

PENGARUH PROSES *BURNISHING* TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN *MILD STEEL* MENGGUNAKAN MESIN BUBUT KONVENSIONAL

Guruh Purwanto¹, Didik Djoko Susilo², Budi Santoso²

¹ Mahasiswa – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

² Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

Roll Burnishing
Surface Roughness
Surface Hardness

Abstract :

The Surface quality is very important in the process of making a product. It can be indicated by the level of surface roughness and hardness. This research aim was to investigate the effect of burnishing process on surface roughness and surface hardness of mild steel using a conventional lathe. Burnishing parameters used in this research were the spindle speed and the depth of penetration. The spindle speed parameters used were: 130 rpm, 320 rpm, 570 rpm, and 770 rpm, while the depth of penetration parameters were: 0.05 mm, 0.1 mm, 0.15 mm, 0.2 mm. This research also investigated the effect of burnishing process to the axis alignment before and after burnishing process. For the purpose of this research, burnishing process used burnishing roll with sphere diameter 19 mm and R 5.5 mm. The results of the research showed that burnishing proses could improve the surface quality. Optimal spindle speed for surface roughness is 570 rpm for all depth of penetration variables. The increase of depth of penetration would decrease the surface roughness. The increase of spindle speed and depth of penetration did not increase the surface hardness and the axis alignment.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di dalam industri logam sering melakukan proses permesinan. Salah satu proses permesinan yang sering dipakai adalah menggunakan mesin bubut. Kualitas permukaan hasil proses bubut dapat dilihat dari kekasaran permukaannya. Makin halus permukaannya makin baik kualitasnya, sehingga cukup beralasan apabila kekasaran permukaan hasil proses bubut diperhatikan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan mesin dengan menggunakan mesin bubut, antara lain: putaran mesin, *feeding*, kedalaman pemakanan, kondisi mesin, bahan benda kerja, bentuk ujung mata potong, alat potong, pendinginan dan operator.

Untuk meningkatkan kualitas permukaan biasa dilakukan dengan proses gerinda, poles, *honing*, *super finishing*, yang dalam prosesnya pengerjaannya memerlukan tambahan mesin, alat dan biaya. Salah satu proses yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas permukaan adalah proses *burnishing*. Proses *burnishing* adalah proses permesinan yang tidak menghasilkan geram, proses ini merupakan pengerjaan roll dingin. Dengan meningkatkan karakteristik permukaan dengan deformasi plastis pada bagian permukaan benda kerja. Keunggulan proses *burnishing* yaitu: memerlukan waktu yang lebih singkat dan keahlian operator yang tidak terlalu tinggi. Untuk

menghasilkan kualitas yang baik dan juga menekan biaya, serta meningkatkan efisiensi maka diperlukan pengoptimalan parameter mesin.

Dengan latar belakang diatas dengan mengetahui parameter mesin yang tepat, maka dapat dilakukan proses *burnishing* yang efisien. Penelitian ini dititikberatkan/ mengkaji proses *burnishing* untuk mencapai kualitas permukaan dari *mild steel* dengan menggunakan faktor putaran mesin dan kedalaman pemakanan, sehingga dapat diperoleh putaran dan kedalaman pemakanan yang terbaik untuk proses *burnishing* ini. Sehingga proses *burnishing* dapat digunakan sebagai salah satu pilihan pengerjaan permesinan dimana proses gerinda tidak dapat dilakukan. Dan peningkatan kualitas kekasaran permukaan suatu benda kerja dapat langsung dicapai hanya menggunakan mesin bubut konvensional saja

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu " Bagaimana pengaruh proses *burnishing* terhadap kekasaran permukaan, kekerasan permukaan dan kesejajaran sumbu *mild steel* dengan menggunakan mesin bubut konvensional pada pengerjaan permukaan luar benda kerja ? "

Batasan Masalah

Untuk mendapatkan arah penelitian yang baik, maka penelitian ini ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah material *mild steel*, material ini secara luas banyak digunakan untuk komponen-komponen mesin.
- Objek yang diteliti meliputi kekasaran permukaan, kekerasan permukaan dan kesejajaran sumbu.
- Parameter *feeding* yang digunakan dalam penelitian adalah 0,13mm/putaran
- Mesin yang digunakan adalah mesin bubut konvensional *COLCHESTER MASTER 2500*.
- Semua proses dalam penelitian menggunakan cairan pendingin.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses *burnishing* terhadap kekasaran permukaan, kekerasan permukaan dan kesejajaran material *mild steel* yang dikerjakan pada proses bubut konvensional. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan hasil sebagai berikut:

- Mengetahui pengaruh parameter putaran mesin terhadap kekasaran permukaan, dan kekerasan permukaan material *mild steel*.
- Mengetahui pengaruh parameter kedalaman penekanan terhadap kekasaran permukaan, dan kekerasan permukaan material *mild steel*.
- Mengetahui pengaruh proses *burnishing* terhadap kesejajaran sumbu antara sebelum proses *burnishing* dengan sesudah proses *burnishing* pada material *mild steel*.

