

Analisis Biaya Pemesinan Dalam Proses Pengeboran Menggunakan Mata Bor HSS Dan Variasi Material Benda Kerja

Ferli Rycarhana Pamenang¹, Firman Yasa Utama², Andita Nataria Fitri Ganda³, Dewi Puspitasari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: firmanutama@unesa.ac.id

Abstrak: Pada industri manufaktur telah mengalami perkembang pesat salah satunya dengan mesin bor, baik konvensional maupun semi otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan material benda kerja terhadap waktu proses penggerjaan menggunakan mesin bor semi otomatis. berikutnya pengaruh kecepatan putaran dan biaya penggerjaan serta variasi putaran mesin terhadap material benda kerja mesin bor semi otomatis. Metode eksperimen yang digunakan untuk menentukan data dan menganalisis dari variasi putaran mesin dan diameter mata bor terhadap waktu dan biaya penggerjaan pada material benda kerja yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mata bor HSS berdiameter 5 mm pada kecepatan putaran hingga 1919 Rpm menghasilkan waktu penggerjaan dan biaya yang berbeda. Aluminium 6063 dengan rata-rata waktu penggerjaan 32,3 detik dan biaya Rp 96,64, Baja ST 37 dengan rata-rata waktu penggerjaan 79,5 detik dan biaya Rp 193, dan stainless stell 304 tidak ada hasil waktu dan biaya dikarenakan mata bor mengalami patah dan tidak disarankan material tersebut.

Kata kunci: Bor semi otomatis, Kecepatan putaran, material benda kerja, Biaya penggerjaan

Abstract: The manufacturing industry has experienced rapid development, one of which is drilling machines, both conventional and semi-automatic. This research aims to determine the effect of differences in workpiece materials on the processing time using a semi-automatic drilling machine. Next, the influence of rotation speed and processing costs as well as variations in engine rotation on the workpiece material of the semi-automatic drilling machine. The experimental method is used to determine the data and analyze the variation of machine rotation and drill bits diameter on the time and cost of work on the material of the workpiece being tested. The research results show that using a 5 mm diameter HSS drill bit at a rotation speed of up to 1919 Rpm results in different processing times and costs. Aluminum 6063 with an average processing time of 32.3 seconds and a cost of Rp. 96.64, Steel ST 37 with an average processing time of 79.5 seconds and a cost of Rp. 193, and stainless steel 304 has no time and cost results due to the drill bit broke and this material is not recommended.

Keywords: Semi-automatic drill, Rotation speed, workpiece material, Machining cost.

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

PENDAHULUAN

Industri manufaktur mengalami perkembangan yang cukup signifikan salah satunya dalam mesin perkakas. Menurut (Nuzulia, 1993) menjelaskan mesin perkakas di definisikan sebagai permesinan yang dapat berfungsi sebagai pemotong atau mendeformasikan suatu material menjadi suatu produk. Proses permesinan merupakan cara untuk menghasilkan produk dalam jumlah yang banyak dengan waktu relatif singkat. Permesinan manufaktur dapat menggunakan mesin perkakas konvensional maupun semi otomatis (Hermawan, 2012). Pada proses permesinan, benda kerja merupakan jenis material dengan sifat mekanis yang dipotong secara berlanjut oleh pahat potong untuk menghasilkan bentuk sesuai keinginan. Setiap bahan memiliki karakteristik sendiri

yang dipengaruhi oleh elemen paduan, perlakuan panas dan kekerasan.

Proses permesinan yang digunakan pada saat ini yaitu mesin bor (*Drilling*) memiliki fungsi untuk membuat lubang pada suatu material logam maupun non logam. Proses *Drilling* dapat dilakukan dengan sistem mesin berbeda yaitu konvensional (manual), maupun semi otomatis. Mesin bor konvensional First LC-25A (GEGATAMA, 2023) merupakan mesin bor buatan *Long Chang Machinery* dengan menggunakan tuas (*drill fid handle*) secara manual atau tenaga manusia. Tingkat kehalusan dari material benda kerja pada mesin konvensional (manual) kurang halus dan presisi dikarenakan menggunakan tenaga manusia dibandingkan mesin bor semi otomatis. Dalam mesin bor vertikal semi otomatis KTK LGT-360 sudah menggunakan *drill fid handle* otomatis yang

mudahkan operator dalam pemakanan material benda kerja sehingga waktu proses pengeboran menjadi lebih efisien dalam aspek waktu, biaya, maupun hasil dari benda kerja tersebut. Selain itu, mesin bor dapat mengebor lubang pada berbagai jenis material, seperti baja ST 37. Baja ST 37 memiliki kekuatan mekanis yang memadai untuk aplikasi mesin pengolahan dengan harga yang terjangkau, serta daya tahan korosinya dianggap memadai meskipun tidak setinggi baja tahan karat. Material benda kerja yang digunakan selanjutnya adalah Alumunium 6063. Benda kerja Alumunium 6063 memiliki kekuatan tensil yang baik untuk beberapa aplikasi struktural, secara alami tahan terhadap korosi, proses pengeboran dapat diolah dengan mudah, dan dapat mempertahankan kekuatan mekanisnya pada suhu rendah.

