadi.lby@gmail.com) ; <sup>3)</sup> [arieyudhabudiman@gmail.com](mailto:arieyudhabudiman@gmail.com)

## ARTICLE HISTORY

Received [14 Agustus 2025]  
Revised [29 September 2025]  
Accepted [03 Oktober 2025]

## KEYWORDS

Spindle Rotation, Feed Rate,  
Lathe Process.

This is an open access  
article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)  
license



## ABSTRAK

Proses bubut adalah bagian dari pemesinan yaitu untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Bentuk dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata maka dilakukan pengujian dengan 3 variasi putaran spindle dan laju pemakanan untuk melihat pengaruhnya pada permukaan kekasaran benda kerja Selain itu dari penelitian sebelumnya hasil pengujian yang menggunakan variasi N (putaran spindle) dengan Rpm 255, Rpm 585, dan Rpm 900, dan Variasi f (feed) 0.0803 mm/put, 0.1229 mm/put, 0.1700 mm/put, apakah nilai Ra yang didapat mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya putaran spindle, dan meningkatnya laju pemakanan akan membuat permukaan kekasaran benda kerja semakin kasar, variabel yang terkontrol dalam penelitian ini adalah material spesimen baja AISI 1045, kecepatan putaran spindle, fluida pendingin CO<sub>2</sub>. dari hasil data yang didapat hasil nilai Ra yang mengecil berbanding terbalik dengan putaran spindle, dengan kata lain bahwa semakin Besar putaran Spindle maka nilai Ra yang dihasilkan semakin kecil atau semakin halus. Namun sebaliknya semakin cepat laju pemakanan maka berbanding lurus dengan meningkatnya nilai-nilai kekasaran Ra dengan kata lain semakin besar laju pemakanan maka nilai dan hasil dari Ra semakin besar atau semakin kasar.

## ABSTRACT

The lathe process is part of machining, namely The machining process was carried out on the outer surface of a cylindrical or flat workpiece using a lathe machine, followed by testing with three variations of spindle speed and feed rate to determine their effect on the surface roughness of the workpiece. Subsequently, tests were conducted using three different spindle speed and feed rate settings to evaluate their impact on the surface roughness of the resulting workpiece. In addition, from previous studies, the test results using variations of N (spindle rotation) with Rpm 255, Rpm 585, and Rpm 900, and Variation f (feed) 0.0803 mm / rev, 0.1229 mm / rev, 0.1700 mm / rev, whether the Ra value obtained decreased with increasing spindle rotation, and increasing feed rate will make the surface roughness of the workpiece rougher, the controlled variables in this study were AISI 1045 steel specimen material, spindle rotation speed, CO<sub>2</sub> coolant. from the data obtained, the results of the Ra value that decreases are inversely proportional to the spindle rotation, in other words, the greater the spindle rotation, the smaller or smoother the Ra value produced. However, on the contrary, the faster the feed rate, the more directly proportional to the increasing roughness values of Ra, in other words, the greater the feed rate, the greater or rougher the value and results of Ra.

## PENDAHULUAN

Manufaktur adalah proses mengubah bahan mentah menjadi produk yang siap digunakan, melibatkan serangkaian tahapan teknis dengan mesin-mesin canggih. Seiring dengan kemajuan zaman, produk yang dihasilkan terus berkembang pesat, beradaptasi dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu mesin yang sangat penting dalam dunia manufaktur adalah mesin bubut, yang memiliki peran utama dalam hampir semua tahapan fabrikasi yang melibatkan pengerjaan benda kerja berbentuk silinder. Proses pembubutan digunakan untuk memproduksi berbagai komponen mesin seperti poros lurus, poros berulir, poros tirus, dan komponen lainnya yang memerlukan tingkat presisi tinggi.

