

SKRIPSI
ANALISA ELEMEN HINGGA PADA KENAIKAN
TEMPERATUR DI ZONA PEMOTONGAN
(CUTTING ZONE) DALAM PROSES BUBUT



OLEH:
OKKY WIRANATA
05121065049

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

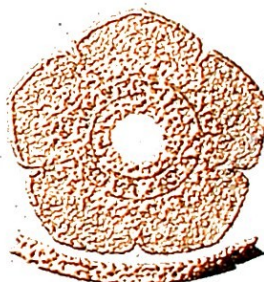
2017

5
621.940 7
044
9
2017



SKRIPSI
ANALISA ELEMEN HINGGA PADA KENAIKAN
TEMPERATUR DI ZONA PEMOTONGAN
(CUTTING ZONE) DALAM PROSES BUBUT

Dijadikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
OKKY WIRANATA
03121005049

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISA ELEMEN HINGGA PADA KENAIKAN
TEMPERATUR DI ZONA PEMOTONGAN
(CUTTING ZONE) DALAM PROSES BUBUT

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

OKKY WIRANATA
03121005049

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Inderalaya, Agustus 2017
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,



Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph.D
NIP. 19640911 199903 1 002

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Agenda No. : 006/:TM/AK/2017
Diterima Tanggal : 22/09/2017
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : OKKY WIRANATA
NIM : 03121005049
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : ANALISA ELEMEN HINGGA PADA KENAIKAN
TEMPERATUR DI ZONA PEMOTONGAN
(CUTTING ZONE) DALAM PROSES PEMESINAN
BUBUT
DIBERIKAN : Agustus 2016
SELESAI : Agustus 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Syadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Inderalaya, Agustus 2017
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,


Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph.D
NIP. 19640911 199903 1 002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “Analisa Elemen Hingga Pada Kenaikan Temperatur Di Zona Pemotongan (Cutting Zone) Dalam Proses Pemesinan Bubut” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Agustus 2017

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi.

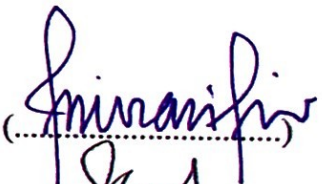
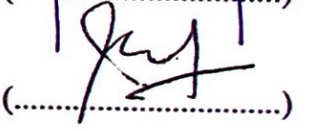
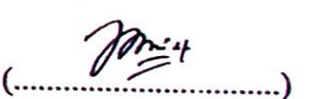
Ketua :

1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT
NIP. 19630719 199003 2 001

()

Anggota :

2. Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004
3. Gunawan, ST, MT, Ph.D
NIP. 19770507 200112 1 001
4. Muhammad Yanis, ST, MT
NIP. 19700228 199412 1 001

()
()
()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



()
Ir. Syadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi

()

Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S.M, Ph.D
NIP. 19640911 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Okky Wiranata

NIM : 03121005049

Judul : Analisa Elemen Hingga Pada Kenaikan Temperatur Di Zona
Pemotongan (Cutting Zone) Dalam Proses Pemesinan Bubut

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Agustus 2017



Okky Wiranata

NIM. 03121005049

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Okky Wiranata

NIM : 03121005049

Judul : Analisa Elemen Hingga Pada Kenaikan Temperatur Di Zona Pemotongan (Cutting Zone) Dalam Proses Pemesinan Bubut

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Agustus 2017



Okky Wiranata
NIM. 03121005049

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Keluarga tercinta, Ayah M. Rusdi R, Mama Sri Astuti, Kak Eddho Ristiano, Kak Ferlan Anggriawan, Mba Ajeng Ferdiana Satiti Ayuningtyas, Sheza Mehwish Anando. Yang memberi dukungan moral dan materil dalam menyelesaikan skripsi ini. Karena mereka semua yang telah membangkitkan semangat bagi penulis. Okky sayang kalian.
2. Bapak Dipl-Ing, Ir.Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak hal dan tidak bisa saya sebutkan semuanya. Beliau merupakan Dosen yang baik, bijaksana, pintar, dan bertanggung jawab. Beliau tak pernah henti memberikan motivasi dan ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. H. Ismail Thamrin, MT selaku dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus pembimbing kedua yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, P.hD selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T. M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama proses perkuliahan.
6. Teman satu tim dalam bimbingan dan penelitian yaitu Akbar Andika, Seftyan Andrianto, Meizan Twista Herbian, dan Al Fiqhi.

