

# Pengaruh Kecepatan Pemakanan dan Variasi Jenis Material terhadap Konsumsi Energi Proses Drilling

Briyan Adit Gumelar<sup>1\*</sup>, Eko Yudiyanto<sup>2</sup>

1,2 Politeknik Negeri Malang

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jme.v2i3.4586>

\*Correspondence: Briyan Adit Gumelar

Email: [briyangumelar@gmail.com](mailto:briyangumelar@gmail.com)

Received: 09-05-2025

Accepted: 12-06-2025

Published: 15-07-2025



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** This research was conducted to determine the effect of machining parameters and material variations on energy consumption in the drilling process. The research method used was a quantitative method using experiments. In this research, the feed rate was varied at values of 18, 37, and 55 mm/minute, and the types of materials used were aluminum 6061, ST 37, and ST 40 to determine their effect on energy consumption. The research process was carried out by calculating energy consumption and specific energy based on the material removal rate (MRR). The results of this research showed that for Aluminum 6061, there was a significant increase in feed rate, reducing total energy consumption from 4499.91 J to 2028.52 J and specific energy from 13.77 J/mm<sup>3</sup> to 4.83 J/mm<sup>3</sup>. However, for ST 37 and ST 40 materials, energy consumption increased again at a feed rate of 55 mm/min after decreasing at 37 mm/min. The specific energy for all three materials showed a decreasing trend as MRR increased, with aluminum's specific energy of 4.8–13.9 J/mm<sup>3</sup> being higher than the range of 0.4–1.1 J/mm<sup>3</sup>. Meanwhile, for ST 37 and ST 40 materials, the specific energy of 5.8–16.4 J/mm<sup>3</sup> fell within the standard steel range of 2.7–9.3 J/mm<sup>3</sup>. From this study, it can be concluded that at high speeds, despite a decrease in specific energy, energy consumption actually increases. This occurs due to the increased cutting force, which requires greater power. Therefore, it is important to select the appropriate feed rate according to the material type to reduce energy

consumption in the drilling process.

**Keywords:** Drilling, Feed rate, Material variation, Energy consumption, Specific energy, Material removal rate

**Abstrak:** Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter pemesinan dan variasi material terhadap konsumsi energi pada proses drilling. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menggunakan eksperimen. Pada penelitian ini memvariasikan kecepatan pemakanan dengan nilai 18, 37, dan 55 mm/menit dan variasi jenis material yang digunakan adalah Aluminium 6061, ST 37, dan ST 40 terhadap konsumsi energi. Proses penelitian dilakukan dengan menghitung konsumsi energi dan energi spesifik berdasarkan material removal rate (MRR). Hasil pada penelitian ini didapatkan bahwa pada Aluminium 6061, terdapat peningkatan kecepatan pemakanan secara signifikan dengan menurunkan konsumsi energi total dari 4499,91 J menjadi 2028,52 J dan energi spesifik dari 13,77 J/mm<sup>3</sup> menjadi 4,83 J/mm<sup>3</sup>. Tetapi, pada material ST 37 dan ST 40, konsumsi energi kembali meningkat pada kecepatan 55 mm/menit setelah menurun di 37 mm/menit. Energi spesifik untuk ketiga material menunjukkan tren penurunan seiring meningkatnya MRR, bahwa energi spesifik Aluminium 4,8–13,9 J/mm<sup>3</sup> lebih tinggi dari rentang 0,4–1,1 J/mm<sup>3</sup>. Sedangkan pada material ST 37 dan ST 40 5,8–16,4 J/mm<sup>3</sup> berada dalam rentang standar baja 2,7–9,3 J/mm<sup>3</sup>. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pada kecepatan tinggi, meskipun terdapat penurunan energi spesifik, namun konsumsi energi justru meningkat. Ini terjadi karena peningkatan gaya pemotongan yang membutuhkan daya lebih besar. Sehingga pentingnya memilih kecepatan pemakanan yang tepat sesuai jenis material untuk dapat menurunkan konsumsi energi dalam proses drilling.

**Kata Kunci:** Drilling, Kecepatan pemakanan, Variasi material, Konsumsi energi, Spesifik energi, Material removal rate

## Pendahuluan

Pada era modern saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah membawa dampak signifikan terhadap dunia industri manufaktur (Ansyori & Saputra, 2019). Fokus utama dalam industri ini mencakup peningkatan kualitas produk, efisiensi waktu produksi, pengurangan biaya, serta penerapan teknologi yang ramah lingkungan (Nado *et al.*, 2021). Dalam proses manufaktur, kualitas produk sangat dipengaruhi oleh proses pemesinan, yang berperan penting dalam menentukan presisi dimensi, toleransi, dan kekasaran permukaan dari komponen yang dihasilkan (Lubis *et al.*, 2022).

Salah satu proses pemesinan yang paling umum digunakan adalah drilling atau proses pengeboran, yaitu proses pemotongan untuk membuat lubang dengan penampang melingkar menggunakan mata bor (drill). Proses drilling yang efisien dan presisi menjadi kunci untuk mencapai standar kualitas tinggi, terlebih dalam menghadapi tuntutan pasar yang semakin kompetitif (Sari *et al.*, 2023).