Kualitas permukaan benda kerja yang dihasilkan pada proses bubut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah gesekan yang terjadi antara pahat dan material benda kerja. Gesekan ini dipengaruhi oleh berbagai parameter proses pemesinan, seperti sudut potong pahat, yang pada akhirnya menentukan tingkat kekasaran permukaan. Permukaan yang kasar dapat menyebabkan peningkatan gesekan antar komponen yang diproduksi, mengurangi efisiensi kerja dan mempercepat keausan komponen mesin. Untuk itu, penting untuk mengurangi gesekan guna memperoleh permukaan yang halus, salah satunya dengan penggunaan pelumas yang tepat. CO<sub>2</sub> sebagai pendingin dalam proses pemesinan masih tergolong baru dan memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi serta keuntungannya dalam mengurangi gesekan dan meningkatkan kualitas permukaan benda kerja (PANEL, JUMLAH, and ... 2006).

Proses pembubutan menjadi sangat penting dalam industri manufaktur, terutama untuk pembuatan komponen-komponen mesin dengan presisi tinggi. Namun, kualitas permukaan yang dihasilkan sering

kali terpengaruh oleh faktor-faktor seperti keausan alat potong dan pemilihan parameter pemesinan yang kurang optimal. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas permukaan adalah dengan menggunakan pendingin yang tepat. Meskipun berbagai jenis pelumas telah banyak digunakan, penggunaan CO<sub>2</sub> sebagai pendingin dalam pembubutan masih jarang diterapkan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi putaran spindle dan laju pemakanan dengan pendingin CO<sub>2</sub> terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut baja AISI 1045.

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bagaimana variasi putaran spindle dan laju pemakanan, dengan penggunaan CO<sub>2</sub> sebagai pendingin, dapat mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja pada proses bubut baja AISI 1045. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kombinasi parameter pemesinan yang optimal untuk menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus serta mengurangi gesekan antara pahat dan material benda kerja.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam peningkatan kualitas proses pembubutan, dengan fokus pada pengurangan kekasaran permukaan dan keausan alat potong. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan memberikan wawasan baru mengenai potensi penggunaan CO<sub>2</sub> sebagai alternatif pelumas yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini juga diharapkan memberikan referensi bagi industri manufaktur dalam menentukan parameter pemesinan yang optimal, guna meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk secara keseluruhan.

## LANDASAN TEORI

Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen terhadap material benda kerja AISI 1045, menggunakan pahat bubut sisipan (insert) yang memiliki sudut potong utama sebesar 90 derajat yang terpasang pada Tool Holder, (Mu'arif, Hanifi, and Santosa 2024). (Rusydi Furqon et al. 2016) melakukan penelitian dengan judul Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja St 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. Mesin bubut ialah yang digunakan untuk mengurangi benda dengan proses penyatan benda yang sedang berputar. Kekasaran permukaan digunakan sebagai indikator kualitas permukaan dalam proses