7. Rela Faradina, yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Cewek yang selalu marah ketika penulis menyia-nyiakan waktu skripsi. Love you.
8. Keluarga besar Griya Solidarity, Wahyu, Seftyan (Oncom), Vicky Kuncir Ananda (Ler), Anhari, Bembi, Ezief, Faisyal, Raka, Yasir, Akmal, Akbar (Jok), Devry (Es), Redo, Pulo (Pra), Evan, Jusran (Oncak), Yope (Mbing), dan Sahidah (Oneng), terimakasih atas suka duka dalam kebersamaan mencari ilmu dalam perantauan.
9. Keluarga sapamainan sapalalokan, Emil (Bro), Aan (udin), Dika (Pak dadang), Anif (angku), Rizki (kipai), Luthfy (Bob), Fadli (Capaik), Dion, Ojik, Kiki (Kiting), Rizky (Bokir), Afdhal (Suki), Rino (Onir), terima kasih telah menjadi bagian dalam cerita penting di masa hidup perantauan yang tak akan pernah terlupakan.
10. Seluruh Keluarga besar Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya terutama teman-teman seperjuangan angkatan 2012.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Juli 2017

Penulis

RINGKASAN

ANALISA ELEMEN HINGGA PADA KENAIKAN TEMPERATUR DI ZONA PEMOTONGAN (CUTTING ZONE) DALAM PROSES PEMESINAN BUBUT

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 24 Agustus 2017

Okky Wiranata; Dibimbing oleh Dipl-Ing, Ir. Amrifan Saladin M, Ph.D

Finite Element Analysis of Temperature Raise On Cutting Zone in Turning Process

xxvii + 40 halaman, 23 gambar, 8 tabel , 1 lampiran

RINGKASAN

Pada proses bubut, sebagian besar energi yang dibutuhkan untuk pembentukan geram diubah menjadi kalor, maka suhu pada zona pemotongan sangat tinggi. Kalor yang dibangkitkan selama proses pemesinan bergantung terutama pada jenis pahat, material benda kerja, dan parameter proses seperti kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan. Temperatur yang tinggi dalam proses pemotongan memiliki pengaruh yang penting terhadap umur pahat dan integritas permukaan benda kerja. Maka dari itu perlu dilakukan analisa elemen hingga pada kenaikan temperatur di zona pemotongan dalam proses pemesinan bubut. Dari simulasi yang dilakukan didapat bahwa kenaikan temperatur pada zona pemotongan sangat cepat terjadi pada bagian primary zone dibandingkan dengan bagian secondary zone. Hal ini dibuktikan oleh cepat waktu kenaikan pada bagian primary zone yang mencapai temperatur 40,1oC dalam waktu 21,4 detik. Sedangkan pada bagian secondary zone hanya mencapai temperatur 35,93oC dalam waktu 34,2 detik.

Kata Kunci: Elemen Hingga, Kenaikan Temperatur, Zona Pemotongan

SUMMARY

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF TEMPERATURE RAISE ON CUTTING ZONE IN TURNING PROCESS

Scientific paper such as essay, August 24, 2017

Okky Wiranata; Supervised by Dipl-Ing, Ir. Amrifan Saladin M, Ph.D

Analisis Elemen Hingga Pada Kenaikan Temperatur Di Zona Pemotongan (Cutting Zone) Dalam Proses Pemesinan Bubut

xxvii + 40 pages, 23 images, 8 tables, 1 attachments

SUMMARY

At the turning process, most of the energy needed for the formation of rage is converted into heat, the temperature in the cutting zone is very high. Heat is generated during the machining process depends mainly on the type of cutting tool, workpiece material, and process parameters such as cutting speed, depth of cut and motion eat. High temperatures in the cutting process has a critical influence on tool life and surface integrity of the workpiece. Thus it is necessary for finite element analysis on the rise in temperature in the cutting zone in lathe machining processes. From the simulations carried out found that rising temperatures in the cutting zone very quickly occurs in the primary zone than the secondary section zone. This is evidenced by the rapid rise in the time primary zone reaches a temperature of 40.1oC in a time of 21.4 seconds. While in the secondary zone only reaches a temperature of 35.93°C in a time of 34.2 seconds.

Keywords: Finite Element Analysis, Temperature Raise, Cutting Zone

DAFTAR ISI



Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pengesahan Agenda.....	v
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas.....	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan.....	xv
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Tabel	xxiii
Daftar Lampiran.....	xxv
Daftar Simbol.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proses Bubut.....	5
2.1.1 Kondisi Pemotongan Pada Proses Bubut.....	5
2.2 Baja.....	6
2.3 Pahat	7
2.3.1 Jenis-jenis Pahat Potong	8
2.3.2 Material Pahat.....	9
2.4 Temperatur Pemotongan.....	10
2.5 Perpindahan Kalor Secara Konduksi.....	10

