

# Analisis Biaya Permesinan Dalam Proses Pengeboran Pada Material Baja ST 37 Dengan Variasi Material Mata Bor

Aqsha Parisya Austin<sup>1</sup>, Firman Yasa Utama<sup>2</sup>, Dyah Riandadari<sup>3</sup>, Ferly Isnomo Abdi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: [firmanutama@unesa.ac.id](mailto:firmanutama@unesa.ac.id)

**Abstrak:** Pada masa kini penggunaan mesin perkakas sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia terutama dalam bidang industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan waktu dan biaya dari setiap jenis material mata bor dan mengetahui pengaruh dari kecepatan dari putaran spindel terhadap pengrajaan pengeboran. Metode penelitian dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yang dimana mesin bor yang digunakan adalah mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360, dengan tiga jenis material mata bor yang berbeda yaitu, mata bor HSS, Kobalt dan Karbida dengan diameter 5mm, dan diujikan pada material benda kerja jenis baja karbon lunak ST 37. Mata bor kobalt memiliki waktu dan biaya relatif rendah dibandingkan dengan mata bor hss dan karbida untuk pengeboran material benda kerja baja ST 37 menggunakan mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360.

**Kata kunci:** Biaya Pengrajaan, Mata Bor, Mesin Bor Semi-otomatis.

**Abstract:** Nowadays, the use of machine tools is needed to meet human needs, especially in the industrial field. This study aims to determine the effect of time and cost comparison of each type of drill bit material and to determine the effect of the speed of the spindle rotation on the drilling process. The research method in this study uses an experimental method, where the drilling machine used is a semi-automatic drilling machine KTK LGT-360, with three different types of drill bit materials, namely, HSS, Cobalt and Carbide drill bits with a diameter of 5mm, and tested on ST 37 soft carbon steel workpiece material. Cobalt drill bits have relatively low time and cost compared to hss and carbide drill bits for drilling ST 37 steel workpiece materials using KTK LGT-360 semi-automatic drilling machine.

**Keywords:** Drill Machine, Drill Bit, Semi-automatic Drilling Machine.

© 2025, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

## PENDAHULUAN

Mesin perkakas adalah mesin industri yang secara umum digunakan untuk memproduksi mesin, alat, dan segala macam komponen suku cadang. setiap jenis mesin perkakas dapat melakukan beberapa operasi mesin untuk tujuan pembuatan sebuah produk (El-Hofy, 2008) Mesin bor adalah salah satu mesin perkakas dengan prinsip kerja yang sederhana dibanding mesin perkakas lainnya. Mesin bor digunakan untuk melakukan pekerjaan pembuatan lubang (*drilling*), pekerjaan memperluas lubang (*boring*) dan pembuatan tirus pada lubang, prinsip kerja mesin bor adalah suatu poros yang berputar, dimana dibagian ujung nya dipasang mata bor (*drill bits*) yang berfungsi untuk mengebor/membuat lubang benda kerja yang di cekam pada meja mesin bor (Widarto, 2008)

Dalam bidang industri saat ini mesin bor konvensional dan semi-otomatis banyak digunakan dalam menunjang pembentukan sebuah produk

dikarenakan kecepatannya dalam melakukan pengeboran terhadap material benda kerja, serta kemampuannya yang dapat melubangi segala jenis material benda kerja. Terdapat perbedaan antara mesin bor konvensional dengan contoh tipe First LC-25A (Gegatama, 2023) dengan mesin bor semi-otomatis KTK LGT- 360, mesin bor konvensional First LC 25-A masih menggunakan tuas/*drill feed handle* yang manual menggunakan tenaga dari operator mesin bor. Hal ini mengindikasikan pekerjaan yang kurang teratur dan presisi saat melakukan pengeboran terhadap material benda kerja. Sedangkan untuk mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360 sudah dilengkapi dengan teknologi otomatisasi pada bagian *drill feed handle* untuk melakukan proses pengeboran material benda kerja. Sehingga proses pengeboran menjadi lebih teratur dan presesi. Kelebihan lainnya yaitu tidak terlalu membutuhkan tenaga operator untuk proses pengoperasianya.