Berdasarkan penelitian oleh (Kusuma Wiharto, dkk., 2021) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran mesin terhadap waktu pengeboran dengan material Baja ST 37 pada mesin bor duduk. Data dari hasil pembahasan benda kerja plat baja ST 37 ukuran 50x50x6 mm menggunakan mata bor HSS berdiameter 10 mm, disimpulkan proses pengeboran dengan kecepatan putaran mesin 432 rpm menghasilkan waktu 187,9 detik hingga proses pengeboran pada 1484 rpm menghasilkan waktu 65,4 detik. Jadi, semakin cepat putaran mesin (rpm) akan menghasilkan waktu proses pengeboran yang cepat.

Selanjutnya penelitian oleh (Amin et al., 2021) bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran mesin terhadap waktu pengeboran dengan material Aluminium Al 6063 pada mesin bor duduk. Dari data hasil pengujian benda kerja plat Aluminium Al 6063 ukuran 50x50x8 mm, dengan beban sama seberat 2 kg menggunakan mata bor HSS diameter 10 mm., dapat disimpulkan pengeboran mulai dari 432 Rpm menghasilkan waktu 126,4 detik hingga pengeboran pada 1484 Rpm menghasilkan waktu 25,4 detik. Jadi semakin cepat putaran mesin (rpm) akan menghasilkan waktu proses lebih cepat.

Penelitian dari (Nur Prasetyo, 2023) bertujuan untuk mengetahui analisis kekerasan dengan material *stainless steel*. Baja tahan karat atau sering disebut dengan *stainless steel* merupakan senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi atau pengkaratan logam. Setiap mata bor memiliki hasil yang berbeda pada benda kerja material *stainless steel*. Mata bor tipe A dengan bahan material benda kerja *stainless steel* mengalami penurunan grafik disetiap titik mulai dari nilai kekerasan titik pertama sebesar 339,8 HV hingga sebesar 292,0 HV. Sedangkan mata bor tipe B dengan material benda kerja *stainless steel* mengalami peningkatan disetiap titik dari nilai titik kekerasan pada titik pertama sebesar 294,5 HV hingga 317,9 HV.

Pada material mata bor menggunakan penelitian oleh (Waluyo, 2010) untuk tujuan mengetahui pengaruh putaran spindel utama mesin bor dan parameter keausan pahat bor dan parameter

pengeboran pada proses pengeboran dengan bahan baja menggunakan metode alat bor tipe HSS (*high speed steel*) dengan diameter 6 mm. Hasil penelitian tersebut menjelaskan pengaruh putaran spindle utama mesin bor menghasilkan parameter pemotongan pada material benda kerja tersebut. Diklasifikasikan pada besarnya daya yang dihasilkan dari putaran 430 rpm hingga 700 rpm, energi listrik yang dihasilkan 220 watt - 374 watt, waktu pengeboran mulai 0.13 menit sampai 0.01 menit, dan volume tatal yang yang dihasilkan adalah 12.152 mm³ /menit, hingga 19.782 mm³/menit.

Mesin bor (*drill*) tipe KTK LGT-360 adalah mesin bor menggunakan *drill fiid handle* semi otomatis serta mesin ini merupakan produk lama sehingga tidak ada proses berlanjutnya kegiatan produksi hingga di tahun ini. Penelitian tentang pengaruh jenis material benda kerja terhadap mata bor dilakukan oleh (GEGATAMA, 2023) terdapat kekurangan yaitu pemilihan jenis material benda kerja kurang variatif sehingga mendapatkan perbedaan pengaruh jenis material benda kerja. Permasalahan yang bisa diangkat dari penggerjaan proses *drilling* pada bahan material benda kerja dengan menggunakan semi otomatis dibandingkan dengan konvensional adalah penting untuk dilakukan. Harapannya dapat mengetahui waktu dan menentukan biaya pada proses penggerjaan dari penelitian sebelumnya menggunakan mesin bor konvensional. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu analisis material yang berbeda terhadap waktu dan biaya penggerjaan pada mesin drill semi otomatis. Berdasarkan uraian tersebut mesin bor vertikal semi otomatis KTK LGT-360 peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Variasi Material Benda kerja Terhadap Waktu Pengeboran Pada Mesin Drill Semi Otomatis KTK LGT-360”.

