PENGARUH VARIASI LAJU PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES *SURFACE GRINDING*

Ahmad Syaifuddin Irsyad[1], I Wayan Sujana[2]
Jurusan Teknik Mesin S-1, FTI – Institut Teknologi Nasional Malang
Email: ahmadsyaifuddinirsyad@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia industri terutama di bidang manufaktur, tingkat kekasaran permukaan sangat penting karena hal itu akan berpengaruh terhadap usia komponen. Tingkat kekerasan material dan variasi *feeding* merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi *feeding* terhadap *surface roughness* pada proses *surface grinding.* Pada penelitian ini terdapat tiga tahapan proses diantaranya: proses pengujian kekerasan material, proses *surface grinding,* proses pengujian *surface roughness.* Dalam proses pengujian tingkat kekerasan material, material yang digunakan ada tiga jenis diantaranya ialah baja VCN 150 dengan nilai kekerasan sebesar 338.2 HBS, baja S45C dengan nilai kekerasan sebesar 173.48 HBS, baja SS400 dengan nilai kekerasan sebesar 128.4 HBS. Dalam proses *surface grinding* terdapat tiga variasi *feeding* pada setiap material, dengan variasi *feeding* 0,75 mm/rev; 1 mm/rev; 1,25 mm/rev. Dalam proses pengujian *surface roughness* pada baja VCN 150 dengan variasi *feeding* 0,75 mm/rev; 1 mm/rev; 1,25 mm/rev diperoleh nilai kekasaran rata-rata secara berurutan 0.133 µm, 0.169 µm, 0.186 µm. Baja S45C dengan variasi *feeding* 0,75 mm/rev; 1 mm/rev; 1,25 mm/rev diperoleh nilai kekasaran rata-rata secara berurutan 0.354 µm, 0.363 µm, 0.378 µm. Baja SS400 dengan variasi *feeding* 0,75 mm/rev; 1 mm/rev; 1,25 mm/rev diperoleh nilai kekasaran rata-rata secara berurutan 0.438 µm, 0.459 µm, 0.530 µm. Dari hasil pengujian kekerasan dan kekasaran diatas dapat disimpulkan bahwa semakin keras nilai kekerasan suatu material maka semakin rendah nilai kekasaran yag dihasilkan, dan hubungan *feeding* dengan kekasaran diperoleh semakin tinggi nilai *feeding* yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kekasaran yang diperoleh.

Kata kunci: Kekerasan material, *feeding, surface roughness, surface grinding*

PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini perkembangan industri sangat pesat sekali, terutama industri di bidang *manufaktur* yang saling bersaing menekan biaya produksi seminim mungkin dan mempercepat produksi tanpa mempengaruhi kualitas produksi. Hal tersebut dilakukan oleh industri untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas yang baik.

Industri yang bergerak dalam bidang *plastic moulding* memerlukan pemilihan material yang tepat. Karena kekerasan material merupakan hal penting dalam pembuatan *core* dan *cavity* pada pembuatan *plastic moulding.*

Tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses pemesinan akan berpengaruh terhadap usia komponen, karena komponen yang tidak halus akan mengalami perubahan struktur. Pembuatan part *core* dan *cavity* pada *plastic moulding* memerlukan tingat kekasaran yang baik, biasanya memerlukan tingkat kekasaran N4, karena pada bagian inilah membutuhkan tingkat kehalusan yang tinggi unduk mendapatkan produk dan kualitas yang baik, apabila pada bagian ini terjadi kekasaran maka hasil dari *moulding* akan terdapat cacat produk. Untuk itu mesin gerinda diperlukan untuk proses akhir *(finishing),* agar mendapatakan suatu tingkat kekasaran yang rendah.

Surface grinding merupakan proses *finishing* untuk menghasilkan permukaan yang baik dan mendekati toleransi, serta sangat cocok

untuk komponen desain, proses tersebut banyak digunakan dalam dunia industri.

