

PENGARUH KEDALAMAN PEMAKANAN, KECEPATAN SPINDEL DAN JENIS CAIRAN PENDINGIN TERHADAP TINGKAT KEKASARAN DAN KERATAAN PERMUKAAN BAJA ST. 41 DAN PADA PROSES MILLING KONVENSIONAL

Eko Redi Winarto

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: redi.bylek@yahoo.com

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aryasakti_2006@yahoo.com

Perkembangan dunia industri manufaktur memaksa para pelakunya untuk terus berinovasi. Dalam proses pengerjaan logam salah satu alat yang digunakan adalah mesin *milling* konvensional. Produksi hasil dari proses *milling* konvensional dikatakan baik apabila memiliki tingkat kekasaran dan kerataan permukaan yang sesuai. Banyak faktor yang mempengaruhi proses antara lain kedalaman pemakanan, kecepatan spindel dan jenis cairan pendingin. Sehingga timbul permasalahan yaitu bagaimana pengaruh kedalaman pemakanan, kecepatan spindel dan jenis cairan pendingin terhadap kekasaran dan kerataan permukaan baja ST 41 pada proses *milling* konvensional. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan 27 benda uji. 27 benda uji difrais dengan kedalaman yang berbeda yaitu: 0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm, kecepatan spindel yang berbeda yaitu: 540 rpm, 910 rpm dan 1500 rpm dan cairan pendingin global, cutting APX dan kyoso. Kekasaran diukur dengan *surface tester*, sedangkan kerataan dengan *dial indicator*. Hasil penelitian ini untuk kekasaran permukaan baja ST 41 dipengaruhi oleh jenis cairan (global, cutting APX dan kyoso) ditunjukkan dengan nilai *P value* 0,042 yang lebih kecil dari alpha 0,05 dan kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm) ditunjukkan dengan nilai *P value* 0,000 yang lebih kecil dari alpha 0,05, sedangkan untuk kecepatan spindel (540 rpm, 910 rpm dan 1500 rpm) tidak berpengaruh signifikan ditunjukkan dengan nilai *P value* 0,164 yang lebih besar dari alpha 0,05. Kerataan permukaan baja ST 41 dipengaruhi oleh jenis cairan pendingin (global, cutting APX dan kyoso), kecepatan spindel (540 rpm, 910 rpm dan 1500 rpm) dan kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm) ditunjukkan dengan masing-masing nilai *P value* yang lebih besar dari alpha 0,05 yakni jenis cairan sebesar 0,032, kecepatan spindel sebesar 0,014 dan kedalaman pemakanan sebesar 0,005. Kombinasi variabel yang kekasaran paling baik adalah cairan cutting APX, kedalaman 0,2 mm dan kecepatan 1500 rpm sebesar 0,692 μm , sedangkan yang kekasaran paling buruk adalah cairan kyoso, kedalaman 0,6 mm dan kecepatan 540 rpm sebesar 0,885 μm . Kerataan paling baik dengan cairan kyoso, kedalaman 0,6 mm dan kecepatan 1500 rpm sebesar 0,014 mm, sedangkan yang paling buruk dengan cairan global, kedalaman 0,2 mm dan kecepatan 540 rpm sebesar 0,056 mm.

Kata Kunci: Kekasaran Permukaan, Kerataan Permukaan, Kedalaman Pemakanan, Kecepatan Spindel, Cairan Pendingin.

The development of the world manufacturing industry forced the perpetrators to continue to innovate. Metal machining process in one of the tools used are conventional milling machine. Production results of conventional milling process is said to be good in having a level of ruggedness and the appropriate surface flatness. Many factors affect the process of depth spindel speed, consumption and the type of liquid cooling. Thus arose the problem of how to influence the depth of consumption, speed and type of the spindel liquid cooling of surface flatness and roughness of steel ST 41 on conventional milling process. This type of research is research experiments with 27 test objects. 27 difrais test objects with different depth: 0.2 mm, 0.4 mm and 0.6 mm, i.e. different spindel speed: 540 rpm, 910 rpm and 1500 rpm and global cooling, cutting fluid APX and kyoso. Roughness measured by surface tester, while flatness with a dial indicator. The The results of this research for surface roughness of steel ST 41 is influenced by the type of liquid (global, cutting APX and kyoso) values indicated with *P value* smaller than 0.042 alpha 0.05 and the depth of the consumption (0.2 mm, 0.4 mm and 0.6 mm) is indicated by the value of the *P value* 0.000 smaller than 0.05 alpha, as for the speed of the spindel (540 rpm, 910 rpm and 1500 rpm) no effect significant *P-value* indicated value 0,164 alpha is greater than 0.05. Steel surface flatness ST 41 is influenced by the type of cooling liquid (global, cutting APX and kyoso), spindel speed (540 rpm, 910 rpm and 1500 rpm) and depth of the consumption (0.2 mm, 0.4 mm and 0.6 mm) shown with each value of the *P value* greater than 0.05 alpha the type of fluid equal to 0,032, spindel speed of 0,014, and depth of the consumption of 0.005. The combination of variable roughness cutting fluids is best to APX, the depth of 0.2 mm and speed of 1500 rpm of 0,692 μm , while the worst is the roughness liquid kyoso, depth of 0.6 mm and speed of 540 rpm of 0,885 μm . most excellent Flatness with liquid kyoso, depth of 0.6 mm and speed of 1500 rpm of 0,014 mm, while the worst of the global liquid, depth of 0.2 mm and 540 rpm speed of 0,056 mm.

