

## **PENGARUH SUDUT *TWIST DRILL* TERDAHAP KEKASARAN DAN KEBULATAN PADA PROSES PEMESINAN *DRILLING***

**Arya Rudi Nasution<sup>1\*</sup>, Fauzi S Wahyudi<sup>1</sup>, Chandra A. Siregar<sup>1</sup>, Affandi<sup>1</sup>, Zahrul Fuadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,  
Jln. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan, Sumatera Utara, 20238

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas, Teknik Universitas Syiah Kuala,  
Jln. Tgk. Syech Abdul Rauf No.7, Darussalam, Kota Banda Aceh, Aceh, 23111

\*E-mail: [arya.rudi@umsu.ac.id](mailto:arya.rudi@umsu.ac.id)

Diterima: 12-10-2022

Direvisi: 08-12-2022

Disetujui: 01-06-2023

### **ABSTRAK**

Pendingin dan sudut mata bor merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas benda kerja. Pemilihan coolant dan sudut mata bor berguna untuk menurunkan kekasaran lubang dan meningkatkan presisi lubang hasil pengeboran. Selain itu, cairan pendingin harus mudah terdegradasi di lingkungan agar lingkungan tidak tercemar. Contoh minyak kelapa adalah minyak yang dapat terdegradasi di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh minyak kelapa dan sudut mata bor terhadap kekasaran lubang dan presisi lubang yang diperoleh selama proses *drilling*. Dalam pengujian eksperimental, mesin *drilling* konvensional digunakan untuk pengujian pengeboran. pengujian dilakukan di bawah berbagai parameter pemesinan, yaitu kecepatan putar spindle 1100 rpm, sudut mata bor 130° dan 135°. Berdasarkan parameter tersebut, untuk kecepatan putar spindle 1100 rpm dan sudut mata bor 135° lebih kasar dibandingkan lubang hasil pengeboran untuk kecepatan putar spindle 1100 rpm dan sudut mata bor 130°. Selain itu, kebulatan lubang hasil pengeboran untuk kecepatan putar spindle 1100 rpm dan sudut mata bor 130° lebih presisi dibandingkan dengan kecepatan putar spindle 1100 rpm dan sudut mata bor 135°.

**Kata kunci:** *twist drill; kekasaran; kebulatan; minyak kelapa*

### **ABSTRACT**

*Coolant and twist drill angle is one of the factors that affect the quality of the workpiece. Coolant selection and twist drill angle are useful for reducing hole roughness and increasing drill hole precision. In addition, the coolant must be easily degraded in the environment so that the environment is not polluted. An example of coconut oil is oil that can be degraded in the environment. This study aims to determine the effect of coconut oil and drill bit angle on the hole and hole precision obtained during the drilling process. In experimental testing, conventional drilling machines are used for test testing. the tests were carried out under various machining parameters, namely spindle rotation speed of 1100 rpm, drill bit angles of 130° and 135°. Based on these parameters, the spindle rotation speed of 1100 rpm and the drill bit angle of 135° is rougher than the drilling results for the spindle rotation speed of 1100 rpm and the drill bit angle of 130°. In addition, the roundness of the drilled holes for a spindle rotational speed of 1100 rpm and a drill bit angle of 130° is more precise than the spindle rotation speed of 1100 rpm and a drill bit angle of 135°.*

**Keywords:** *twist drill; roughness; roundness; coconut oil*

## 1. PENDAHULUAN

Pemesinan merupakan teknologi yang masih sering digunakan dalam bidang teknik mesin, khususnya dalam bidang teknik mesin baik dalam dunia akademik maupun industri. Pemesinan saat sekarang ini sudah berkembang pesat dalam instrumen teknologinya. Ini dibuktikan dengan bertambahnya instrument – instrument dari mesin pemesinan yang sekarang sering disebut dengan teknologi numeric control (NC) [1]. Proses pemesinan di industri merupakan sebuah proses yang sangat mengambil peranan penting, dimana cairan pendingin (*collant*) adalah salah satu penentu dari kualitas seperti keakurasiannya hasil serta efisiensi dari proses pemesinan [2].