manufaktur. Dalam proses pengujian, biasanya ditentukan terlebih dahulu tingkat kekasaran yang diinginkan. Setelah itu, parameter pemotongan seperti kecepatan pemotongan dan putaran spindle disesuaikan untuk mencapai tingkat kekasaran tersebut. (Sabil, Yusuf, and Sumardi 2017). cairan pemotong ini merupakan sumber dari banyak masalah pencemaran lingkungan. (Budiman and Mohruni 2020) Sedangkan kekasaran permukaan aritmatika (Ra) merupakan variabel respon. Berdasarkan aplikasi dan cara pemilihan cairan pendingin, hal tersebut sangat mempengaruhi kualitas benda kerja dan keausan alat yang digunakan. (Budiman et al. 2021) Dalam proses pemesinan logam, terdapat berbagai parameter yang memengaruhi kualitas hasil akhir dari suatu benda kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana pengaruh kecepatan pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan melalui proses pembubutan. (Afriany et al. 2018). (Mashudi and Susanti 2020) Gerak pemakanan, atau *feed* (*f*), merupakan panjang lintasan yang dilalui oleh pahat dalam satu kali putaran benda kerja, dengan satuan mm per putaran. Besarnya gerak pemakanan ini ditentukan oleh kapasitas atau kekuatan mesin yang digunakan, Baja karbon menengah (medium carbon steel) mengandung karbon 0,3%C - 0,6%C. Baja jenis ini dapat dikategorikan lebih keras dan lebih kuat bila dibandingkan dengan baja karbon rendah. Mesin bubut umumnya digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang berbentuk silindris, namun juga untuk mengerjakan benda yang berbentuk tidak silindris dengan mengganti pencekamnya (chuck). Pahat bubut digunakan sebagai alat potong pada mesin bubut untuk menyayat benda kerja menjadi bentuk yang diinginkan. Tetapi tidak semua baja punya respon yang baik terhadap perlakuan panas, hanya baja yang memiliki kandungan karbon diatas 0,3% karbon punya respon yang baik terhadap perlakuan panas, sedangkan untuk bajadengan persentase karbo(Lubay 2017). (Putra et al. 2022) Pahat berbahan karbida memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan HSS, sehingga lebih cocok digunakan untuk proses pembubutan benda kerja. (Kosasih 2018) Cairan CO<sub>2</sub> (Karbondioksida) adalah bentuk cair dari gas karbondioksida yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri. (Pratama 2022) Kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dari proses pembubutan sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter dalam pemotongan logam. Salah satu faktor penting dalam proses ini adalah kondisi pemesinan yang digunakan. Baja AISI 1045, yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,45%, merupakan jenis baja yang cukup umum digunakan. Namun, dalam penggunaannya, baja ini sering mengalami keausan akibat tekanan dan gesekan. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap gesekan dan memperpanjang umur pakainya, maka diperlukan perlakuan panas seperti proses quenching. (Haryadi, Utomo, and Ekaputra 2021) Baja AISI 1045, Baja kerap mengalami keausan sebagai akibat dari adanya gesekan dan tekanan selama penggunaan. Untuk meningkatkan daya tahan baja terhadap gesekan serta memperpanjang masa pakainya, diperlukan penerapan perlakuan panas berupa quenching. Proses quenching ini memiliki peran krusial dalam meningkatkan karakteristik mekanis dari baja AISI 1045. (Hendri Budiman and Richard Richard 2007) Pahat jenis HSS