Key Words: Surface Roughness, Surface Flatness, The Depth Of The Consumption, Spindel Speed, Liquid Coolin

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berdampak pada dunia industri manufaktur, sehingga persaingan yang terjadi di dunia industri manufaktur menjadi semakin ketat. Untuk menghadapi persaingan itu pelaku industri manufaktur dituntut harus meningkatkan kualitas hasil produksi.

Dalam proses pengerjaan logam untuk pembuatan komponen-komponen, mesin-mesin perkakas sudah cukup lama dikenal peran dan fungsinya masing-masing. Salah satu mesin yang sering dipergunakan dalam proses pengerjaan logam adalah mesin *milling* konvensional.

Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan (kekasaran dan kerataan permukaan) yang berbeda-beda, tergantung dari kegunaannya. Kualitas permukaan hasil pengefraisan rata dapat dilihat dari kekasaran dan kerataan permukaannya. Makin halus dan rata permukaannya makin baik pula kualitasnya, contoh barang yang membutuhkan kekasaran dan kerataan yang baik adalah cetakan logam (mal), roda gigi, dan lain-lain. Melihat begitu pentingnya arti kekasaran dan kerataan suatu komponen, maka perlu diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan hasil produk yang memiliki tingkat kekasaran dan kerataan permukaan sebaik mungkin. Ada banyak faktor yang mempengaruhi proses kerja logam antara lain, bahan pahat, bentuk pahat dan ketajaman pahat, bahan benda kerja, kondisi bahan dan temperatur pengerjaan, parameter pemotongan seperti kecepatan potong dan kedalaman pemotongan, cairan pendingin (*cutting fluid*) yang digunakan, keterampilan operator dan kondisi mesin.

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah material baja karbon rendah (ST. 41), karena bahan tersebut harganya lebih ekonomis, mampu dikerjakan dan mudah diperoleh di pasaran.

Penelitian ini menganalisis pengaruh kedalaman pemakanan, kecepatan spindle dan jenis cairan pendingin terhadap tingkat kekasaran dan kerataan permukaan baja ST 41 pada proses *milling* konvensional.

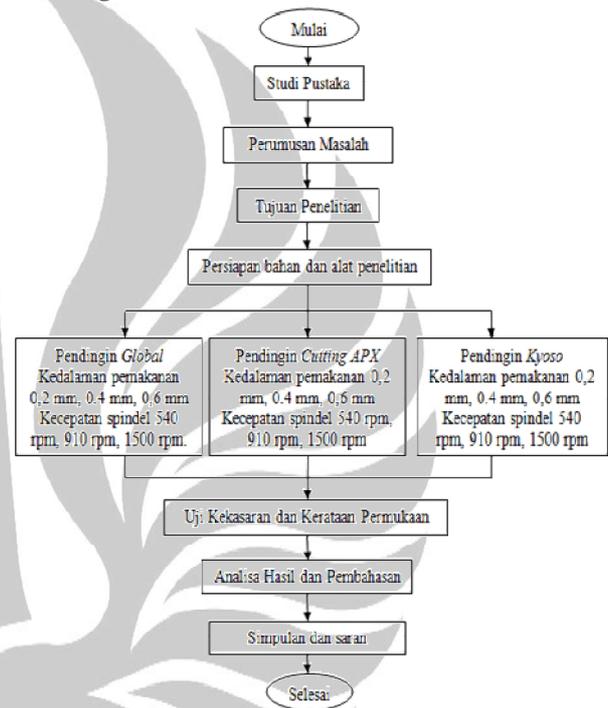
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran dan kerataan permukaan baja ST. 41 pada proses *milling* konvensional. Mengetahui pengaruh kecepatan spindle terhadap tingkat kekasaran dan kerataan permukaan baja ST. 41 pada proses *milling* konvensional. Mengetahui pengaruh jenis cairan pendingin terhadap tingkat kekasaran dan kerataan permukaan baja ST. 41 pada proses *milling* konvensional. Mengetahui hasil terbaik kekasaran dan kerataan pada proses *milling* konvensional baja ST. 41.