Pengaruh mata bor (*drill bits*) juga menjadi faktor penting terhadap kualitas dan kuantitas suatu

produk yang dihasilkan dalam proses pengeboran termasuk dari segi waktu, biaya dan hasil material benda kerja, baik pemilihan ukuran diameter mata bor maupun bahan dasar dari mata bor itu sendiri (Wahid & Suhadi, 2021) Macam-macam bahan dasar mata bor yang umum digunakan antara lain, mata bor hss (*high steel speed*), mata bor kobalt, mata bor karbida padat (*solid carbide*), mata bor dengan ujung karbida (*carbide tipped*). Masing-masing mata bor dengan bahan dasar berbeda mempunyai kekuatan dan kekerasan yang juga berbeda semakin keras mata bor maka semakin cepat melakukan pemakanan, mata bor juga memiliki berbagai macam diameter mulai dari ukuran 1mm, 5mm 10mm, sampai 25mm dan seterusnya. Pada proses pengeboran juga memperhatikan kecepatan pemotongan, gerak pemakanan, kedalaman potong dan waktu pemotongan. Pemilihan jenis dan karakteristik material dari mata bor serta pemilihan kecepatan putar spindle, kecepatan gerak pemakanan (*feed*) dan kedalaman pemakanan yang tidak sesuai dengan material benda kerja dapat menyebabkan mata bor cepat aus bahkan patah, selain itu juga menyebabkan kerusakan pada mesin bor yang dapat membahayakan operator mesin bor

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Gegatama, 2023) melakukan analisis kecepatan pengeboran mesin bor manual LC-25A menggunakan mata bor HSS dengan diameter yang berbeda yaitu, 5mm, dan 10mm, dengan material benda kerja, Baja ST 37, Baja ST 40, dan Aluminium 5356, serta menggunakan kecepatan spindel 1372,6 rpm dan 518,5 rpm, didapatkan waktu rata-rata pada diameter mata bor 5mm, dan kecepatan spindel 1372,2 rpm, masing-masing material keja ST 37 sebesar 150 detik, ST 40 sebesar 218 detik, dan Al 5356 sebesar 94,6 detik, kemudian dari pengeboran mata bor HSS diameter 10mm dengan kecepatan spindel 518,5 rpm didapatkan hasil dari masing-masing material, ST 37 sebesar 150 detik, ST 40 sebesar 218 detik dan al 5356 sebesar 94,6 detik. Biaya pengrajan paling ekonomis yang dihasilkan pengujian material ST 37 terdapat pada variasi kecepatan spindel 1372,6 rpm dengan diameter mata bor HSS 5mm sebesar 273 rupiah, biaya pengrajan paling ekonomis baja ST 40 terdapat pada kecepatan spindel 1372,6 rpm dengan diameter mata bor HSS 5mm sebesar 485 rupiah dan biaya paling ekonomis pada pengrajan material Aluminium terdapat pada kecepatan spindel 1372,6 rpm dengan mata bor HSS diameter 5mm sebesar 126 rupiah

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Waluyo, 2010) produk yang berkualitas diperoleh dari proses permesinan yang baik, salah satunya didapat karena pemilihan bahan dasar material mata bor dan diameter yang tepat saat proses pengrajan. Pemakaian mata bor, sangat berpengaruh kepada kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Guna meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan dan keausan mata bor perlu digunakan

langkah yang strategis, yaitu dengan mengetahui batas kecepatan, bahan, dan material benda kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis mata bor yang berbeda material serta kecepatan yang sesuai untuk melakukan pegeboran terhadap material benda kerja. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah “Analisis Jenis Material Mata Bor Terhadap Waktu Dan Biaya Pengrajan Dengan Mesin Bor Semi-otomatis KTK LGT- 360”

## Dasar Teori

### A. Proses Pengeboran

Proses pengeboran adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan menggunakan mesin perkakas lainnya, biasanya pada workshop maupun bengkel proses ini dinamakan proses bor, proses pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat pada bagian material benda kerja menggunakan alat potong mata bor (Wibowo, Ibrahim, & Hamni, 2014)

Mesin bor adalah suatu jenis mesin yang memiliki Gerakan memutarkan alat potong/mata bor yang arah pemakanannya hanya pada sumbu mesin tersebut, sedangkan proses pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat pada permukaan material benda kerja dengan menggunakan pahat bor/mata bor berputar dan memiliki fungsi untuk membuat lubang (drilling), memperbesar lubang (boring), maupun membuat lubang bertingkat.

