

Analisa Pola Konsumsi Energi Pada Mesin Perkakas Studi Kasus Mesin Bubut

Sally Cahyati, Ido Gandamana, Doddy Wahyutomo

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa No.1-Grogol Jakarta Barat 11440

E-mail: sally_cahyati@yahoo.com, sally@trisakti.ac.id, igandamana@yahoo.com, aras2016@yahoo.co.id

Abstrak

Karakteristik suatu mesin umumnya berkaitan erat dengan bagaimana mesin tersebut diperlakukan. Perlakuan yang dimaksud dalam hal ini adalah cara pengoperasian yang sesuai dengan kaidah pengoperasian mesin serta mendapatkan perawatan yang sesuai dengan yang dianjurkan oleh pabrik pembuat dan kalibrasi mesin secara berkala. Pengujian eksperimental dilakukan pada 3 buah mesin bubut dengan tipe yang sama yaitu BU13, BU14, dan BU15. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pola konsumsi dari mesin-mesin bubut yang mendapat perawatan baik, kemudian dibandingkan dengan pola konsumsi dari mesin bubut yang kurang terawat. Berdasarkan grafik hasil pengujian pemotongan yang diukur oleh dinamometer dan menggunakan *data logger* ADC, memperlihatkan bahwa mesin yang tidak mendapat perawatan baik seringkali menunjukkan ketidakstabilan kinerja lebih banyak dari mesin yang terawat baik. Hal ini terlihat dengan kenaikan sesaat gaya potong dan gaya makan di beberapa titik pada saat pemotongan. Dari data hasil pengamatan dengan wattmeter dapat diketahui bahwa daya yang dibutuhkan saat pengoperasian mesin bubut BU14 dan BU15 yang mendapat perawatan baik relatif lebih rendah dibandingkan pada mesin bubut BU13 yang tidak terawat.

Keywords: konsumsi, konservasi, energi, perawatan, mesin, bubut

Pendahuluan

Latar Belakang

Isu bumi hijau saat ini juga menyentuh bidang industri manufaktur. Kondisi alam dan lingkungan saat ini memaksa seluruh komponen bahan membuat mewujudkan bumi hijau. Konservasi energi adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk itu. Penghematan energi listrik yang digunakan pada industri manufaktur akan berdampak pada penghematan bahan bakar yang umumnya digunakan untuk membangkitkan listrik di pembangkit tenaga listrik PLN sehingga emisi gas dapat dieliminir dan efek rumah kaca juga dapat dikurangi.

Analisa pola konsumsi energi pada proses pemotongan dengan menggunakan mesin perkakas adalah merupakan langkah awal untuk menentukan langkah strategis dalam upaya untuk mensukseskan isu bumi hijau ini. Konsumsi energi dianalisis untuk mengetahui karakteristik dari mesin perkakas yang mendapatkan perawatan yang baik dan dari mesin perkakas yang tidak mendapat perawatan yang baik. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi yang lebih akurat mengenai kaitan antara pola konsumsi energi dari mesin perkakas dengan perawatan mesin yang diperolehnya. Hal ini penting agar model audit energi yang akan dibuat menjadi lebih valid karena data input yang diperoleh

berdasarkan hasil pengujian yang riil. Pembuktian ini juga diharapkan dapat mengubah paradigma bahwa perawatan mesin merupakan pemborosan biaya, perawatan mesin tidak berdampak langsung pada produksi, dan hanya akan menambah beban biaya produksi. Nilai penghematan energi yang akan dilakukan pada industri manufaktur tersebut diatas diharapkan selain berdampak terhadap ekonomi, dan meningkatkan produktivitas juga mempunyai dampak yang cukup signifikan terhadap lingkungan hidup.