merupakan salah satu pahat yang mempunyai kekerasan cukup tinggi. Pahat ini merupakan pahat yang paling sering dijumpai di bengkel bubut bahkan industri sekalipun. Pahat potong HSS memiliki kecepatan potong sebesar 20-30 m/menit. Baja HSS pertama kali dikembangkan pada tahun 1898 dengan menambahkan unsur paduan seperti *krom* dan *tungsten*. (Nugroho and Senoaji 2010) American Iron and Steel Institute (AISI) 1045 ini termasuk dalam golongan baja menengah (Pramono 2011). Baja AISI 1045 mengandung karbon dalam kisaran 0,43% hingga 0,48%. Komposisi kimia lainnya meliputi karbon (C) sebesar 0,40–0,45%, sulfur (S) maksimum 0,05%, fosfor (P) maksimum 0,04%, silikon (Si) antara 0,1–0,3%, mangan (Mn) sebesar 0,60–0,90%, dan molibdenum (Mo) sekitar 0,25%. Selain itu, unsur-unsur seperti tembaga (Cu), aluminium (Al), krom (Cr), dan nikel (Ni) juga dapat ditambahkan dalam jumlah tertentu untuk meningkatkan sifat mekanik baja tersebut.

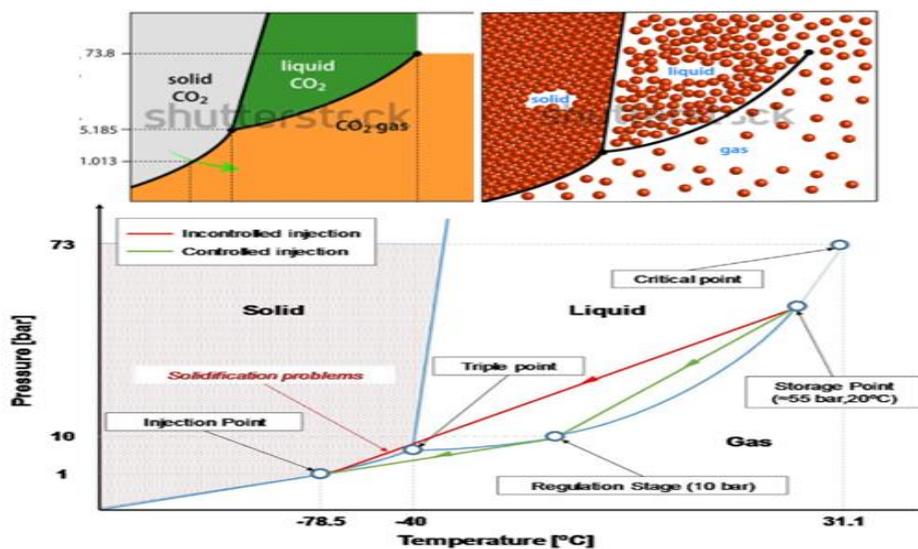
## METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan indeks Ra (ISO,1997) digunakan dalam literatur terkait. Dalam makalah ini, pertama-tama ditunjukkan bahwa penggunaan parameter kekasaran pada permukaan yang diproduksi tidak memadai untuk mengukur kesalahan permukaan. kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan positivistic (data konkrit), data penelitian berupa angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik sebagai alat uji penghitungan, berkaitan dengan masalah yang diteliti untuk menghasilkan suatu kesimpulan.

Diagram alir secara umum ini merujuk pada diagram yang mewakili sistem, proses, dan algoritma dari komputer. Biasanya digunakan untuk merencanakan, mendokumentasikan, menyempurnakan, hingga menggambarkan alur kerja melalui berbagai langkah.

Membuat diagram alir ini bisa membantu Anda dalam mendefinisikan maksud serta cakupan alur kerja. Selain itu, secara kronologis juga bisa membantu dalam melakukan identifikasi tugas yang harus dilakukan. Pertama kali, konsep ini didokumentasikan oleh Frank dan Lilian Gilbreth tahun 1921 dimana mereka mempresentasikan bagan proses alur dengan basis grafis ke ASME (*Assosiate society of mechanical enginers*). Pada penelitian ini menggunakan mesin bubut konvensional type Krisbow KW15-907. yang berada di laboaturium Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang. Alat potong yang digunakan berupa pahat Carbide Inserts dengan kode DCMT 07 02 04-PM 4335, yang merupakan jenis pahat khusus untuk mesin bubut dan difungsikan dalam proses pemotongan serta pembentukan logam..(Hendri Budiman and Richard Richard 2007) Studi ini dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan berikut :

1. Mesin bubut Krisbow KW15-907.
2. Pahat Carbide Inserts DCMT 07 02 04-PM 4335
3. Alat ukur kekasaran permukaan Roughness Tester Mitutoyo Type SJ-310
4. Matrial Baja AISI 1045
5. fluida Pendingin ( Pendingin CO<sub>2</sub> )



**Gambar 1 Diagram Fasa CO<sub>2</sub>**

Titik Tripel adalah satu-satunya titik plot yang di dalamnya terdapat fase padat, cair, dan gas pada material secara bersamaan. Hal ini ditandai dengan kondisi suhu dan tekanan tertentu. Titik Kritis