Keberhasilan proses drilling tidak hanya ditentukan oleh kualitas alat potong, tetapi juga dipengaruhi oleh pemahaman mendalam terhadap parameter pemesinan dan interaksi antara alat dan material benda kerja (Ansyori & Saputra, 2019). Selama proses berlangsung, material menghasilkan gaya potong yang berkaitan langsung dengan konsumsi energi dan performa pemesinan. Beberapa parameter penting yang memengaruhi gaya potong dan konsumsi energi antara lain: jenis material, kecepatan potong, kedalaman potong, geometri pahat, kecepatan pemakanan (*feed rate*), serta kondisi pendinginan (Husni *et al.*, 2022).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa parameter seperti kecepatan spindle, kecepatan pemakanan, dan jenis material memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil proses drilling, baik dari sisi kekasaran permukaan, gaya potong, maupun konsumsi daya. Namun, sebagian besar studi tersebut masih dilakukan secara terpisah dan belum mengkaji secara komprehensif hubungan interaktif antara kecepatan pemakanan dan jenis material terhadap konsumsi energi dalam proses drilling.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi pengaruh gabungan antara variasi kecepatan pemakanan dan perbedaan jenis material terhadap konsumsi energi pada proses drilling. Dengan pendekatan eksperimental, penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi parameter optimal yang mampu menekan konsumsi energi tanpa mengorbankan kualitas hasil pemesinan. Temuan dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata bagi pengembangan metode pemesinan yang lebih hemat energi dan efisien dalam industri manufaktur modern.

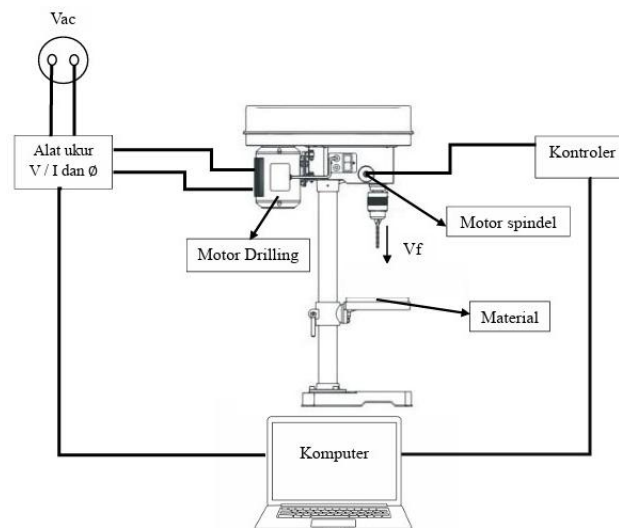
## Metodologi

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang dilaksanakan di lantai 5 Gedung jurusan Teknik mesin Politeknik Negeri Malang.



**Gambar 1.** Mesin Drilling Duduk

Pada penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu Material benda kerja yaitu Aluminium 6061, ST 37 dan ST 40, dan kecepatan pemakanan yaitu 18 mm/menit, 37 mm/menit, dan 55 mm/menit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh material dan kecepatan pemakanan terhadap konsumsi energi spesifik.



**Gambar 2.** Proses Pengambilan Data

## Hasil dan Pembahasan

Perhitungan konsumsi daya

Perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Dengan:

P : Daya (watt)

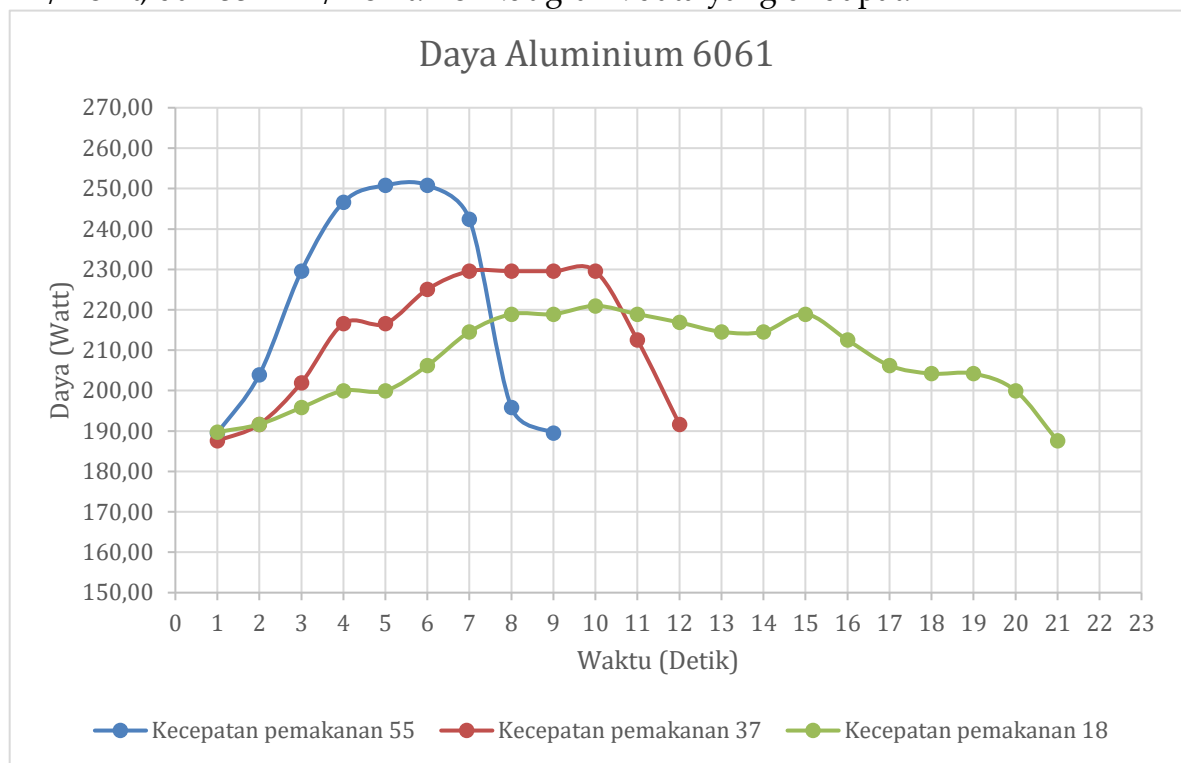
V: Tegangan yang dihasilkan dari proses pemakanan (Volt)