TINJAUAN PUSTAKA

Ibrahim (2009) menjelaskan bahwa proses *burnishing* adalah proses permesinan yang tidak menghasilkan geram dan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas kehalusan permukaan benda kerja dan kekerasan permukaan benda kerja pada semua jenis logam. Penelitiannya menggunakan mesin bubut, dengan alat *burnishing* berupa bola baja. Parameter *Burnishing speed* yang digunakan yaitu: 10,5 m/min (111,5 rpm), 29,5 m/min (313 rpm), 60,3 mm/min (640 rpm), 85,7 m/min (910 rpm) dan 116,5 m/min (1236 rpm). Parameter *feeding* yang digunakan yaitu: 0,03 mm/rev, 0,06 mm/rev, 0,11 mm/rev, 0,17 mm/rev dan 0,21 mm/rev. *Burnishing force* yang digunakan 80 N, 170 N, 250 N. Untuk mengatur gaya ini supaya konstan, digunakan *torque arm wernch*. Dari penelitian ini diperoleh hasil optimum dengan parameter *feeding* 0,11 mm/ rev dan *burnishing speed* 60,3 m/min (640 rpm).

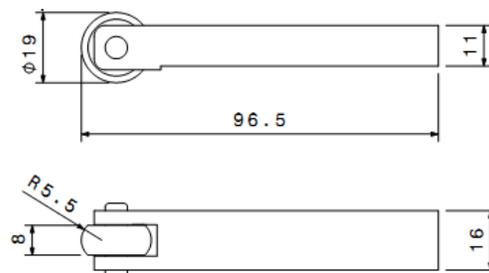
Thamzihmanii (2007) melakukan penelitian dengan menggunakan *multi-roller burnishing tool* dengan menggunakan mesin frais vertikal. Penelitiannya menggunakan parameter putaran poros 607 rpm, 985 rpm, dan 1541 rpm. Parameter *feeding* yang digunakan yaitu: 95 mm/menit, 130 mm/menit,

dan 200 mm/menit. Parameter kedalaman penekanan yaitu: 0.05 mm, 0.1 mm, 0.15 mm. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa kualitas permukaan meningkat bersamaan dengan peningkatan kekerasan permukaan. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Babu (2009) yang melakukan penelitian terhadap pengaruh *internal roller burnishing tool* dengan menggunakan mesin bor radial. Penelitian ini dilanjutkan oleh Stoic (2010) sehingga didapatkan efisiensi dari *internal roller burnishing*, yang salah satu hasilnya adalah bahwa kekasaran permukaan benda kerja selain tergantung pada parameter permesinan juga tergantung pada kekerasan awal material dan keadaan permesinan awal.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah *mild steel* yang merupakan baja karbon rendah. *Mild steel* mempunyai kandungan C = 0,17 % max, Mn = 1.40% max, S = 0.045% dan P = 0.045 %, dan mempunyai *Yield Strength* min. = 235 MPa dengan *Tensile Strength* = 360/520 MPa. Proses *burnishing* dilakukan dengan menggunakan mesin bubut *COLCHESTER MASTER 2500*. Alat yang dipakai untuk penelitian ini adalah roll *burnishing*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada bagian batang menggunakan *mild steel*, sedangkan pada bagian roll material dari *SPK NL* dengan kekerasan hingga 63 HRC.