Pada penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa semakin besar *feeding* maka tingkat kekasaran permukaan benda kerja akan semakin besar atau kasar. Peningkatan *feeding* pada proses *surface grinding* akan mengakibatkan semakin besar gesekan yang diterima oleh benda kerja. Semakin besar gesekan yang diterima oleh benda kerja, maka distribusi panas yang terjadi pada permukaan benda kerja akan meningkat[1]

Dari uraian diatas, *surface grinding* merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi kekasaran yang terjadi dalam pemesinan pada pembuatan part-part *moulding*, karena *surface grinding* digunakan untuk pengerjaan akhir yang dibutuhkan tingkat kehalusan permukaan pada *core* dan *cavity*. Maka dari itu penelitian ini akan memfokuskan pada pengaruh variasi laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses *surface grinding*. Dari permasalahan yang muncul dalam penelitian ini, agar tidak menimbulkan masalah yang menyimpang jauh dari tujuan penelitian maka diperlukan batasan masalah. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah baja VCN 150, baja S45C, baja SS400
2. Variasi *feeding* yang digunakan adalah.75 mm/rev, 1 mm/rev, 1.25 mm/rev
3. Pengujian yang dilakukan adalah Uji kekerasan dan Uji kekasaran permukaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Laju Pemakanan *(Feeding)*

Laju pemakanan *(feeding)* merupakan kecepatan penyanyatan pada benda kerja. Laju pemakanan *(feeding)* dapat ditentukan dengan material yang akan digunakan. Semakin kecil *feeding* pada *cutting speed* yang sama, maka nilai kekasaran akan semakin kecil, sehingga permukaan akan semakin halus[2] . Secara sistematis, rumus untuk mencari besar laju pemakanan adalah sebagai berikut

$$Ls = nw \times s \qquad (2\text{-}1)$$

Dimana:

Ls = Kecepatan gerak meja (mm/menit)

nw = Kecepatan putar benda kerja (putaran/menit)

s = *Feeding* (mm/putaran)

Klasifikasi Baja

Baja merupakan salah satu dari golongan logam jenis *ferro* yang memiliki beberapa unsur kandungan diantranya: unsur *carbon, sulfur, fosfor, silikon, mangan* dan sebagainya, akan tetapi jumlah dari setiap unsur kandungan tersebut terdapat batasan. Pada umumnya sifat pada baja biasanya dipengaruhi oleh *prosentase* unsur *carbon* dan struktur mikro. Berdasarkan kandungan *carbon* terdapat 3 macam, yaitu

1. Baja Karbon Rendah *(Low Carbon Steel)*
2. Baja Karbon Sedang *(Medium Carbon Steel)*
3. Baja Karbon Tinggi *(Hight Carbon Steel)*

Sedangkan baja paduang terdapat 2 macam

1. Baja Paduan Rendah
2. Baja Paduan Tinggi

Baja S45C

Baja S45C memiliki kandungan *carbon* 0.42% dan termasuk dalam golongan baja karbon sedang. Baja ini memiliki kekuatan yang cukup baik, sehingga biasanya digunakan untuk pembuatan roda gigi, poros engkol, *press tool* dll.

Selain mengandung unsur karbon 0.42%, baja S45C juga mengandung unsur paduan lainnya seperti (Mn) Mangan 0.6%, (Si) Silikon 0.15%, (P) Pospor 0.3%. Baja S45C juga mempunyai kekuatan tarik 569 MPa dan kekerasan 160-200 HB.

Baja VCN 150

Baja VCN 150 memiliki kandungan (Cr) krom 0.6% dan termasuk dalam baja paduan yang tahan terhadap panas. Baja ini memiliki ketangguhan dan kekuatan yang cukup tinggi dalam kondisi panas, sehingga biasanya digunakan untuk poros engkol, *gear* dll.

Selain mengandung (Cr) 0.6%, baja ini juga memiliki paduan lainnya seperti, C 0.36%,

Mn 0.6%, Si 0.15%, P 1.6%, dan Mo 0.15%. Baja VCN 150 juga memiliki kekerasan 255 HB max.