I : Arus listrik yang dihasilkan dari Pemakanan (a).

$\cos \phi$  ( $\phi$ ): factor daya

1. Pengolahan data konsumsi daya material aluminium 6061

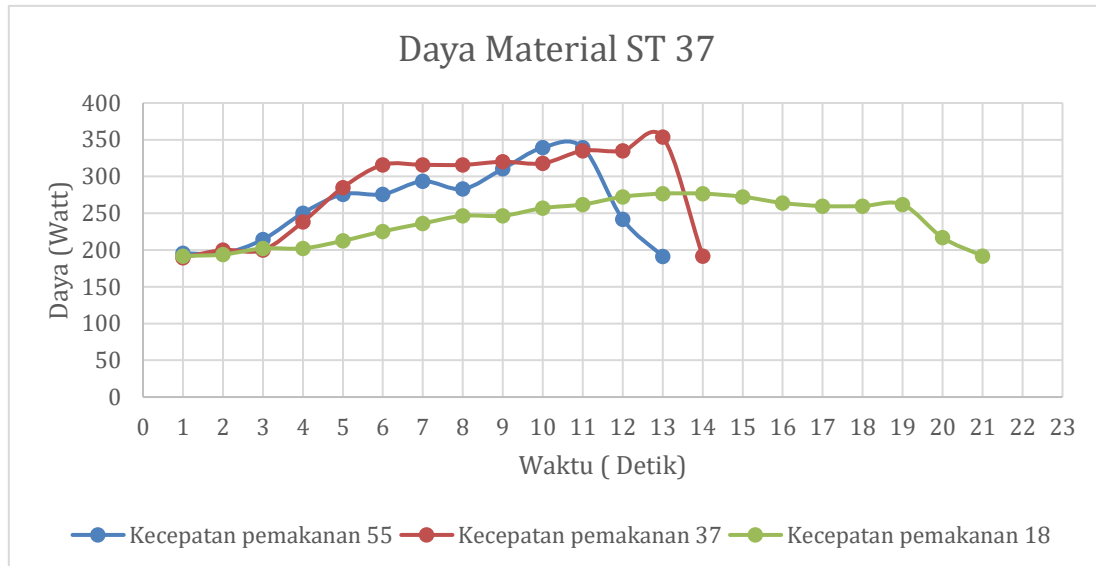
Data ini didapat dengan variasi kecepatan pemakanan yaitu 18 mm/menit, 37 mm/menit, dan 55 mm /menit. Berikut grafik data yang di dapat.



**Gambar 3.** Grafik Daya Material Aluminium 6061

Dengan demikian, akan dihasilkan grafik seperti di atas. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa nilai konsumsi daya terendah dihasilkan dari parameter 18 mm/menit meskipun dengan waktu proses pemesinan yang terpanjang. Nilai konsumsi daya yang tertinggi diperoleh dari parameter 55 mm/menit, meskipun waktu proses pemesinan menjadi lebih singkat.

2. Pengolahan data konsumsi daya material ST 37 Data ini didapat dengan variasi kecepatan pemakanan yaitu 18 mm/menit, 37 mm/menit, dan 55 mm /menit. Berikut grafik data yang di dapat.

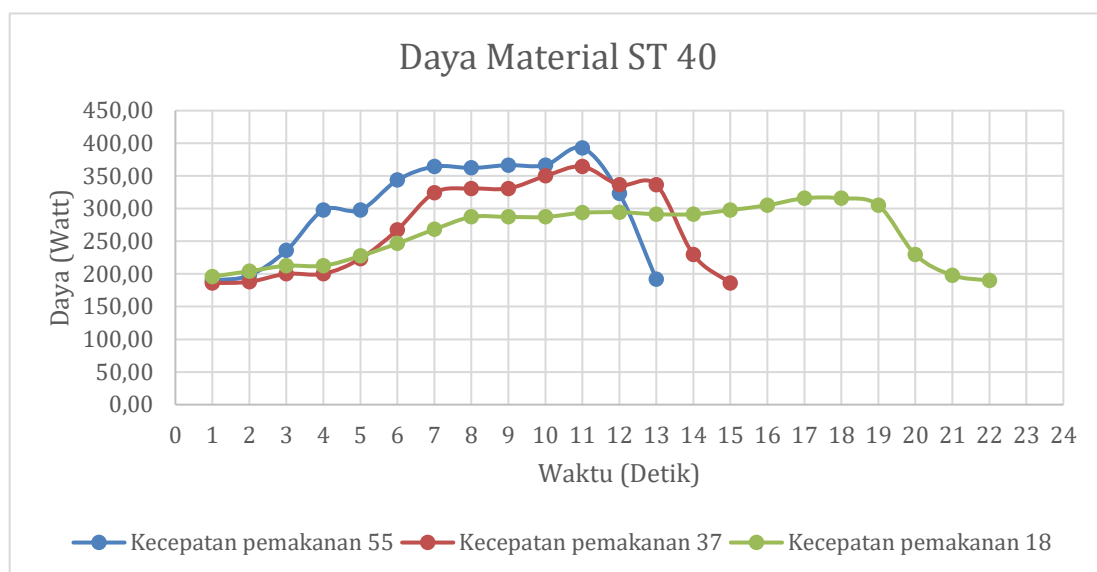


**Gambar 4.** Grafik Daya Material ST 37

Dengan demikian, akan dihasilkan grafik seperti di atas. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa nilai konsumsi daya terendah dihasilkan dari parameter 18 mm/menit meskipun dengan waktu proses pemesinan yang terpanjang. Nilai konsumsi daya yang tertinggi diperoleh dari parameter 37 mm/menit, meskipun waktu proses pemesinan menjadi lebih singkat.

3. Pengolahan data konsumsi daya material ST 40

Data ini didapat dengan variasi kecepatan pemakanan yaitu 18 mm/menit, 37 mm/menit, dan 55 mm /menit. Berikut grafik data yang di dapat.



**Gambar 5.** Grafik Daya Material ST 40

Dengan demikian, akan dihasilkan grafik seperti di atas. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa nilai konsumsi daya terendah dihasilkan dari parameter 18 mm/menit meskipun dengan waktu proses pemesinan yang terpanjang. Nilai konsumsi daya yang tertinggi diperoleh dari parameter 55 mm/menit, meskipun waktu proses pemesinan menjadi lebih singkat.

a) Perhitungan konsumsi energi

Perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$W = P \cdot T$$

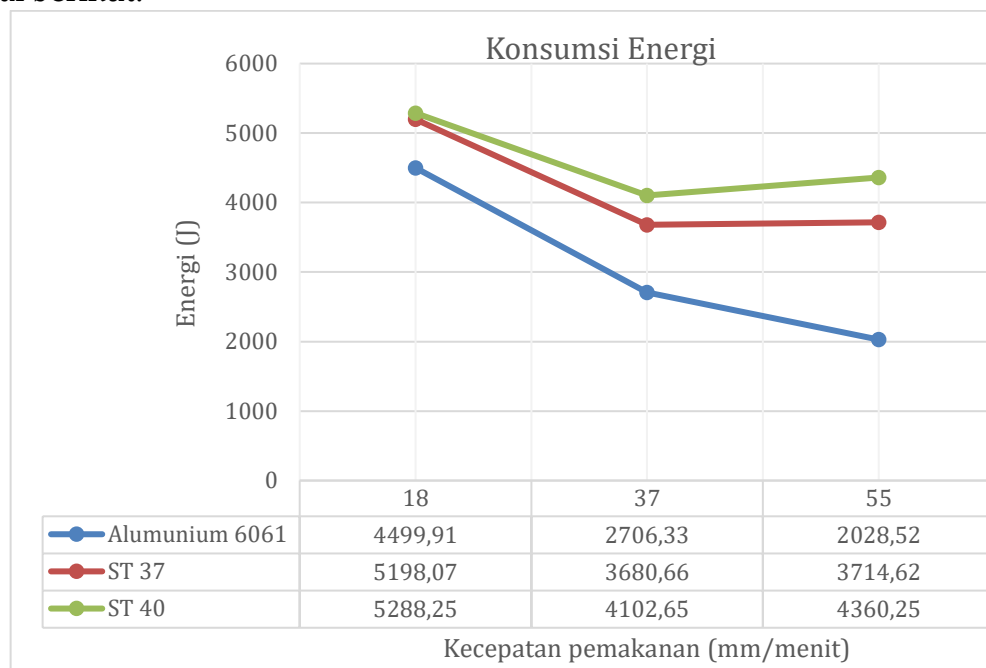
keterangan:

W = Energi pemotongan (joule)

P = Daya (watt)

T = Waktu (detik)

Data yang di dapat dari perhitungan akan di tampilkan dengan cara grafik konsumsi energi sebagai berikut:



**Gambar 6.** Grafik Konsumsi Energi

Berdasarkan grafik diatas konsumsi energi saat prses pemesinan mengalami penurun seiring peningkatan kecepatan pemakanan dari 18 mm/menit hingga 37 mm/menit untuk aluminium 6061, ST 37, dan ST 40. Penurunan ini paling signifikan pada aluminium 6061. Namun pada kecepatan 55 mm/menit, energi berubah. Tetapi aluminium 6061 terus menunjukkan penurunan dari 4499,91 J menjadi 2706,33 J, sementara pada baja ST 37 dan ST 40 justru mengalami kenaikan kembali ST 37 konsumsi energi dari 3680,66 J menjadi 3714,62 J dan ST 40 dari 4102,65 J menjadi 4360,25 J.

b) Perhitungan Energi spesifik

Perhitungan dilakukan dengan rumus berikut:

$$U = \frac{P}{MRR}$$

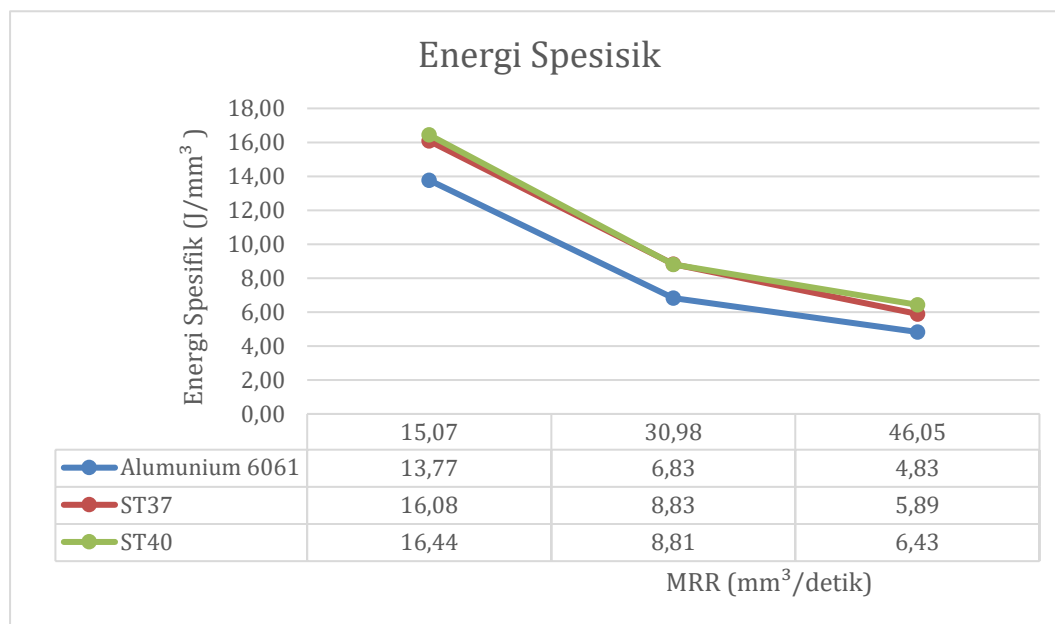
Keterangan:

U = Energi Specific (W.detik /mm<sup>3</sup>)

P = Daya Pemotongan (w)

MRR = Kecepatan penghasilan gram (mm<sup>3</sup>/menit)

Dari rumus berikut di dapat kan data yang ditampilkan dengan grafik Energi spesifik berikut:



Gambar 7. Grafik Spesifik Energi

Dari interaksi antara material removal rate (MRR) dan energi spesifik pada Aluminium 6061, ST 37, dan ST 40 menunjukkan semakin tinggi MRR, semakin rendah energi spesifik yang dibutuhkan. Pada MRR 15,07 mm<sup>3</sup>/detik, ketiga material membutuhkan energi spesifik yang tinggi Aluminium 13,77 J/mm<sup>3</sup>, ST 37 16,08 J/mm<sup>3</sup> dan ST 40 16,44 J/mm<sup>3</sup>

Pada peningkatan MRR 30,98 mm<sup>3</sup>/detik, energi spesifik turun signifikan Aluminium 6,83 J/mm<sup>3</sup>, ST 37 8,83 J/mm<sup>3</sup> dan ST 40 8,81 J/mm<sup>3</sup>. Pada MRR tertinggi 46,05 mm<sup>3</sup>/detik, energi spesifik terus menurun aluminium 4,83 J/mm<sup>3</sup>, ST 37 5,89 J/mm<sup>3</sup> dan ST40 6,43 J/mm<sup>3</sup>.

## Pembahasan

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh kecepatan pemakanan terhadap konsumsi energi dalam proses pengeboran dengan berbagai jenis material, yaitu Aluminium 6061, baja ST 37, dan ST 40. Hasilnya menunjukkan bahwa pada Aluminium 6061, peningkatan kecepatan pemakanan secara konsisten menurunkan konsumsi energi, dari 4499,91 J pada 18 mm/menit menjadi 2028,52 J pada 55 mm/menit. Hal ini disebabkan oleh sifat aluminium yang lunak dan mudah dipotong. Berbeda dengan Aluminium 6061, pada baja ST 37 dan ST 40, konsumsi energi menurun hingga kecepatan 37 mm/menit namun meningkat

kembali pada 55 mm/menit. ST 37 menunjukkan kenaikan energi dari 3680,66 J menjadi 3714,62 J, sedangkan ST 40 meningkat dari 4102,65 J ke 4360,25 J. Hal ini disebabkan oleh kekuatan tarik dan kekerasan material yang lebih tinggi, sehingga semakin besar kecepatan pemakanan pada material baja akan meningkatkan gaya potong dan konsumsi energi. Aluminium 6061 tetap menjadi material dengan konsumsi energi terendah di setiap variasi kecepatan dibandingkan dengan material ST 37 dan ST 40.

Interaksi antara kecepatan pemakanan dan jenis material menunjukkan bahwa pada Aluminium 6061, peningkatan kecepatan mendukung efisiensi pemotongan dan menurunkan konsumsi energi, sejalan dengan peningkatan material removal rate (MRR) yang menurunkan energi spesifik. Energi spesifik Aluminium 6061 turun dari 13,77 J/mm<sup>3</sup> ke 4,83 J/mm<sup>3</sup> seiring peningkatan MRR. Tren serupa terjadi pada ST 37 dan ST 40, meskipun nilai energi spesifiknya tetap lebih tinggi dibanding Aluminium 6061, namun tetap berada dalam batas wajar sesuai table energi spesifik. Meskipun pada kecepatan pemakanan 55 mm/menit konsumsi energi meningkat, energi spesifik semakin menurun akibat waktu pemesinan yang lebih singkat dan peningkatan MRR. Dengan demikian, semakin besar MRR, semakin rendah energi spesifik yang dibutuhkan, menandakan efisiensi energi yang lebih baik meskipun konsumsi energi total meningkat.

## Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini diketahui bahwa peningkatan kecepatan pemakanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi energi dalam proses pengeboran. Pada material Aluminium 6061, didapatkan bahwa semakin tinggi kecepatan pemakanan, justru akan menurunkan konsumsi energi secara konsisten. Hal ini disebabkan oleh sifat Aluminium yang lunak dan mudah dipotong. Namun, pola yang berbeda terjadi pada material baja ST 37 dan ST 40, di mana konsumsi energi menurun hingga kecepatan pemakanan 37 mm/menit, tetapi kembali meningkat saat kecepatan dinaikkan menjadi 55 mm/menit. Hal ini disebabkan oleh peningkatan gaya potong pada kecepatan yang terlalu tinggi, yang justru menyebabkan kebutuhan daya menjadi lebih besar.

Selain itu, jenis material juga terbukti memengaruhi besarnya konsumsi energi dalam proses drilling. Aluminium 6061 selalu menunjukkan konsumsi energi yang lebih rendah di semua variasi kecepatan pemakanan dibandingkan dengan ST 37 dan ST 40, karena kekuatan tarik dan kekerasan Aluminium jauh lebih rendah. ST 37 memiliki kebutuhan energi yang lebih tinggi daripada Aluminium, sedangkan ST 40, yang memiliki tingkat kekerasan lebih besar dari ST 37, mencatat konsumsi energi paling tinggi di setiap kecepatan pemakanan. Semakin keras dan kuat material, semakin besar pula energi yang dibutuhkan untuk proses pemotongan.

Energi spesifik cenderung menurun seiring dengan peningkatan kecepatan pemakanan atau Material Removal Rate (MRR). Energi spesifik Aluminium 6061 turun signifikan dari 13,77 J/mm<sup>3</sup> menjadi 4,83 J/mm<sup>3</sup>, sedangkan ST 37 turun dari 16,08 J/mm<sup>3</sup> ke 5,89 J/mm<sup>3</sup>, dan ST 40 dari 16,44 J/mm<sup>3</sup> ke 6,43 J/mm<sup>3</sup>. Energi spesifik Aluminium 6061 masih lebih tinggi dari rentang table energi spesifik 0,4–1,1 J/mm<sup>3</sup>. Dan energi spesifik material ST 37 sebesar 5,89 J/mm<sup>3</sup> dan ST 40 sebesar 6,43 J/mm<sup>3</sup> masih berada dalam rentang dari tabel

energi spesifik, untuk material baja 2,7–9,3 J/mm<sup>3</sup>. Pada kecepatan pemakanan tertinggi, konsumsi energi memang meningkat karena gaya potong dan daya yang lebih besar, tetapi energi spesifik tetap menurun karena waktu pemotongan yang lebih singkat dan volume pemotongan yang lebih besar, menunjukkan efisiensi energi yang lebih baik dengan MRR yang lebih tinggi. Sehingga dari penelitian ini diketahui pentingnya pemilihan parameter pemesinan pada setiap material yang digunakan karena berpengaruh terhadap konsumsi energi dalam proses drilling sehingga dapat mendukung efisiensi energi pada sektor manufaktur. Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk lebih mengembangkan variasi material dan variasi parameter yang lebih luas dan dapat memperitmbangkan analisis biaya yang dipengaruhi dari konsumsi energi yang dibutuhkan.

### Daftar Pustaka

- A. M. Mufarrih, A. Harijono, and U. S. Amrullah, "Analisa Kebulatan pada Proses Drilling Material KFRP," vol. 5, no. 2, pp. 201–212, 2023.
- Ansyori, A., & Saputra, R. (2019). Pengaruh Diameter Mata Bor Terhadap Tingkat Kehalusan Permukaan Lubang Bor Pada Proses Pemesinan Bor Magnesium AZ31. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 7(1), 7–18.
- Azwinur, & Taufiq. (2017). Analisis Umur Pahat Dan Biaya Produksi Pada Proses Drilling Terhadap Material S 40 C. *Jurnal Polimesin*, 15(1), 1–7.
- B. A. B. Ii, "Bab ii tinjauan pustaka 2.1," pp. 3–13, 2017.
- B. Jannah, A. Sanata, R. K. Kw, S. Junus, M. E. Ramadhan, and H. Sutjahjono, "Jurnal STATOR Volume 6 No 2 , Desember 2023 Analisis Jurnal Stator Volume 6 No 2 , Kekerasan Permukaan Pada Proses Pengeboran Aluminium, Desember 2023," vol. 6, no. 2, pp. 37–42, 2023.
- Balogun, V. A., Edem, I. F., & Mativenga, P. T. (2015). Specific energy based characterisation of tool wear in mechanical machining processes. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(5), 1674–1680. <http://www.ijser.org>
- Bashori, H. (2020). Uji Material Alumunium Paduan Dengan Metode Kekerasan Rockwell. *Journal Mechanical And Manufacture Technology*, 1(1), 24–29.
- C. Pramono and A. Pustaka, "Material".
- D. R. Hermanto et al., "Analisis Konsumsi Energi Listrik Universal Milling Machine Pada Berbagai Keadaan Operasi dan Parameter Pemesinan," *Mechanical*, vol. 9, no. 1, pp. 28–32, 2018, doi: 10.23960/mech.v9.i1.201806.
- Esye, Y., & Lesmana, S. (2021). Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan. *Jurnal Sains & Teknologi*, 11(1), 103–113.
- F. Nofita, A. Susanto, W. Yuliar, J. Adya, and M. Adhi, "Pengaruh Variasi Kecepatan Pemakanan ( Feed Rate ) terhadap Gaya Potong Proses Gurdi dengan Material Aluminium," vol. 25, no. 1, pp. 40–46, 2023.
- Groover, M. P. (2012). *Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Systems* (5th ed.). Permissions Department, John Wiley & Sons.

- Hadiyoto, A. E., & Mulyadi, S. (2014). Pengaruh Putaran Spindel, Gerak Makan Dan Sudut Mata Pahat Terhadap Getaran Benda Kerja Alumunium 6061 Pada Proses Drilling. *Jurnal ROTOR*, 7(2), 1–5.
- Harja, H. B., Fauzi, M., & Fathan, A. (2021). Evaluasi Kinerja Efisiensi Energi Mesin Bubut Melalui Penilaian Indikasi Specific Energy Consumption. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 389–403. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i2.389>
- Hartanto, D. S., Suprpto, A., & Widyastuti, I. (2020). Analisa Variasi Waktu Penahanan Karburisasi Dan Perlakuan Cryogenic Terhadap Sifat Mekanis Baja ST37. *TRANSMISI*, 16(1), 56–64.
- Husni, Thalib, S., & Zubairi, A. (2022). Pengaruh Parameter Pemotongan dan Material Pahat Terhadap Burr Pada Proses Gurdi Baja Tahan Karat (Stainless Steel). *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 46–51.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2010). *Manufacturing engineering and technology* (6th ed.). Prentice Hall.
- Kamal, M. R. (2017). Pengaruh Penggunaan Coolant dan Variasi Diameter Mata Bor Terhadap Konsumsi Energi Dan Kekasaran Permukaan Pada Proses Drilling Baja E.M.S 45. Universitas Negeri Semarang.
- Kutz, M. (2015). *Mechanical Engineers' Handbook : Manufacturing And Management* (4th ed., Vol. 3). John Wiley & Sons.
- Londong, F. S., Poeng, R., & Tondok, Y. (2023). Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Mesin Freis Hercus 7264. *Jurnal Tekno Mesin*, 9(2), 85–91. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu>
- Lubis, S. Y., Reynaldi, Askolani, A. P., & Ariyanti, S. (2021). Analisis Keausan Mata Pahat Dan Waktu Pemotongan Pada Proses Drilling Baja S 45 C. *Seminar Nasional Ke-III Universitas Tarumanegara*, 111–118.
- Lubis, S., Darmawan, S., Askolani, A. P., & Ariyanti, S. (2022). Study Perbandingan Biaya Pemesinan Pada Proses Drilling Menggunakan Pahat HSS Dan Karbida. *Jurnal UISU*, 16–22.
- N. Terhadap, K. Permukaan, and P. Bubut, "Pengaruh Perubahan Tekanan Dan Waktu Proses Plasma/ Ion Nitriding Terhadap Kekerasan Permukaan Pahat Bubut Purnomo Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang,," 2003.
- Nado, O. M., Poeng, R., & Lumintang, R. (2021). Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Mesin Bubut BV 20. *Jurnal Tekno Mesin*, 7(1), 14–22. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/index>
- Nasution, A. R., Wahyudi, F. S., Siregar, C. A., Affandi, & Fuadi, Z. (2023). Pengaruh Sudut Twist Drill Terhadap Kekasaran Dan Kebulatan Pada Proses Pemesinan Drilling. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.24853/sintek.17.1.1-6>

- Naufal, S. A. M. I., Budiarto, U., & Sisworo, S. J. (2021). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Tarik Baja ST 40. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(2), 191–198. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Oberg, Erik., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2004). *Machinery's Handbook* (27th ed.). Industrial Press.
- Otaya, L. G. (2016). Distribusi Probabilitas Weibull Dan Aplikasinya (Pada Persoalan Keandalan (Reliability) Dan Analisis Rawatan (Maintainability)). *CORE (Jurnal Manajemen Pendidikan Islam)*, 4(2), 44–66.
- P. Variasi and K. Potong, "Load On MRR Value And Cutting Energy," 2018.
- R. Suryadi, D. Riana, And Kangen, "Pengaruh Parameter Proses CNC Milling Terhadap Surface Roughness Dan Toleransi Bidang Pada Inlet Outer Valve," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 2022.
- S. Susastro, S. U. Handayani, I. S. Atmanto, and M. A. Pangestu, "Pengukuran Parameter Energi Listrik pada Mesin CNC Milling pada Beberapa Tingkat Kecepatan Potong," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, p. 131, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i2.12795.
- Sandwityanto, hendryan. (2018). Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Dan Pembebanan Terhadap Nilai MRR Dan Energi Pemotongan Pada Mesin Gerinda Konvensional. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Santoso, E. B., Riyanto, S., & Herraprastanti, E. H. (2019). Pengaruh Kecepatan Pemakanan Pengeboran Dan Perlakuan Pendinginan Terhadap Kekerasan Dan Efisiensi Mata Bor Pada Material Structural Steel. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X*, 48–54. <http://www.mesin.unud.ac.id>
- Sapto, A. D., & Utomo, K. Y. (2021). Pengaruh Jenis Material Cutter Slot Drill Terhadap Hasil Regrinding Dan Tool Life. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 21(1), 19–24.
- Saputra, G., & Hamsi, A. (2014). Analisa Optimasi Pemesinan Pada Mesin Bor Breda Tipe R-35 Dengan Algoritma Genetika. *Jurnal E-Dinamis*, 9(1), 11–18.
- Saputro, R. D. A., Sukardi, T., Wibowo, Y. E., & Hardiyanta, R. A. P. (2020). The effect of twist drill angle and spindle speed on surface roughness in S45C steel drilling process. *Journal of Physics: Conference Series*, 1700. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1700/1/012024>
- Sari, F. N., Susanto, A., Rezika, W. Y., Putra, J. A., & Maulana, M. A. (2023). Pengaruh Variasi Kecepatan Pemakanan (Feed Rate) terhadap Gaya Potong Proses Gurdi dengan Material Aluminium. *Jurnal ROTASI*, 25(1), 40–46.
- Sebayang, R. (2016). Perubahan Sifat Mekanis Dan Bentuk Struktur Mikro Baja AISI 1040 Akibat Polarisasi Arus Pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Untirta*, 2(1), 29–36.
- Suhartono, R. G., & Murdani, A. (2022). Pengaruh Parameter Penggurdian Terhadap Akurasi Lubang Komposit Goni-Poliester Dengan Twist Drill. *Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy (JAMERE)*, 2(2), 62–67. <https://journal.isas.or.id/index.php/JAMERE>

- 
- Sulu, J. J., Poeng, R., & Gede, I. N. (2022). Pengaruh Diameter Mata Bor Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Bench Drill Ixion BT 25. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 11(1), 1–17.
- Tiwan, “Kemampuan Mahasiswa Dalam Memilih Material Pada,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 22, no. 1, pp. 99–107, 2014.
- Unggul, H. M. (2018). Analisis Pengaruh Komposisi Alumunium (Al) Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Laju Korosi Anoda Tumbal Berbasis Seng (Zn) Untuk Kapal Dengan Metode Pengecoran. Institut Teknologi Sepuluh November.