Saat ini, minyak pendingin berbasis nabati atau ester *biodegradable* semakin meningkat. Memahami fungsi dan berbagai jenis cairan pendingin (*coolant*) sangat penting untuk memaksimalkan kinerjanya selama proses pemesinan [3][4]. Coolant juga berperan dalam memperlambat kerusakan pada tool [5][6]. Keausan pahat memainkan peran penting dalam menentukan kemampuan mesin dari material apa pun. Setiap material menyebabkan mekanisme keausan pahat yang berbeda. Dalam kasus mesin titanium, chipping, takik, dan kegagalan bencana adalah mekanisme kegagalan utama. Keausan pahat juga disebabkan oleh perubahan temperatur akibat gesekan antara permukaan pahat dengan material benda uji yang digunakan [4][7].

Salah satunya proses pemesinan adalah proses *drilling*, proses merupakan salah satu bentuk proses pemesinan konvensional yang secara sederhana dapat dikatakan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) [8]. Pada proses *drilling* pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Serpih hasil proses *drilling* yang biasa disebut dengan geram (*chips*) harus keluar melalui alur helix pahat *drilling* ke luar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kepresisian benda kerja dan keakuratan dimensi dari proses *drilling* itu sendiri [9][10].

Selain itu coolant juga dapat meringankan kerja mesin, penggunaan coolant juga mempengaruhi karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen, yaitu kekasaran permukaan. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesinmesin yang digunakan untuk membuatnya. Kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian. Tingkat kehalusan suatu permukaan memang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan saat pemberian pendinginan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa ongkos yang harus dikeluarkan.

Hasil dari proses pemesinan sangat menjadi salah satu kategori penentu dalam pemesinan. Kekasaran dan kebulatan presisian menjadi salah satu fokus dalam penelitian ini. Penelitian ini sesuai dengan kebaruan dalam bidang pemesinan yang menggunakan cairan pendingin berbasis minyak tumbuhan [11].

## 2. METODE PENELITIAN

Mesin *frais Emco F3* digunakan untuk melakukan proses pemesinan *drilling* dengan menggunakan metode pendinginan menggunakan cairan berbasis nabati minyak kelapa. Mesin *frais Emco F3* juga sering digunakan untuk melakukan proses pemesinan seperti *face mill*, *end mill*, *milling perifer*. Pemesinan *drilling* pada penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil kekasaran yang terjadi pada lubang *drilling* dan melihat *symmetry* dari kebulatan lubang.



Gambar 1. Frais Emco F3

Tabel 1. Spesifikasi Mesin

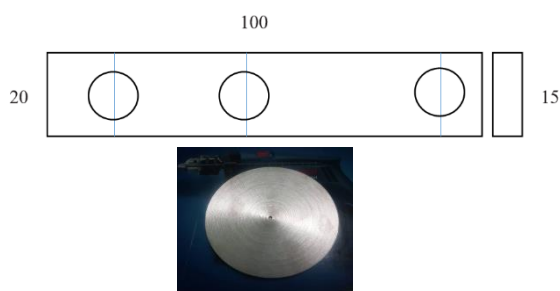
Spesifikasi	
Dimensi	1,30 x 1,20 x 1,80 m,
Berat	500 Kg,
Rentang meja kerja	300 x 200 x 350 mm,
<i>spindle</i>	80 – 2200 rpm,

Material penelitian menggunakan Baja ST45 yaitu baja karbon sedang sesuai dengan komposisi material yang dilakukan, hasil menunjukkan kandungan karbon pada material lebih besar dari 0,30% dengan dimensi  $\phi$  100 mm dan ketebalan 15 mm. Komposisi material ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Baja ST45

