

## EKSPERIMEN INVESTIGASI AUS PAHAT SISIPAN CARBIDA TYPE TNMG331MA PADA PEMBUBUTAN KERING BAJA SS301

Obet Ranteallo<sup>1</sup>, Yafet Bontong<sup>2</sup>, Frans Bethony<sup>3</sup>, Nitha<sup>4</sup>

[takke.ranteallo@gmail.com](mailto:takke.ranteallo@gmail.com)<sup>1</sup>, [yafet.bontong@yahoo.co.id](mailto:yafet.bontong@yahoo.co.id)<sup>2</sup>, [frobethony@gmail.com](mailto:frobethony@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[nithan039@gmail.com](mailto:nithan039@gmail.com)<sup>4</sup>

Universitas Cenderawasih<sup>1</sup>, Universitas Kristen Indonesia Toraja<sup>234</sup>

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menginvestigasi terjadinya aus pahat sisipan Carbida pada pembubutan baja stainless steel 301 dalam kondisipemotongan tanpa media pendingin. Metode pengujian menggunakan mesin bubut konvensional tipe CM6241 x 1000. Pahat sisipan karbida tipe TNMG331MA dengan sudut potong 60 derajat, material proses stainless steel 301 dengan dimensi  $\varnothing 50$  mm x 350 mm, Pemegang pahat sisipan PTGNK 2020K 16, keausan pahat diukur dengan mikroskop digital tipe HD Color CMOS, HS Dsp, 24 bit DSP, OR 2592x1944, 50x DZ, parameter pembubutan, putaran spindel tiga tingkat (N); 850 rpm, 1000 rpm, dan 1300 rpm; pemakanan (f); 0,18 mm/put, 0,22 mm/put, dan 0,28 mm/put; kedalaman potong (a) 1,5 mm konstan. Stainless Steel 301 dengan panjang 350 mm dipegang dalam pencekam tiga rahang. Lama pembubutan tiap tingkat 10, 20, dan 30 menit. Proses pembubutan dalam kondisi kering. Hasil penelitian, nilai keausan pahat sisipan carbida (VB) rendah secara berturut-turut pada menit ke-10, 20, dan 30 sebesar 0,040 mm, 0,050 mm, dan 0,104 mm pada putaran spindel (N) 850 rpm, kecepatan pemakanan (f) 0,18 mm/rev, dan kedalaman pemotongan (a) 1,5 mm, serta tertinggi pada VB sebesar 0,063 mm, 0,100 mm, dan 0,142 mm pada putaran spindel (N) 1300 rpm, kecepatan pemakanan (f) 0,28 mm/rev, dan kedalaman pemotongan (a) 1,5 mm. Mekanisme keausan pahat sisipan carbida terjadi secara proses abrasi.

**Kata Kunci :** Mesin bubut, Pahat sisipan carbida, SS301.

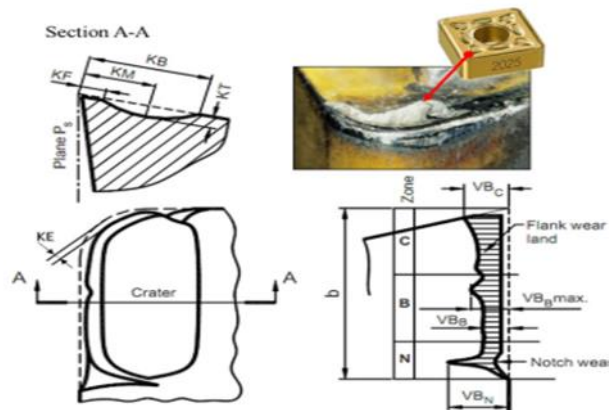
### PENDAHULUAN

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan sebagai hasil pergerakan relative antara permukaan tersebut dengan permukaan lainnya. Kompleksitas proses keausan dapat dibaca dengan mengetahui berbagai variabel yang terlihat, yaitu kekerasan, ketangguhan, kelenturan, modulus elastis, kekuatan tarik, kelelahan, dan struktur permukaan yang saling bertemu, seperti geometri, temperatur, tegangan, distribusi tegangan, koefisien gesek, dan afmosfir dari permukaan yang aus (Abidin, 2010).

