



# KORELASI KEKERASAN BERBAGAI BAJA KOMERSIAL TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN YANG DIHASILKAN PADA PROSES GERINDA SILINDER KECEPATAN RENDAH TANPA PENDINGINAN

**Wahyu Isti Nugroho**  
Politeknik Negeri Semarang

*Korespondensi penulis: wahyu.istinugroho@polines.ac.id*

**Abstract.** *The surface quality of a metal product in machining work is influenced by the process selection, cutting tools, and material selection. Various classifications of steel types with various alloys to improve the properties and machinability of steel. Cylindrical grinding machining processes are used to achieve surface quality and sizing accuracy of a work. It is necessary to conduct research to study the correlation between the characteristics of the steel and its machining capacity so that it can be used as a reference for users to determine the type of steel for the expected processing results. This study aims to determine whether there is a correlation between the surface roughness produced by cylindrical grinding machining and the mechanical properties of commercial steel. The result obtained is that the higher the Feedrate, the greater the surface roughness value of the grinding results. Material characteristics with higher hardness values will result in lower surface roughness. There is an exception to the correlation of machining characteristics to the mechanical properties of steel in AISI D2 due to the high chromium alloy elements..*

**Keywords:** *Cylindrical grinding, Steel, surface Roughness*

**Abstrak.** Kualitas permukaan suatu produk logam pada pekerjaan pemesinan dipengaruhi oleh pemilihan proses, alat potong, dan pemilihan material yang dikerjakan. Beragam klasifikasi jenis baja dengan berbagai paduan untuk memperbaiki sifat dan mampu mesin baja. Proses pemesinan gerinda silinder digunakan untuk mencapai kualitas permukaan dan akurasi ukuran suatu pekerjaan. Perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari adanya korelasi karakteristik baja terhadap mampu mesin yang dimiliki supaya dapat menjadi referensi bagi pengguna untuk menentukan jenis baja terhadap hasil proses yang diharapkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui apakah ada korelasi pada kekasaran permukaan yang dihasilkan pada pemesinan gerinda silinder terhadap sifat mekanik baja komersial. Diperoleh hasil semakin tinggi Feedrate akan semakin besar nilai kekasaran permukaan hasil gerinda. Karakteristik material dengan nilai kekerasan yang semakin tinggi akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin rendah. Terdapat pengecualian korelasi karakteristik pemesinan terhadap sifat mekanik baja pada AISI D2 disebabkan unsur paduan krom yang tinggi.

**Kata kunci:** *Kekasaran Permukaan, gerinda silinder*

*Received Mei 30, 2023; Revised Juni 10, 2023; Accepted Juni 25, 2023*

*\*Corresponding author; wahyu.istinugroho@polines.ac.id ss*

## LATAR BELAKANG

Pada industri manufaktur, *surface finish* produk yang dikerjakan pada mesin sangat penting untuk menentukan kualitas produk. *Cylindrical grinding* adalah salah satu proses manufaktur digunakan untuk produksi komponen silindris dengan dimensi mencapai ketelitian tinggi dan *surface finish* yang baik. Hasil produksi tersebut dicapai dengan kualitas yang baik apabila selama proses pengerjaan menggunakan pemilihan parameter yang tepat (Rudrapati et al. 2013). Parameter pada proses cylindrical grinding antara lain (i) parameter batu gerinda : abrasive, ukuran butir, grade, structure, bahan pengikat, bentuk dan ukuran, dll; (ii) Parameter benda kerja: *mechanical properties* dan komposisi kimia, dll; (iii) Parameter proses: Kecepatan putaran benda kerja, depth of cut, feed rate, penggunaan cutting fluid; (iv) Parameter mesin: system putaran pada pencekam, dan bentuk meja mesin, dll (Kolhar & Mench 2014).

Proses pemesinan gerinda silinder pada kecepatan rendah, dimana penelitian tersebut banyak dibahas pada pertengahan 1990 an dengan tujuan untuk proses *grinding* pada komponen yang sudah mengalami proses pengerasan permukaan untuk meminimalkan *wear* batu gerinda dan terbakarnya permukaan benda kerja (Brinksmeler & Giwarsew 2001). Pemilihan parameter *low speeds* pada *depth of cut* dalam tidak untuk proses optimasi parameter pemotongan, melainkan untuk menghasilkan geram untuk mengetahui karakteristik material. *chip thickness* dipengaruhi oleh *depth of cut*, semakin dalam *depth of cut* maka semakin besar ketebalan chip yang dihasilkan (George et al. 2013). Semakin besar contact area (diameter batu gerinda dan diameter benda kerja) semakin besar ketebalan *chip* yang dihasilkan (Hecker et al. 2007). Sehingga dengan pemilihan parameter *low speeds* dan besarnya kedalaman potong yang digunakan dapat mempermudah dalam pengamatan *chip formation*.