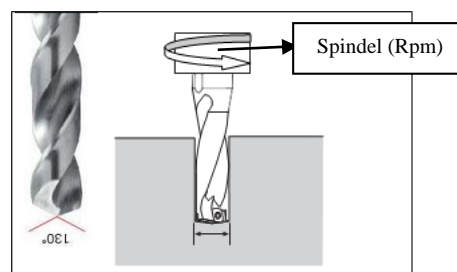
C	Si	Mn	P	S	Cu
0,52	0,31	0,65	0,19	0,02	0,01

Material penelitian dalam penelitian ini adalah material baja ST45. Geometri material ditunjukkan pada gambar 2. Baja ST45 memiliki sifat mekanik dan komposisi material, dimana material baja ST45 termasuk kategori baja karbon menengah karena komposisi karbon pada baja ST45 0,52%.



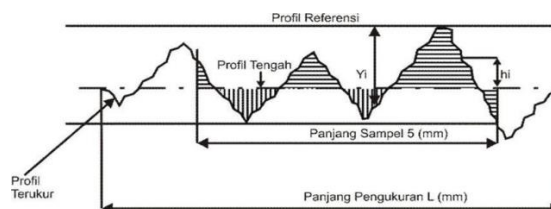
Gambar 2. Geometri material

Lintasan kerja *twist drill* ditunjukkan pada gambar 3. Pengeboran setiap variabel dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan nilai rata – rata kekasaran dan kebulatan. Geometri mata bor (*twist drill*) yaitu  $130^\circ$  dan  $135^\circ$ .



Gambar 3. Lintasan pahat

Pengukuran nilai kekasaran permukaan dilakukan pada setiap hasil pengeboran pada material baja ST45. Pengukuran menggunakan menggunakan Surface Roughness Tester SJ-210. Hasil kekasaran merujuk pada standar pengukuran kekasaran material. Nilai kekasaran pada material sesuai dengan pengerjaan pemesinan pada gambar 3. Terlihat pada tabel 3 untuk nilai kekasaran yang diizinkan pada pemesinan *drilling*.



Gambar 4. Profil Referensi

Tabel 3. Kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya [12]

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga $R_a$
<i>Flat and cylindrical lapping,</i>	N1- N4	0,025
<i>superfinishing</i>	N1-N6	-0,2
<i>diamond turning</i>		0,025
<i>Flat cylindrical grinding</i>	N1-N8	0,025-3,2
<i>Finishing</i>	N4- N8	0,1-3,2
<i>Face and cylindrical turning, milling andreaming</i>	N5-N12	0.4-50.0
<i>Drilling</i>	N4-N16	1,6-12,5
<i>Shapping, planing, horizontal milling</i>	N6-N12	0,8-3,2
<i>Sandcasting and forging</i>	N10-N11	0,8-1,6
<i>Extruding, cold</i>	N6-N8	0,8-3,2
<i>rolling, drawing</i>	N6-N7	0,8-1,6
<i>Die casting</i>		



Gambar 5. Surface Roughness Tester SJ-210

Variabel pengukuran pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4. Pengukuran kekasaran pada penelitian melihat dari standar nilai kekasaran N4-N16 dengan nilai kekasaran Ra 1.6 – 12.5  $\mu\text{m}$ .

Tabel 4. Variabel penelitian

No	Twist drill	Spindel Speed (RPM)	Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )			Kebulatan (mm)		
			I	II	III	I	II	III
1	130 <sup>0</sup>	1100						
2	135 <sup>5</sup>	1100						

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

Hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5, menunjukkan bahwa nilai kekasaran meningkat seiring semakin banyak pengerjaan yang dilakukan. Kekasaran merupakan salah satu nilai ukur dalam sebuah produk, maka nilai kekasaran sangatlah penting untuk diperhatikan dalam proses pemesinan. Pengukuran kekasaran pada material diambil 3 sampel setiap variabel sudut *twist drill*, lubang 1, 2 dan 3.

