

Pengukuran Parameter Energi Listrik pada Mesin CNC *Milling* pada Beberapa Tingkat Kecepatan Potong

Measurement of Electrical Energy Parameters on a CNC Milling Machine at Several Levels of Cutting Speed

Susastro^{1*}, Sri Utami Handayani², Ireng Sigit Atmanto³, Muhammad Aji Pangestu⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Mesin, Fakultas Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia

*email: sastrom51@gmail.com

ABSTRAK

DOI;
10.30595/jrst.v6i2.12795

Histori Artikel:

Diajukan:
13/01/2022

Diterima:
10/11/2022

Diterbitkan:
25/11/2022

Mesin CNC merupakan mesin yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis computer. Sebagai teknologi manufacture yang memiliki kualitas produksi yang tinggi, mesin CNC memerlukan kualitas listrik yang baik demi menjaga konsistensinya dalam proses produksi dan keawetan komponen mesin, untuk itu diperlukan pengukuran kualitas Energi listrik menggunakan Power meter 5330 Schneider pada saat mesin CNC bekerja. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi parameter energi listrik yang digunakan untuk menggerakkan mesin CNC Milling yang ada pada laboratorium CNC Sekolah vokasi undip. Mesin CNC yang ada digunakan untuk untuk melakukan machining pada benda kerja dengan bahan dasar Aluminium 5052 dengan beberapa parameter pemotongan yang diberikan. Adapun parameter pemotongan yang diberikan diantaranya seperti kedalaman pemakanan sebesar 0,3 mm, kecepatan spindle sebesar 2000 Rpm. Dengan mengasumsikan bahwa mesin digunakan pada kondisi roughing dan finishing, maka parameter pemotongan untuk gerak pemakanan yang diberikan juga divariasikan pada kisaran antara 250 mm/min hingga 1250 mm/min. Dari proses machining dengan mesin CNC yang ada, kemudian dilakukan pengukuran besar parameter energi listrik dengan menggunakan Power Meter 5350 Schneider. Proses pengukuran dilakukan pada ketiga fasa listrik (fasa R, S, dan T) yang masuk pada mesin CNC. Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa Nilai arus listrik yang dibutuhkan untuk melakukan machining pada fasa S lebih tinggi dari pada fasa R dan T. Dengan nilai tegangan listrik yang hampir sama pada ketiga fasa ini maka nilai daya terbesar terjadi pada fasa S dengan nilai sebesar 0,385 KW, diikuti oleh fasa R dengan nilai sebesar 0,3432 KW dan fasa T dengan nilai sebesar 0,293 KW.

Kata Kunci: Mesin CNC, Power Meter 5350 Schneider, Kecepatan Potong, CNC Milling

ABSTRACT

CNC machines are machine tools equipped with computer-based mechanical and control systems. As a manufacturing technology that has high production quality, CNC machines require good electrical quality in order to maintain consistency in the production process and the durability of machine components, for that it is necessary to measure the quality of electrical power using a Schneider 5330 Power meter when the CNC machine is working. In this study, identification of the electrical energy parameters used to drive the CNC Milling machine in the CNC laboratory of the Undip Vocational School was carried out. The existing CNC

machines are used for machining workpieces with 5052 Aluminum base material with some given cutting parameters. The cutting parameters given include a feed depth of 0.3 mm, a spindle speed of 2000 Rpm. Assuming that the machine is used in roughing and finishing conditions, the cutting parameters for the given feed motion are also varied in the range between 250 mm/min to 1250 mm/min. From the machining process with the existing CNC machines, then the measurement of the electrical energy parameters is carried out using the Power Meter 5350 Schneider. The measurement process is carried out on the three electrical phases (R, S, and T phases) that enter the CNC machine. From the results of the study, it was shown that in the same phase the change in the feed speed did not change the amount of power required by the CNC machine to perform machining significantly. Meanwhile, with the same cutting speed, the highest use of electric power is in the S phase and the lowest is in the R phase.

Keywords: CNC Machine, Power Meter 5350 Schneider, Cutting Speed, CNC Milling

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang dengan pesat. Kemajuan ini juga merambah di dunia industri manufaktur. Beberapa faktor penting yang menjadi fokus perhatian diantaranya adalah peningkatan kualitas produk, kecepatan proses manufaktur, penurunan biaya produksi dan ramah lingkungan. Kualitas produk manufaktur dalam proses permesinan selalu dikaitkan dengan dimensi, toleransi dan nilai produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin yang dapat menghasilkan produk kualitas terbaik, salah satunya adalah penggunaan mesin CNC (*Computer Numerically Control*). Sebuah perkembangan teknologi yang menggabungkan teknologi komputer dan teknologi mekanik. Mesin CNC merupakan mesin yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer (Mustafik, 2020).