Baja SS400

Baja SS400 memiliki kandungan (C) 0.13% dan termasuk dalam baja karon rendah. Baja ini memiliki keseimbangan dalam ketangguhan, keuletan dan kekuatan, sehingga biasanya digunakan untuk bahan kontruksi, pipa dllporos engkol, *gear* dll.

Selain mengandung (C) 0.13%, baja ini juga memiliki paduan lainnya seperti, Mn 0.5%, Si 0.15%, P 0.5%, dan Fe 98.8%. Baja SS400 juga memiliki kekerasan 116-152 HB.

Kekasaran Permukaan *(Surface roughness)*

Surface roughness (kekasaran permukaan) adalah sala satu indikator dari kemampuan mesin yang baik[9]. *Surface roughness* (kekasaran permukaan) sangat penting dan harus diperhatikan dalam pengerjaan pemesinan khususnya untuk pembuatan produk yag membutuhkan tingkat kehalusan, semakin halus permukaan, maka semakin tinggi biayanya. Toleransi harga (Ra) seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros) harga kekasaran rata-rata aritmatis (Ra) juga mempunyai harga toleransi kekasaran.

Tabel 2 Angka Kekasaran Permukaan[10)]

Harga Kekasaran Ra (μm)	Angka Kelas Kekerasan
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
3,2	N8
1,6	N7
0,8	N6
0,4	N5
0,2	N4
0,1	N3
0,05	N2
0,025	N1

Gerinda Datar *(Surface Grinding)*

Mesin gerinda datar (*surface grinding*) adalah salah satu jenis mesin perkakas yang berfungsi untuk menghaluskan/mem-*finishing* permukaan benda kerja pada bidang datar/rata, dengan tingkat hasil kehalusan permukaan dapat mencapai sampai dengan N5[13]

RANCANGAN PENELITIAN

1. Alat Dan Bahan Penelitian

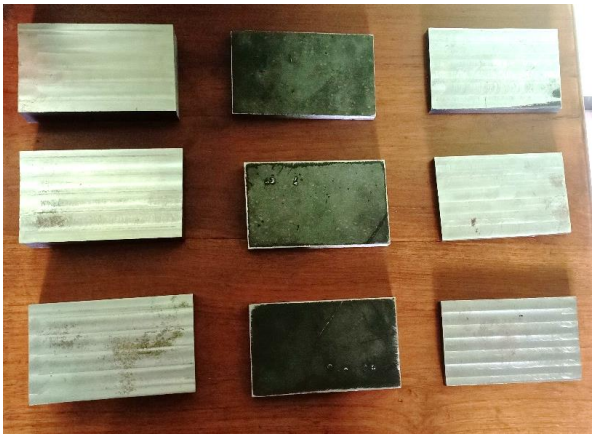
Alat Penelitian

Untuk proses analisa penelitian ini, ada beberapa alat yang digunakan, beberapa diantaranya adalah:

a. Mesin *Surface Grinding*
b. Surface Roughness Tester
c. Rockwell Hardness Tester
d. Alat Bantu Penelitian
   - *Dresser*
   - Kikir
   - *Vernier Calliper*
   - Ragum
   - *V-Block*
   - Meja Perata
   - *Height Gauge*

Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Baja VCN 150, baja S45C, baja SS400 masing-masing sejumlah 3 spesimen, dengan dimensi 100 mm x 50 mm x 15 mm



Gambar 1 Benda Kerja

2. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2019, dengan beberapa tempat pengujian, diantaranya adalah:

a. Pemesinan *surface grinding*: Politeknik Negeri Malang
b. Pengujian kekerasan dan kekasaran permukaan: Universitas Brawijaya

3. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan 3 tahapan, yaitu pengujian kekerasan, proses *surface grinding*, dan pengujian kekasaran permukaan.

a. Pengujian Kekerasan

Langkah-langkah pengujian kekerasan sebagai berikut:

- Menyiapkan peralatan
- Indentor di tekan ke benda uji dengan
  - Gaya 150 N pada VCN 150 dan S45C
  - Gaya 60 N pada SS400
- Tunggu selama 15 detik
- Bebaskan gaya dan lepaskan indentor dari benda yang diuji
- Nilai kekerasannya akan muncul pada layar *rockwell hardness tester*.