Manfaat penelitian ini adalah memberi tambahan informasi bagi dunia industri manufaktur

terutama proses pengerjaan logam mengenai kedalaman pemakanan, kecepatan spindle, dan jenis cairan yang sesuai, sehingga mampu menghasilkan produk yang lebih berkualitas. Memberikan pengalaman lapangan tentang proses pengerjaan logam menggunakan mesin *milling* konvensional. Memberikan kesempatan untuk menerapkan teori yang didapatkan selama masa perkuliahan. Sebagai tambahan referensi bagi dunia pendidikan khususnya jurusan teknik mesin mengenai proses *milling* konvensional.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kedalaman pemakanan, kecepatan spindle dan jenis cairan pendingin. Variabel terikat adalah kekasaran dan kerataan permukaan baja ST 41 pada proses *milling* konvensional. Variabel kontrol adalah semua faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran dan kerataan permukaan selain kedalaman pemakanan, kecepatan spindle dan jenis cairan pendingin.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan peneliti untuk pengumpulan data. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Surface tester untuk mengukur kekasaran permukaan merk mitutoyo sj-301.
- Dial indicator untuk mengukur kerataan permukaan merk mitutoyo sj-219.

Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Kecepatan Spindel Dan Jenis Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Dan Kerataan

- Mesin milling untuk pengerjaan benda kerja merk *first*.

Material pengujian

Bahan uji yang dipakai dalam penelitian ini adalah baja ST 41 dengan panjang 50 mm, lebar 50 mm dan tebal 20 mm. dikarenakan bahan mudah didapatkan dipasaran.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah metode eksperimen karena dapat memberikan data yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen pengefraisan benda uji dengan variasi kedalaman pemakanan, kecepatan spindel dan jenis cairan yang berbeda – beda, dan metode literatur adalah pedoman penelitian agar kegiatan penelitian ini sesuai dengan dasar ilmu dan tidak menyimpang dari kaidah yang ada.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini prosedur penelitian ada 3 tahap. Pertama adalah tahap persiapan dimana dalam tahap ini dilakukan perumusan masalah, pencarian literatur dan mempersiapkan instrumen penelitian. Kedua adalah tahap pengerjaan, dalam tahap ini dilakukan pengerjaan benda uji dengan variasi kedalaman, kecepatan spindel dan jenis cairan pendingin dan pengukuran kekasaran dan kerataan permukaan benda uji. Ketiga adalah tahap penyelesaian, dalam tahap ini dilakukan analisa data-data yang diperoleh dan ditarik kesimpulan penelitian.

Teknik Analisis Data

Setelah data atau hasil yang berupa ukuran tingkat kekasaran dan kerataan permukaan sudah diperoleh, maka selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dari angka – angka yang berasal dari hasil pengukuran kekasaran dan kerataan permukaan dilakukan dengan *one way anova* dengan program SPSS 16.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pemberian perlakuan nilai kekasaran dan kerataan permukaan diukur untuk mengetahui perbedaan nilai sesudah dan sebelum diberi perlakuan.

Tabel 1. Data Pengujian Sebelum Diberi Perlakuan

Hasil Pengukuran	T1	T2	T3	Ra
Kekasaran (µm)	0,912	0,847	0,932	0,897
Kerataan (mm)	0,042	0,048	0,056	0,048

Tabel 2. Data Kekasaran Sesudah Diberi Perlakuan

Jenis Cairan	Kecepatan Spindel	Kedalaman pemakanan	Benda uji	Hasil Pengukuran Kekasaran (µM)			
				T1	T2	T3	Ra
Global	540 rpm	0,2 mm	1	0,761	0,735	0,812	0,769
		0,4 mm	2	0,770	0,754	0,831	0,785
		0,6 mm	3	0,833	0,811	0,847	0,830
	910 rpm	0,2 mm	4	0,748	0,715	0,736	0,733
		0,4 mm	5	0,773	0,733	0,778	0,761
		0,6 mm	6	0,839	0,795	0,824	0,819
	1500 rpm	0,2 mm	7	0,728	0,714	0,731	0,724
		0,4 mm	8	0,756	0,720	0,746	0,741
		0,6 mm	9	0,793	0,774	0,828	0,798
Cutting APX	540 rpm	0,2 mm	10	0,732	0,710	0,818	0,753
		0,4 mm	11	0,757	0,730	0,825	0,771
		0,6 mm	12	0,845	0,796	0,842	0,828
	910 rpm	0,2 mm	13	0,734	0,655	0,753	0,714
		0,4 mm	14	0,763	0,740	0,776	0,760
		0,6 mm	15	0,843	0,745	0,821	0,803
	1500 rpm	0,2 mm	16	0,741	0,627	0,709	0,692
		0,4 mm	17	0,743	0,712	0,752	0,736
		0,6 mm	18	0,800	0,762	0,823	0,795
Kyoso	540 rpm	0,2 mm	19	0,771	0,755	0,813	0,780
		0,4 mm	20	0,820	0,781	0,850	0,817
		0,6 mm	21	0,888	0,869	0,897	0,885
	910 rpm	0,2 mm	22	0,780	0,751	0,794	0,775
		0,4 mm	23	0,806	0,799	0,814	0,806
		0,6 mm	24	0,837	0,801	0,857	0,832
	1500 rpm	0,2 mm	25	0,777	0,739	0,782	0,766
		0,4 mm	26	0,807	0,790	0,810	0,802
		0,6 mm	27	0,822	0,797	0,840	0,820