Selama proses pemesinan atau pemotongan, pahat potong mengeluarkan atau menyayat material untuk mencapai bentuk, dimensi, dan hasil akhir yang diinginkan. Keausan pahat potong terjadi selama aksi pemotongan dan akan mengakibatkan kegagalan pahat potong atau aus pahat. Ketika keausan pahat potong makin berlanjut sampai batas waktu tertentu maka pahat potong tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan, pahat potong harus diganti. Lama waktu untuk mencapai batas keausan pahat potong tersebut didefinisikan sebagai umur pahat (Tool Life), (Astakhov & Paulo, 2008; Molinari & Nouri, 2003).

Nagesh N. Y, dan Deshpande G.R, (2021), akibat dari keausan pahat potong adalah mengurangi akurasi dimensi benda yang dihasilkan, meningkatnya kekasaran permukaan, meningkatnya gaya pemotongan, meningkatnya suhu pemotongan, kemungkinan terjadinya getaran, menurunkan efisiensi produksi, kualitas komponen, dan meningkatnya biaya. Keausan umumnya terjadi pada pahat potong, yaitu aus tepi (flank wear) dan aus kawah (crater wear), gambar 1. Aus tepi (flank wear) bermula dari aksi abrasive pada fase kedua pada material atau proses abrasive dari ujung pemotongan terhadap permukaan termesin

(Byrd & Ferguson, 1978 ; Kwon, 2000; Ramalingan & Wright, 1981). Aus tepi terjadi pada bidang utama/mayor pahat. Aus kawah (crater wear) diketahui sebagai kombinasi yang kompleks dari berbagai mekanisme keausan seperti adhesi (Asakawa & Hishiguti, 1980), abrasi (Kramer & Kwon, 1985 : Kwon, 2000), dissolusi (Kramer & Kwon, 1985), dan difusi (Cook & Nayak, 1969 ; Trent, 1979). Aus kawah terjadi pada bidang geram pahat. Mekanisme keausan pahat telah diidentifikasi dan diklasifikasikan, diantaranya adhesi abrasi, difusi, dissolusi, dan oksidasi.



Gambar 1. Aus sisi/tepi dan kawah  
Luka Cerce, Franci Pusavec, Janez Kopac, (2015)

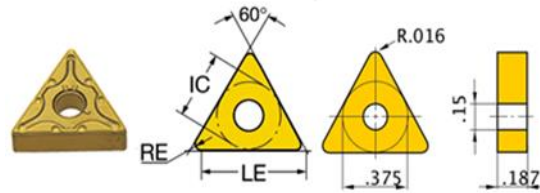
Pada penelitian ini, digunakan stainless steel sebagai material eksperimen untuk mengetahui ketahanan pahat sisipan carbida yang digunakan. Stainless steel 301 merupakan material yang keras dan tahan karat, banyak digunakan dalam bidangomotif dan kedirgantaraan seperti komponen pembuanganomotif, katup temperatur tinggi, ruang pembakaran, komponen mesin jet, alat potong/perkakas, dan bearing (Obet Ranteallo, 2018). Mengetahui karakteristik stainless steel 301 sebagai material dalam proses pemesinan, maka harus digunakan pahat potong yang memiliki sifat lebih keras pula, dipilih pahat sisipan carbida tipe TNMG331 MA. Pahat sisipan carbida memiliki ketahanan terhadap tekanan yang tinggi pada suhu tinggi selama proses pemesinan. Pahat sisipan carbida dengan berbagai tipe, bahan, dan geometri, cocok untuk mengerjakan berbagai macam logam dan paduan. Pahat sisipan carbida ini, telah familiar bagi pengusaha-pengusaha bubut dan mudah didapatkan dari pasaran. Pahat sisipan carbida pengoperasiannya mudah dan praktis, tidak membutuhkan waktu settingan yang lama karena pemegang atau gagang telah tersedia.