*Cylindrical grinding* dipakai untuk proses pemesinan pembuatan komponen yang memiliki titik sumbu pusat putaran seperti silinder, ellipse, cam, atau *crankshaft* (Ganesan et al. 2013). Komponen mesin yang dikerjakan pada proses grinding seperti cam dan poros umumnya menggunakan material dasar baja. Baja adalah besi dengan paduan karbon yang memiliki kelebihan pada proses pembentukan dan proses perlakuan panas yang baik. Baja digunakan secara luas sebagai material teknik karena memberikan kemampuan mudah dibentuk, finishing, memiliki kekuatan dan perlakuan panas berbagai temperatur. Tidak ada material lain yang memberikan kemampuan seperti baja sehingga

banyak sekali jenis baja yang beredar dipasaran (Expy 2004). Baja komersial yang beredar dipasaran antara lain AISI 1020, AISI 1045, AISI 1090, AISI 4340, AISI D2.

Pada umumnya untuk mengetahui klasifikasi baja berdasarkan kekerasan dan komposisi kimia dapat dilakukan pengujian kekerasan dan uji komposisi kimia. Kekerasan dan komposisi kimia material berpengaruh terhadap mampu mesin material tersebut. Semakin besar kekuatan tarik baja, maka akan menghasilkan luasan geram yang sedikit, kekerasan material berpengaruh terhadap bentuk geram yang dihasilkan (Setiyana et al. 2005). Berdasarkan penelitian yang sudah ada, perlu dilakukan investigasi apakah terdapat korelasi antara kekasaran permukaan yang dihasilkan proses gerinda terhadap kekerasan material.

Proses gerinda silinder pada kecepatan sangat rendah yaitu kecepatan batu gerinda 37.8m/s, dan kecepatan benda kerja 0.2m/min pada steel 45 dan 20Cr alloy menghasilkan gaya tangensial rata-rata pada butiran sebesar 54.4N; gaya normal rata-rata pada butiran 949.6N untuk batu gerinda grit 14<sup>#</sup> (Feng et al. 2008). Proses gerinda silinder pada kecepatan sangat rendah 0.38-0.41 m/s dengan kedalaman potong 1mm pada material 51 CrV4 *steel* (HV270-300) menemukan bahwa distribusi panas pada permukaan benda kerja lebih rendah dibanding panas pada geram yang dihasilkan (Corbett 2001). Proses gerinda silinder pada kecepatan 0.3-5m/s digunakan untuk pekerjaan material yang sudah mengalami pengerasan untuk mengurangi wear pada batu gerinda dan terbakarnya permukaan benda kerja (Brinksmeler & Giwarsew 2001).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi tingkat kekerasan baja terhadap kekasaran permukaan menggunakan proses pemesinan gerinda silinder kecepatan rendah 100rpm dengan kedalaman potong 0.5mm, batu gerinda WA46K8V pada berbagai baja komersial.

## **KAJIAN TEORITIS**

Terdapat beberapa bentuk chips proses gerinda pada material inconel 718 40HRC, parameter kecepatan potong 650-1320m/min, feedrate 2-5m/min diantaranya *flowing*, *shearing*, *ripping*, *knife*, *slice* dan *melting type* (Tso, 1995).

Nilai volume chips berbanding lurus dengan kekasaran permukaan (Rz) pada benda kerja. Semakin kecil ukuran geram maka menghasilkan permukaan yang baik (Tso & Wu, 1999).