Tabel 3. Data Kerataan Sesudah Diberi Perlakuan

Jenis Cairan	Kecepatan Spindel	Kedalaman pemakanan	Benda uji	Hasil Pengukuran Kerataan			
				T1	T2	T3	Ra
Global	540 rpm	0,2 mm	1	0,052	0,056	0,060	0,056
		0,4 mm	2	0,031	0,047	0,050	0,043
		0,6 mm	3	0,029	0,033	0,038	0,033
	910 rpm	0,2 mm	4	0,034	0,039	0,048	0,040
		0,4 mm	5	0,026	0,037	0,043	0,035
		0,6 mm	6	0,016	0,017	0,041	0,025
	1500 rpm	0,2 mm	7	0,026	0,034	0,049	0,036
		0,4 mm	8	0,025	0,035	0,041	0,034
		0,6 mm	9	0,017	0,023	0,030	0,023
Cutting APX	540 rpm	0,2 mm	10	0,049	0,051	0,059	0,053
		0,4 mm	11	0,028	0,036	0,045	0,036
		0,6 mm	12	0,024	0,026	0,032	0,027
	910 rpm	0,2 mm	13	0,025	0,031	0,033	0,030
		0,4 mm	14	0,018	0,022	0,031	0,024
		0,6 mm	15	0,014	0,020	0,026	0,020
	1500 rpm	0,2 mm	16	0,020	0,024	0,035	0,026
		0,4 mm	17	0,017	0,021	0,028	0,022
		0,6 mm	18	0,011	0,019	0,022	0,017
Kyoso	540 rpm	0,2 mm	19	0,030	0,035	0,040	0,035
		0,4 mm	20	0,018	0,027	0,040	0,028
		0,6 mm	21	0,018	0,021	0,026	0,022
	910 rpm	0,2 mm	22	0,020	0,029	0,037	0,029
		0,4 mm	23	0,017	0,022	0,030	0,023
		0,6 mm	24	0,014	0,020	0,024	0,019
	1500 rpm	0,2 mm	25	0,019	0,023	0,034	0,025
		0,4 mm	26	0,013	0,021	0,032	0,022
		0,6 mm	27	0,010	0,013	0,019	0,014

Pembahasan dan Analisis One Way Anova Data Kekasaran dan Kerataan Permukaan

Dalam penelitian ini mesin milling yang digunakan adalah mesin milling konvensional cutter vertikal merk *first* model C-1 ½ TM. Kecepatan pemakanan konstan yakni 50mm/menit dalam setiap pemakanan.

Dilihat dari hasil data kekasaran dan kerataan permukaan benda uji sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan. Perlakuan yang diberikan memberi pengaruh terhadap nilai kekasaran dan kerataan permukaan baja ST 41 yang didasarkan terhadap perbedaan nilai kekasaran dan kerataan permukaan setiap benda uji. Untuk mengetahui lebih jelas seberapa signifikan pengaruh tiap variabel, maka perlu dilakukan uji statistik.

- Kekasaran Permukaan

Tabel 4. *One Way Anova* Untuk Kekasaran Permukaan

Jenis Cairan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.011	2	.006	3.637	.042
Within Groups	.037	24	.002		
Total	.048	26			
Kecepatan Spindel	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.007	2	.003	1.948	.164
Within Groups	.041	24	.002		
Total	.048	26			
Kedalaman pemakanan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.028	2	.014	16.748	.000
Within Groups	.020	24	.001		
Total	.048	26			

Dari uji one way anova yang hasilnya ditunjukkan tabel 4. Untuk kekasaran permukaan yang berpengaruh signifikan adalah jenis cairan pendingin dan kedalaman pemakanan. Sedangkan untuk kecepatan spindel tidak berpengaruh signifikan.

Tabel 5. Uji duncan jenis cairan pendingin untuk kekasaran permukaan

JenisCairan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Cutting APX	9	.76133	
Global	9	.77333	.77333
Kyoso	9		.80922
Sig.		.522	.063

Hasil uji duncan menunjukkan dengan variasi jenis cairan yang berbeda, untuk cairan *cutting* APX dan global tidak terlalu berbeda kekasarannya. Sedangkan untuk cairan kyoso juga

tidak terlalu berbeda kekasarannya dengan cairan global.

Tabel 6. Uji Duncan Kecepatan Spindel Untuk Kekasaran Permukaan

Kecepatan Spindel	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
1500 rpm	9		.76378
910 rpm	9		.77811
540 rpm	9		.80200
Sig.			.076

Hasil uji duncan menunjukkan dengan variasi kecepatan spindel yang berbeda, tidak menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda secara signifikan.