Proses permesinan yang dilakukan pada mesin CNC adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong yang berputar. Beberapa parameter yang bisa mempengaruhi proses permesinan adalah cutter speed yang berhubungan dengan dengan putaran motor dan diameter alat potong, Feed Rate berhubungan dengan kecepatan pemakanan dan *Depth Of Cut* (kedalaman pemakanan) (Malik et al., 2019) (Mujiono, 2016) (Nugroho, 2012). Ketiga parameter pemakanan tersebut merupakan parameter penting dalam sebuah proses permesinan. Pemilihan parameter pemotongan yang tepat dalam proses permesinan adalah hal yang sangat penting untuk meraih kualitas produk.

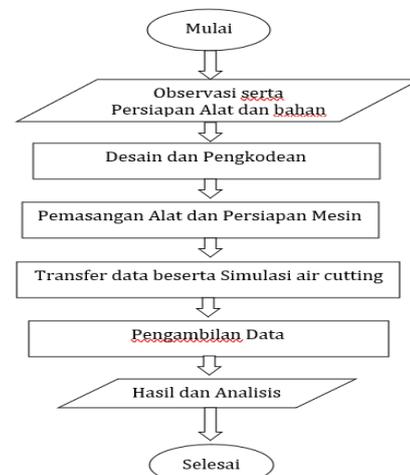
Sebagai teknologi manufaktur yang memiliki kualitas produksi tinggi, mesin CNC memerlukan kualitas listrik yang baik demi menjaga konsistensinya dalam proses produksi. Adanya beban-beban listrik yang tak linier seperti peralatan-peralatan yang banyak menggunakan komponen elektronika di jaringan elektrik menyebabkan terjadinya

polusi pada sistem tegangan, sehingga akan menurunkan kualitas dari daya listrik (Luqman Assaffat, 2009) (Kusmanto & Nuwoto, 2015). Di mana hal ini sangat mengganggu peralatan yang membutuhkan sistem dan membuat biaya produksi meningkat. Oleh karena itu, untuk menghitung kualitas energi listrik pada sistem tersebut diperlukan pengukuran tegangan, arus, faktor daya ($\cos \phi$), daya listrik dan energi listrik.

Penelitian ini akan mengkaji dan menganalisa konsumsi energi listrik pada mesin CNC Milling pada beberapa tingkat kecepatan potong menggunakan benda kerja Aluminium 5052 dengan bantuan alat Power Meter 5350 Schneider pada ruang laboratorium mesin cnc program studi diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana benda kerja yang di proses dengan mesin CNC Milling (Gambar 2) diukur dengan menggunakan alat ukur Power Meter 5350 Schneider (gambar 1) sehingga dapat mengetahui ada atau tidaknya pengaruh kecepatan potong terhadap tegangan, arus, faktor daya, daya dan energi listrik, kemudian dilakukan analisa kualitas listrik.



2.1 Alat Ukur Power Meter 5350 Schneider

Power Meter pada prinsipnya sama dengan meter-meter yang terdapat pada sebuah panel untuk mengukur arus, tegangan, frekuensi, dan $\cos \phi$ ($\cos \phi$). Data logger merupakan alat yang berfungsi untuk merekam keseluruhan data yang berhubungan dari system tenaga berupa tegangan, arus, faktor daya, frekuensi dan harmonik sehingga dapat menganalisa berapa pemakaian daya nominal guna peningkatan efisiensi listrik (Badruzzaman, 2012).



Gambar 1. Toolkit Alat Ukur Power Meter

Keterangan :

- A. Monitor Power Meter 5350 Schneider
- B. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)
- C. Stop Kontak
- D. Connector Cable
- E. Connector USB
- F. Caput Buaya

2.2 Mesin CNC Milling

CNC (Computer Numerically Controlled) merupakan mesin yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer yang mampu membaca intruksi kode N,G,F,T,S,M dan lain-lain (Wazdi & Rohmat, 2021).