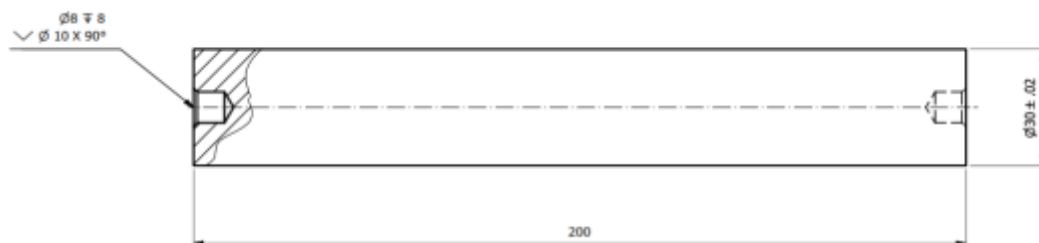
Semakin tinggi kadar karbon baja akan menghasilkan series spark bursts meliputi stars, tongue, sprig, ray dan buds lebih kaya. Baja paduan krom dan nikel menampilkan flower bursts dan stream (Buzzard, 1933).

Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu telah ditemukan berbagai penemuan karakteristik pemesinan terhadap sifat baja. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan apakah terdapat korelasi antara kekerasan baja terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pemesinan gerinda silinder kecepatan spindle rendah pada berbagai baja komersial menggunakan variasi feedrate

## METODE PENELITIAN

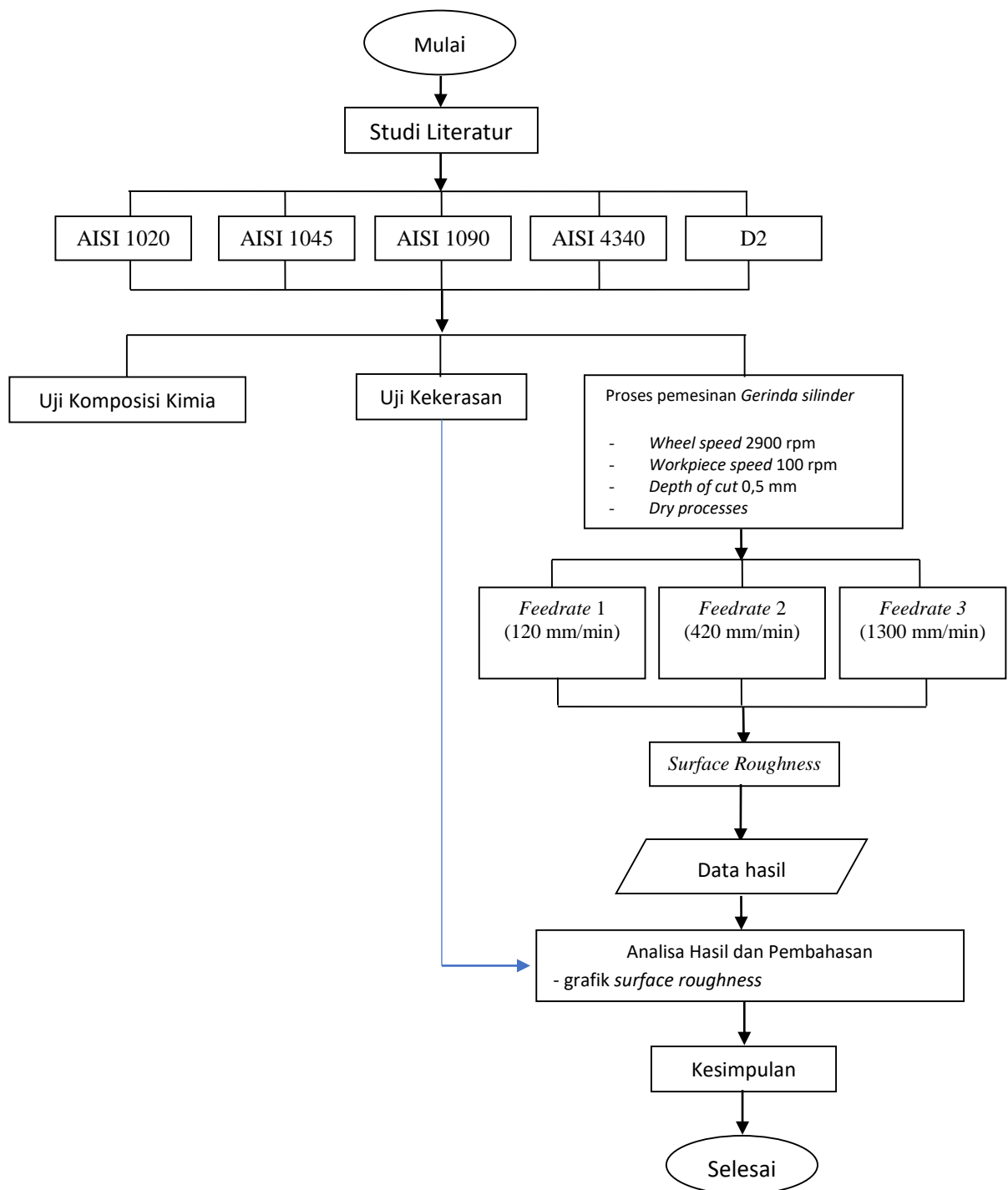
### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah baja komersial dengan standar AISI 1020, AISI 1045, AISI 1090, AISI 4340, dan D2 (Tool Steel). Material yang diperoleh dipasaran kemudian dilakukan pengujian komposisi kimia dan uji kekerasan sebagai validasi material tersebut masuk kedalam 5 material standar yang akan diteliti.