Mesin bubut sebagai mesin inti pada industri manufaktur pada umumnya diharapkan dapat mewakili mesin perkakas lainnya dalam menunjukkan pola konsumsinya. Pengambilan data akan diambil dari mesin dengan tipe yang sama, yang dipasang pada tempat yang mempunyai karakteristik input daya dari PLN yang sama dengan perlakuan yang berbeda, dimana sebagian mesin mendapat perawatan baik dan sebagian lagi tidak mendapat perawatan mesin.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Bagaimana pola konsumsi dari mesin bubut pada material VCN, S45C, dan Al.
2. Apakah ada perbedaan konsumsi energi pemotongan spesifik pada proses pemotongan dengan mesin bubut yang terawat BU14 dan

BU15 dan dengan menggunakan mesin bubut yang tidak terawat BU13?

Kemudian akan dilakukan pemotongan dengan disain sesuai pada Gambar 1.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metoda eksperimental. Pengujian pemotongan akan dilakukan menggunakan 3 buah mesin bubut dengan tipe yang sama yaitu BU13, BU14, dan BU15 sebagai sampel mesin yang diuji konsumsi energinya. Ketiga mesin bubut tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

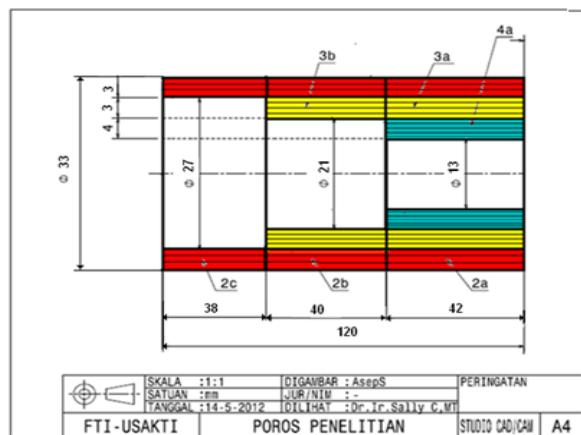
1. Daya motor : 5.5 KW

2. Maksimum diameter benda kerja : 270mm

3. Panjang diameter maksimum :750 mm

Mesin bubut BU13 mewakili mesin bubut yang kurang terawat sedangkan mesin bubut BU14 dan 15 mewakili mesin-mesin bubut yang terawat baik.

Benda uji terbuat dari material VCN, S45C dan Al berukuran nominal $\phi 33 \times 120$ mm, dengan bahan baku awal adalah $\phi 35 \times 130$ mm.



Gambar 1. Benda Uji

Pada pemotongan ini akan diambil gerak makan $f(\text{mm/put})$ bervariasi sesuai dengan putaran dan diameternya seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi gerak makan dan putaran pada pengujian.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
f (mm/put)	0.28	0.28	0.28	0.262	0.262	0.262	0.233	0.233	0.233	0.19	0.19	0.19	0.19
n (rpm)	710	710	710	710	710	710	710	710	710	1000	1000	1000	1000
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
f (mm/put)	0.175	0.175	0.175	0.175	0.095	0.095	0.087	0.087	0.08	0.08	0.075	0.075	
n (rpm)	1000	1000	1000	1000	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	

Alat Ukur dan Penunjang pada Pengujian

Alat-alat ukur dan alat penunjang lainnya yang akan digunakan pada pengujian adalah sebagai berikut

- 1 buah pemegang pahat bubut
2. 1 box pahat sisipan carbida *coating*
3. 1 set d inamometer
4. 1 set ADC
5. 2 buah wattmeter
6. 1 buah notebook untuk pengolah data
7. Stopwatch

Hasil Pengujian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran pada proses pemotongan dari ketiga material dengan menggunakan mesin bubut BU13, BU14, BU15 dapat dilihat hasilnya dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 2. Gaya potong dan gaya makan yang terjadi pada mesin bubut BU13 yang digunakan untuk memotong produk dengan material VCN, S45C dan Al, terlihat lebih besar bila dibandingkan gaya potong dan gaya makan yang terjadi pada pemotongan

dengan menggunakan pada BU14 dan BU15. Pada Pemotongan dengan menggunakan mesin bubut BU13 terlihat lebih sering terjadi kenaikan gaya sesaat yang cukup besar dari gaya potong dan gaya makannya. Hal ini kemungkinan besar karena terjadinya slip pada saat pemotongan akibat kondisi geometrik dari mesin yang kurang terawat sehingga ada beberapa komponennya yang longgar dan menimbulkan kenaikan gaya sesaat secara tiba-tiba. Sedangkan di mesin bubut BU14 maupun BU15 kejadian tersebut sangat jarang. Hal ini dikarenakan kedua mesin tersebut cukup terawat, sehingga komponen-komponennya terjaga dengan lebih baik.