b. Proses *surface grinding*

Langkah-langkah proses *surface grinding* sebagai berikut:

- Menyiapkan spesimen baja S45C, VCN 150, SS400
- Melakukan *deburring* pada benda kerja dengan menggunakan kikir
- *Balancing* dan *dressing* pada batu gerinda
- Hidupkan mesin *surface grinding* dan *setting* mesin sesuai dengan parameter eksperimen
- Melakukan proses *surface grinding* dengan Putaran spindel 1500 *rpm*, dan *depth of cut* 0.02 mm. Dan variasi *feeding* sampel 0.75 *mm/rev*, sampel ketiga 1 *mm/rev*, sampel keempat 1.25 *mm/rev*.
- Keluarkan dan keringkan benda kerja setelah proses *surface grinding* selesai.
- Lanjut ke proses pengujian kekasaran

c. Pengujian Kekasaran

Langkah-langkah pengujian kekasaran sebagai berikut:

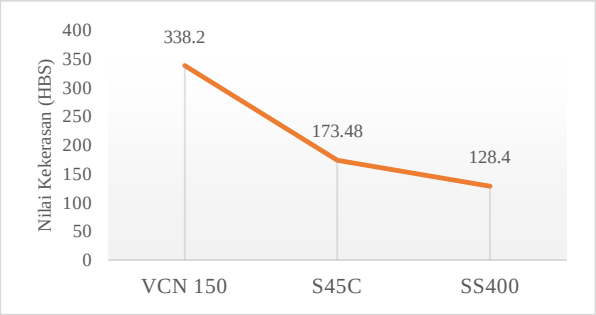
- Mempersiapkan benda kerja
- Bersihkan permukaan benda kerja yang akan di uji
- Benda uji diletakkan pada meja perata.
- Pasangkan *Drive Unit* pada *Surface Roughness Tester* ke *Height Gauge*
- Letakkan *Stylus* tepat pada permukaan benda ukur hingga indikator pada *Surface roughness* menunjukkan pada titik tengah dengan cara menaikan dan menurunkan *Height Gauge*
- Pilih berapa jarak yang diukur pada layar *surface roughness tester*, kita mengukur dengan jarak 1,25 mm
- Pilih tombol start
- Apabila *dial indicator* telah melakukan pengukuran sepanjang jarak yang kita tentukan, nilai kekasaran permukaan akan tercatat, dan dapat dilihat dalam bentuk print out.
- Pengukuran dilakukan lima kali setiap spesimen

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Data Penelitian

Tabel 1. Data Uji Kekerasan

Bahan	Beban		Kekerasan					
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata-Rata
VCN 150	150 N	HRC	36	36.6	35.5	35.9	36.1	36.02
		HBS	339.3	341	331	336.7	343	338.2
S45C	150 N	HRC	6.3	6	6.5	7.3	7	6.62
		HBS	172.2	171	173	176.2	175	173.48
SS400	60 N	HRA	45	45.2	44.7	44.2	44.3	44.68
		HBS	130	131	128.5	126	126.5	128.4

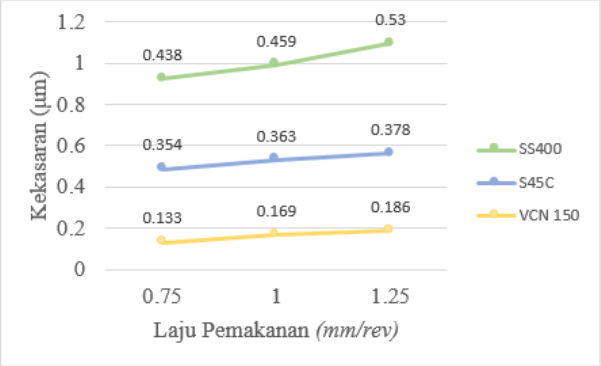


Grafik 1 Hubungan Kekerasan Material Terhadap Kekasaran Rata-rata.