Metode operasi pemotongan atau pembubutan dalam kondisi kering, operasi ini dipilih, mengarah ke pemesinan hijau, menggunakan media pendingin udara selama operasi pemotongan atau pembubutan. Umumnya pemesinan untuk memfabrikasi komponen-komponen mesin dilakukan dengan metode pemesinan basah (wet machining), Sreejith & Ngoi (2000). Metode ini, cairan pemotongan dialirkan ke daerah interaksi pemotongan selama proses pemesinan dengan tujuan menurunkan suhu pemotongan dan melumasi bagian-bagian pemesinan sehingga terjaga suatu keutuhan permukaan benda kerja yang diharapkan.

Tonshoff & Mohlfeld (1997), Canter (2003), Sreejith & Ngoi (2000) melaporkan bahwa umumnya cairan pemotongan bekas disimpan dalam kontainer dan kemudian ditimbun di tanah. Jika hal ini terjadi maka bekas cairan pemotongan tidak akan membayakan lingkungan, namun jika sebaliknya maka akan merusak dan mencemari lingkungan. Oleh sebab itu pemesinan kering sudah selayaknya dilakukan selain menjaga kesehatan manusia dan ekologi juga mempunyai tujuan memperbaiki efisiensi, mereduksi biaya produksi, meningkatkan produktivitas dan meminimalkan siklus waktu.

## METODE

Eksperimen dilakukan pada mesin bubut konvensional tipe CM6241 x 1000. Pahat sisipan karbida tipe TNMG331MA dengan sudut potong 60 derajat sebagai pemotong/pembubut benda kerja (gambar 2). Material proses Stainless Steel 304 dengan dimensi  $\varnothing 50$  mm x 350 mm (gambar 3), Sifat mekanik dan kimia material ini dapat dilihat pada jurnal (Obet Ranteallo,2018). Pemegang pahat sisipan PTGNK 2020K 1 (gambar 4). Keausan pahat diukur dengan mikroskop digital tipe HD Color CMOS, HS Dsp, 24 bit DSP, OR 2592x1944, 50x DZ (gambar 5). Parameter pembubutan, putaran spindel tiga tingkat (N); 850 rpm, 1000 rpm, dan 1300 rpm; pemakanan (f); 0,18 mm/put, 0,22 mm/put, dan 0,28 mm/put; kedalaman potong (a) 1,5 mm konstan. Untuk eksperimen, benda kerja Stainless Steel 301 dengan panjang 350 mm dipegang dalam pencekam tiga rahang. Lama pembubutan tiap tingkat 30 menit. Proses pembubutan dalam kondisi kering.