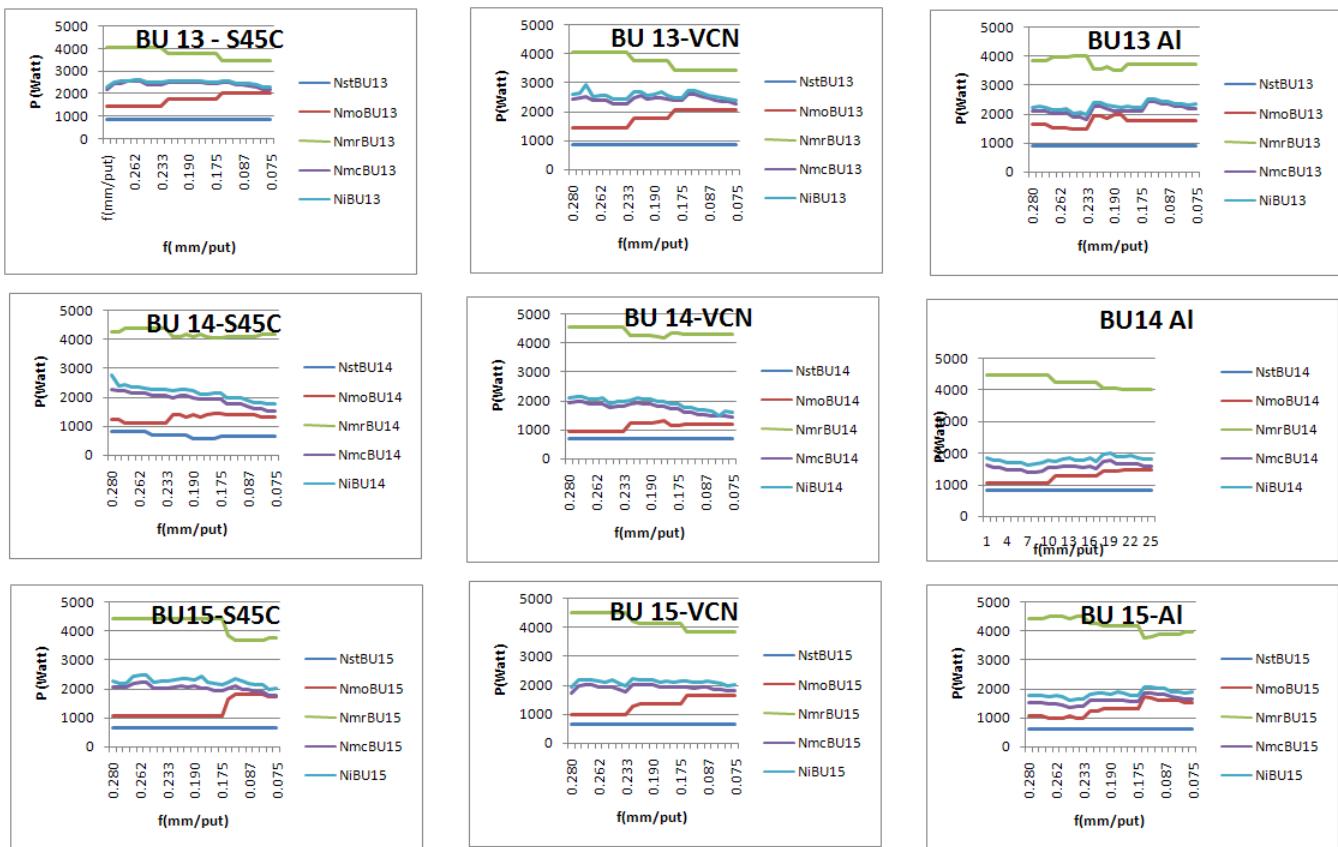
Gambar 3 memperlihatkan daya yang terjadi pada mesin bubut BU13, BU14 dan BU15 yang sedang dioperasikan pada proses pemotongan. Daya pemesinan pada BU13 cenderung lebih besar dari daya pemesinan pada mesin bubut BU14 dan BU15. Daya pemesinan pada BU13 berkisar diantara 2300 W sampai dengan 3000 W terutama untuk material S45C dan VCN, sedangkan untuk Al berkisar antara 2100 W sampai dengan 2500 W. Perubahan dari putaran