Gambar 2. Material 1) AISI 1020, 2) AISI 1045, 3) AISI 1090, 4) AISI 4340, 5) D2.

KORELASI KEKERASAN BERBAGAI BAJA KOMERSIAL TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN YANG DIHASILKAN PADA PROSES GERINDA SILINDER KECEPATAN RENDAH TANPA PENDINGINAN



GAMBAR 1. Flow Chat Metodologi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

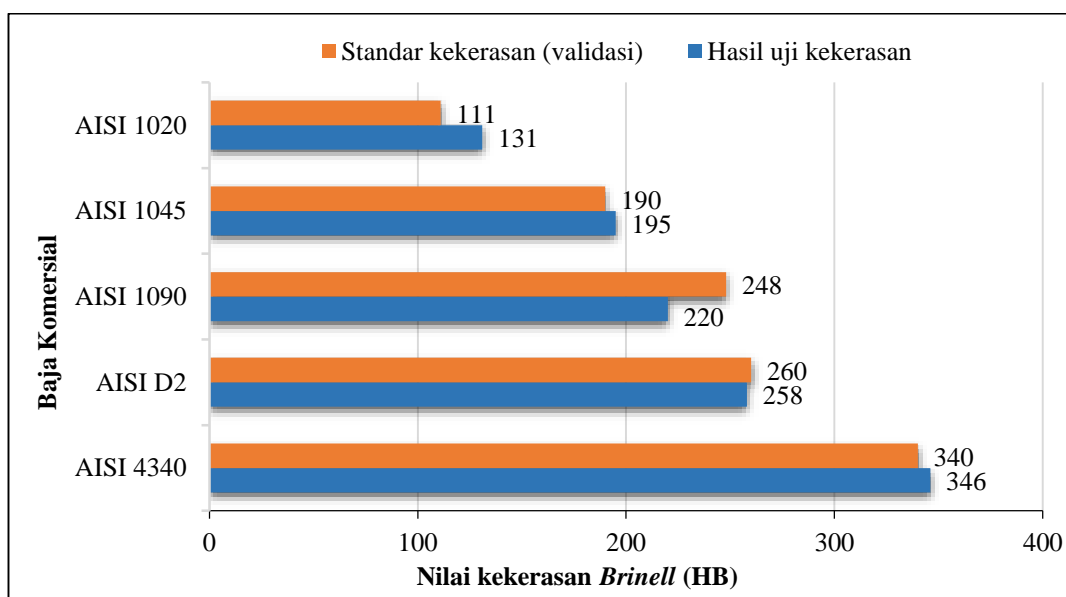
### HASIL UJI KEKERASAN MATERIAL

Hasil uji kekerasan pada baja komersial menggunakan standar Hardness Brinell (HB) ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan berdasarkan standar kekerasan material

No.	Material	Hasil uji kekerasan (HB)	Nilai kekerasan sesuai standar (HB)	Nama Standar
1	AISI 1020	131	111	AISI <i>Composition Limits</i>
2	AISI 1045	195	190	ASTM 519
3	AISI 1090	220	248	AISI <i>Composition Limits</i>
4	AISI D2	258	260	ASTM A681
5	AISI 4340	346	340	Sertifikat Uji Kekerasan Tira <i>Steel Austenit Tbk</i>

Perbandingan antara hasil uji kekerasan dengan standar kekerasan sebagai validasi disajikan pada gambar 3.