Tabel 7. Uji Duncan Kedalaman Pemakanan Untuk Kekasaran permukaan

Kedalaman Pemakanan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.2 mm	9	.74511		
0.4 mm	9		.77544	
0.6 mm	9			.82333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Hasil uji duncan menunjukkan dengan variasi kedalaman pemakanan yang berbeda, maka menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda secara signifikan.

- Kerataan Permukaan

Tabel 8. *One Way Anova* Untuk Kerataan Permukaan

Jenis Cairan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.000	4.002	.032
Within Groups	.002	24	.000		
Total	.003	26			
Kecepatan Spindel	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.000	5.080	.014
Within Groups	.002	24	.000		
Total	.003	26			
Kedalaman Pemakanan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.000	6.524	.005
Within Groups	.002	24	.000		
Total	.003	26			

Dari uji one way anova yang hasilnya ditunjukkan tabel 8. Untuk kerataan permukaan yang berpengaruh signifikan adalah jenis cairan

Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Kecepatan Spindel Dan Jenis Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Dan Kerataan

pendingin kecepatan spindel dan kedalaman pemakanan.

Tabel 9. Uji Duncan Jenis Cairan Pendingin Untuk Kerataan Permukaan

JenisCairan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kyoso	9	.02411	
Cutting APX	9	.02833	.02833
Global	9		.03611
Sig.		.336	.083

Hasil uji duncan menunjukkan dengan variasi jenis cairan, untuk cairan kyoso dan cutting APX tidak terlalu berbeda kerataannya. Sedangkan untuk cairan cutting APX juga tidak terlalu berbeda dengan cairan global kerataannya.

Tabel 10. Uji Duncan Kecepatan Spindel Untuk Kerataan Permukaan

Kecepatan Spindel	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1500 rpm	9	.02433	
910 rpm	9	.02722	
540 rpm	9		.03700
Sig.		.495	1.000

Hasil uji duncan menunjukkan dengan variasi kecepatan spindel yang berbeda, untuk kecepatan 1500 rpm dan 910 rpm tidak terlalu berbeda kerataannya. Sedangkan untuk kecepatan 540 rpm berbeda kerataannya dari dua variasi kecepatan spindel lainnya.

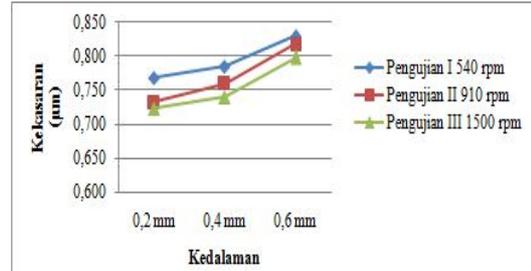
Tabel 11. Uji Duncan Kedalaman Pemakanan Untuk Kerataan Permukaan

KedalamanPe makanan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.6 mm	9	.02222	
0.4 mm	9	.02967	.02967
0.2 mm	9		.03667
Sig.		.075	.093

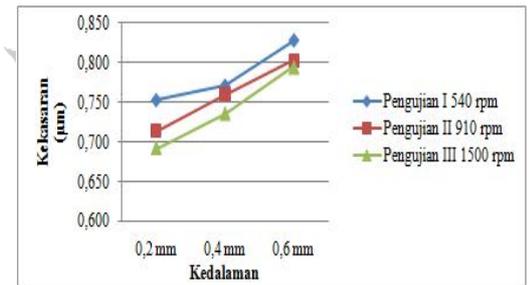
Hasil uji menunjukkan dengan variasi kedalaman pemakanan yang berbeda, untuk kedalaman 0,6 mm dan 0,4 mm tidak terlalu berbeda kerataannya. Sedangkan untuk kedalaman 0,4 mm juga tidak terlalu berbeda kerataannya dengan kedalaman 0,2 mm.

Pembahasan dan Analisis Grafik Data Kekasaran dan Kerataan Permukaan

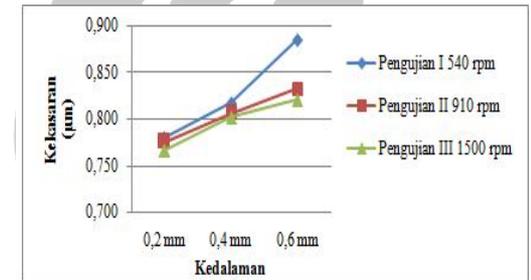
- Kekasaran Permukaan
 - Grafik kekasaran permukaan berdasarkan jenis cairan pendingin



Gambar 2. Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Global



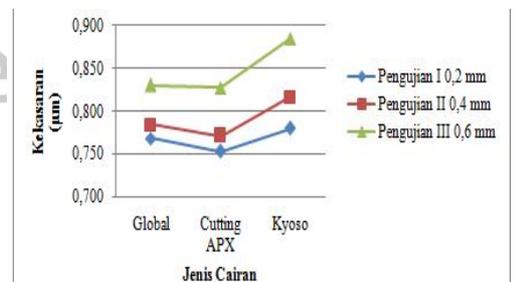
Gambar 3. Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Cutting APX