### B. Mata Bor

Salah satu mata bor yang sering dijumpai adalah mata bor twist drill/mata bor spiral yang banyak digunakan dalam bidang industri untuk pengeboran baja, aluminium maupun pengrajan produk lainnya. Mata bor spiral memiliki jenis-jenis bahan dasar dan unsur paduan pembuatan yang berbeda, antara lain :

#### 1. HSS (*high-steel speed*)

Mata bor HSS adalah mata bor yang umum digunakan dalam proses pengeboran material seperti, kayu, *fiberglass* dan baja lunak. Mata bor ini mengandung unsur baja dan unsur lainnya seperti karbon (C), tungsten (W), vanadium (V), molybdenum (Mo), kromium (Cr) dan kobalt (Co) (Ansori & Saputra , 2019). Mata bor HSS memiliki batas maksimal pengeboran pada suhu  $\pm 650^{\circ}\text{C}$ , tetapi dapat didukung menggunakan cairan pendingin agar mata bor tidak cepat mengalami aus.

#### 2. Mata bor kobalt

Mata bor kobalt mengandung paduan unsur kobalt (Co) lebih tinggi 5-8% dibanding mata bor hss, sehingga memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik juga memiliki sifat tahan terhadap panas. Dengan dilengkapi

dua alur yang berfungsi untuk mengeluarkan serpihan gram dari lubang bor dengan cepat membuat mata bor ini awet dan tahan lama, mata bor kobalt ini mahir dalam mengebor baja tahan karat serta baja yang keras lainnya (Dipraja, Suprianto, & Kadar, 2019)

3. Mata bor karbida padat (*solid carbide*)  
Mata bor karbida padat adalah mata bor yang memiliki struktur bagian yang sangat kuat, karena seluruh bagian mata bor ini dilapisi dengan bahan karbida (*solid carbide*) sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk mendapatkan hasil lubang yang baik.
4. Mata bor dengan ujung karbida (*carbide tipped*)  
Mata bor dengan ujung kerbida adalah jenis mata bor yang dilapisi dengan bahan padat dengan cara pemanasan material/sintering serbuk karbida (nitride, oksida) dengan beberapa unsur pengikat yaitu, kobalt (Co), wolfram (W), titanium (Ti) dan tantalum (Ta). Karbida adalah salah satu bahan yang kuat dan sangat keras untuk keperluan industri seperti logam berat nonferro, *cast iron*, dll Menurut (Ansori & Saputra , 2019)

### C. Parameter Dasar Proses Pengeboran

Parameter dari proses pengeboran ditentukan dengan rumus dari kecepatan potong dan gerak pemakanan mata bor pada material benda kerja. Parameter dari proses pengeboran pada dasarnya sama dengan parameter dari mesin perkakas lainnya, tetapi dalam proses pengeboran selain kecepatan potong, gerak pemakanan, dan kedalaman potong (*depth of cut*), juga perlu dipertimbangkan gaya aksial dan momen puntir pada proses pengeboran. Gaya aksial pada proses pengeboran adalah gerak pemakanan (*feed*) yang diberikan untuk memberikan tekanan vertikal pada titik pengeboran material benda kerja, sedangkan momen puntir atau torsi adalah momen yang arahnya tegak lurus dengan sumbu komponen/poros dan penampang akan mendapatkan tegangan geser yang arahnya sejajar dengan sumbu komponen/poros.

Ada beberapa parameter dari proses pengeboran antara lain:

1. Kecepatan Pemotongan (cutting speed)

$$v = \frac{\pi d n}{1000}; \text{m/menit} \dots\dots\dots \text{(Widarto, 2008)}$$

Dimana :

$$\pi = 3.14$$

$$d = \text{diameter mata bor (mm)}$$

$n$  = kecepatan putar poros utama (rpm)

$C_s$  = kecepatan potong pahat (m/menit)

2. Gerak Pemakanan (feed)

$$f = 0,084 \sqrt[3]{d}; \text{mm/put} \dots \text{(Widarto, 2008)}$$

Adapun rumus untuk menghitung kecepatan spindel melalui pulley V-belt dan perhitungan kecepatan motor listrik yaitu sebagai berikut