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai kekasaran yang paling rendah sebesar 0,163 µm pada material VCN 150 dengan nilai kekerasan 333,8 HBS. Sedangkan pada material S45C dengan nilai kekerasan 173,48 HBS diperoleh nilai kekasaran yang lebih tinggi yakni sebesar 0,365 µm. Pada material SS400 dengan nilai kekerasan 128,4 HBS diperoleh nilai kekasaran yang paling tinggi yakni sebesar 0,476 µm.

Tabel 2. Hubungan Variasi *Feeding* Terhadap *Surface Roughness* Pada Baja VCN 150, S45C, SS400

Bahan	$\overline{R_a}$ (µm)			Tingkat Kekasaran
	Laju pemakanan (0.75 mm/rev)	Laju pemakanan (1 mm/rev)	Laju pemakanan (1.25 mm/rev)	
VCN 150	0.133	0.354	0.438	N3
S45C	0.169	0.363	0.459	N4
SS400	0.186	0.378	0.53	N5



Grafik 2. Hubungan Variasi *Feeding* Terhadap *Surface Roughness* Pada Baja VCN 150, S45C, SS400

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa pada material VCN 150 memperoleh nilai kekasaran terendah dari ketiga material tersebut dengan *feeding* 0,75 mm/rev didapatkan nilai kekasaran yaitu sebesar 0,133 µm, *feeding* 1 mm/rev di dapatkan hasil meningkat dari sebelumnya yaitu sebesar 0,169 µm, sedangkan *feeding* 1,25 mm/rev di dapatkan hasil tertinggi yaitu sebesar 0,186 µm.

Pada material S45C *feeding* 0,75 mm/rev didapatkan nilai kekasaran terendah yaitu sebesar 0,354 µm, *feeding* 1 mm/rev didapatkan hasil meningkat dari sebelumnya yaitu sebesar 0,363 µm, sedangkan *feeding* 1,25 mm/rev didapatkan nilai kekasaran tertinggi yaitu sebesar 0,378 µm.

Sedangkan material SS400 memperoleh nilai kekasaran permukaan tertinggi dari ketiga bahan tersebut dengan *feeding* 0,75 mm/rev didapatkan nilai kekasaran sebesar 0,438 µm, *feeding* 1 mm/rev didapatkan hasil meningkat dari sebelumnya yaitu sebesar 0,459 µm, sedangkan *feeding* 1,25 mm/rev didapatkan nilai kekasaran tertinggi yaitu sebesar 0,53 µm

2. Pembahasan

Pengaruh Kekerasan Material Terhadap Kekasaran Permukaan

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 4.3 dan grafik 4.2 dapat dilihat bahwa hubungan antara kekerasan material dengan kekasaran permukaan berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai kekerasan material maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena material yang mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi dapat menahan tekanan dari batu gerinda saat *surface* grinding. Begitupula dengan gram yang dihasilkan akan lebih kecil dibandingkan dengan benda yang memiliki kekerasan lebih rendah.

Valery Marinov[16] pada bukunya mengatakan *"higher work material hardness*

result in better surface finish", dengan itu dapat dijelakan bahwa material yang keras akan menghasilkan permukaan yang halus.

Rochim pada bukunya juga menjelaskan bahwa material yang memiliki kekerasan tinggi, maka akan memperoleh nilai kekasaran permukaan yang optimum. Dengan kata lain semakin keras suatu material, maka semakin halus kekasaran permukaan yang dihasilkan.

Sehingga dengan demikian hasil dari pengujian ini mendekati kebenaran

Pengaruh Variasi Laju Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 4.4 dan grafik 4.3 diketahui bahwa hubungan variasi laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan berbanding lurus. Semakin besar laju pemakanan yang digunakan maka semakin besar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh sudut kontak pemakanan antara batu gerinda dengan benda kerja semakin cepat.