Gambar 2. Mesin CNC Milling

Mesin CNC milling memiliki prinsip kerja yang sama dengan mesin milling yang lainnya, yaitu mempunyai gerak utama berputar, dimana mata pahat atau pisau melakukan gerak potong terhadap benda kerja sedangkan benda kerja bergerak mendekati pisau CNC milling dengan melakukan gerakan pemakanan

2.3 Current Transfomator

Current Transformer atau CT adalah Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi (Sugiarto, 2015)



Gambar 3. Current Transfomator 60/5a

CT umumnya terdiri dari sebuah inti besi yang dililiti oleh konduktor tembaga. Output dari skunder biasanya adalah 1 atau 5 ampere, ini ditunjukkan dengan ratio yang dimiliki oleh CT tersebut. Misal 100:1, berarti sekunder CT akan mengeluarkan output 1 ampere jika sisi primer dilalui arus 100 Ampere. Jika 400:5, berarti sekunder CT akan mengeluarkan output 5 ampere jika sisi primer dilalui arus 400 Ampere

2.4 Aluminium 5052 (Gambar 4)

Bahan yang digunakan pada proses pengujian ini yaitu Aluminium 5052 yang memiliki dimensi 200x100x20 mm.



Gambar 4. Aluminium 5250 sebagai benda kerja

Tabel 1. Sifat Material Aluminium 5052

Mechanical Properties	Metric
Ultimate Tensile Strength	228 MPa
Tensile Yield Strength	193 MPa
Shear Strength	138 MPa
Modulus of Elasticity	70.3 GPa
Shear Modulus	25.9 GPa

Tabel 2. Standar komposisi Aluminium 5052 (%)

Alloy	Mg	Cr	Cu	Fe	Mn	Si	Zn	Other
								Each
Al 5052	2,2-2,8	0,15-0,35	0,1	0,4	0,1	0,25	0,1	0,05

2.5 Desain dan parameter Pengujian

Desain dibuat menggunakan software Mastercam X7. Gambar 5 adalah gambar

desain yang akan dibuat untuk proses pemesinan

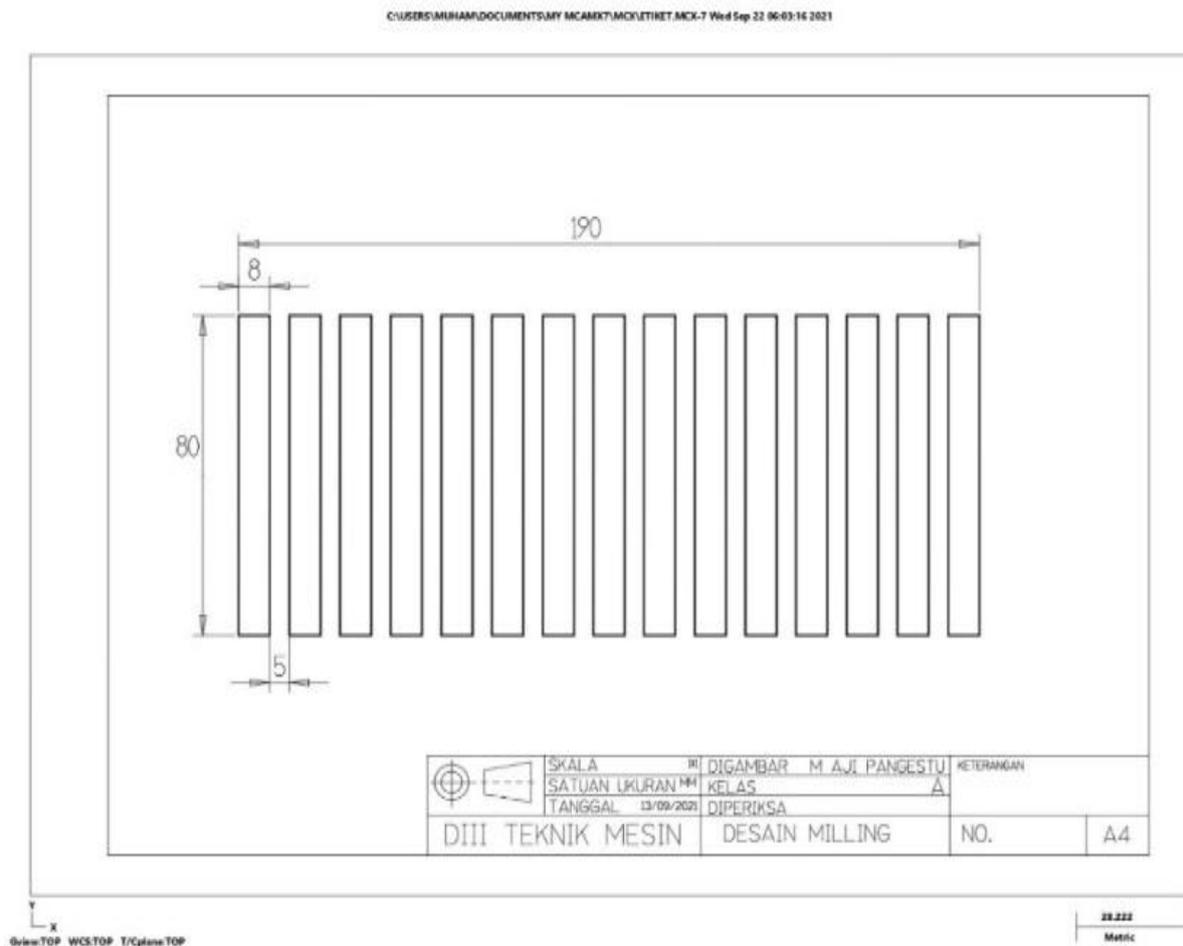
Berikut dalam table 3 merupakan parameter yang akan diuji dimana pengujian dilakukan 3 kali tiap variasi kecepatan potong nya:

Tabel 3. Parameter pengujian

Bahan Uji	Spindle speed (RPM)	Kecepatan Potong (mm/min)	Rough step (mm)	Depth of cut (mm)
Aluminium 5052	2000	250	0.3	3
		500		
		750		
		1000		
		1250		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran didapatkan hasil yang mana digunakan sebagai acuan untuk analisis data:



Gambar 5. Desain pengujian pada Benda Kerja

3.1 Kualitas tegangan

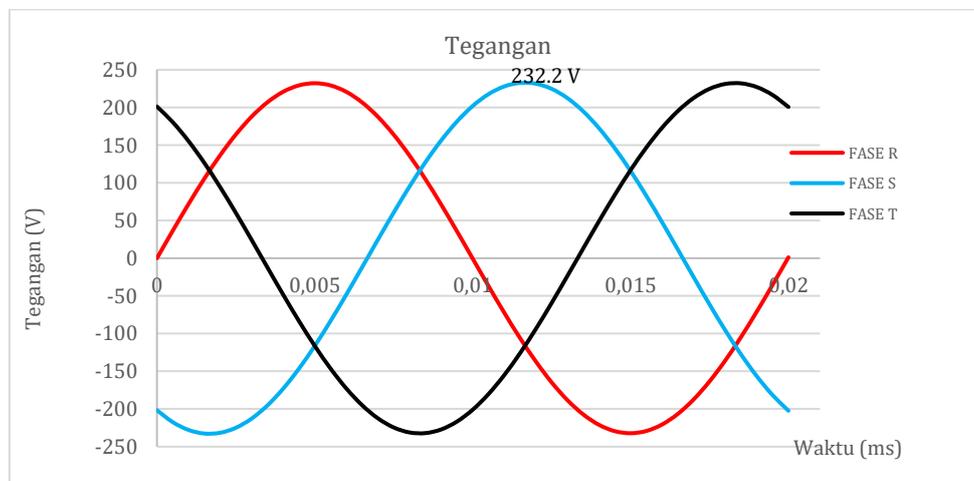
Untuk melihat kualitas tegangan maka terlebih dahulu diperlukan nilai maksimum tegangan, Nilai tegangan maksimum ini tercermin dari tabel hasil pengukuran (Tabel 4) atau dari grafik tegangan sebagai fungsi waktu. Sebagai contoh dalam pembahasan sample grafik tegangan sebagai fungsi waktu untuk kecepatan potong 1250 mm/min ditunjukkan pada gambar 6. Berdasarkan gambar 6 diperlihatkan bahwa nilai tegangan maksimum pada Fase R adalah sebesar