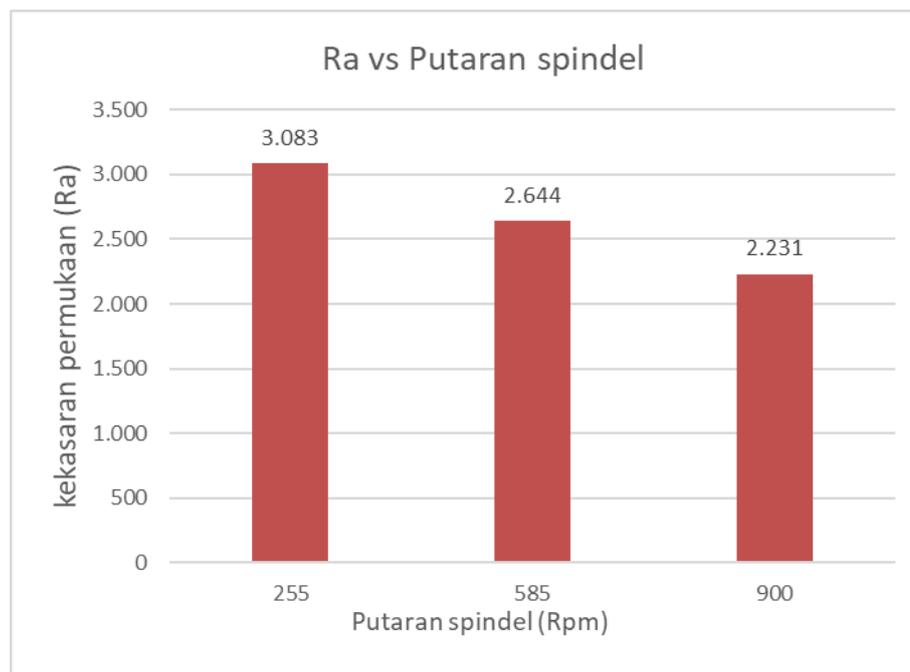
ditandai dengan hilangnya perbedaan antara fase gas dan fase cair. Dalam kasus CO<sub>2</sub>, ketika diekspansi, campuran partikel padat dan gas pada suhu -78,5°C akan muncul. Hal ini menyebabkan fenomena es kering yang menyumbat saluran. Untuk menghindari pembentukan es kering, perangkat kontrol tekanan wajib digunakan. Namun, saluran pasokan yang diisolasi tidak diperlukan. Selain itu, dari sudut pandang lingkungan, CO<sub>2</sub> diperoleh sebagai produk limbah dari proses kimia dan industri, sehingga netralitas lingkungan yang terkait dengan pemesinan kriogenik konvensional tetap terjaga.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

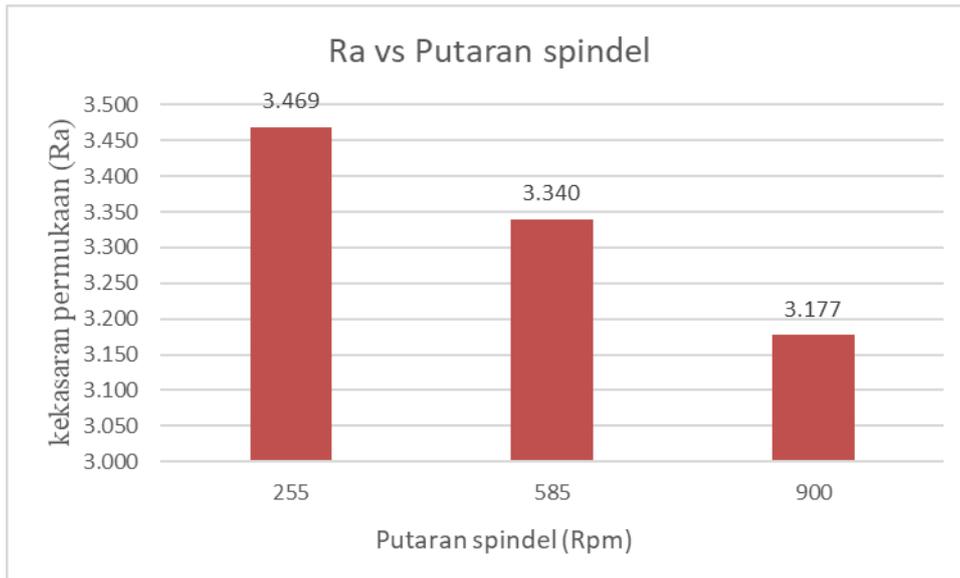
Dari hasil pengukuran didapat data hasil kekasaran permukaan yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya yang dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini

**Tabel 1 Nilai Rata-rata keseluruhan Kekasaran Variasi f (feed) dan Variasi Rpm**

NO	(N) rpm	(f) mm/putaran	Rata – rata (µm)
1	255	0,0803	2.723
2	255	0.1229	3.083
3	255	0.1700	3.469
4	585	0,0803	2.518
5	585	0.1229	2.644
6	585	0.1700	3.340
7	900	0.0803	1.750
8	900	0.1229	2.231
9	900	0.1700	3.177