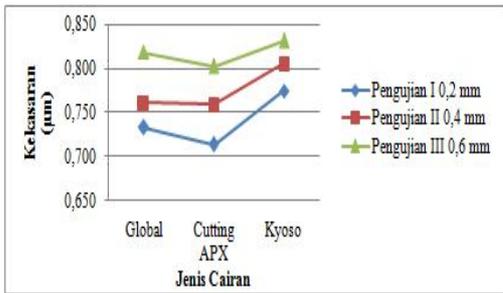
Gambar 4. Grafik Kekasaran Permukaan Cairan Pendingin Kyoso

Setelah melihat dan meneliti gambar 2, 3, dan 4. untuk ketiga jenis cairan pendingin yang dipakai dalam penelitian ini (global, cutting APX, kyoso). Cutting APX memiliki tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yakni 0,692 µm, sedangkan untuk tingkat kekasaran yang paling buruk adalah kyoso dengan nilai kekasaran 0,885 µm

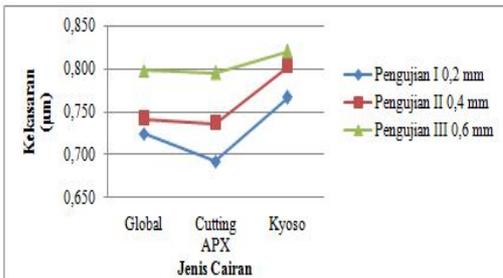
Grafik kekasaran permukaan berdasarkan kecepatan spindel



Gambar 5. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 540 rpm



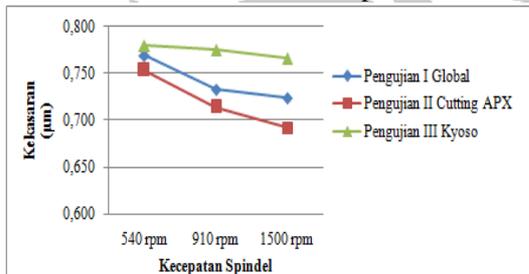
Gambar 6. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 910 rpm



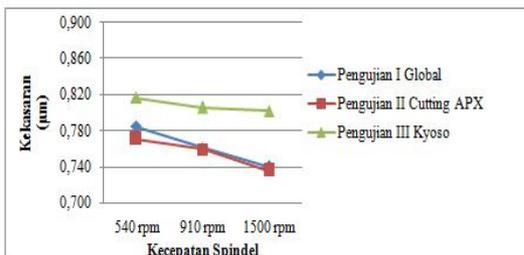
Gambar 7. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 1500 rpm

Setelah melihat dan meneliti gambar 5, 6, dan 7. untuk ketiga variasi kecepatan yang dipakai dalam penelitian ini (540 rpm, 910 rpm, dan 1500 rpm). Kecepatan 1500 rpm memiliki tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yakni 0,692 μm , sedangkan untuk tingkat kekasaran yang paling buruk adalah kecepatan 540 rpm dengan nilai kekasaran 0,885 μm

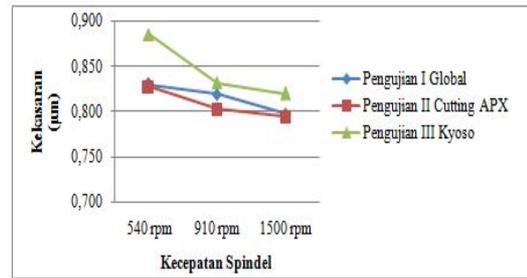
- Grafik kekasaran permukaan berdasarkan kedalaman pemakanan



Gambar 8. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,2 mm



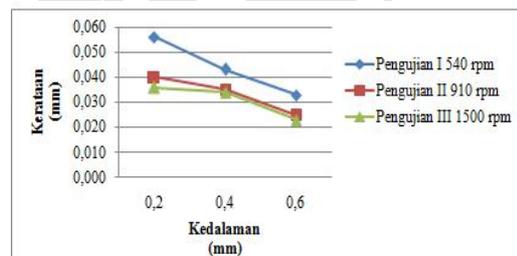
Gambar 9. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,4 mm



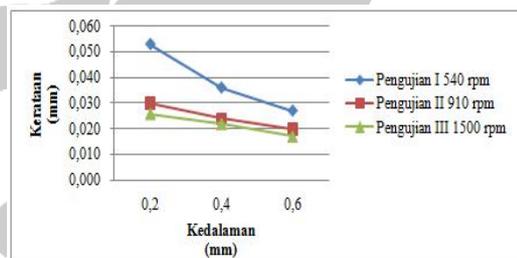
Gambar 10. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,6 mm

Setelah melihat dan meneliti gambar 8, 9, dan 10. untuk ketiga variasi kedalaman yang dipakai dalam penelitian ini (0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,6 mm). Kedalaman 0,2 mm memiliki tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yakni 0,692 μm , sedangkan untuk tingkat kekasaran yang paling buruk adalah kedalaman 0,6 mm dengan nilai kekasaran 0,885 μm .