Gambar 2. Pahat sisipan TNMG331MA



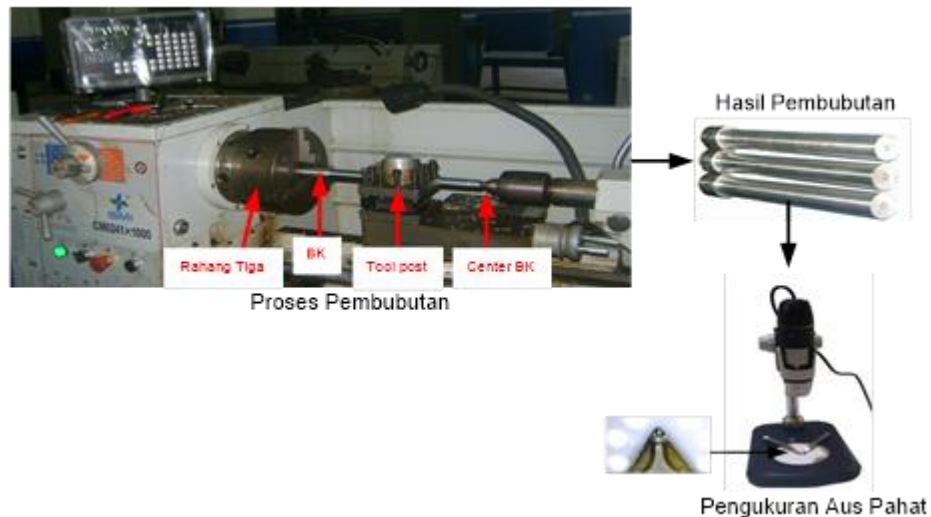
Gambar 3. Stainless Steel 301



Gambar 4. Toolholder PTGNK 2020K 16



Gambar 5. Mikroskop Digital



Gambar 6. Set-Up Eksperimen

Pengujian yang dilakukan dirangkum sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian pada mesin bubut konvensional dengan menggunakan Stainless Steel 301, sebagai benda kerja proses dan pahat bubut sisipan Carbida sebagai pahat potong.
2. Pemotongan dilakukan dengan variasi putaran spindel tiga tingkat, dan kecepatan pemakanan tiga tingkat, serta kedalaman pemotongan satu tingkat yang konstan.
3. Pembubutan atau pemotongan tiap tingkat dilakukan selama interval 10, 20, dan 30 menit.
4. Mengukur keausan sisi/tepi pahat sisipan carbida dengan mikroskop digital.
5. Nilai keausan sisi/tepi pahat sisipan carbida diplot terhadap putaran spindel untuk mendapatkan tren keausan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah menganalisis atau menginvestigasi keausan pahat sisipan carbida pada proses pembubutan Stainless Steel 301 yang dilakukan berdasarkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Pada pembahasan ini hanya menganalisis pada keausan sisi/tepi pahat sisipan carbida tidak menganalisis keausan kawah karena terbatasnya alat ukur. Dengan parameter pemotongan, yaitu putaran spindel ( $N$ ), pemakanan ( $f$ ), dan kedalaman pemotongan ( $a$ ), maka diperoleh nilai keausan pahat, seperti tabel berikut:

Tabel 1. Pembubutan menit ke-10

| No | $N$ (rpm) | $f$ (mm/rev) | $a$ (mm) | $t_c$ (min) | $VB$ (mm) |
|----|-----------|--------------|----------|-------------|-----------|
| 1  | 850       | 0,18         | 1,5      | 10          | 0,040     |
| 2  | 1000      |              |          |             | 0,045     |
| 3  | 1300      |              |          |             | 0,048     |
| 4  | 850       | 0,22         | 1,5      | 10          | 0,043     |
| 5  | 1000      |              |          |             | 0,048     |
| 6  | 1300      |              |          |             | 0,051     |
| 7  | 850       | 0,28         | 1,5      | 10          | 0,054     |
| 8  | 1000      |              |          |             | 0,059     |
| 9  | 1300      |              |          |             | 0,063     |

Tabel 2. Pembubutan menit ke-20

| No | N (rpm) | f (mm/rev) | a (mm) | tc (min) | VB (mm) |
|----|---------|------------|--------|----------|---------|
| 1  | 850     | 0,18       | 1,5    | 20       | 0,050   |
| 2  | 1000    |            |        |          | 0,054   |
| 3  | 1300    |            |        |          | 0,058   |
| 4  | 850     | 0,22       | 1,5    | 20       | 0,075   |
| 5  | 1000    |            |        |          | 0,080   |
| 6  | 1300    |            |        |          | 0,084   |
| 7  | 850     | 0,28       | 1,5    | 20       | 0,090   |
| 8  | 1000    |            |        |          | 0,095   |
| 9  | 1300    |            |        |          | 0,100   |