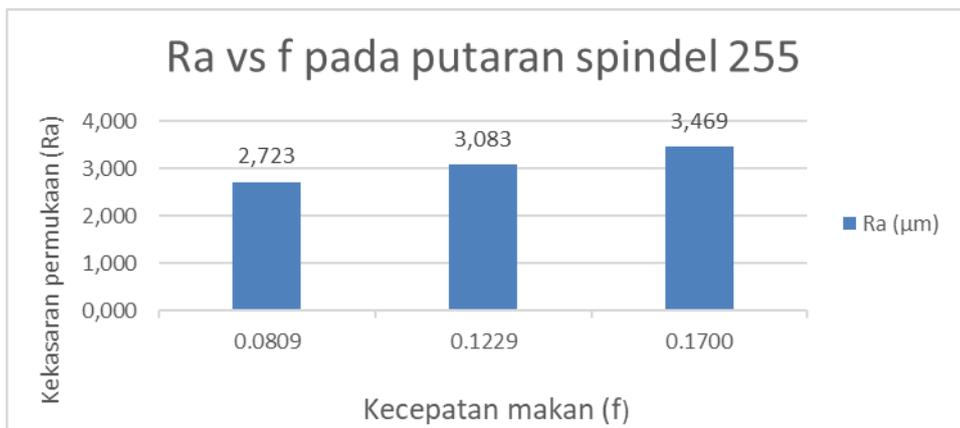


**Gambar 2 Ra pada Variasi Rpm dan (f) mm/putaran 0,1228**



**Gambar 3 Ra pada Variasi Rpm dan (f) mm/putaran 0,1700**

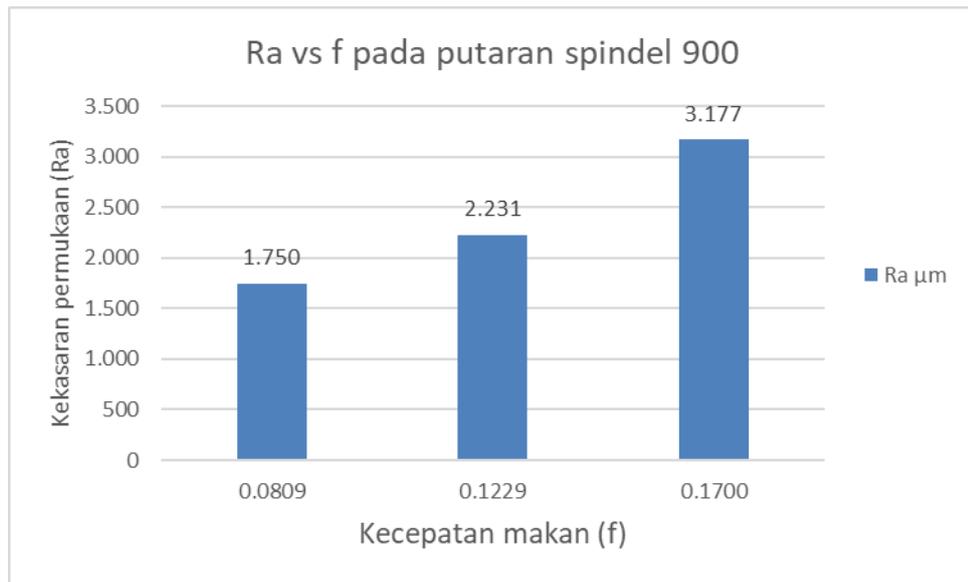
Berdasarkan gambar pada gambar 1, 2, dan 3 variasi N (putaran *spindle*) dengan Rpm 255, Rpm 585, dan Rpm 900, nilai Ra yang didapat mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya putaran *spindle*, dengan kata lain bahwa semakin Besar putaran *Spindle* maka nilai Ra yang dihasilkan semakin kecil atau semakin halus.