DASAR TEORI

A. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah faktor utama yang menentukan efisiensi dan kualitas hasil pemesinan. Ini mengacu pada kecepatan relatif antara mata potong (seperti mata bor) dan bahan kerja yang diproses. Penentuan kecepatan potong yang tepat bergantung pada jenis material, jenis dan kualitas mata potong, serta kondisi pemesinan secara keseluruhan.

dimana:

$$\pi = 3,14$$

d = dimensi benda kerja (mm).

n = kecepatan putaran setiap menit (*rpm*).

v = kecepatan potong pahat ($m/menit$).

B. Gerak Makan (Feed)

Gerak makan adalah jarak yang ditempuh oleh mata bor selama proses pengeboran. Parameter ini

Tabel 1 waktu pengujian material benda kerja dengan mata bor HSS.

Mata Bor	Material Benda Kerja	Kecepatan Putaran Spindel I (Rpm)	Waktu Penggerjaan (s)					
			I	II	III	IV	V	VI
HSS	Baja ST 37	1919 Rpm	48	64	32	22	35	31
	Aluminium 6063		18	32	40	32	40	32
	Stainless Steel 304		-	-	-	-	-	-

Setelah data hasil dari pengujian yang telah didapatkan, maka akan dihitung rata – rata dengan rumus berikut,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{n}$$

Dimana:

\bar{X} = Mean data tunggal

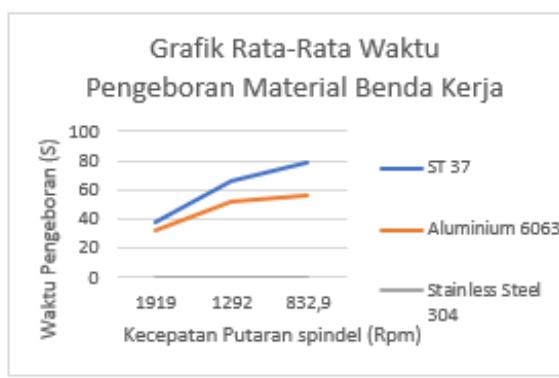
$X_1 + X_2 + X_3$ = Waktu Pengujian 1,2, dan 3

n = Jumlah data

Maka data dari rata-rata waktu pengujian yang diperoleh seperti berikut,

Tabel 2 hasil rata-rata waktu pengeboran

Material	Dimensi Material Benda Kerja (mm)	Mata Bor	Kecepatan Putaran Spindel (Rpm)	Rata -Rata Waktu Pengujian (s)	Rata -Rata Waktu Pengujian (min)
Baja ST 37	300x50x5 (mm ³)	HSS	I	38,6	0,64
			II	66,6	1,11
			III	79,5	1,32
Aluminiu m 6063			I	32,3	0,53
			II	51,6	0,96
			III	56,8	0,94
Stainless Steel 304			I	-	-
			II	-	-
			III	-	-



Gambar 2 grafik rata-rata waktu pengeboran material benda kerja

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada setiap jenis material benda kerja dengan perbedaan nominal waktu yang relatif berbeda pada pengujian pertama hingga ketiga. Terdapat hasil yang berbeda dari waktu setiap pengujian. Seperti pada tabel pengeboran dengan mata bor HSS dengan material baja ST 37 mendapatkan hasil

pengujian pengeboran rata-rata 38,6 detik, 66,6 detik, dan 79,5 detik. Pengeboran material Aluminium 6063 dengan hasil pengujian pengeboran rata-rata 32,3 detik, 51,6 detik, dan 56,8 detik. Perbedaan waktu tersebut terjadi karena gerak dari mesin bor semi otomatis turun ke pemakanan pada mesin spindel semi otomatis KTK LGT-360 terlalu cepat saat melakukan pemakanan sehingga menyebabkan cekam pada mata bor tidak optimal dan dampaknya mata bor tidak stabil saat mencari titik pemakanan saat melakukan *drilling* terhadap permukaan dimensi material benda kerja. Selain itu, kekerasan pada jenis material benda kerja yang sangat mempengaruhi perbedaan nilai waktu pengujian benda kerja,

B. Penghitungan Biaya Penggerjaan

1. Biaya Operasional Penggerjaan Mesin

Tabel 3 biaya operasional pada penggerjaan mesin

No.	Proses Penggerjaan Mesin	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