Tabel 3. Pembubutan menit ke-30

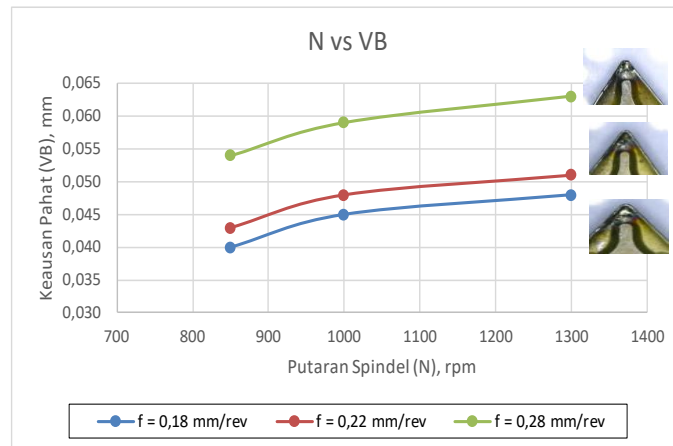
| No | N (rpm) | f (mm/rev) | a (mm) | tc (min) | VB (mm) |
|----|---------|------------|--------|----------|---------|
| 1  | 850     | 0,18       | 1,5    | 30       | 0,104   |
| 2  | 1000    |            |        |          | 0,110   |
| 3  | 1300    |            |        |          | 0,115   |
| 4  | 850     | 0,22       | 1,5    | 30       | 0,120   |
| 5  | 1000    |            |        |          | 0,124   |
| 6  | 1300    |            |        |          | 0,130   |
| 7  | 850     | 0,28       | 1,5    | 30       | 0,132   |
| 8  | 1000    |            |        |          | 0,138   |
| 9  | 1300    |            |        |          | 0,142   |

Tabel 1. menunjukkan pengukuran keausan setelah pembubutan pada menit ke-10 nilai keausan pahat sisipan (VB) 0,040 mm rendah pada putaran spindel (N) 850 rpm, pemakanan (f) 0,18 mm/rev, dan (VB) 0,063 mm tinggi pada putaran spindel (N) 1300 rpm pada pemakanan (f) 0,28 mm/rev.

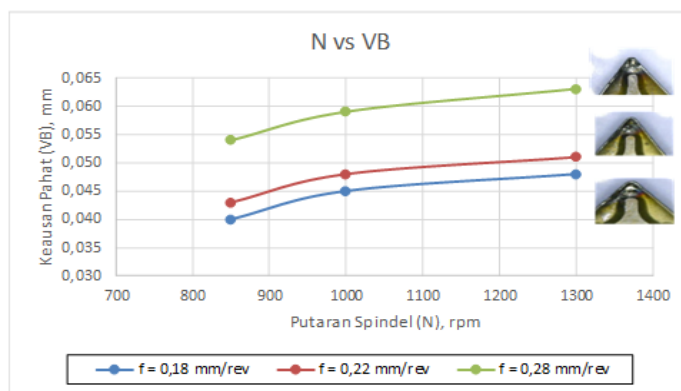
Tabel 2. menunjukkan pengukuran keausan setelah pembubutan pada menit ke-20 nilai keausan pahat sisipan (VB) 0,050 mm rendah pada putaran spindel (N) 850 rpm, pemakanan (f) 0,18 mm/rev, dan (VB) 0,100 mm tinggi pada putaran spindel (N) 1300 rpm pada pemakanan (f) 0,28 mm/rev.

Tabel 3. menunjukkan pengukuran keausan setelah pembubutan pada menit ke-30 nilai keausan pahat sisipan (VB) 0,104 mm rendah pada putaran spindel (N) 850 rpm, pemakanan (f) 0,18 mm/rev, dan (VB) 0,142 mm tinggi pada putaran spindel (N) 1300 rpm pada pemakanan (f) 0,28 mm/rev.