Gambar 2. Karakteristik gaya pemotongan dan gaya makan pada BU13,BU14, dan BU15

rendah, sedang dan tinggi relatif tidak terlalu mempengaruhi besarnya daya pemesinan pada BU13. Pada BU14, daya pemesinan berkisar antara 2500 W sampai dengan 1500 W. Pada pemesinan benda uji dengan material VCN dan S45C, daya pemesinan yang dibutuhkan relatif menurun karena pengaruh menurunnya gerak makan dan semakin tingginya putaran. Sedangkan pada benda uji dengan material Al cenderung datar pada kisaran kurang lebih 2000 W. Pada BU15 karakteristik dari daya pemesinan cenderung sama dengan daya pada BU14. Daya *idle* pada umumnya naik seiring dengan turunnya gerak makan dan naiknya putaran. Sedangkan daya tersedia yang merupakan hasil pengurangan dari kapasitas motor mesin bubut dikurangi daya *idle*, sehingga merupakan komplemen dari daya *idle*. Pada Gambar 4 dapat dilihat energi pemotongan spesifik (Esp) dari setiap pengujian ketiga mesin dengan tiga jenis material benda uji yang berbeda.

Gambar 4 memperlihatkan energi pemotongan spesifik cenderung meningkat dengan bertambahnya putaran dan berkurangnya gerak makan. Pada putaran 1400 rpm dengan gerak makan 0.175 terlihat kenaikan energi pemotongan spesifik sangat tajam. Hal ini terlihat sekali pada energi pemotongan spesifik di pengujian mesin bubut BU13, jauh melewati kenaikan energi pemotongan spesifik pada BU14 dan 15. Dari pembahasan diatas jelas dapat terlihat bahwa perawatan mesin merupakan hal yang penting dalam menjaga agar mesin dapat mempunyai kinerja yang baik dan tidak boros energi. Terbukti pada setiap proses pengujian, mesin BU13 yang tidak mendapatkan perawatan yang baik selalu membutuhkan gaya, daya dan energi yang besar bila dibandingkan kedua mesin yang lainnya yaitu BU14 dan BU15 yang mendapatkan perawatan yang baik sehingga kinerjanya juga baik dan relatif tidak boros.



Gambar 3. Daya yang Terjadi Pada Pengujian

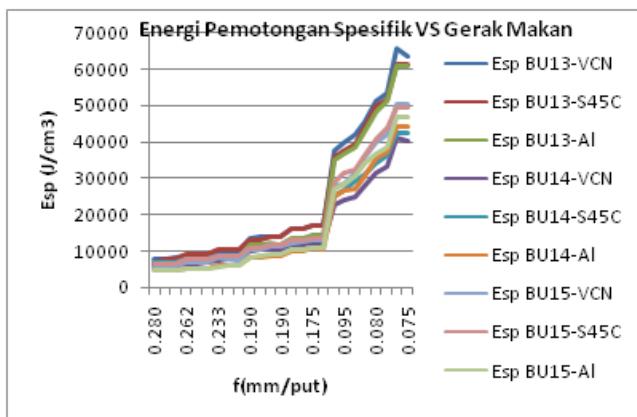
Keterangan Gambar:

Nst (W) : Daya pada saat mesin bubut mulai dinyalakan

Nmo (W) : Daya *idle* yaitu daya pada saat putaran dan feeding sudah dinyalakan tetapi mesin belum memotong.Nmr (W) : Daya yang tersedia untuk proses pemotongan yang merupakan daya dari motor dikurangi daya *idle*

Nmc (W) : Daya pemesinan yang dapat diukur dengan wattmeter

Nmi (W) : Daya input yaitu daya yang diinput dari PLN dimana daya ini merupakan daya pemesinan dibagi dengan cos phi.