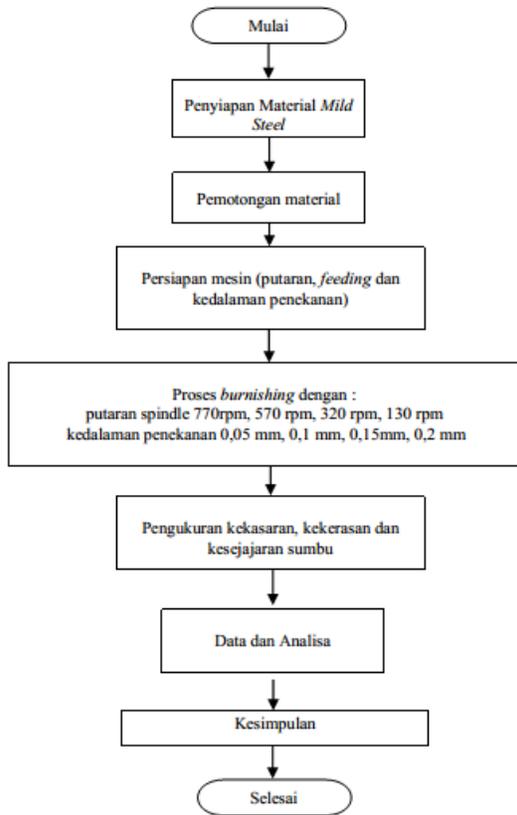


Gambar 1. Roll Burnishing Tool.

Pengukuran kekasaran permukaan menggunakan Mitutoyo *surface roughness tester* SJ – 2100P. Rockwell dengan model HR-150^a digunakan untuk pengukuran kekerasan permukaan. Pengamatan struktur mikro dibawah permukaan benda kerja menggunakan Nikon Epiphot 3000 yang lengkap dengan *digital imaging*. Pengukuran kesejajaran sumbu menggunakan dial indikator.

Langkah Penelitian

Secara lebih terperinci, langkah langkah penelitian yang telah dilakukan ditunjukkan dalam diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

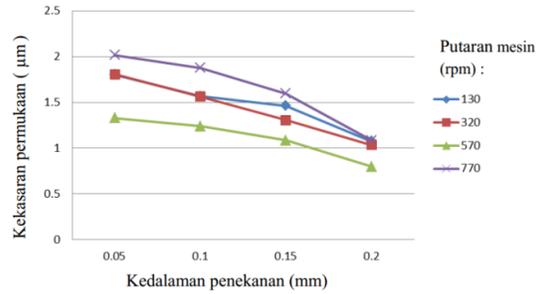
HASIL DAN ANALISA
Analisa Kekasaran Permukaan

Hasil pengujian dari percobaan di laboratorium diukur dengan menggunakan Mitutoyo *surface roughness tester* SJ – 2100P, diperoleh data seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kekasaran permukaan (μm)

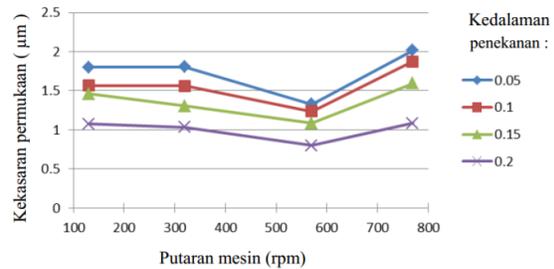
Putaran mesin (rpm)	Kedalaman penekanan (mm)			
	0,05	0,1	0,15	0,2
130	1,80	1,57	1,46	1,07
320	1,80	1,56	1,31	1,04
570	1,33	1,24	1,08	0,80
770	2,02	1,87	1,59	1,08

Tabel 1 menampilkan hubungan parameter kedalaman penekanan terhadap kekasaran permukaan pada berbagai parameter putaran mesin, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan Gambar 4 menunjukkan hubungan parameter putaran mesin terhadap kekasaran permukaan pada berbagai parameter kedalaman penekanan.



Gambar 3. Pengaruh parameter kedalaman penekanan terhadap kekasaran permukaan pada berbagai parameter putaran mesin.

Gambar 3 memperlihatkan pada semua parameter putaran mesin semakin besar parameter kedalaman penekanan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin halus. Semakin besar kedalaman penekanan maka semakin besar gaya yang terjadi. Pada hasil pembubutan, terjadi puncak dan lembah karena proses permesinan. Roll *burnishing* akan menekan bagian bagian puncak dari profil tersebut sehingga masuk kedalam . dengan penekanan yang semakin besar maka bagian puncak yang tertekan juga akan semakin besar dan dalam sehingga akan menghasilkan permukaan yang semakin halus.



Gambar 4. Pengaruh parameter putaran mesin terhadap kekasaran permukaan pada berbagai parameter kedalaman penekanan.