2.6	Hubungan Gaya Potong dan Kecepatan Potong.....	11
2.7	Finite Element Method	11
2.8	Autodesk Inventor 2016	12
2.9	Penelitian-penelitian Sebelumnya	12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1	Pendahuluan	15
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	15
3.3	Data Pemesinan	17
3.4	Pemodelan Pahat dan Benda Kerja.....	17
3.4.1	Geometri Model Pahat.....	17
3.4.2	Geometri Model Benda Kerja	18
3.5	Proses Simulasi.....	20
3.6	Hasil Yang Diharapkan	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Pendahuluan	21
4.2	Parameter Pemesinan.....	21
4.3	Laju Perpindahan Kalor Konduksi	21
4.4	Simulation Setup	22
4.4.1	Pemilihan Analysis Type.....	22
4.4.2	Meshing	23
4.4.3	Penerapan Material	24
4.4.4	Penerapan Boundary Condition.....	26
4.4.5	Analysis Parameter	28
4.4.6	Run Simulation.....	28
4.5	Hasil Simulasi.....	29
4.5.1	Hasil Simulasi Pada Primary Zone.....	29
4.5.2	Hasil Simulasi Pada Secondary Zone.....	30
4.6	Pembahasan	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Bubut (Turning Process).....	6
Gambar 2.2	Proses Mekanik Pembubutan	6
Gambar 2.3	Geometri Pahat Bubut	8
Gambar 2.4	(a) Pahat Bermata Tunggal, (b) Pahat Bermata Jamak.....	8
Gambar 2.5	Nilai distribusi temperatur dalam proses bubut.....	11
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2	Pandangan Isometrik Pahat	18
Gambar 3.3	Panjang dan Diameter Benda Kerja.....	19
Gambar 3.4	Pandangan Isometrik Benda Kerja.....	19
Gambar 4.1	Eksport model ke Autodesk Simulation Mechanical 2016 ..	22
Gambar 4.2	Pemilihan Analysis Type	23
Gambar 4.3	Model Yang Sudah Di Mesh.....	23
Gambar 4.4	Pemberian Material Pada Benda Kerja	24
Gambar 4.5	Penerapan Material Pada pahat	25
Gambar 4.6	Boundary Condition Pertama.....	26
Gambar 4.7	Boundary Condtion Kedua.....	27
Gambar 4.8	Boundary Condition Ketiga	27
Gambar 4.9	Parameter Analysis.....	28
Gambar 4.10	(a) Time 0,8s, (b) Time 1,7s, (c) Time 6s, (d) Time 21,4s...	29
Gambar 4.11	Grafik Kenaikan Temperatur Pada Primary Zone.....	30
Gambar 4.12	(a) Time 0,8s, (b) Time 1,7s, (c) Time 5s, (d) Time 34,2s...	31
Gambar 4.13	Grafik Kenaikan Temperatur Pada Secondary Zone.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data Pemesinan	17
Tabel 3.2	Geometri Model Pahat.....	18
Tabel 3.3	Geometri Benda Kerja.....	19
Tabel 4.1	Parameter Pemesinan.....	21
Tabel 4.2	Laju Perpindahan Kalor Konduksi	22
Tabel 4.3	Material Properties	25
Tabel 4.4	Data Kenaikan Temperatur Pada Primary Zone.....	30
Tabel 4.5	Data Kenaikan Temperatur pada Secondary Zone	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Pemodelan Pahat dan Benda Kerja.....	39
---	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin Bubut adalah suatu mesin yang banyak digunakan dalam dunia industri dengan proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Tugas utama dari mesin bubut adalah untuk menghasilkan benda kerja silinder yang diinginkan. Proses pemesinan benda kerja dengan bentuk yang diperlukan dan ukuran dengan memindahkan alat potong baik paralel atau tegak lurus terhadap sumbu rotasi benda kerja yang berputar. Dalam proses ini, kelebihan logam yang tidak diinginkan dibuang atau dihilangkan (Jesudoss, 2011).

Pahat merupakan sebuah alat pemotong yang tajam dan mampu untuk memberikan lebih banyak kemampuan pemotongan dengan waktu yang lama dan cara yang efektif dan halus. Jika tidak memberikan pekerjaan yang memuaskan maka dapat dikatakan sebagai kegagalan alat. Salah satu kegagalan alat terjadi karena hilangnya massa atau berat dalam memotong pada permukaan logam dan sisi benda kerja (Rao, 2013).

Proses pembubutan pada umumnya yaitu suatu proses yang prinsip kerjanya berputar kemudian menyayat benda kerja menggunakan pahat secara memanjang dan melintang. Yang jelas pada proses pembubutan ini ada kontak antara pahat dan benda kerja yang menimbulkan panas. Panas yang tinggi melalui gesekan antara pahat dan benda kerja serta pahat dan geram, sehingga akan mengakibatkan hasil pembuatan benda kerja pada proses pembubutan tidak sesuai yang diharapkan (Markopoulos, 2013). Finite Element Method (FEM) pada prinsip nya mampu memecahkan secara cepat tentang perpindahan panas yang terjadi pada proses pemesinan. namun demikian untuk mengetahui sumber