Gambar 4. Energi Pemotongan Spesifik Pengujian

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada ketiga mesin BU13, BU14, BU15 terbukti bahwa mesin bubut BU13 yang tidak mendapatkan perawatan yang baik sesuai dengan anjuran pabrik pembuat, cenderung mempunyai kinerja yang kurang baik, dan boros energi. Sedangkan BU14 dan BU15 relatif mempunyai

kinerja yang cukup baik dan tidak boros. Hal ini juga menunjukkan pentingnya peranan perawatan mesin yang baik terhadap kinerja mesin dan tingkat keborosan konsumsi energi dari sebuah mesin cukup signifikan. Secara tidak langsung dengan kita meningkatkan sistem perawatan mesin, maka akan menjadikan mesin menjadi hemat energi dan pada akhirnya berkontribusi dalam mengkonservasi energi. Konservasi energi yang dimaksud adalah mengkonservasi bahan bakar yang tidak dapat diperbarui yang umumnya masih digunakan dalam membangkitkan energi listrik di setiap stasiun pembangkit listrik PLN. Dampak lainnya adalah dengan berkurangnya pemakaian BBM maka terjadi pengurangan terbentuknya emisi gas buang sehingga mengurangi efek rumah kaca.

Ucapan Terima kasih

Makalah yang ditulis merupakan hasil penelitian dengan judul "Analisis Pola Konsumsi Energi pada Proses Pemotongan Mesin Perkakas Untuk

Menunjang Konservasi Energi" yang merupakan penelitian tahun ke 1 dari penelitian induk yang berjudul: "Pemodelan Audit Energi Mandiri untuk Penghematan Konsumsi Energi Mesin-Mesin Perkakas", yang dibiayai oleh Dana Desentralisasi-DIPA Kopertis Wilayah III No. 0546/023-04.2.01/11/2012. dan Universitas Trisakti Tahun Akademik 2011/2012.

Daftar Pustaka

- Behrent T, Zein A, Min S. 2012. Development of An Energy Consumption Monitoring Procedure for Machine Tools. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*. 6: 43-46
- Diaz N, Helu M, Jayanathan S, Chen Y, Horvath A, Dornfeld D. 2010. Environmental Analysis of Milling Machine Tool Use in Various Manufacturing Environments. *IEEE International Symposium On Sustainable Systems and Technology*.
- Diaz N, Helu M, Jayanathan S, Chen Y, Horvath A, Dornfeld D. 2010. Design and Operation Strategies for Green Machine Tool Development. *The Proceedings of MTTRF 2010 Annual Meeting July. USA*.
- Gutowski T, Dahmu J, Thiriez A. 2006. Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes. *Proceedings 13th CIRP Intl. Conf. on Life Cycle Engineering*. 623- 627.
- Guo Y, Loenders J, Duflou J, Lauwers B. Optimimation of Energy Consumption and Surface Quality in Finish Turning. *5th CIRP Conference of High Performance Cutting 2012*. 529-534
- Kara S, Szargut J, Morris D R, Steward FR. 1988. Exergy Analysis of Thermal Chemical and Metallurgical Processes. Hemisphere Publishing Corporation and Springer-Verlag. New York, NY, USA.
- Kara S, Li W. 2011. Unit Process Energy Consumption Models for Material Removal Processes. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*. 60(1): 37-40.
- Shadbegian RJ, Gray WB. 2006. Assessing Multi-Dimensional Performance Environmental and Economic Outcomes. *Journal of Production Analysis*. 26: 213– 234