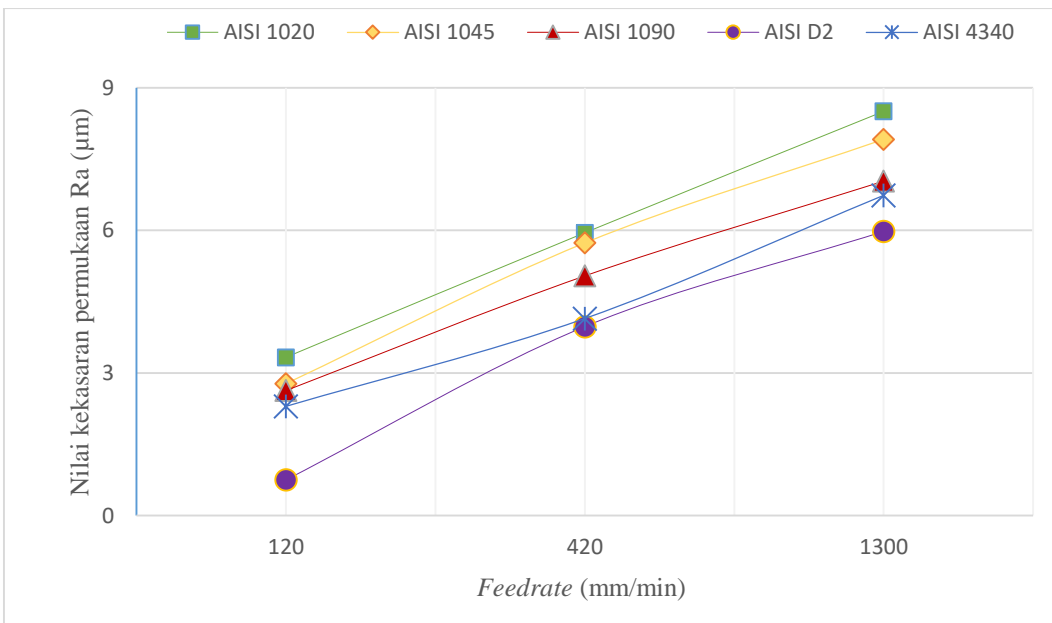
Gambar 4. Grafik hasil uji kekerasan dan standar kekerasan baja komersial

Kekasaran permukaan material

Salah satu tujuan proses gerinda silinder untuk menghasilkan permukaan lebih baik yang tidak mampu dicapai proses pemotongan lain. Hasil nilai kekasaran permukaan dari proses gerinda silinder berbagai baja disajikan pada gambar tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15. Nilai kekasaran permukaan hasil proses gerinda silinder.

Feedrate (mm/menit)	Nilai kekasaran permukaan rata-rata Ra ( $\mu\text{m}$ )				
	AISI 1020	AISI 4340	AISI 1090	AISI D2	AISI 4340
120	3,329	2,778	2,632	0,754	2,296
420	5,949	5,736	5,043	3,978	4,145
1300	8,503	7,913	7,035	5,980	6,738



Gambar 4.13 Nilai kekasaran permukaan baja komersial pada variasi *feedrate*.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9 diketahui nilai kekasaran permukaan paling baik terdapat di baja AISI D2 dengan Ra 0,754  $\mu\text{m}$  pada *feedrate* 120mm/min. Nilai kekasaran permukaan paling tinggi terdapat di baja AISI 1020 dengan Ra 8,503  $\mu\text{m}$  pada *feedrate* 1300 mm/min. Terdapat korelasi antara kekerasan baja AISI 1020, AISI 1045, AISI 1090, dan AISI 4340 terhadap hasil kekasaran permukaan.

Hasil Pengujian

Korelasi karakteristik pemesinan selanjutnya terdapat pada kekasaran permukaan baja hasil gerinda terhadap kekerasan baja yang dikerjakan. Semakin rendah nilai kekasaran permukaan hasil gerinda menandakan semakin tinggi nilai kekerasan baja. Korelasi tersebut terdapat pengecualian pada baja AISI D2 yang memiliki kekasaran permukaan paling rendah tetapi memiliki nilai kekerasan lebih rendah dibandingkan AISI 4340. Terdapat pengecualian korelasi karakteristik pemesinan terhadap sifat mekanik baja pada AISI D2 disebabkan unsur paduan krom yang tinggi. Penambahan paduan krom menyebabkan material memiliki sifat *abrasive resistant* atau kemampuan material tahan terhadap proses abrasif.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui apakah ada korelasi antara karakteristik pemesinan gerinda silinder terhadap sifat mekanik baja komersial. Semakin tinggi Feedrate akan semakin besar nilai kekasaran permukaan hasil gerinda. Karakteristik material dengan nilai kekerasan yang semakin tinggi akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin rendah. Terdapat pengecualian korelasi karakteristik pemesinan terhadap sifat mekanik baja pada AISI D2 disebabkan unsur paduan krom yang tinggi. Penambahan paduan krom menyebabkan material memiliki sifat *abrasive resistant* atau kemampuan material tahan terhadap proses abrasif.