Gambar 4 memperlihatkan pada kedalaman penekanan yang sama kualitas permukaan hasil *burnishing* ditunjukkan dengan menurunnya kekasaran permukaan benda kerja. Pada semua parameter kedalaman penekanan yang sama kekasaran permukaan benda kerja semakin menurun mulai dari putaran mesin 130 rpm hingga pada putaran mesin 570 rpm, tetapi kekasaran permukaan ini meningkat lagi pada parameter putaran mesin 770 rpm. Kekasaran permukaan terkasar dihasilkan pada parameter putaran mesin 770 rpm. Dengan semakin tinggi putaran mesin maka gaya yang ditimbulkan justru semakin kecil. Semakin tinggi putaran mesin maka waktu kontak antara roll dengan benda kerja akan semakin pendek, sehingga gaya yang timbul juga semakin kecil.

Dengan meningkatnya kecepatan, kekasaran permukaan semakin menurun hingga pada putaran

mesin 640 rpm, kemudian meningkat lagi seiring dengan peningkatan kecepatan (Ibrahim, 2009). Benda kerja di bubut dengan parameter permesinan yang sama, sehingga sangat kecil kemungkinannya terjadi *chatter* pada proses pembubutan. Hasil proses *burnishing* pada putaran 130 rpm hasilnya semakin halus hingga pada putaran 570 rpm, tetapi pada putaranyang lebih tinggi yaitu 770 rpm hasilnya justru semakin kasar. Di putaran inilah terjadi *chatter*.

Parameter untuk hasil optimum adalah kedalaman penekanan 0,2 mm dengan putaran mesin 570 rpm. Kekasaran permukaan yang hanya di bubut mencapai $Ra = 3,7 \mu m$, sedangkan hasil dari proses *burnishing* kekasaran permukaan rata-ratanya adalah 1,41 μm . Maka penurunan kekasaran permukaan adalah sebesar 161,6%.

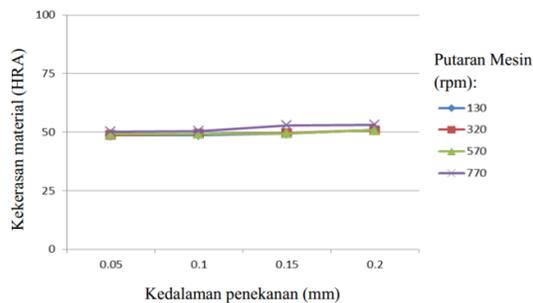
Analisa Kekerasan Permukaan

Hasil pengukuran kekerasan permukaan menggunakan *Rockwell hardness tester HR-150A*, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kekerasan (HRA).

Putaran Mesin (rpm)	Kedalaman penekanan (mm)			
	0,05	0,1	0,15	0,2
130	48,61	48,80	49,38	50,80
320	48,73	49,22	49,63	50,87
570	49,10	49,20	49,50	50,83
770	50,30	50,52	53,00	53,17

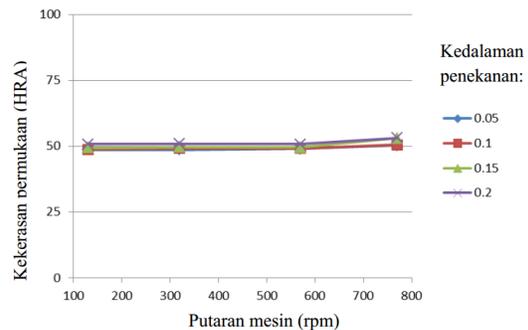
Tabel 2 menampilkan pengaruh parameter kedalaman penekanan terhadap kekerasan permukaan akan diperoleh grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Sedangkan hubungan parameter putaran mesin terhadap kekerasan permukaan akan diperoleh grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Pengaruh parameter kedalaman penekanan terhadap pengukuran kekerasan permukaan pada berbagai kecepatan putaran.

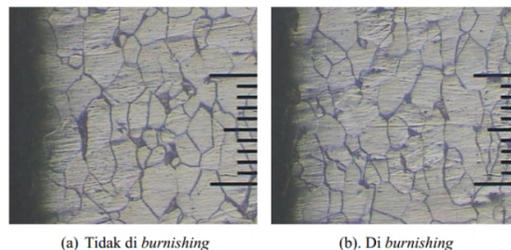
Gambar 5 memperlihatkan parameter kedalaman penekanan yang semakin besar akan sedikit meningkatkan kekerasan permukaan. Pada