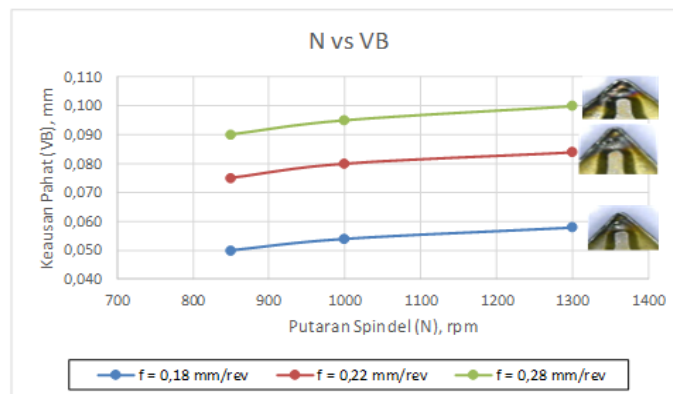
Analisis pengukuran keausan pahat sisipan carbida terlihat pada tabel bahwa putaran spindel dan kecepatan pemakanan meningkat maka tren keausan pahat juga meningkat, nilai keausan pahat maksimum ( $VB_{maks}$ ) 0,142 terukur pada putaran spindel 1300 rpm dan kecepatan pemakanan (f) 0,28 mm/rev.



Gambar 7. N vs VB pada menit ke-10



Gambar 8. N vs VB pada menit ke-10



Gambar 9. N vs VB pada menit ke-30

Gambar 7,8, dan 9, menunjukkan terbentuknya pola keausan pahat khususnya keausan sisi/tepi pada menit ke-10, 20, 30, putaran spindel (N) rpm makin meningkat terlihat tren keausan meningkat pada setiap peningkatan kecepatan pemakanan (f). Nilai keausan pahat potong pada putaran spindel (N), kecepatan pemakanan (f), dan waktu pemotongan pada menit ke-10 (tc) rendah, terus mengalami peningkatan pada menit ke-20 dan terus berlanjut pada menit ke-30, dan pada penelitian ini, nilai keausan maksimum terjadi. Hal ini terjadi karena ketika proses pemotongan atau pemesinan berlangsung, gesekan ujung mata pahat kontak dengan benda kerja, dan gesekan ini mengakibatkan suhu di daerah ujung mata pahat yang kontak langsung dengan benda kerja terus mengalami peningkatan, dalam kondisi suhu pemotongan yang tinggi, akan melemahkan ujung mata pahat potong, dan