232.1185 V, Fase S adalah sebesar 232.8504 V dan Fase T adalah sebesar 232.3234 V.

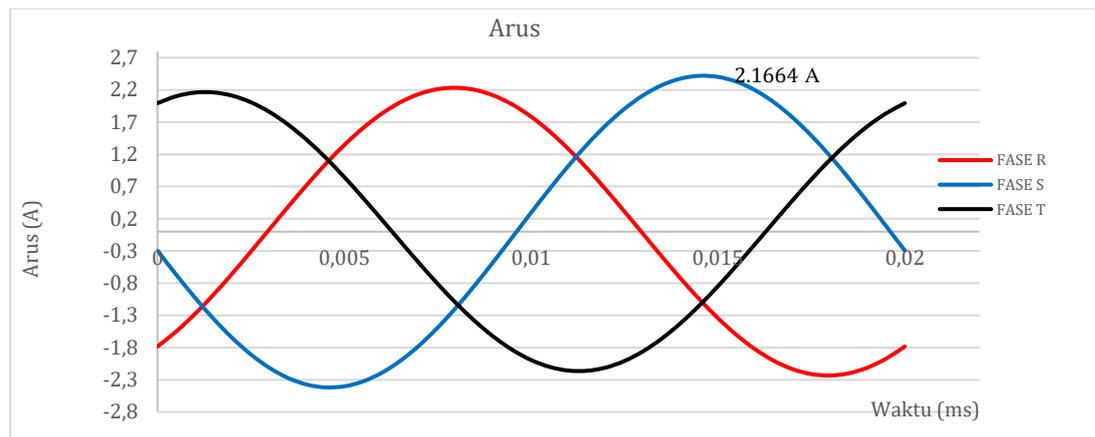
Sesuai dengan standar ANSI C84.1 – 1995 dikatakan bahwa ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak terbebani dan maksimal 6% (Batas atas adalah 233.2 V dan batas bawah adalah 206.8) untuk sistem yang terbebani. Dengan mengacu pada standards ini, maka dapat dikatakan bahwa tegangan dari ketiga fasa yang ada masih sangat baik.

Tabel 4. Hasil Pengukuran

KECEPATAN POTONG (MM/MENIT)		250	500	750	1000	1250
CURRENT (A)	Fase R	2.24	2.223	2.215	2.249	2.227
	Fase S	2.431	2.410	2.417	2.422	2.416
	Fase T	2.176	2.161	2.173	2.153	2.167
VOLTAGE (V)	Fase R	232.08	232.055	232.005	232.297	232.118
	Fase S	232.740	232.666	232.673	232.715	232.850
	Fase T	232.079	232.058	232.205	231.800	232.323
	RATA-RATA	232.300	232.260	232.294	232.271	232.430
POWER FACTOR	Fase R	0.574	0.564	0.566	0.565	0.566
	Fase S	0.689	0.681	0.679	0.688	0.681
	Fase T	0.688	0.680	0.681	0.683	0.681
	TOTAL	0.652	0.644	0.644	0.648	0.645
DAYA AKTIF (KW)	Fase R	0.299	0.291	0.291	0.295	0.292
	Fase S	0.390	0.382	0.382	0.388	0.383
	Fase T	0.347	0.341	0.344	0.341	0.343
	TOTAL	1.037	1.014	1.017	1.025	1.019
ENERGI (kWh)	Fase R	0.00500	0.00486	0.00486	0.00494	0.00489
	Fase S	0.00651	0.00638	0.00638	0.00648	0.00640
	Fase T	0.00580	0.00569	0.00574	0.00569	0.00573
	TOTAL	0.01733	0.01694	0.01699	0.01712	0.01703



Gambar 6. Grafik Tegangan untuk kecepatan potong 1250 mm/min



Gambar 7. Grafik rata-rata arus sebagai fungsi waktu

3.2 Kualitas Arus

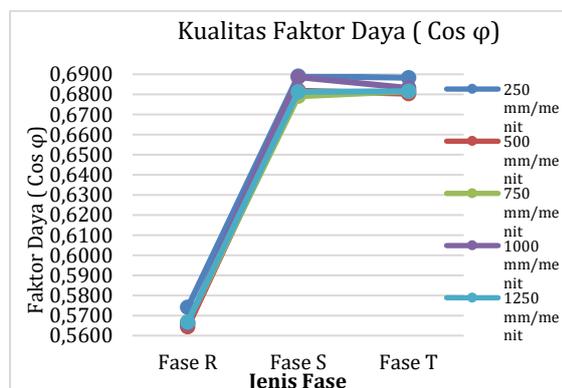
Untuk melihat kualitas arus listrik maka terlebih dahulu diperlukan mencari nilai minimal arus dari rata-rata semua variasi kecepatan potong yaitu 250 mm/menit, 500 mm/menit, 750 mm/menit, 1000 mm/menit dan 1250 mm/menit.