**Gambar 4 Ra pada Variasi f (feed) dan Rpm 255**

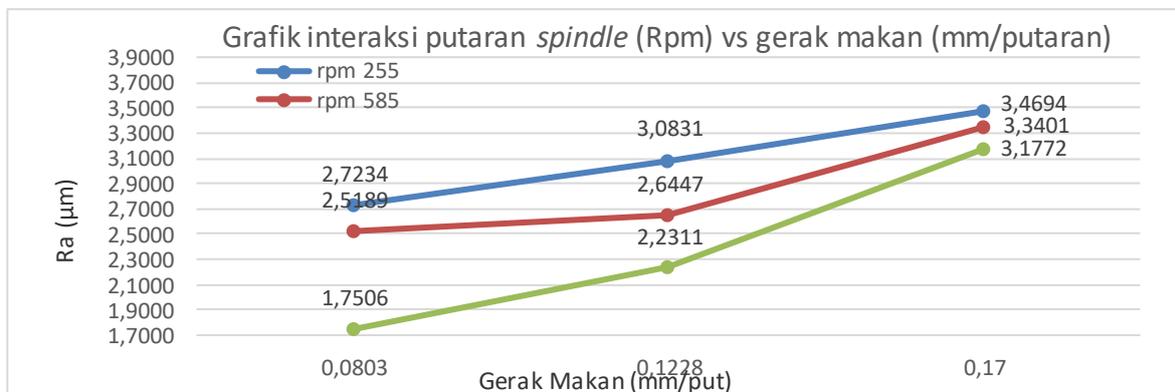


**Gambar 5 Ra pada Variasi f (feed) dan Rpm 585**



**Gambar 6 Ra pada Variasi f (feed) dan Rpm 900**

Berdasarkan pada gambar 5.4, gambar 5.5, dan gambar 5.6, Variasi f (gerak makan) dengan f (feed) 0.0803, 0.1229, 0.1700, didapat nilai Ra naik, dengan kata lain semakin besar gerak makan maka nilai dan hasil dari Ra semakin besar atau semakin kasar.



**Gambar 7 interaksi putaran spindle (Rpm) vs gerak makan (mm/putaran)**

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa pada bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kekasaran permukaan yang terendah dipengujian ini terdapat pada matrial no 7 dengan kedalaman pemotongan 0,4 mm, kecepatan putaran spindle (n) 900 rpm, feeding (f) 0,0803 mm/putaran, dengan jarak pipa pendingin CO<sub>2</sub> 5cm, dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 1.750 μm, putaran spindle berpengaruh terhadap kekasaran permukaan semakin tinggi putaran spindle akan menghasilkan nilai kekasaran yang lebih rendah. Hal ini terjadi Pahat potong memotong material dengan lebih efektif. Semakin besar rpm, pahat potong dapat memotong material dengan lebih efektif karena kecepatan potong yang lebih tinggi dan sayatan pahat lebih sedikit.
2. Nilai kekasaran permukaan yang tertinggi dipengujian ini terdapat pada matrial no 3 dengan kedalaman pemotongan 0,4 mm, kecepatan putaran spindle (n) 255 rpm, feeding (f) 0.1700

mm/putaran, dengan jarak pipa pendingin CO<sub>2</sub> 5cm, dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 3.469 μm, laju pemakanan berbanding lurus dengan kekasaran permukaan logam, semakin tinggi gerak makan akan menghasilkan nilai kekasaran yang lebih kasar. pahat potong memotong material dengan kurang efektif. Semakin besar laju pemakanan, pahat potong dapat memotong material dengan kurang efektif karena sayatan yang lebih besar dan ketebalan chip yang lebih besar