terjadilah pengikisan ujung mata pahat oleh benda kerja, dan makin lama ujung mata pahat potong menjadi aus. Selain dari itu, aus pahat juga terjadi karena adanya tekanan benda kerja terhadap ujung mata pahat potong pada meningkatnya putaran spindel dan kecepatan pemakanan, karena kondisi ini geram-geram yang tebal dan turut mengikis sisi pahat potong sehingga sisi pahat potong menjadi aus. Aus pahat juga terjadi karena adanya partikel-partikel keras pada bagian tertentu pada material benda kerja. Dari investigasi terlihat bahwa aus yang terjadi pada pahat potong berada pada bagian tepi/sisi pahat. Mekanisme aus ini termasuk kategori proses aus abrasi. Hal senada dikemukakan Nagesh N. Y dan Deshpande G.R (2023), Obet Ranteallo (2018) bahwa keausan tepi pahat potong akibat parameter pemotongan, tekanan gaya potong, temperature, dan geram-geram benda kerja. Juga, Mohd Fairuz M.R, et al (2020), dalam penelitian mengemukakan bahwa keausan pahat terjadi karena adanya peningkatan suhu pemotongan ketika proses pemotongan berlangsung.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan berdasarkan parameter pemotongan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Nilai keausan pahat potong (VB) rendah secara berturut-turut pada menit ke-10, 20, dan 30 sebesar 0,040 mm, 0,050 mm, dan 0,104 mm pada putaran spindel (N) 850 rpm, kecepatan pemakanan (f) 0,18 mm/rev, dan kedalaman pemotongan (a) 1,5 mm, serta tertinggi pada VB sebesar 0,063 mm, 0,100 mm, dan 0,142 mm pada putaran spindel (N) 1300 rpm, kecepatan pemakanan (f) 0,28 mm/rev, dan kedalaman pemotongan (a) 1,5 mm.
- 2) Mekanisme keausan pahat potong terjadi dari proses abrasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 2010., Mekanisme Keausan Pahat Pada Proses Pemesinan. Jurnal momentum., Vol. 6(1). Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Astakhov, V.P and J.Paulo, D. 2008., Tools (Geo metry and material) and Tool Wear, Machining Fundamentals and recent Advance XIV, 361 pp.222.
- Asakawa, T. and Hishiguti, H. (1980)., Greater wear mechanism of WC-Co tools at high cutting speeds, Wear, Vol. 65, pp. 141-150.
- Byrd, J.D. and Ferguson, B.L. (1978) ., A study of the influence of hard inclusions on carbide tool wear utilizing a powder metal technique, Proceedings of the VIth NAMRC, pp.310– 1315.
- Canter, M. Neil. 2003., The Possibilities and Limitations of Dry Machining, Tribology & Lubrication Technology, ProQuest Science Journals, pg. 30.
- Cook, N.H. and Nayak, P.N. (1969)., Development of improved cutting tool materials, Technical Report of AFML-TR69-185, US Air Force Materials Laboratory.
- Kramer, B.M. and Kwon, P. (1985)., Computational design of coating materials', Journal of Vacuum Science and Technology, Vol. A3(6), pp.2349– 2444.
- Kwon, P. (2000)., Predictive models for flank wear on coated insert, Journal of Tribology, Vol. 122, pp.340–347.
- Luka Cerce., Franci Pusavec., Janez Kopac., 2015., A New Approach to Spatial Tool Wear Analysis and Monitoring. Journal of Mechanical Engineering 61(9), pp.489-497. DOI:10.5545/sv-jme.2015.251.
- Mohd Fairuz Mohd Rashid ., Mohd Hairizal Osman., Mohd Hadzley Abu Bakar., Anis Afuza Azhar., Wan Azahar Wan Yusoff ., Kunlapat Thongkaew., 2020. Tool wear model and wear mechanisms when machining TiAlN ball end mill with high thermal conductivity steel (HTCS 150). Jurnal Tribologi 24, pp.15-26.
- Molianari, A. and Nouri, M. 2003., Modeling of Tool Wear by Diffusion in Metal Cutting, Journal Wear Technology 252, pp. 135-149.

- Nagesh Narendra Yemul & Deshpande G.R., 2021., Analysis Of Tool Wear In Turning Operation Of Aluminium. International Journal Of Innovations In Engineering Research And Technology. Vol.8, (2).
- Obet Ranteallo., Hammada Abbas., Onny Sutresman., Ahmad Yusran Aminy., 2018. The Effect Of Weight Oxide Of  $TiO_2$  against The Flank Wearing Inserts Layer  $TiO_2 + Al_2O_3$  on The Dry Lathing Of The Stainless Steel AISI 301. ARPN Journal Of Engineering And Applied Sciences. VOL. 13 (5), pp. 1658-1661.
- Ramalingam, S. and Wright, P.K. (1981)., Abrasive wear in machining: experiments with materials of controlled microstructure, ASME Transactions – Journal of Engineering Materials and Technology, Vol. 103(2), pp.151–156.
- Sreejith, P.S and Ngoi, B.K.A. 2000,. Dry Machining: Machining of the future, School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technology University Singapore.
- Trent, E. M., 1979., Wear of Metal-Cutting Tools. Treatise On Materials Science And Technology, vol 13. Department of Industrial Metallurgy The University of Birmingham, England.
- Tonshoff, H.K., Mohlfeld, A. 1997., PVD-Coating for Wear Protection in Dry Cutting Operations, Institute for Production and Machine Tools University of Hanover, Germany.