parameter putaran mesin 130 rpm, 320 rpm, dan 570 rpm, dihasilkan kekerasan permukaan yang hampir sama pada tiap-tiap parameter kedalaman penekanan. Pada putaran mesin 770 rpm dihasilkan kekerasan permukaan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan parameter putaran mesin yang lain. Kekerasan permukaan tertinggi dihasilkan pada parameter kedalaman penekanan 0,2 mm dan parameter putaran 770 rpm. Peningkatan kedalaman penekanan, mengakibatkan peningkatan deformasi plastis. Peningkatan deformasi plastis akan meningkatkan tegangan tekan sisa (*internal compressive residual stress*). Peningkatan tegangan tekan sisa akan meningkatkan kekerasan permukaan material (Thamizhmanii, 2007). Penelitian ini menghasilkan peningkatan kekerasan permukaan rata-rata 50,1 HRA atau peningkatan tersebut adalah 4,4%. Sedikitnya peningkatan kekerasan ini, sehingga dapat dikatakan proses *burnishing* tidak terjadi peningkatan kekerasan permukaan.



Gambar 6. Pengaruh parameter kecepatan putaran terhadap pengukuran kekerasan permukaan pada berbagai kedalaman penekanan.

Gambar 6 memperlihatkan pengaruh parameter putaran mesin terhadap pengukuran kekerasan permukaan pada berbagai kedalaman penekanan. Pada putaran mesin yang sama dan kedalaman penekanan yang semakin besar menghasilkan kekerasan permukaan yang sedikit lebih tinggi. Makin tinggi putaran mesin menghasilkan kekerasan permukaan yang sedikit lebih tinggi. Pada parameter kedalaman penekanan 0,2 mm dengan putaran mesin 770 rpm, menghasilkan kekerasan yang tertinggi.

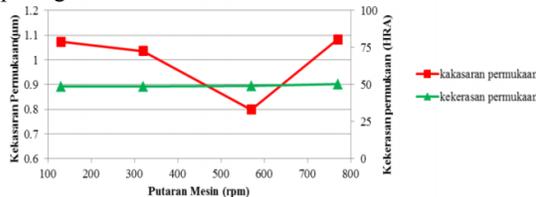


Gambar 7 Foto profil struktur dengan perbesaran 100x.

Gambar 7 memperlihatkan gambar foto pengamatan profil stuktur mikro dengan perbesaran 100x. Pada Gambar 7(b) memperlihatkan perubahan struktur mikro yang tidak banyak berubah dibandingkan Gambar 7(a). Terlihat sedikit batas butir *ferrit* yang mulai hilang atau menyatu. Ukuran *perlite* (yang berwarna hitam) menjadi sedikit lebih kecil ukurannya setelah proses *burnishing*. Hal ini diakibatkan penekanan oleh *roll burnishing* yang merubah regangan antar butir. Perubahan regangan ini tidak cukup untuk membuat struktur mikro baru, sehingga tidak terjadi penurunnya luas butir yang besar, yang akan menyebabkan peningkatan kekerasan material. Sedikitnya perubahan struktur mikro ini dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perubahan kekerasan permukaan.

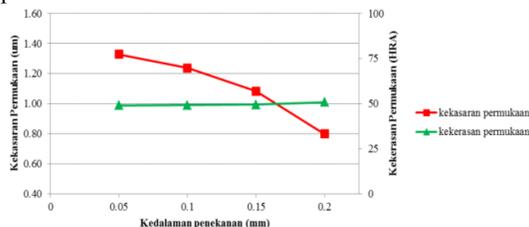
Analisa Kekasaran Permukaan dan Kekerasan Permukaan

Dari hasil pengukuran kekasaran permukaan dan kekesran permukaan hasilnya coba digabungkan dalam satu grafik seperti ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8 Pengaruh putaran mesin terhadap kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan pada parameter kedalaman penekanan 0,2 mm.

Gambar 8 menunjukkan pengaruh putaran mesin terhadap kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan pada parameter kedalaman penekanan 0,2 mm. Putaran mesin menghasilkan pengaruh yang berbeda terhadap kekesaran permukaan dan kekasaran permukaan. Meningkatnya putaran mesin tidak menghasilkan penurunan kekasaran permukaan yang menurun secara linear, melainkan tercapai nilai optimum pada putaran mesin 570 rpm, sedangkan peningkatan putaran mesin menghasilkan kekerasan permukaan yang sedikit meningkat. Pada putaran mesin 770 menghasilkan kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan yang tertinggi. Putaran mesin mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kakasaran permukaan tetapi tidak untuk kekerasan permukaan.



Gambar 9. Pengaruh kedalaman penekanan terhadap kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan pada parameter putaran mesin 770 rpm.