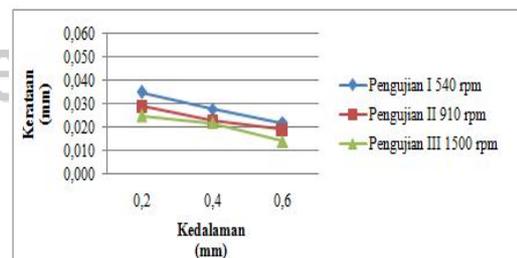
- Kerataan Permukaan
 - Grafik kerataan permukaan berdasarkan jenis cairan



Gambar 11. Grafik Kerataan Permukaan Cairan Pendingin Global



Gambar 12. Grafik Kerataan Permukaan Cairan Pendingin Cutting APX



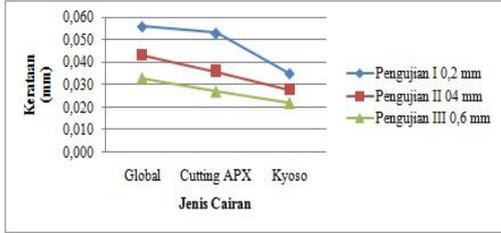
Gambar 13. Grafik Kerataan Permukaan Cairan Pendingin Kyoso

Setelah melihat dan meneliti gambar 11, 12, dan 13. untuk ketiga jenis cairan pendingin yang dipakai dalam penelitian ini (global, cutting APX,

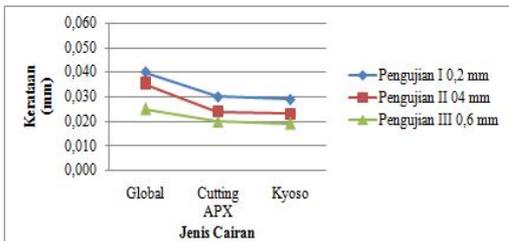
Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Kecepatan Spindel Dan Jenis Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Dan Kerataan

kyoso). Kyoso memiliki tingkat kerataan permukaan yang paling baik yakni 0,014 mm, sedangkan untuk tingkat kerataan yang paling buruk adalah global dengan nilai kekasaran 0,056 mm

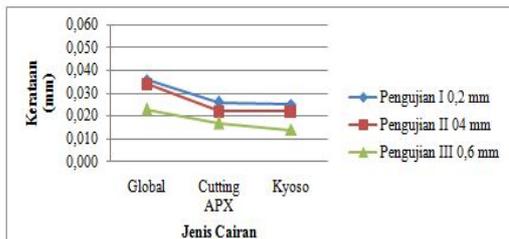
- Grafik kerataan permukaan berdasarkan kecepatan spindel



Gambar 14. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 540 rpm



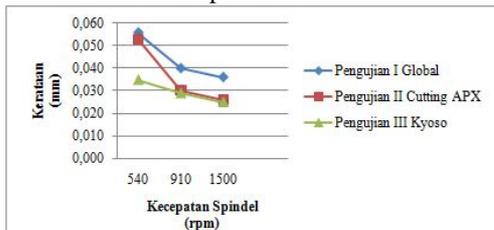
Gambar 15. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 910 rpm



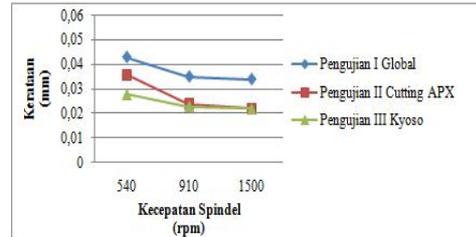
Gambar 16. Grafik Kekasaran Permukaan Kecepatan Spindel 1500 rpm

Setelah melihat dan meneliti gambar 14, 15, dan 16, untuk ketiga variasi kecepatan yang dipakai dalam penelitian ini (540 rpm, 910 rpm, dan 1500 rpm). Kecepatan 1500 rpm memiliki tingkat kerataan permukaan yang paling baik yakni 0,014 mm, sedangkan untuk tingkat kerataan yang paling buruk adalah kecepatan 540 rpm dengan nilai kerataan 0,056 mm.

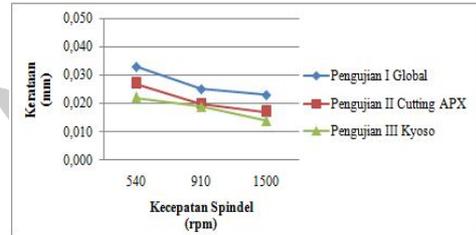
- Grafik kerataan permukaan berdasarkan kedalaman pemakanan



Gambar 17. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,2 mm



Gambar 18. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,4 mm



Gambar 19. Grafik Kekasaran Permukaan Kedalaman Pemakanan 0,6 mm

Setelah melihat dan meneliti gambar 17, 18, dan 19. untuk ketiga variasi kedalaman yang dipakai dalam penelitian ini (0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,6 mm). Kedalaman 0,6 mm memiliki tingkat kerataan permukaan yang paling baik yakni 0,014 mm, sedangkan untuk tingkat kerataan yang paling buruk adalah kedalaman 0,2 mm dengan nilai kekasaran 0,056 mm.