### Saran

Ditingkatkan peralatan bantu kamera digital dan digital microscope untuk menghasilkan pengamatan dan analisa yang lebih akurat.

2. Perlu penelitian lebih lanjut dalam penggunaan variasi jenis batu gerinda dan penelitian gerinda datar untuk menghasilkan batasan penelitian yang lebih luas.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk variasi material Plain karbon steel untuk memperkuat korelasi antara sifat mekanik terhadap karakteristik pemesinan.



4. Hasil penelitian yang beragam kemudian dijadikan sebagai buku. Sehingga dapat dijadikan pedoman atau validasi untuk industri kecil menengah dalam menganalisa material baja melalui pengamatan karakteristik pemesinan.

#### **DAFTAR REFERENSI**

- Anonim. (1984). Mitutoyo Surface Roughness Measurement (katalog).
- Anonim. (2003). Machine Tool Paragon (katalog).
- Anonim. (2010). Kinik Informasi Grinding Wheels (katalog).
- Ardashev, D. V. (2016a). Impact of Grinding Steel Chemical Composition on Chips Grain- size Composition. *Procedia Engineering*, 707–711.
- Ardashev, D. V. (2016b). Photometric Analysis of Chips after Grinding Different Steel. *Procedia Engineering*, 702–706.
- Backer, W. R., Marshall, E. R, dan Shaw, M.C. (1952). The Size Effect in Metal Cutting. *Transactions of ASME*, 61-72.
- Brinksmeler, E. (2001). Chip Formation Mechanisms in Grinding at Low Speeds.
- Buzzard, R. W. (1933). The Utility of Spark Test Steels. Part of Bureau of Standards Journal of Research, II(October), 520–540.
- Corbett, J. (2001). High Efficiency Deep Grinding of a Low Alloy Steel with Plated CBN Wheels. School of Industrial and Manufacturing Science Cranfield University, pp. 2–5.
- Hahn, R. S. (1962). On The Nature of The Grinding Process. In *Proceedings of the Third International Conference on Machine Tool Design and Research*, September 1962 (pp.129-164). Birmingham: Pergamon Press.
- Malkin, S. (2008). *Grinding Technology Theory and Applications of Machining with Abrasives*. New York.
- Mauch, P. D. (2010). *Quality Management Theory and Application*. New York: Taylor and Francis Group.
- Rochim, Taufiq. (2001). *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rowe, W. B. (2009). *Working together to grow libraries in developing countries (First)*. Burlington: Elsevier.

Rusnaldy & Budi Setiyana. (2006). Pengaruh pemakanan(feed) terhadap geometri dan kekerasan geram pada high speed machining processes, Jurnal Rotasi UNDIP. Vol 8, 15–20.

Shaw, M. (1972). Fundamental of grinding. Proceeding of the Interntional Grinding Conference: New Developments in Grinding (pp.221-258), Pittsburgh, Pennsylvania

Stepanov, N. D., Yurchenko, N. Y., Tikhonovsky, M. A., & Salishchev, G. A. (2016). Effect of Carbon Content and Annealing on Structure and Hardness of the CoCrFeNiMn-Based High Entropy Alloys. Journal of Alloys and Compounds.

Trent, E. M. (2000). Metal Cutting (Fourth). Melbourne: Butterworth Heinemann.

Tso, P. (1995). An investigation of chip types in grinding. Materials Processing Technology, 53, 521–532.

Tso, P., & Wu, S. (1999). Analysis of Grinding Quantities Through Chip Sizes, 95(February 1997), 2–8.

Vinay, P. V, & Rao, C. S. (2013). Grinding Mechanics and Advances (Vol. 5). India: Andhra Unversity College of Engineering.

Callister, William D. (2009). Materials Science and Engineering an Introduction, 8th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.