Gambar 9 menunjukkan hasil pengaruh kedalaman penekanan terhadap kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan pada parameter putaran mesin 770 rpm. Peningkatan kedalaman penekanan akan menghasilkan penurunan kekasaran permukaan. Begitu pula dengan kekerasan permukaan yang sedikit meningkat seiring dengan meningkatnya kedalaman penekanan. Kedalaman penekanan mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kakasaran permukaan tetapi tidak untuk kekerasan permukaan.

Pengukuran Kesejajaran

Dari proses pengukuran kesejajaran sumbu sebelum proses *burnishing* dengan sesudah proses *burnishing* diperoleh data seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kesejajaran antara sebelum proses *burnishing* dengan sesudah proses *burnishing* (mm)

Titik	Proses <i>burnish</i>	Jarak titik dari tepi benda kerja (mm)						Rata-rata selisih	
		1	10	20	30	40	50		60
I	sebelum	-0,01	-0,03	-0,04	-0,08	-0,11	-0,15	-0,20	0,00325
	sesudah	0,01	-0,02	-0,04	-0,07	-0,11	-0,15	-0,20	
	selisih	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0	
II	sebelum	0	-0,02	-0,05	-0,08	-0,11	-0,15	-0,20	-0,00833
	sesudah	-0,01	-0,04	-0,06	-0,09	-0,13	-0,16	-0,20	
	selisih	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0	
III	sebelum	-0,05	-0,08	-0,08	-0,11	-0,14	-0,16	-0,21	0,003667
	sesudah	-0,05	-0,06	-0,08	-0,10	-0,13	-0,17	-0,22	
	selisih	0	0,02	0	0,01	0,01	-0,01	-0,01	
IV	sebelum	-0,04	-0,06	-0,08	-0,10	-0,13	-0,16	-0,21	-0,008
	sesudah	-0,05	-0,07	-0,08	-0,11	-0,14	-0,18	-0,21	
	selisih	-0,01	-0,01	0	-0,01	-0,01	-0,02	0	

Tabel 3 menampilkan perbandingan kesejajaran sumbu sebelum proses *burnishing* dengan sesudah proses *burnishing*. Proses *burnishing* menghasilkan penyimpangan maksimal 0.00833 mm atau sangat kecil bila dibandingkan dengan ketelitian mesin.

Dilakukan pula pengukuran secara silindris dengan menggunakan mikrometer antara titik I-III dengan titik II-IV, diperoleh data selisih hasil pengukuran adalah 0.005 mm. Selisih tersebut sangat kecil, sehingga dapat disimpulkan tidak terjadi ketidakbulatan. Sedangkan perubahan diameter benda kerja diukur pada titik 1 mm dan titik 60 mm, sebelum dengan sesudah proses *burnishing* didapatkan selisih terbesar adalah 0.03 mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Putaran mesin optimum untuk kekasaran permukaan benda kerja tercapai pada putaran mesin 570 rpm, tetapi putaran mesin tidak berpengaruh terhadap kekerasan permukaan material *mild steel*.
2. Semakin dalam kedalaman penekanan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin halus, tetapi kedalaman penekanan tidak berpengaruh pada kekerasan permukaan.

3. Proses *burnishing* tidak berpengaruh pada kesejajaran sumbu benda kerja.

Untuk lebih mengembangkan kajian mengenai proses *burnishing*, maka variabel gaya penekan yang terjadi dapat dilibatkan dalam penelitian selanjutnya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat dynamometer.

DAFTAR PUSTAKA

- Babu, R., Prasad, S., Raju, A.V.S., Babu, J. 2009. *Effect of internal roller burnishing on surface roughness and surface hardness of mild steel*, Journal of Scientific & Industrial Research, Volume 68, pp. 29-31.
- Gerling, H. 1974. *All about Machine Tools*. Wiley Eastern Private Limited. India.
- Ibrahim, A.A. 2009. *An investigation into ball burnishing process of carbon steel on a lathe*. Mechanical Engineering Department, Shoubra faculty of engineering, Benha University. Egypt.
- Stoic, A., Lackovic, I., Kopac, J., Samardzic, I., Kozak, D. 2010. *An investigation of machining efficiency of internal roller burnishing*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Volume 40 No 2, pp. 188-194.
- Thamizhmanii, S., Saparudin, B., Hasan S. 2007. *A study of multi-roller burnishing on non-ferrous metals*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Volume 22 No 2, pp. 95-98.