Hasil rata rata arus untuk semua variasi kecepatan potong pada fase R, S, dan T masing-masing adalah 2.2341 A, 2.4204 A dan 2.1664 A

Adapun Grafik Rata-rata arus listrik sebagai fungsi waktu untuk masing-masing fasa ditunjukkan pada gambar 7 .

Pada gambar 7 ditunjukkan bahwa grafik rata-rata arus listrik pada setiap fasa berbentuk sinusoida dengan nilai arus maksima pada fasa S lebih tinggi dari pada fasa R dan T. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat lebih banyak alat listrik yang mungkin menjadi beban pada rangkaian listrik pada fasa S.

3.3 Kualitas Faktor Daya (Cos φ)



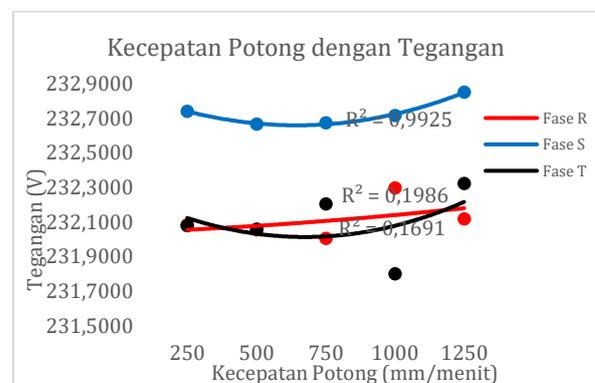
Gambar 8. Faktor Daya (Cos φ) pada beberapa kecepatan potong

Gambar 8 menunjukkan faktor daya ($\cos \phi$) untuk setiap variasi kecepatan pemakanan. Dari gambar tersebut ditunjukkan bahwa nilai faktor daya pada fase R pada

semua kecepatan pemakanan ternyata lebih kecil daripada fase S dan T. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi keseimbangan pada penggunaan daya listrik antara ketiga fasa tersebut.

Adapun nilai factor daya untuk ketiga fasa yang ada bernilai dibawah 0.85. Nilai ini tentu berada dibawah standard dari PT. PLN (persero) sebagai penyedia listrik, dimana pada SPLN 70-1 ditetapkan bahwa nilai factor daya yang ditetapkan PT.PLN (persero) adalah sebesar > 0.85 .

3.4 Hubungan Kecepatan Potong dengan Tegangan

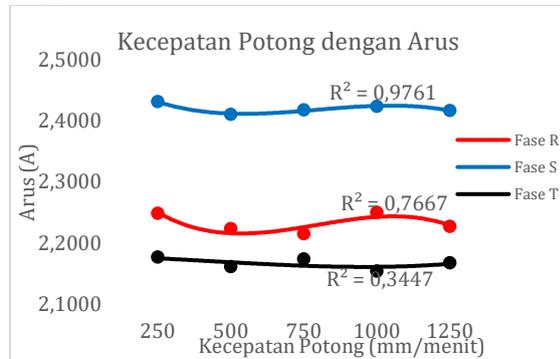


Gambar 9. Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Tegangan

Dari gambar 9 grafik hubungan kecepatan potong dengan tegangan listrik memperlihatkan pada fase S memiliki nilai tegangan yang tinggi dibandingkan dengan fase S dan T artinya pembebanan tegangan pada fase S lebih besar dikarenakan adanya pemakaian berlebih pada komponen elektrik (yang menghasilkan kecepatan) dalam jaringan fase S mesin CNC Hartford Milling SMC-5. Dalam fase S juga terjadi peningkatan nilai tegangan dimana sebanding juga dengan peningkatan kecepatan potong. Pada fase R dan T dapat disimpulkan

terdapat peningkatan nilai tegangan yang mana sebanding dengan peningkatan kecepatan potong, namun nilai tegangannya terdapat ketidakstabilan pada titik kecepatan potong 750 mm/menit dan 1000 mm/menit.