Tabel 5. Data hasil pengujian kekasaran

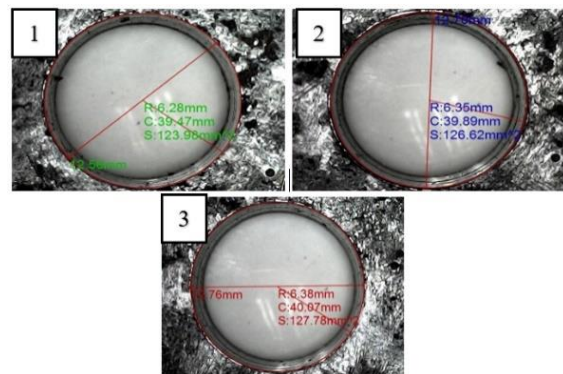
No	Twist drill	RPM	Kekasaran (Ra) ( $\mu\text{m}$ )		
			1	2	3
1	130 <sup>0</sup>	1100	3,653	3,720	4,049
2	135 <sup>0</sup>	1100	2,457	3,457	4,925

Dari data tabel 5 nilai kekasaran pada material diperlihatkan bahwa kekasaran pada lubang 3 di setiap *twist drill* mengalami kekasaran yg besar.

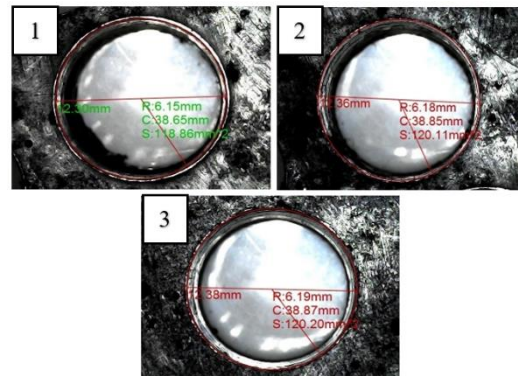
Diameter lubang dari hasil *drilling* menunjukkan perubahan nilai seiring kenaikan nilai kekasaran permukaan, ditunjukkan pada gambar 6. Hasil pengamatan pada diameter lubang menggunakan mikroskop USB dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengukuran kebulatan

No	Twist drill	RPM	Kebulatan (mm)		
			1	2	3
1	130 <sup>0</sup>	1100	12,56	12,70	12,76
2	135 <sup>0</sup>	1100	12,30	12,36	12,38



(A) Hasil pengamatan kebulatan 130<sup>0</sup>



(B) Hasil pengamatan kebulatan 135<sup>0</sup>

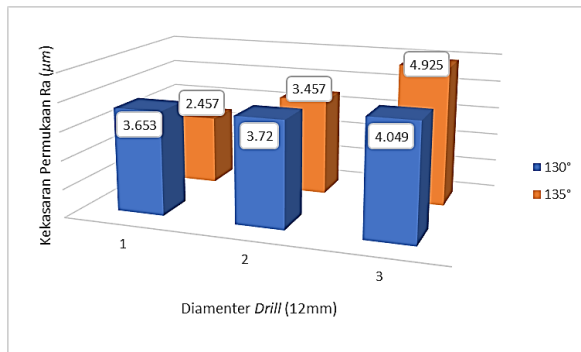
Gambar 6. Hasil Pengamatan Kebulatan

#### 3.2. Pembahasan

Hasil pengukuran kekasaran pada material setelah dilakukannya proses pemesinan *drilling* memakai *twist drill* 130<sup>0</sup> terlihat pada gambar 6, terlihat perbedaan tingkat kekasaran pada tiap lubang perbedaannya sangat jauh tampak pada lubang 1 sudut 130<sup>0</sup> Ra 3,72  $\mu\text{m}$  pada lubang 2 sudut 130<sup>0</sup> Ra 3,65  $\mu\text{m}$  pada lubang 3 sudut 130<sup>0</sup> Ra 4,09  $\mu\text{m}$ . Dapat kita lihat pada lubang 2 sudut *twist drill* 130<sup>0</sup> memiliki tingkat kekasaran paling rendah sedangkan pada lubang

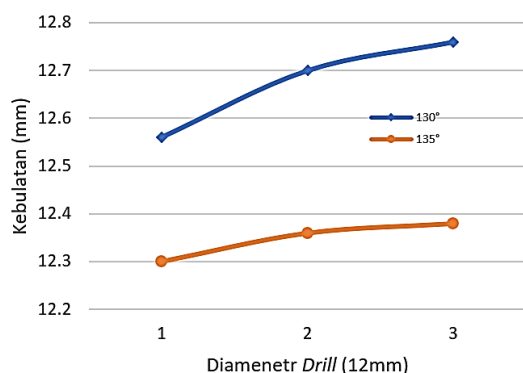


3 dengan sudut *twist drill* 130° memiliki tingkat kekasaran paling tinggi.



Gambar 7. Nilai Kekasaran Permukaan (μm)

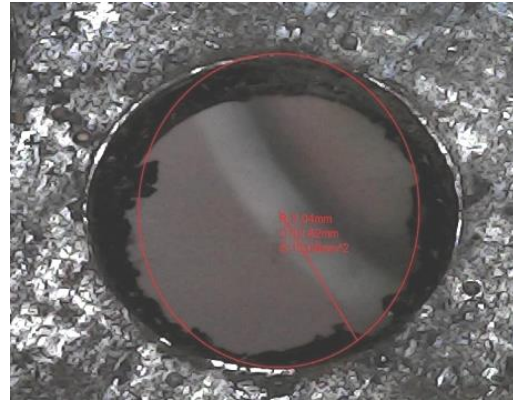
Pada gambar 7, grafik kebulatan tiap lubang hasil pemesian pengeboran dengan tingkat kebulatan yang berbeda, terlihat hasil pengamatan pada sudut *twist drill* 130° dengan diameter *twist drill* diameter 12mm memiliki kebulatan yaitu 12,56 mm sedangkan pada lubang dengan sudut *twist drill* 135° dan diameter *twist drill* 12 mm memiliki tingkat kebulatan yaitu 12,38 mm.



Gambar 8. Nilai Kekasaran Permukaan (μm)

Terlihat pada gambar 8 terdapat grafik berwarna biru dengan sudut *twist drill* 130° dan warna merah sudut *twist drill* 135° diameter *twist drill* 12 mm tampak pembesaran pada tiap lubang hasil pemesian pengeboran nilai kebulatan meningkat di setiap variabel percobaan. Pada hasil pemesian pengeboran nilai kebulatan dan kekasaran saling mendukung, artinya sudut *twist drill* juga menentukan nilai kekasaran dan kebulatan. Proses pemesian menggunakan *collant* sangatlah penting dalam melihat hasil dari produk pemesian. Pada gambar 9 diperlihatkan hasil pengeboran tanpa menggunakan *collant*, hasilnya sangat berbeda dengan penelitian

menggunakan *collant*. Hasil pengamatan kebulatan mencapai 13,09 mm dengan diameter *twist drill* 12 mm. Hasilnya mencapai selisih 1 mm pada pemesian ini.



Gambar 9. Kebulatan tanpa *collant*

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan kualitas dari hasil produk, penentunya adalah pemilihan sudut *twist drill*, *coolant* yang digunakan dan kecepatan putaran *spindle*. Dari penelitian ini nilai kekasaran dan kebulatan tertinggi menggunakan *twist drill* 130°. Meningkatnya nilai kekasaran maka nilai kebulatan juga mengalami peningkatan serta minyak kelapa adalah salah satu cairan yang mampu menahan nilai kekasaran pada proses pemesian. Dari hasil pengamatan nilai kekasaran masih diambang batas dari standar pengukuran kesakasaran.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah mendanai Program hibah internal 2021-2022. No kontrak: Nomor: 012/II.3-AU/UMSU-LP2M/C/2022.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. B. Ambrizal, A. Farooqi, O. I. Alsultan, and N. Bin Yusoff, "Design and Development of CNC Robotic Machine Integrate-able with Nd-Yag Laser Device," *Procedia Eng.*, vol. 184, no. June, pp. 145–155, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.079.
- [2] M. H. Cetin, B. Ozcelik, E. Kuram, and E. Demirbas, "Evaluation of vegetable based cutting fluids with extreme pressure and cutting

- parameters in turning of AISI 304L by Taguchi method,” *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 17, pp. 2049–2056, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.013>.
- [3] N. K. Singh *et al.*, “Performance of CuO nanoparticles as an additive to the chemically modified Nicotiana Tabacum as a sustainable coolant-lubricant during turning EN19 steel,” *Wear*, vol. 486–487, p. 204057, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.204057>.
- [4] K. K. Gajrani, P. S. Suvin, S. V. Kailas, K. P. Rajurkar, and M. R. Sankar, “Machining of hard materials using textured tool with minimum quantity nano-green cutting fluid,” *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 35, pp. 410–421, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.06.018>.
- [5] Affandi *et al.*, “Atmospheric Corrosion Analysis on Low Carbon Steel Plate Profile and Elbow in Medan Belawan District,” *Key Eng. Mater.*, vol. 892, pp. 142–149, 2021, doi: [10.4028/www.scientific.net/KEM.892.142](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.892.142).
- [6] C. Agrawal, J. Wadhwa, A. Pitroda, C. I. Pruncu, M. Sarikaya, and N. Khanna, “Comprehensive analysis of tool wear, tool life, surface roughness, costing and carbon emissions in turning Ti–6Al–4V titanium alloy: Cryogenic versus wet machining,” *Tribol. Int.*, vol. 153, p. 106597, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106597>.
- [7] A. R. Nasution, Z. Fuadi, I. Hasanuddin, and R. Kurniawan, “Effect of vegetable oils as cutting fluid on wear of carbide cutting tool insert in a milling process,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 796, no. 1, 2020, doi: [10.1088/1757-899X/796/1/012001](https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012001).
- [8] M. Varatharajulu, M. Duraiselvam, M. B. Kumar, G. Jayaprakash, and N. Baskar, “Multi criteria decision making through TOPSIS and COPRAS on drilling parameters of magnesium AZ91,” *J. Magnes. Alloy.*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jma.2021.05.006>.
- [9] K. Muralova, J. Bednar, L. Benes, T. Plichta, T. Prokes, and J. Fries, “Production of precision slots in copper foil using micro EDM,” *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, p. 5023, 2022, doi: [10.1038/s41598-022-08957-9](https://doi.org/10.1038/s41598-022-08957-9).
- [10] L. Wei and D. Wang, “Comparative study on drilling effect between conventional drilling and ultrasonic-assisted drilling of Ti-6Al-4V/Al2024-T351 laminated material,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 103, no. 1, pp. 141–152, 2019, doi: [10.1007/s00170-019-03507-6](https://doi.org/10.1007/s00170-019-03507-6).
- [11] L. N. López de Lacalle *et al.*, “Monitoring deep twist drilling for a rapid manufacturing of light high-strength parts,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 25, no. 7, pp. 2745–2752, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2011.02.008>.
- [12] S. Bhattacharyya, H. Chelladurai, and M. Z. Ansari, “Effect of Micro-milling Parameters on Surface Roughness of Soft Metal Cutting and Their Regression Models BT - Recent Advances in Manufacturing, Automation, Design and Energy Technologies,” 2022, pp. 221–228.