Biaya pemesinan diperoleh menggunakan rumus:

$$C_m = c_m + t_m ; Rp/produk.$$

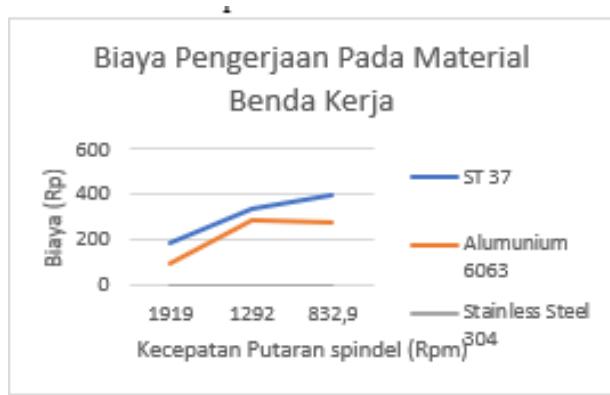
Rumus tersebut digunakan untuk menghitung biaya pemesinan yang telah diuji dengan pengaruh variabel yang telah ditentukan. Dengan begitu, dapat ditentukan biaya pemesinan pada tabel berikut.

Tabel 4 Hasil Perhitungan biaya penggerjaan.

Material Benda Kera	Mata Bor	Waktu Pemesinan (min)	Biaya Penggerjaan (Rp)
ST 37	HSS	0,64	Rp 193
Aluminium 6063		0,32	Rp 96,64
Stainless Steel 304			

Tabel 5 perbandingan waktu dan biaya penggerjaan

Material	Dimensi Material Benda Kerja (mm)	Mata Bor	Kecepatan Putaran Spindel (Rpm)	Waktu Pengujian (s)	Biaya Penggerjaan (Rp)
Baja ST 37	300x50x5 (mm ³)	HSS	I	0,64	Rp 193
			II	1,11	Rp 335
			III	1,32	Rp 398
Aluminium 6063			I	0,53	Rp 96,64
			II	0,96	Rp 289
			III	0,94	Rp 283
Stainless Steel 304			I	-	-
			II	-	-
			III	-	-



Gambar 3 grafik biaya penggerjaan

Hasil analisis menunjukkan bahwa Pada grafik tersebut terdapat perbandingan hasil dari waktu pengeboran dari jenis mesin bor dimana pengeboran menggunakan mata bor tipe HSS berdiameter 5 mm mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360 menghasilkan rata-rata 0,64 menit untuk kecepatan spindel pertama 1919 Rpm, untuk waktu kedua menghasilkan rata-rata 1,11 menit dengan kecepatan spindel kedua 1292 Rpm, dan waktu ketiga menghasilkan rata-rata 1,32 menit dengan kecepatan spindel ketiga 832.9 Rpm.

SIMPULAN

- Kecepatan putaran spindel mesin dan diameter mata bor memberikan pengaruh hasil waktu penggerjaan Mesin Bor Semi Otomatis KTK LGT-360, dimana waktu rata-rata penggerjaan relatif cepat didapatkan pada kecepatan putaran 1919 Rpm dengan diameter mata bor 5 mm pada material benda kerja Baja ST 37 sebesar 32,3 detik dan Alumunium 6063 sebesar 32,3 detik. Sedangkan, waktu rata-rata pengujian terlama adalah pada kecepatan spindel 832.9 Rpm untuk material Baja ST 37 sebesar 79,5 detik dan Alumunium 6063 sebesar 56,8 detik.
- Biaya penggerjaan yang terjangkau pada mesin bor semi-otomatis KTK LGT-360 didapatkan dari kecepatan optimal transmisi pulley pertama 1919 Rpm pada benda uji dengan biaya terjangkau terdapat pada material benda kerja Alumunium 6063 sebesar Rp 96,64 sedangkan biaya terjangkau pada jenis material benda kerja Baja ST 37 sebesar Rp 193.