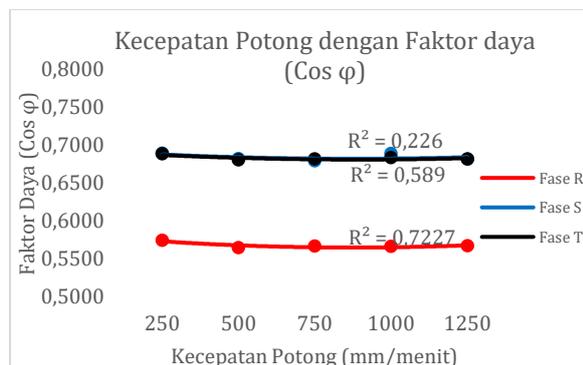
3.5 Hubungan Kecepatan Potong dengan Arus



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Arus

Dari gambar 10 grafik hubungan kecepatan potong dengan arus listrik memperlihatkan pada fase S memiliki nilai arus yang tinggi dibandingkan dengan fase S dan T artinya pembebanan arus pada fase S lebih besar dikarenakan adanya pemakaian berlebih pada komponen elektrik (yang menghasilkan torsi) dalam jaringan fase S mesin CNC Hartford Milling SMC-5. Secara keseluruhan arus listrik di fase R, S dan T dapat disimpulkan bahwa arus listrik berbanding terbalik dengan kecepatan potong walaupun nilai nya tidak signifikan.

3.6 Hubungan Kecepatan Potong dengan Faktor Daya (Cos φ)

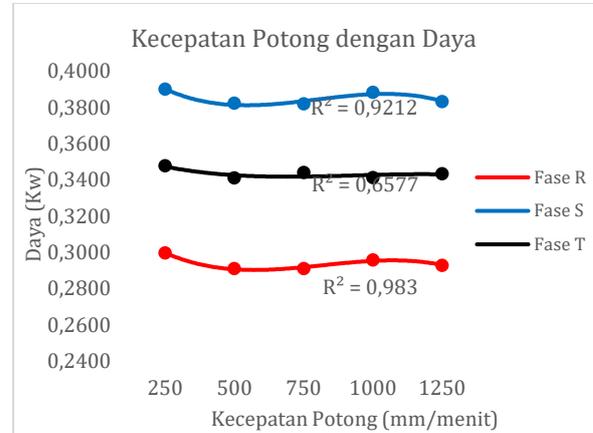


Gambar 11. Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Faktor Daya (Cos φ)

Dari gambar 11 grafik hubungan kecepatan potong dengan faktor daya (Cos φ) memperlihatkan garis yang terbentuk adalah polynomial dimana tidak terjadi perubahan yang signifikan pada fase R, S dan T. Adapun

rata-rata nilai dari factor daya (Cos φ) untuk fasa R, S, dan T masing-masing adalah 0,567; 0,6836; dan 0,6826.

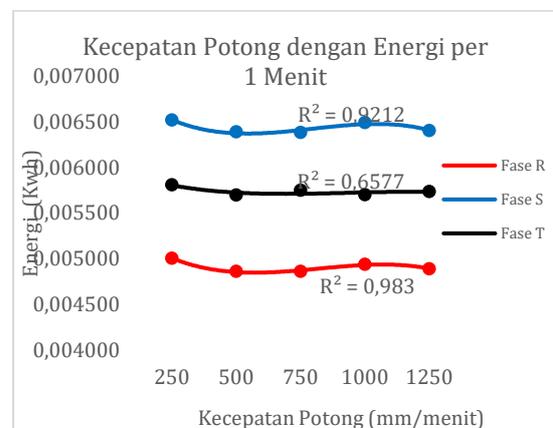
3.7 Hubungan Kecepatan Potong dengan Daya



Gambar 12. Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Daya (P)

Dari gambar 12 Grafik hubungan kecepatan potong dengan daya listrik memperlihatkan garis yang terbentuk adalah polynomial dimana *trendline* nya menurun tetapi tidak terjadi perubahan yang signifikan. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan bahwa pada fase R memiliki nilai daya rata-rata terendah karena pengaruh nilai faktor daya (Cos φ) yang rendah, dimana daya sebanding dengan faktor daya (Cos φ). Adapun nilai daya rata-rata dari fasa R, S, dan T masing-masing adalah sebesar 0,293 KW, 0,385 KW, dan 0,3432 KW.

3.8 Hubungan Kecepatan Potong dengan Energi per 1 menit



Gambar 13. Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Energi per 1 menit

Dari gambar 13 grafik hubungan kecepatan potong dengan Energi listrik per 1 menit memperlihatkan garis yang terbentuk adalah polynomial dimana *trendline* nya menurun tetapi tidak terjadi perubahan yang signifikan. Adapun rata-rata nilai dari tegangan per menit untuk fasa R, S, dan T masing-masing adalah 0,00491 KWh; 0,00643 KWh; dan 0,00573 KWh.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa (1) Nilai arus listrik pada fasa S lebih tinggi dari pada fasa R dan T. Perbedaan ini dikarenakan oleh terdapat lebih banyak alat listrik yang menjadi beban pada rangkaian listrik pada fasa S. Adapun nilai rata-rata arus pada S, R dan T masing-masing adalah sebesar 2,412 A; 2,2308A; dan 2,166A. (2) Namun demikian bahwa nilai maksimal tegangan yang bekerja pada ketiga fasa masih berada pada nilai ambang batas yang ditetapkan oleh PT PLN (persero), yaitu sebesar 3% pada kondisi tidak terbebani dan 6% pada kondisi terbebani. (3) Nilai rata-rata daya listrik tertinggi terjadi pada listrik berfasa S, diikuti oleh fasa R dan T dengan nilai daya masing-masing sebesar, 0,385 KW, 0,3432 KW dan 0,293 KW.

DAFTAR PUSTAKA

- Badruzzaman, Y. (2012). Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Jtet*, 1(2), 50–59.
- ELECTRIC, M. (2007). *MITSUBISHI CNC 700/70 SERIES HANBOOK* (tokyo building (ed.); 1st ed.). MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION.
- Hartono, faiz munaf. (2018). PENGUKURAN DAN ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK. *Energies*, 6(1), 1–8.
- Kusmantoro, A., & Nuwoto, A. (2015). IDENTIFIKASI KUALITAS DAYA LISTRIK GEDUNG UNIVERSITAS PGRI.pdf. *IDENTIFIKASI KUALITAS DAYA LISTRIK GEDUNG UNIVERSITAS PGRI*, 1, 6.
- Lisiani, Razikin, A., & Syaifurrahman. (2020). Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi). *Jurnal Untan*, 1(3), 1–9.
- Luqman Assaffat. (2009). Pengukuran dan analisa kualitas daya listrik. *Journal of Electrical Technology*, 2, 18–23.
- Malik, I., Azharuddin, & Riyadi, S. (2019). Pengaruh Spindle Speed, Feed Rate, Dan Depth of Cut Terhadap Akurasi Hasil Permesinan Pada Mesin Cnc Router 3 Sumbu. *Mechanical Engineering Department, Politeknik Negeri Sriwijay*, 11 no. 2(2), 33–40. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/1864>
- Mujiono. (2016). *PADA PROSES END MILLING SURFACE*.
- Mustafik, R. (2020). *Pengaruh kecepatan pemakanan dan kecepatan potong terhadap tingkat kekarasan permukaan baja vcn 150 proses cnc turning*.
- Nugroho, T. ujan. (2012). Pengaruh kecepatan pemakanan dan waktu pemberian pendingin terhadap tingkat keausan cutter end mill hss hasil pemesinan cnc milling pada baja st 40. *Mechanical Engineering*, 10(9), 32.
- Nurfauzia, U., & Khaerul, N. (2012). Analisis Rangkaian. *Analisis Rangkaian*, 1.
- OMICRON. (2020). *Iec 61869-2*.
- PT.PLN 0520-3.K/DIR/2014. (2010). Buku Pedoman Trafo Arus. *Trafo Arus*, 0520-2.K/DIR, 1–4.
- Purnomo, H. (2017). *Rangkaian Elektrik* (H. Purnomo (ed.); 1st ed.). Universitas Brawijaya. <http://elektro.ub.ac.id/wp-content/uploads/2019/01/Rangkaian-Elektrik-pdf.pdf>
- Purwadi. (2019). Pengaruh Power Faktor Terhadap Sistem Pencatu daya motor listrik DC 2 MW di ILST. *Electrical Engineering, Institute Teknologi Nasional Malang*, 130–136.
- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (XL) di Industri. *Journal of Electrical Technology*, 3(2), 81–85.
- Schneider-electric. (2019). *Power Meter PM5350 Installation Guide*. 12/2019.
- Seputro, H., Elektro, D. T., & Industri, F. T. (2014). Mesin cnc. *MESIN CNC*, 1–7.
- Sugiarto, A. (2015). Pemakaian Dan Pemeliharaan Transformator Arus

(Current Transformer/CT). *Forum Teknologi, 05(1), 1-7.*

Wazdi, F., & Rohmat, N. (2021). Peningkatan pengetahuan dan kemampuan dasar mesin cnc (computer numerical control) Mesin Computer Numerical. *Engineer, 1, 52*