Suparno dan Arif[14], juga menemukan hal yang sama semakin besar *feeding* dan *depth of cut*, maka kekasaran permukaan semakin besar. Hal ini karena semakin besar *feeding* akan mengakibatkan semakin besar gesekan yang diterima oleh benda kerja, maka distribusi panas yang terjadi pada permukaan benda kerja akan meningkat, dan geram pemakanan batu gerinda terhadap benda kerja semakin besar sehingga membutuhkan energi yang semakin besar, sehingga menyebabkan kekasaran permukaan baja ST37 semakin besar.

Asmed dan Yusri[15], juga menemukan hal yang sama semakin besar laju pemakanan atau *feeding*, maka kekasaran permukaan semakin besar. Hal ini karena semakin besar *feeding*, geram pemakanan batu gerinda terhadap benda kerja semakin besar sehingga membutuhkan energi yang semakin besar, sehingga menyebabkan kekasaran permukaan baja C30 semakin besar.

Pada hasil kekasaran yang di dapatkan dari penelitian ini dengan variasi *feeding* sesuai dengan hasil penelitian Suparno dan Arif, begitu pula dengan penelitian Asmed dan Yusri. Sehingga penelitian ini mendekati kebenaran.

Dari kedua pengujian diatas dapat diketahui bahwa untuk memperoleh tingkat kekasaran permukaan yang optimum pada pembuatan komponen *injection moulding* maka gunakan material VCN 150 dengan laju pemakanan *(feeding)* 0.75 mm/rev. Karena pada VCN 150 dengan laju pemakanan *(feeding)* 0.75 mm/rev, memiliki kekerasan dan tingkat kekasaran yang optimum sesuai dengan kebutuhan yakni N3 pada pembuatan *core* dan *cavity*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh variasi laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses *surface grinding*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kekasaran dengan kekerasan material menunjukkan bahwa, semakin keras material yang digunakan, maka semakin halus nilai kekasaran yang diperoleh.
2. Nilai kekasaran dengan variasi laju pemakanan *(feeding)* menunjukkan bahwa, *feeding* pada 0,75 mm/rev; 1 mm/rev; 1,25 mm/rev, secara berturut-turut menghasilkan nilai kekasaran yang meningkat dalam tingkat kekerasan yang sama. Semakin tinggi *feeding* yang digunakan semakin tinggi pula nilai kekasaran yang dhasilkan.

Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan saran sebagai berikut:

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi lainnya (*cutting fluid, depth of cut,* tipe roda

gerinda), guna mendapatkan hasil yang lebih lengkap mengenai proses *surface grinding.*

2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang optimum, maka gunakan material VCN 150 dan *feeding* 0,75 mm/rev.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Arif, 'Pengaruh Tipe Abrasif Dan Variabel Proses Gerinda Terhadap Gaya Potong, Integritas Permukaan Benda Kerja (IPBK) Dan Mode Pembentukan Geram (MPG) Pada Proses Gerinda Permukaan Baja Perkakas DAC Yang Telah Dikeraskan', 2015.

[2] R. P. Gama and M. V. Ribeiro, '*Effects of cutting fluid application in the performance of the nimomic 80A turning*', *Key Engineering Materials*, vol. 656–657, pp. 243–250, 2015.

[3] Widarto, *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.

[4] Bentley, S.A. dan D.K. Aspinwall. *Proceeding of the 33rd International MATADO Conference (D.R. Hayhurst et al., eds.). London: Springer- Verlag*, 2000

[5] R. E. Purwanto, A. Murdani, and Nurchajat, *Teknologi Bahan I*. Malang: Politeknik Negeri Malang, 2012.

[6] 'VCN 150'. [Online]. Available: https://www.ptgaja.com/product/alloy-4340.html. [Accessed: 08-Nov-2019].

[7] 'Baja S45C'. [Online]. Available: https://www.ptgaja.com/product/carbon-s45c.html. [Accessed: 08-Nov-2019].

[8] 'SS400'. [Online]. Available: https://www.ptgaja.com/product/mild-st41.html. [Accessed: 08-Nov-2019].

[9] Carausu and Train, '*Machinability by Milling of Gray Cast Iron Applied Mechanics and Materials*', vol. 657, pp. 88–92, 2014.

[10] B. Atedi and D. Agustono, 'