



Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Mesin Drilling Duduk Type RYU RDB 13 Dengan Variasi Parameter Pemesinan

Eko Purwoto¹, Eko Yudiyanto²

¹⁻² Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141

Korespondensi penulis: ekopurwoto@email.com^{1*}

Abstract. This study aims to analyze the electrical energy consumption of a bench-type drilling machine, RYU RDB 13, by varying machining parameters in the form of spindle speed and feed rate. Electrical energy is a critical aspect of production efficiency in the manufacturing industry, particularly in machining processes that require continuous power consumption throughout the cutting operation. The material used in this study is aluminum 6061, chosen for its lightweight, corrosion resistance, and wide application in the automotive and aerospace industries. The drilling process was carried out using three spindle speed variations: 620 rpm, 920 rpm, and 1280 rpm, along with three feed rate variations: 0.04 mm/rev, 0.08 mm/rev, and 0.1 mm/rev. Current and voltage were measured using a digital wattmeter in real-time, and energy consumption was calculated in wattseconds (Ws) using power calculation formulas. The results indicate that increasing the feed rate and spindle speed leads to higher instantaneous power consumption. However, total energy consumption tends to decrease at higher speed and feed combinations due to shorter machining times. The optimal parameter combination was found at a feed rate of 0.1 mm/rev and a spindle speed of 1280 rpm, which resulted in the lowest energy consumption of 387 Ws and the fastest drilling time. This demonstrates that selecting the right machining parameters not only improves energy efficiency but also maintains or enhances productivity. The observed power consumption pattern typically shows a sharp increase at the beginning of the drilling process, a stable phase during the main cutting stage, and a rapid decrease towards the end of the cut. These findings contribute to a better understanding of the relationship between machining parameters and energy efficiency, serving as a basis for developing sustainable production strategies in the manufacturing sector that prioritize energy savings and cost reduction.

Keywords: drilling, efficiency, electrical energy, feed rate, rotational speed

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsumsi energi listrik pada mesin drilling duduk tipe RYU RDB 13 dengan memvariasikan parameter pemesinan berupa kecepatan putar (spindle speed) dan kecepatan pemakanan (feed). Energi listrik merupakan aspek penting dalam efisiensi proses produksi di industri manufaktur, khususnya dalam proses pemesinan yang membutuhkan konsumsi daya secara terus-menerus selama berlangsungnya operasi pemotongan. Dalam penelitian ini digunakan material aluminium 6061 sebagai benda kerja karena sifatnya yang ringan, tahan korosi, dan banyak digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang. Proses pengeboran dilakukan dengan tiga variasi kecepatan putar, yaitu 620 rpm, 920 rpm, dan 1280 rpm, serta tiga variasi kecepatan pemakanan, yaitu 0,04 mm/rev, 0,08 mm/rev, dan 0,1 mm/rev. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan menggunakan alat wattmeter digital secara real-time, kemudian dikonversi menjadi konsumsi energi listrik dalam satuan wattsecond (Ws) melalui rumus daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan feed dan kecepatan putar berbanding lurus dengan peningkatan daya sesaat (instantaneous power). Namun demikian, konsumsi energi total cenderung menurun pada parameter kecepatan dan feed yang lebih tinggi karena waktu pemesinan menjadi lebih singkat. Kombinasi parameter feed 0,1 mm/rev dan kecepatan putar 1280 rpm terbukti menghasilkan konsumsi energi paling rendah, yakni 387 Ws, serta waktu pengeboran tercepat. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan parameter yang optimal tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga mempertahankan atau bahkan meningkatkan produktivitas. Pola konsumsi daya yang diamati menunjukkan kenaikan tajam di awal proses pengeboran, stabil selama proses pemotongan utama, dan penurunan drastis menjelang akhir pemotongan. Temuan ini memberikan kontribusi dalam pemahaman hubungan antara parameter pemesinan dan efisiensi energi, serta menjadi dasar bagi pengembangan strategi produksi berkelanjutan di industri manufaktur yang mengedepankan efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional.

Kata kunci: Pengeboran, Efisiensi, Energi Listrik, Laju Pemberian, Kecepatan Putar

1. LATAR BELAKANG

Pada era industri modern, efisiensi energi menjadi aspek penting dalam proses produksi, khususnya di sektor manufaktur. Salah satu proses yang umum digunakan adalah pemesinan dengan mesin drilling, yang membutuhkan konsumsi energi listrik dalam jumlah signifikan. Peningkatan efisiensi energi tidak hanya dapat menurunkan biaya operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan industri. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis terhadap pengaruh parameter pemesinan, seperti kecepatan putar (*spindle speed*) dan kecepatan pemakanan (*feed*), terhadap konsumsi energi listrik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis besarnya konsumsi energi listrik pada mesin *drilling* duduk tipe RYU RDB 13 dengan variasi parameter pemesinan, yaitu kecepatan putar dan kecepatan pemakanan. Material yang digunakan adalah aluminium 6061. Dengan mengukur arus dan tegangan menggunakan *wattmeter* digital, konsumsi energi dihitung untuk tiap kombinasi parameter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana masing-masing parameter memengaruhi konsumsi energi.

2. KAJIAN TEORITIS

Bab ini menguraikan teori-teori dasar yang menjadi landasan ilmiah dalam penelitian, dimulai dari konsep konsumsi energi listrik, prinsip kerja mesin drilling, hingga pengaruh parameter pemesinan terhadap efisiensi energi. Konsumsi energi listrik dijelaskan sebagai hasil perkalian antara arus dan tegangan selama proses berlangsung, yang dinyatakan dalam satuan *wattsecond* (Ws). Mesin *drilling* duduk bekerja dengan memutar mata bor secara vertikal untuk menembus benda kerja, di mana kecepatan putar (*spindle speed*) dan kecepatan pemakanan (*feed*) merupakan dua parameter penting yang memengaruhi performa pemesinan. Kecepatan putar yang lebih tinggi memungkinkan waktu proses yang lebih singkat, namun meningkatkan daya sesaat. Sementara itu, *feed* yang lebih besar mempercepat laju pemakanan tetapi dapat meningkatkan gaya potong dan beban kerja mesin. Dalam konteks ini, diperlukan keseimbangan antara waktu dan daya untuk mencapai konsumsi energi total yang efisien.

Selain teori dasar, beberapa hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik ini. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa pemilihan parameter pemesinan yang tepat dapat mengoptimalkan efisiensi energi tanpa mengorbankan produktivitas. Beberapa penelitian bahkan mengindikasikan bahwa peningkatan *feed* lebih signifikan menurunkan

konsumsi energi total dibanding hanya meningkatkan kecepatan putar. Temuan-temuan ini menjadi rujukan penting dalam penyusunan metode penelitian dan analisis hasil dalam studi ini. Penelitian ini berangkat dari dugaan bahwa terdapat kombinasi parameter kecepatan putar dan *feed* tertentu yang mampu menghasilkan efisiensi energi optimal. Dengan demikian, seluruh tinjauan pustaka yang dibahas memberikan acuan teoritis dan empiris yang kuat untuk mendasari pelaksanaan dan arah penelitian ini.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian untuk menganalisis konsumsi energi listrik pada mesin *drilling* duduk tipe RYU RDB 13. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menggunakan benda kerja berbahan aluminium 6061. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kecepatan putar (620 rpm, 920 rpm, dan 1280 rpm) serta kecepatan pemakanan (0,04 mm/rev, 0,08 mm/rev, dan 0,1 mm/rev), sedangkan variabel terikatnya adalah konsumsi energi listrik. Instrumen yang digunakan mencakup mesin *drilling* duduk, mata bor HSS berdiameter 10 mm, aluminium 6061, serta alat ukur berupa *wattmeter* digital untuk mencatat nilai arus dan tegangan selama proses pengeboran berlangsung. Data dikumpulkan melalui pencatatan waktu pemesinan dan pengukuran daya sesaat, yang kemudian digunakan untuk menghitung konsumsi energi dalam satuan *wattsecond* (Ws). Penelitian dilakukan secara berulang untuk memastikan akurasi data, dan hasilnya dianalisis secara deskriptif untuk melihat pengaruh parameter terhadap konsumsi energi. Metodologi ini dirancang untuk memperoleh gambaran nyata mengenai efisiensi konsumsi energi pada berbagai kombinasi parameter pemesinan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian eksperimental mengenai konsumsi energi listrik pada mesin *drilling* duduk tipe RYU RDB 13 dengan variasi kecepatan putar dan kecepatan pemakanan. Pengukuran dilakukan dengan mencatat nilai arus dan tegangan menggunakan wattmeter digital selama proses pengeboran berlangsung. Seluruh data daya sesaat (dalam satuan watt) dicatat setiap detik, lalu dikalikan dengan waktu untuk memperoleh konsumsi energi total dalam satuan *wattsecond* (Ws). Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik daya terhadap waktu untuk masing-masing kombinasi parameter.

Feed 0,04 mm/rev dan Variasi Kecepatan Putar (Rpm)

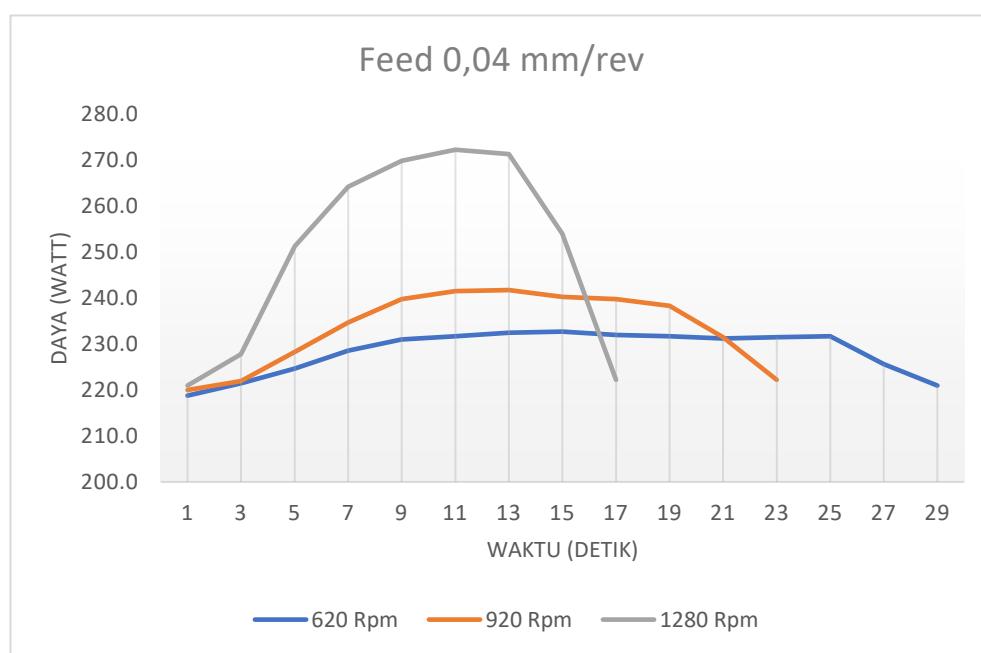
Pada pengujian pertama, dilakukan percobaan pengeboran menggunakan *feed* sebesar 0,04 mm/rev dengan tiga variasi kecepatan putar, yaitu 620 rpm, 920 rpm, dan 1280 rpm. Selama proses pengeboran, nilai arus dan tegangan dicatat secara *real-time* menggunakan *wattmeter* digital, yang kemudian digunakan untuk menghitung daya sesaat (Watt) dan konsumsi energi total (*Wattsecond*). Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik daya. Berikut tabel dan grafik yang dapat.

Tabel 1. Data Daya Feed 0,04 mm/rev

Waktu (Detik)	Daya (Watt)		
	620 Rpm	920 Rpm	1280 Rpm
1	218,8	220,0	221,0
2	219,8	220,2	222,9
3	221,5	222,0	227,8
4	223,2	224,4	239,6
5	224,6	228,3	251,3
6	227,3	231,7	260,3
7	228,6	234,7	264,2
8	230,3	238,8	266,2
9	231,0	239,8	269,9
10	231,7	240,5	271,1
11	231,7	241,5	272,3
12	232,5	242,2	270,4
13	232,5	241,8	271,3
14	233,0	240,5	267,2
15	232,7	240,3	254,0
16	231,7	239,8	230,8
17	232,0	239,8	222,2
18	231,7	240,5	220,0
19	231,7	238,3	
20	231,7	235,2	
21	231,2	231,5	

22	231,2	224,4
23	231,5	222,2
24	231,7	222,2
25	231,7	
26	229,3	
27	225,6	
28	223,2	
29	221,0	

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik agar mudah dibaca, berikut grafik yang di dapatkan dari data tabel diatas.



Gambar 1. Grafik Daya Feed 0,04

Grafik menunjukkan bahwa pada *feed* 0,04 mm/rev, peningkatan kecepatan putar menyebabkan kenaikan daya sesaat. Daya tertinggi terjadi pada kecepatan 1280 rpm, namun proses berlangsung lebih singkat. Meskipun daya sesaat meningkat, total konsumsi energi justru menurun karena waktu pengeboran yang lebih cepat, sehingga kombinasi 1280 rpm paling efisien secara energi.

Feed 0,08 mm/rev dan Kecepatan Putar (Rpm)

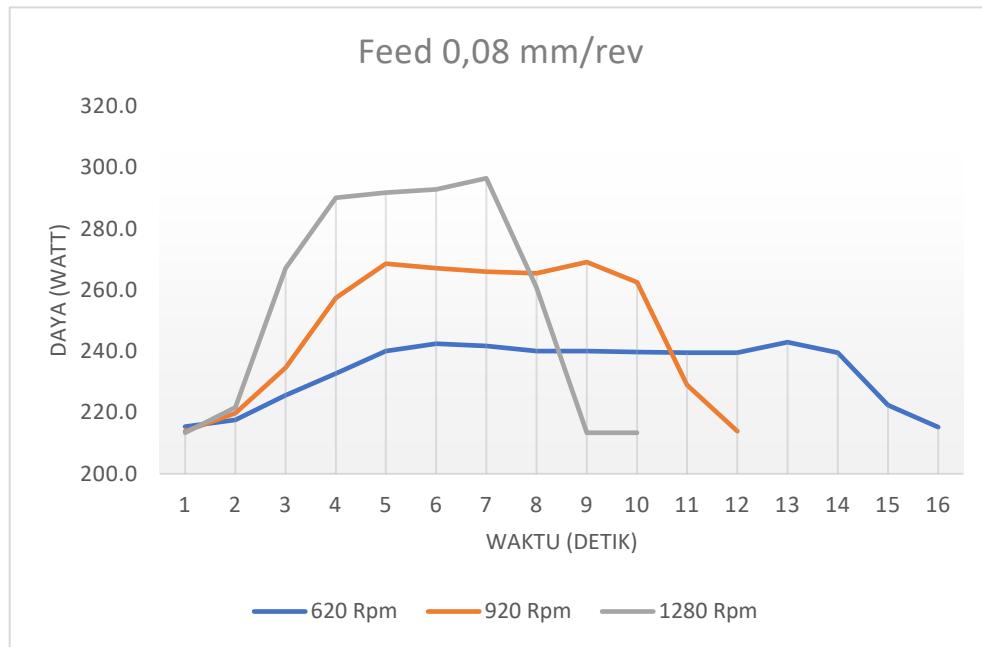
Pada pengujian pertama, dilakukan percobaan pengeboran menggunakan *feed* sebesar 0,08 mm/rev dengan tiga variasi kecepatan putar, yaitu 620 rpm, 920 rpm, dan 1280 rpm. Selama proses pengeboran, nilai arus dan tegangan dicatat secara *real-time*

menggunakan *wattmeter* digital, yang kemudian digunakan untuk menghitung daya sesaat (Watt) dan konsumsi energi total (*Wattsecond*). Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik daya. Berikut tabel dan grafik yang di dapat.

Tabel 2. Data Daya Feed 0,08 mm/rev

Waktu (Detik)	Daya (Watt)		
	620 Rpm	920 Rpm	1280 Rpm
1	215,4	213,9	213,4
2	217,6	219,8	221,7
3	225,6	234,7	267,2
4	232,7	257,4	290,2
5	240,0	268,6	291,9
6	242,5	267,2	292,8
7	241,8	266,0	296,5
8	240,0	265,5	260,8
9	240,0	269,1	213,4
10	239,8	262,5	213,4
11	239,6	229,0	
12	239,6	213,9	
13	243,0		
14	239,6		
15	222,4		
16	215,2		

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik agar mudah dibaca, berikut grafik yang di dapatkan dari data tabel diatas.



Gambar 2. Grafik Daya Feed 0,08 mm/rev

Grafik menunjukkan bahwa pada *feed* 0,08 mm/rev, peningkatan kecepatan putar menyebabkan kenaikan daya sesaat. Daya tertinggi terjadi pada 1280 rpm, diikuti oleh 920 rpm dan 620 rpm. Meskipun 1280 rpm menghasilkan daya terbesar, waktu proses lebih singkat, sehingga konsumsi energi total tetap lebih rendah. Hal ini menunjukkan efisiensi energi terbaik diperoleh pada kecepatan tertinggi.

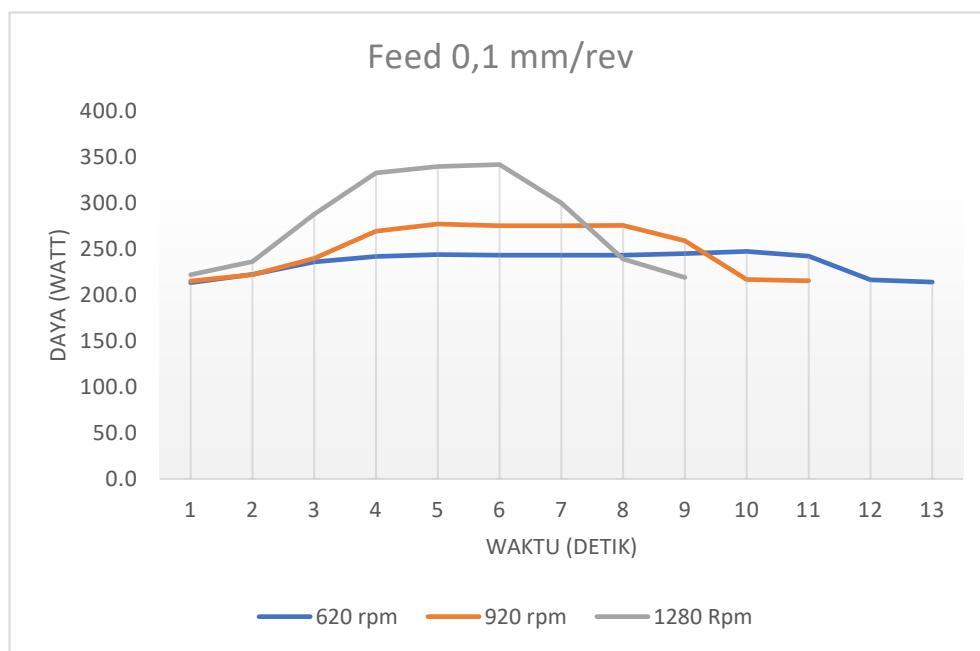
Feed 0,1 mm/rev dan kecepatan Putar (Rpm)

Pada pengujian pertama, dilakukan percobaan pengeboran menggunakan *feed* sebesar 0,1 mm/rev dengan tiga variasi kecepatan putar, yaitu 620 rpm, 920 rpm, dan 1280 rpm. Selama proses pengeboran, nilai arus dan tegangan dicatat secara *real-time* menggunakan wattmeter digital, yang kemudian digunakan untuk menghitung daya sesaat (Watt) dan konsumsi energi total (*Wattsecond*). Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik daya. Berikut tabel dan grafik yang di dapat.

Tabel 3. Data Daya Feed 0,1 mm/rev

Waktu (Detik)	Daya (Watt)		
	620 Rpm	920 Rpm	1280 Rpm
1	213,6	215,4	222,4
2	222,7	222,2	236,6
3	236,1	240,0	288,2
4	242,0	269,6	332,9
5	244,2	277,4	340,0
6	243,7	275,5	342,2
7	243,5	275,5	300,2
8	243,7	276,0	239,3
9	245,4	259,4	219,3
10	247,6	217,1	
11	242,5	215,6	
12	216,6		
13	214,1		

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik agar mudah dibaca, berikut grafik yang di dapatkan dari data tabel diatas.



Gambar 3. Grafik Daya Feed 0,1 mm/rev

Grafik menunjukkan bahwa pada feed 0,1 mm/rev, kecepatan putar 1280 rpm menghasilkan daya sesaat tertinggi namun dengan waktu pengeboran paling singkat.

Sebaliknya, 620 rpm memiliki daya lebih rendah tetapi durasi lebih lama. Meskipun daya tinggi, konsumsi energi total paling efisien tetap diperoleh pada kecepatan 1280 rpm karena waktu proses yang jauh lebih singkat.

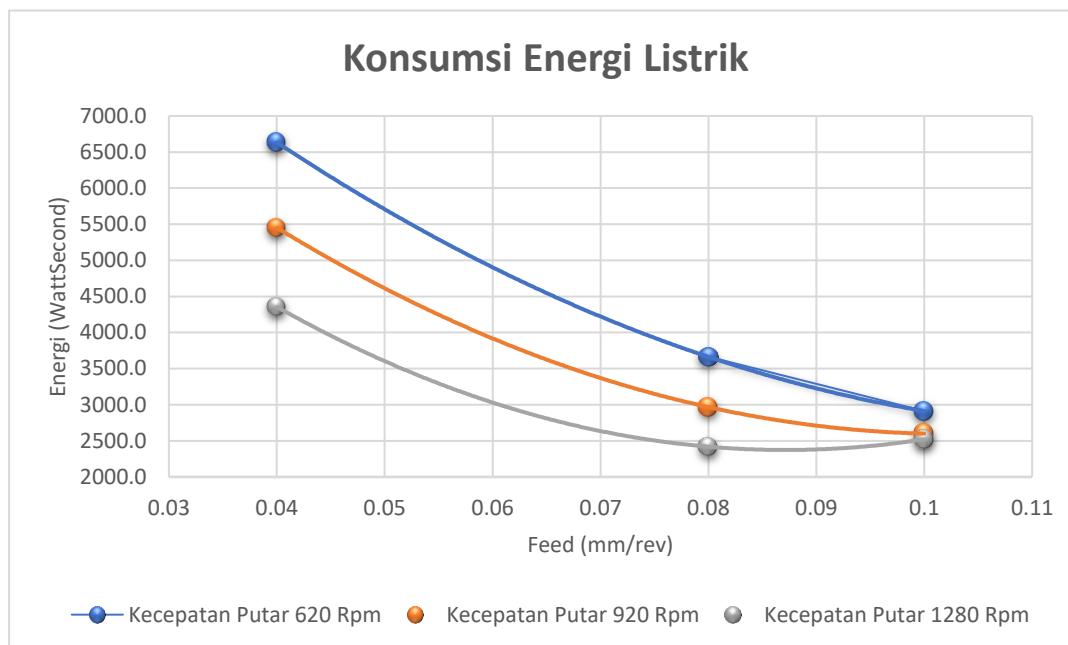
1. Konsumsi Energi

Konsumsi energi listrik selama proses pengeboran dihitung dengan mengalikan daya rata-rata yang digunakan mesin dengan durasi waktu pemesinan. Semakin besar daya dan semakin lama waktu pemotongan, maka semakin besar pula energi yang dikonsumsi. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun daya sesaat meningkat pada kecepatan putar tinggi, waktu proses yang lebih singkat justru menghasilkan konsumsi energi total yang lebih rendah. Oleh karena itu, kombinasi parameter yang mempercepat proses tanpa meningkatkan daya secara signifikan akan menghasilkan efisiensi energi terbaik. Berikut data yang di dapat akan di tunjukan dalam tabel berikut.

Tabel 4. Data Konsumsi Energi

Feed (mm/rev)	Kecepatan Putar (Rpm)	Energi (WattSecond)			Rata-Rata (WattSecond)
		P1	P2	P3	
0,04	620	6616,9	6653,5	6633	6634,5
0,08		3500,2	3747,3	3741,5	3663,0
0,1		2822,6	2853,4	3063,1	2913,0
0,04	920	5392,9	5357,7	5607,1	5452,6
0,08		2962,7	2962,7	2977,3	2967,6
0,1		2519,7	2736,8	2543,2	2599,9
0,04	1280	4498,3	4259,9	4309,1	4355,8
0,08		2337,1	2350,3	2569,6	2419,0
0,1		2529,3	2532,9	2501,4	2521,2

Dari tabel dapat dibuat grafik agar mempermudah untuk menganalisa, berikut untuk grafik dari hasil tabel diatas.



Gambar 4. Grafik Konsumsi Energi

Grafik menunjukkan bahwa peningkatan *feed* secara konsisten menurunkan konsumsi energi listrik pada semua tingkat kecepatan putar. Kecepatan putar yang lebih tinggi juga menghasilkan konsumsi energi yang lebih rendah. Kombinasi feed besar (0,1 mm/rev) dan kecepatan putar tinggi (1280 rpm) terbukti paling efisien, karena mempercepat proses pengeboran dan mengurangi kebutuhan energi total. Tren ini diperkuat oleh model matematis yang sangat sesuai dengan data eksperimen, sehingga dapat disimpulkan bahwa interaksi antara *feed* dan kecepatan putar sangat berpengaruh terhadap efisiensi energi dalam proses pemesinan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kecepatan putar spindel dan kecepatan pemakanan (*feed*) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi energi listrik dalam proses pemesinan. Secara umum, peningkatan kecepatan putar dan *feed* menyebabkan daya listrik sesaat menjadi lebih tinggi. Namun, waktu pemesinan menjadi lebih singkat, sehingga total energi yang dikonsumsi selama proses justru mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi energi dalam pemesinan tidak hanya bergantung pada besarnya daya, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh durasi proses.

Kombinasi parameter yang paling efisien diperoleh pada *feed* sebesar 0,1 mm/rev dan kecepatan putar 1280 rpm. Kombinasi ini menghasilkan konsumsi energi listrik paling rendah dibandingkan parameter lainnya. Dengan demikian, penggunaan *feed* yang lebih besar terbukti efektif dalam menekan konsumsi energi tanpa mengorbankan produktivitas. Temuan ini penting sebagai acuan dalam pemilihan parameter pemesinan yang hemat energi dan efisien, khususnya dalam konteks industri manufaktur yang menuntut optimalisasi biaya dan waktu produksi.

DAFTAR REFERENSI

- Akhmadi, A. N., & Wulandari, R. (2021). Pengaruh variasi putaran mesin terhadap waktu pengeboran dengan material aluminium Al 6063 pada mesin bor duduk. *Journal Mechanical Engineering*, 10(1), 11–15. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v10i1.2414>
- Esye, Y., & Lesmana, S. (2021). Analisa perbaikan faktor daya sistem kelistrikan. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Darma Persada*, XI(1), 103–113.
- Hermanto, D. R. (2016). Analisis konsumsi energi listrik pada mesin frais universal Milko 12 dengan variasi parameter pemesinan. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1).
- Leksono, P. M., Burhanuddin, Y., Ibrahim, G. A., & Harun, S. (2024). Analisis multi varian pemesinan bor magnesium AZ31B menggunakan metode Taguchi Gray Relational Analysis. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 18–28.
- Londong, F. S., Poeng, R., & Tondok, Y. (2007). Analisis pengaruh kondisi pemotongan terhadap konsumsi energi listrik pada mesin freis Hercus 7264. *Jurnal Teknik Mesin*, 85–91.
- Mursid, M., & Djunaedi, M. (2020). Studi perbandingan biaya pemesinan pada proses drilling antara metode manual dan CNC. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 1–9.
- Nasution, A. R., Wahyudi, F. S., Siregar, C. A., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2023). Pengaruh sudut twist drill terhadap kekerasan dan kebulatan pada proses pemesinan drilling. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(1), 1–6. <https://doi.org/10.24853/sintek.17.1.1-6>
- Pramono, W. E. (2004). *Vertical Drilling Machine (equivalent with type H5-3C)* (pp. 1–154).
- Qamaruddin, & Rahmanto, R. H. (2018). Analisis kekerasan dan keausan pahat bubut HSS. *Jurnal Teknik Mesin*, 47–50.
- Radiansyah, G. S., & 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. Retrieved from <https://journal.isas.or.id/index.php/JAMERE>

- Sitohang, Y. S. (2016). Analisis pengaruh kecepatan potong terhadap keausan mata bor HSS pada pengeboran stainless steel. *Laporan Penelitian*, 1–23.
- Sitorus, R. A. P. (2016). Analisis pengaruh kecepatan potong terhadap keausan mata bor HSS pada pengeboran besi baja AISI 1050. *Laporan Penelitian*, 1–23.
- 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.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/42751>
- Suryadi, R., Riana, D., & Kangen. (2022). Pengaruh parameter proses CNC milling terhadap surface roughness dan toleransi bidang pada inlet outer valve. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 1–10.
- Tumetel, M., Poeng, R., & Gede, I. N. (2022). Analisis keausan pahat pada variasi diameter mata bor Bench Drill Ixion BT 25. *Poros Teknik Mesin*, 11, 18–34.