### Saran

1. Pada peneliti selanjutnya disarankan untuk memperhatikan keausan suatu pahat dengan menggunakan *collant* secara terus menerus disetiap sisi mata pisau, salah satunya ditandai dengan penurunan kehalusan permukaan hasil proses pemesinan yang semakin kasar.
2. Gunakan penambahan pengikatan pada selang pendingin CO<sub>2</sub> untuk mengurangi keborosan yang tidak perlu pada saat proses bubut, sehingga dapat menurunkan hasil kekasaran permukaan Ra.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afriany, Reny, Bahrul Ilmi, Asmadi Asmadi, and Imam Effendi. 2018. "Pengaruh Gerak Makan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ss 316L Pada Proses Bubut." *TEKNIKA: Jurnal Teknik* 4(2): 185. doi:10.35449/teknika.v4i2.73.
- Budiman, Arie Yudha, and Amrifan Saladin Mohruni. 2020. "A Review on Thin Walled Cryogenic Machining on Inconel or Aerospace Materials." *Journal of Mechanical Science and Engineering* 7(1): 001–005. doi:10.36706/jmse.v7i1.34.
- Budiman, Arie Yudha, Amrifan Saladin Mohruni, Safian Sharif, Aneka Firdaus, and Bima Satria Nugraha. 2021. "The Influence of Machining Parameters Using Cryogenic Cooling System." *AIP Conference Proceedings* 2338(November). doi:10.1063/5.0070884.
- Haryadi, Gunawan Dwi, Angelius Fredy Utomo, and I Made Wicaksana Ekaputra. 2021. "Pengaruh Variasi Temperatur Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045." *Jurnal Rekayasa Mesin* 16(2): 255. doi:10.32497/jrm.v16i2.2633.
- Hendri Budiman, and Richard Richard. 2007. "Analisis Umur Dan Keausan Pahat Karbida Untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) Dengan Metoda Variable Speed Machining Test." *Jurnal Teknik Mesin* 9(1): 31–39.
- Journal, Perwira, and O F Science. 2025. "Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro." 5(1): 140–44.
- Kosasih, Deny Poniman. 2018. "Pengaruh Proses Brazing Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Pahat Bubut Karbida." *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)* 3(1): 1–6.
- Lubay, Asmadi. 2017. "Variasi Waktu Tahan Pada Proses Austempering Berpengaruh Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Tinggi." *TEKNIKA: Jurnal Teknik* 1(1): 112. doi:10.35449/teknika.v1i1.8.
- Mashudi, Amir, and Nur Aini Susanti. 2020. "Pengaruh Media Pendingin Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut CNC PU." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 9(3): 57–66.
- Mu'arif, Samsul, Rizal Hanifi, and Aa Santosa. 2024. "Analisa Kekasaran Permukaan Material AISI 1045 Pada Proses Bubut Menggunakan Pahat Potong Dengan Sudut Potong Utama Kr 90o Dan Pengaruhnya Terhadap Daya Pemesinan." *Infomatek* 26(2): 297–304. doi:10.23969/infomatek.v26i2.19462.
- Nugroho, Sri, and Kedo Senoaji. 2010. "Pahat Bubut High Speed Steel (Hss) Boehler Tipe Molibdenum (M2) Dan Tipe Cold Work Tool Steel (A8)." *Rotasi* 12(3): 19-26–26.
- PANEL, PKADP, SDANKEP JUMLAH, and ... 2006. "Jurnal Informatika, Manajemen Dan Teknologi." *Repository.Unpas.Ac.Id*. doi:10.23969/infomatek.v26i2.19462.
- Pramono, Agus. 2011. "Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai." *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi* 7(2): 115. doi:10.36055/tjst.v8i2.6710.
- Pratama, Aldodi. 2022. "Pengaruh Industrialisasi Terhadap Emisi CO2 Di Indonesia." *Jurnal Ecodemica Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis* 6(1): 98–110. doi:10.31294/eco.v6i1.11726.
- Putra, Ilham Rinaldo, Eko Indrawan, Hendri Nurdin, and Budi Syahri. 2022. "OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA EMS 45 PADA PROSES FINISHING

MESIN BUBUT KONVENSIONAL.” *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)* 4(2): 11–17.  
doi:10.24036/vomek.v4i1.338.

Rusydi Furqon, Gusti S, Muhammad Firman, Moch P Andi Sugeng Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, and Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Jln Adhyaksa No. 2016. 01 *Jurnal Teknik Mesin UNISKA ANALISA UJI KEKERASAN PADA POROS BAJA ST 60 DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA.*

Sabil, Muhammad, Ilyas Yusuf, and Sumardi. 2017. “Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional.” *Jurnal Mesin Sains Terapan Vol.1 No. 1 1(1):* 1–6.