1. Perhitungan pulley V-belt

$$N_2 = \frac{D_1 x N_1}{D_2} \dots\dots\dots \text{(Utama, et al., 2024)}$$

Dimana,

$D_1$  = Diameter pulley penggerak (mm)

$D_2$  = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

$N_1$  = Kecepatan pulley penggerak (Rpm)

$N_2$  = Kecepatan pulley yang digerakkan (Rpm)

2. Perhitungan kecepatan motor listrik

$$N = (f \times 120) : P \dots\dots\dots \text{(Utama, et al., 2024)}$$

Dimana,

$N$  = Kecepatan Putaran (Rpm)

$f$  = Frekuensi (Hz)

$P$  = Jumlah Kutub (Pole)

3. Perhitungan nilai aktual kecepatan motor listrik

$$N_a = N_a \cdot (1 - S) \dots\dots\dots \text{(Utama, et al., 2024)}$$

Dimana,

$N_a$  = Kecepatan Aktual (rpm)

$N_s$  = Kecepatan Sinkron (rpm)

$S$  = Presentase Slip 5%

4. Perhitungan waktu pengeboran (untuk lubang tembus)

$$T_m = \frac{L}{F}; \text{menit} \dots\dots\dots \text{(Ornandi & Gusman, 2020)}$$

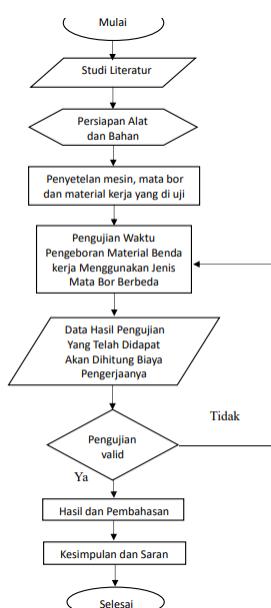
Dimana,

$T_m$  = Waktu Pengeboran (menit)

$$L = \ell \text{ (Panjang Lubang)} + d \text{ (Diameter Mata Bor)}$$

$$F = f \text{ (Pemakanan per putaran)} + n \text{ (Putaran Per Menit)}$$

## METODE



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental. Metode eksperimental adalah penelitian untuk menguji apakah variabel-variabel eksperimen aktif atau tidak, penelitian ini bertujuan untuk menguji hipotesis yang dirumuskan secara ketat (Suryono, 2010). Metode penelitian eksperimental ini berbeda dengan metode penelitian yang lainnya, dengan adanya pengontrolan terhadap variabel penelitian dan adanya pemberian perlakuan terhadap kelompok eksperimen. Penelitian eksperimental menguji secara langsung pengaruh dari suatu variabel terhadap variabel lain dan menguji hubungan antara sebab dan akibat.

Alasan penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu dikarenakan dapat mengetahui langsung variabel penilaian hasil perhitungan pengaruh waktu dari setiap jenis mata bor terhadap benda yang akan di uji menggunakan mesin bor semi-otomatis yang kemudian akan didapatkan kesimpulan dari data hasil pengujian. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Menurut (Sahir, 2021) penelitian kuantitatif bertujuan untuk mencari hubungan suatu variabel dengan variabel lainnya dengan tujuan menjawab rumusan masalah dari hipotesis awal dengan cara teknik statistik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Proses Pengambilan Data

Setelah dilakukan pengujian pada setiap mata bor dengan kecepatan putaran spindel mesin bor

yang berbeda hasil pengeboran material benda kerja yang telah dicatat pada tabel berikut

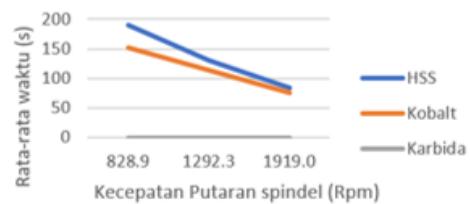
Tabel 1. pengujian setiap mata bor pada variasi putaran spindel 1919.0 rpm

Material Benda Kerja	Jenis Material Mata Bor	Kecepatan Putaran Spindel	Waktu (s)					
			1	2	3	4	5	6
Baja ST 37	HSS	1919.0	0.49	0.53	0.48	0.46	0.54	0.52
	Kobalt		0.44	0.43	0.46	0.42	0.43	0.47
	Karbida		-	-	-	-	-	-

Tabel 2. Hasil rata-rata waktu pengeboran setiap mata bor

Mata Bor	Diameter Mata Bor	Material	Kecepatan Putaran Spindel (Rpm)	Waktu Rata-rata Pengujian (s)	Waktu Rata-rata Pengujian (min)	
HSS	5mm	Baja ST 37	I	114.5	1.90	
			II	78.5	1.30	
			III	50.3	0.83	
Kobalt		Baja ST 37	I	91	1.51	
			II	67.8	1.13	
			III	44.1	0.73	
Karbida		Baja ST 37	I	Tidak ada	Tidak ada	
			II	Tidak ada	Tidak ada	
			III	Tidak ada	Tidak ada	

Grafik Rata-Rata Waktu Penggerjaan Pengeboran Setiap Jenis Material Mata Bor



Gambar 2. grafik waktu pengeboran setiap jenis mata bor

Hasil pengujian setiap jenis mata bor memiliki perbedaan terhadap hasil pengeboran pada permukaan material yang di uji yaitu baja ST 37, yang dimana mata bor kobalt memiliki hasil pengeboran yang lebih halus dan tidak menghasilkan beram/gram yang menempel pada lubang hasil pengeboran dibandingkan dengan menggunakan mata bor hss, lalu untuk hasil diameter pengeboran material benda kerja untuk mata bor hss dan carbida rata-rata sama menghasilkan diameter 5mm tetapi ada juga yang menghasilkan diameter lubang 5.1mm dikarenakan kecepatan turun spindel mesin bor semi-otomatis relative cepat sehingga menyebabkan mata bor sedikit bergetar/goyang saat menyentuh permukaan material.



Tabel 5. Pebandingan Biaya dan Waktu Proses pengerajan Permesinan

**Gambar 3.** Hasil pengujian pengeboran material baja ST 37 menggunakan mata bor hss**Gambar 4.** Hasil pengujian pengeboran material baja ST 37 menggunakan mata bor kobalt

Nilai hasil waktu dan biaya pada mata bor karbida terdapat keterangan – atau *tidak ada* pada tabel hasil waktu dan biaya dikarenakan mata bor karbida mengalami patah / pecah saat dilakukan pengujian pengeboran karena sifanya yang getas, sehingga kurang cocok untuk dilakukan pengeboran menggunakan mesin bor semi otomatis



Hasil pengujian pengeboran material baja ST 37 menggunakan mata bor kobalt

## B. Perhitungan Biaya Pengerajan

Tabel 3. biaya permesinan pada pengerajan pengeboran

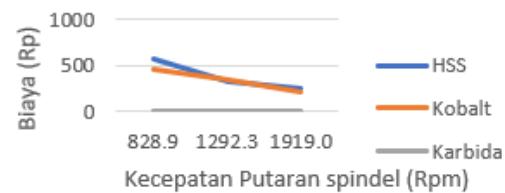
No	Proses Pengerajan	Harga (Rp)
1	Proses pemesinan per hari	Rp 145,000,00
2	Proses pemesinan per jam	Rp 18,125,00
3	Proses pemesinan per menit	Rp 302,00

Tabel 4. hasil perhitungan biaya pengerajan putaran spindel 3 1919.0 rpm.

Mata Bor	Diameter Mata Bor	Material	Waktu Pemesinan (min)	Biaya Pengerajan (Rp)
HSS			0.83	250
Kobalt	5mm	Baja ST 37	0.73	220
Karbida			Tidak ada	Tidak ada

Mata Bor	Diameter Mata Bor	Material	Kecepatan Putaran Spindel (Rpm)	Waktu Pemesinan (min)	Biaya Pengerajan (Rp)		
HSS	5mm	Baja ST 37	I	1.90	573		
			II	1.30	392		
			III	0.83	250		
Kobalt			I	1.51	456		
			II	1.13	341		
			III	0.73	220		
Karbida			I	Tidak ada	Tidak ada		
			II	Tidak ada	Tidak ada		
			III	Tidak ada	Tidak ada		

Grafik Biaya Pengerajan Pengeboran Setiap Jenis Material Mata Bor

**Gambar 5.** grafik biaya pengerajan pengeboran setiap jenis mata bor

## SIMPULAN

- Kecepatan putaran spindel, kecepatan gerak pemakanan dan karakteristik dari setiap jenis mata bor sangat berpengaruh terhadap waktu pengerajan permesinan mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360, yang dimana waktu tercepat yang didapatkan pada mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360 adalah pada kecepatan putaran spindel 1919,0 rpm dengan menggunakan mata bor jenis kobalt dengan diameter 5mm dengan waktu rata-rata 44.1 detik, kemudian untuk mata bor hss hanya mendapatkan waktu sebesar 50.3 detik dengan kecepatan putaran spindel sama sebesar 1919,0 rpm. Mata bor kobalt memiliki waktu lebih efektif dibandingkan dengan mata bor hss untuk pengeboran material benda kerja baja ST 37 menggunakan mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360

- Biaya pengerajan ekonomis pada mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360 didapatkan pada kecepatan transmisi pulley pertama yaitu 1919,0 rpm pada masing-masing mata bor yang di uji dengan biaya ekonomis untuk mata bor hss sebesar 250 rupiah sedangkan mata bor kobalt sebesar 220 rupiah untuk pengeboran material benda kerja baja ST 37

## REFERENSI

- Ansyori, A., & Saputra, R. (2019). Pengaruh Diameter Mata Bor Terhadap Tingkat Kehalusan Permukaan Lubang Bor Pada Proses Permesinan Bor Magnesium AZ31.
- Dipraja, A., Suprianto, E., & Kadar, E. (2019). Optimalisasi Mata Bor HSS Cobalt Dengan Menggunakan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Studi Kasus PT. DIRGANTARA INDONESIA.
- Gegatama, M. H. (2023, 17 04). Analisis Diamater Mata Bor Terhadap Waktu Permesinan Dengan Variasi Putaran Spindel Pada Mesin Bor Vertikal LC-25A Terhadap Material Aluminium 5356.
- Lorenzo, K., Gede, I. N., & Poeng, R. (2022). Analisis Keausan Pahat Pada Variasi Diameter Mata Bor Bench Drill IXON BT 25. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat Volume 11 Nomor 1, 11, 114.*
- Mini, M. (2013). Perencanaan Mesin Bor Meja Skala Pratikum
- Nasution, C. S., & Zariatin, D. L. (2021). Optimasi Umur Mata Bor Melalui Proses Pelapisan Pada Pembuatan Lubang Baut Track Frame Dozer D85ess-2.
- Pradana, R. A., Usman, W. J., & Fauji, A. (2023). Perbandingan Mata Pahat HSS Dengan Mata Pahat Karbida Untuk Pemakanan Benda Kerja Baja ST 41.
- Rochim, T. (2007). *Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Permesinan.*
- Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian.* Medan: KBM INDONESIA.
- Sumiyanto, & Prasetyo, B. N. (2023). Analisis Kekerassan Pada Mata Bor Berbahan Baja High Steel Speed Hasil Proses Hardening Dengan Pendinginan Oli dan Coolant
- Suryono. (2010). *Metodologi Penelitian.*
- Tarage, F. P., Vina, N., & Harling, V. (2020). Analisis Perbandingan Kecepatan Dan Hasil Pemotongan Baja Lunak Jenis ST-37 Dengan Menggunakan Pisau Pahat HSS Dan Carbida.
- Utama, F. Y., Sakti, A. M., Ganda, A. N., Wulandari, D., Riandadari, D., Abdi, F. I., & Puspitasari, D. (2024). *Buku Proses Manufaktur.* Nawa Litera Publishing.
- Wahid, H., & Suhadi, A. (2021). Modifikasi Bentuk Mata Bor Untuk Efisiensi Proses Pembuatan Lubang Baut.
- Waluyo, J. (2010). Pengaruh Putaran Spindel Utama Mesin Bor Terhadap Keausan Pahat Bor dan Parameter Pengeboran Pada Proses Pengeboran Dengan Bahan Baja .
- Wibowo, D., Ibrahim, G. A., & Hamni, A. (2014). Pengaruh Gerak Makan Dan Kecepatan Putaran Terhadap Aus Pahat HSS Pada Pengeboran Baja ASTM A1011 Menggunakan Pelumas Minyak Goreng.
- Widarto. (2008). *Buku teknik permesinan.*
- Wiharto, K., Akhmad, A. N., & Wulandari, R. (2018). Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Waktu Pengeboran Dengan Material Baja ST 37 Pada Mesin Bor Duduk