panas nya harus ditentukan melalui penelitian yang diambil berdasarkan hasil percobaan (Klocke, et al., 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana bentuk visual dari pada temperatur di zona pemotonga pada proses pemesinan bubut.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah menganalisa menggunakan Finite Element Method pada kenaikan temperatur pada zona pemotongan (*cutting zone*) saat proses pemesinan bubut. Software *Autodesk Inventor 2016* digunakan sebagai alat bantu penelitian. Pahat yang digunakan jenisnya pahat HSS sedangkan benda kerja jenisnya Aluminium 2024-T3. Perpindahan panas yang dibahas dalam penulisan yaitu perpindahan panas secara konduksi antara mata pahat dan benda kerjanya saja. Validasi analisa Finite Element Method menggunakan data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan secara paralel dengan penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini :

1. Membuat *FEM-model* dari temperatur zona pemotongan pada jenis Aluminium 2024-T3 dengan menggunakan pahat HSS dengan bantuan program *Autodesk Inventor 2016*.

2. Menganalisa *FEM-model* dan memvalidasi menggunakan data hasil pengujian.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat menganalisa secara visual dimana saja area yang mengalami kenaikan temperatur pada zona pemotongan (*cutting zone*)

DAFTAR PUSTAKA



- El-Hofy, H. A.-G., 2014. *Fundamentals of Machining Processes Conventional and Nonconventional Processes*. 2nd penyunt. Boca Rotong: Taylor & Francis Group.
- Gandy, D., 2007. *Carbon Steel Handbook*. California: EPRI.
- Groover, M. P., 2010. *Fundamentals of Modern Manufakturung*. 4th penyunt. s.l.:John Wiley & Sons. INC.
- Holman, J. P., 2010. *Heat Transfer*. 10th penyunt. New York: The McGraw Hill.
- Jesudoss, G. J., 2011. *General Machinist Theory*. 1st penyunt. Chennai: Government of Tamiladu.
- Jesudoss, G. J., 2011. *General Machinist Theory*. Chennai: Government of Tamiladu.
- Jiang, F., Yan, L. & Rong, V., 2012. Orthogonal cutting of hardened AISI D2 steel with TiAlN coated inserts simulations and experimental. *Springer*.
- Jiang, F., Yan, L. & Rong, Y., 2012. Orthogonal cutting of hardened AISI D2 steel with TiAlN-coated inserts—simulations and experiment. *Springer-Verlag London Limited 2012*.
- Jiang, H., Fan, Z. & Xie, C., 2009. Finite Element analysis of temperature rise in CP-TI during equal channel angular extrusion. *ELSEVIER*, pp. 109-114.
- Klocke, F., Lung, D. & Puls, H., 2013. FEM-Modelling of the thermal workpiece deformation in dry turning. *Procidia CIRP*, pp. 240-245.
- Klocke, F., Lung, D. & Puls, H., 2013. FEM-Modelling of the thermal workpiece deformation in dry turning. *ELSEVIER*, p. 1.
- Kostic, Z. et al., 2012. Comparative Study of CAD Software, Web3D Technologies and Existing Solutions to Support Distance-Learning Students of Engineering Profile. *IJCSI*, 9(4), pp. 181-187.
- Lee, W. B., Wang, H., Chan, C. Y. & To, S., 2013. Finite element modelling of shear angle and cutting force variation induced by material anisotropy in ultra-precision diamond turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, pp. 82-86.
- Liang, S. Y. & Shih, A. J., 2016. *Analysis of Machining and Machine Tools*. New York: Springer.

- Markopolous, A. p., 2013. *Finite Element Method i Machining Processes*. London: Springer.
- Markopoulos, A. P., 2013. *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*. J. Paulo Davim penyunt. Londong, New York: Springer.
- Rao, K. V., 2013. Cutting tool condition monitoring by analyzing surface. *ELSEVIER*, p. 4.
- Rao, K. V., Murthy, B. & Rao, N. M., 2013. Cutting tool condition monitoring bu analyzing surface roughness, workpiece vibration and volume of metal removed for AISI 1040 steel in boring. *Measurement*, pp. 4075-4084.
- Rao, R. V., 2011. *Advanced Modeling and Optimization of Manufacturing Processes*. London: Springer.
- Schindler, S., Zimmermann, M., Aurich, J. & Steinmann, P., 2014. Finite element model to calculate the thermal expansions of the tool the workpiece in dry turning. *Procidia CIRP*, Volume 14, pp. 535-540.
- Shet, C. & Deng, X., 2000. Finite element analysis of the orthogonal metal cutting process. *Journal of Processing Technology*, pp. 96-109.
- Singh, A. P. & Singh, E. R. B., 2016. In metal turning, effect of tool rake angles and lubricants on cutting tool life and surface finish: a review. *IRJET*, 03(02).