REFERENSI

- Amin, N., Wulandari, R., & Mustofa, A. (2021a). PENGARUH VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP WAKTU PENGEBORAN DENGAN MATERIAL ALUMINIUM AL 6063 PADA MESIN BOR DUDUK. *Journal Mechanical Engineering*, 10(1).
- Amin, N., Wulandari, R., & Mustofa, A. (2021b). Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Waktu Pengeboran Dengan Material Baja ST 37 Pada Mesin Bor Duduk. *Journal Mechanical Engineering*, 10(1), 1-23.
- Anang Ansyori, R. S. (2019). PENGARUH DIAMETER MATA BOR TERHADAP TINGKAT KEHALUSAN PERMUKAAN LUBANG BOR PADA PROSES PERMESINAN BOR MAGNESIUM AZ31. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*.
- Andreansyah, M., Anjani, R. D., & Naubnome, V. (2023). Pengaruh Proses Heat Treatment (Quenching dan Tempering) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Menengah. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7864-7872.
<https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.791>
- Az Zahra, F., Lubis, R. P., & Wirani, Z. (2024). Metode Penelitian Eksperimen "Validitas Dalam Penelitian Psikologi Eksperimental." *Jurnal Psikhologiya*, 1(1), 1-7.
- Buku ini di tulis oleh Dosen Universitas Medan Area Hak Cipta di Lindungi oleh Undang-Undang Telah di Deposit ke Repository UMA pada tanggal 27 Januari 2022. (2022).
- GEGATAMA, H. (2023). i ANALISIS PUTARAN DRILL BITS BERDASARKAN DIAMETER TERHADAP WAKTU DAN BIAYA PENGERJAAN PADA MESIN BOR FIRST LC-25A. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952.
- Hadiwitanto, H. (2017). Metode Kuantitatif dalam Teologi Praktis. *Gema Teologika*, 2(1), 1.
<https://doi.org/10.21460/gema.2017.21.291>
- Hermawan, Y. (2012). Hasil Proses Drilling. *Jurnal ROTOR*, 5(1), 18-25.
- Kencanawati, C. I. P. K. (2017). *Modul Bahan Ajar : Proses Permesinan*.
- Mahdi Ananta, E., Siti Nurrohkayati, A., & Mujianto, A. (2022). Optimasi Nilai Kekasaran Permukaan Baja St 37 Berdasarkan Pada Parameter Proses Pembubutan Menggunakan Metode Taguchi. *Simposium Nasional RAPI XXI (ISSN 2686-4274)*, 65-72., 65-72.

- Manufaktrur Teknologi. (2019). No Title. https://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2019/08/rumus-pada-proses-pengeboran.html?utm_source=perplexity&m=1
- Nur Prasetyo, B. (2023). Analisis Kekerasan Pada Mata Bor Berbahan Baja High Speed Steel Hasil Proses Hardening Dengan Pendinginan Oli Dan Coolant. *Presisi*, 25(1), 1–9.
- Nuzulia, A. (1993). 濟無No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Pratowo, B., Kunarto, & Afrian, G. A. (2023). Analisa Pengaruh Penggunaan Pahat Jenis HSS dan Variasi Putaran Pada Proses Pembubutan Baja S45C Terhadap Keefektifan Pahat. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i1.1832>
- Prayoga, D. (2015). *Macam-macam mata bor*. <http://www.dpy.my.id/2015/03/macam-macam-mata-bor-dan-sarung-turus.html>
- Serial, M., & Dan, T. (2023). 2)* 1.). 11–19.
- Stigabaya. (2020). Teknik Pemesinan (TPM). *Stigabaya*. <https://smkn3-sby.sch.id/teknik-pemesinan-tpm/>
- Syaiful Anwar, M., & Mabruri, D. E. (2015). *MAJALAH METALURGI* (2015) 3: 149-154 KETAHANAN AUS ABRASIF DARI BEBERAPA JENIS MODIFIKASI 13Cr BAJA TAHAN KARAT MARTENSIT. 15–27. www.ejurnalmaterialmetalurgi.com
- T. Rochim. (2007). *Proses Pemesinan: Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan* Buku 1.
- Teknikmart. (2020). *JENIS MATA BOR DAN FUNGSINYA*. Teknikmart.Com. <https://www.teknikmart.com/blog/tag/mata+bor/>
- Teknologi Manufaktur Indonesia. (2019). *Rumus pada Proses Pengeboran*. <https://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2019/08/rumus-pada-proses-pengeboran.html>
- Utama, F. Y., Sakti, A. M., Nataria, A., Ganda, F., Wulandari, D., Riandadari, D., Abdi, F. I., & Puspitasari, D. (2024). PROSES.
- Waluyo, J. (2010). Pengaruh Putaran Spindel Utama Mesin Bor dan Parameter Keausan Pahat Bor Dan Parameter Pengeboran Pada Proses Pengeboran Dengan Bahan Baja. *Jurnal Teknologi*, 138–144. <https://journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/854>
- Yugo Susanto, Sri Bangun Lestari, E. P. (2020). На Главную | База 1 | База 2 | База 3.
- International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1(2), 1–10.
- Zaidi, Z. (2024). Analisis Annealing dan Turning Terhadap Nilai Kekasaran Baja Karbon. 2(1), 35–46.