Setelah melihat dan meneliti gambar-gambar diatas, berikut adalah rangkuman hasil pembahasan.

Tabel 12. Rangkuman Hasil Pembahasan

Kekasaran	Jenis cairan	Paling Baik	Cutting APX
		Paling Buruk	Kyoso
	Kecepatan spindel	Paling Baik	1500 rpm
	Paling Buruk	540 rpm	
Kedalaman pemakanan	Paling Baik	0,2 mm	
	Paling Buruk	0,6 mm	
Kerataan	Jenis cairan	Paling Baik	Kyoso
		Paling Buruk	Global
	Kecepatan spindel	Paling Baik	1500 rpm
	Paling Buruk	540 rpm	
Kedalaman pemakanan	Paling Baik	0,6 mm	
	Paling Buruk	0,2 mm	

PENUTUP

Simpulan

- Kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm)
 - Ada pengaruh antara kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan. Pengaruh signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0.000 yang lebih kecil dari nilai alpha 0,05

- Ada pengaruh antara kedalaman pemakanan terhadap kerataan permukaan. Pengaruh signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0,005 yang lebih kecil dari nilai alpha 0,05.
- Kecepatan spindle (540 rpm, 0,4 rpm dan 1500 rpm).
 - Ada pengaruh antara kecepatan spindle terhadap kekasaran permukaan. Tapi pengaruhnya tidak signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0,164 yang lebih besar dari nilai alpha 0,05.
 - Ada pengaruh antara kecepatan spindle terhadap kerataan permukaan. Pengaruh signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0,014 yang lebih kecil dari nilai alpha 0,05.
- Jenis cairan pendingin (Cutting APX, Global dan Kyoso).
 - Ada pengaruh antara jenis cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan. Pengaruh signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0,042 yang lebih kecil dari nilai alpha 0,05.
 - Ada pengaruh antara jenis cairan pendingin terhadap kerataan permukaan. Pengaruh signifikan ditunjukkan dengan data P value statistik sebesar 0,032 yang lebih kecil dari nilai alpha 0,05.
- Dari hasil pengujian kekasaran dan kerataan permukaan. Hasil terbaik diperoleh dengan data sebagai berikut :
 - Kekasaran paling baik diperoleh dengan menggunakan cairan *cutting* APX, kecepatan 1500 rpm dan kedalaman 0,2 mm yakni 0,692 μm . Sedangkan untuk kekasaran yang paling buruk diperoleh dengan menggunakan cairan kyoso, kecepatan 540 rpm dan kedalaman 0,6 mm yakni 0,885 μm .
 - Kerataan paling baik diperoleh dengan menggunakan cairan kyoso, kecepatan 1500 rpm dan kedalaman 0,6 mm yakni 0,014 mm. Sedangkan untuk kerataan yang paling buruk diperoleh dengan menggunakan cairan global, kecepatan 540 rpm dan kedalaman 0,2 mm yakni 0,056 mm.

Saran

- Agar hasil penelitian lebih baik, untuk penelitian selanjutnya perlu penambahan variabel bebas yang lebih bervariasi dan penambahan sampel benda kerja pada proses *milling* konvensional.
- Agar memperoleh nilai kekasaran yang baik, sebaiknya dalam proses pengefraisan rata

menggunakan kedalaman yang rendah dan kecepatan tinggi.

- Agar memperoleh nilai kerataan yang baik, sebaiknya dalam proses pengefraisan rata menggunakan kedalaman tinggi dan kecepatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, dkk. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Anonim. 2011. *Modul-1 Proses Pemesinan*. (diunduh: pada tanggal 1 april 2013)
- Arikunto, Suharsimi. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Juhana, Ohan & Suratman, M. 2004. *Menggambar Teknik Mesin Dengan Standar ISO*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Muin, Syamsir. 1986. *Dasar-dasar Perencanaan Perkakas*. Jakarta: Rajawali Mas.
- Niemann, Gustav & Winter, H. 1992. *Elemen Mesin Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Ristanto, Bambang. 2006. *Pengaruh Feeding Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Pada Proses Penyekrapan Rata Dengan Spesimen Baja Karbon*. Diambil pada tanggal 1 april 2013 dari: digilib.unnes.ac.id/gsd/collect/skripsi/import/1868.pdf.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Jurusan PTM FT Unesa*. Surabaya: Unesa University Press.
- Takeshi, S.G. & Sugiarto, H.N. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO (8th ed)*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Verlag, Bohmann. 1990. *Pengerjaan Logam dengan Mesin*. Bandung: Angkasa.
- Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Wirawan, dkk. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Wirjosumarto, Harsono & Okumura, Toshie. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.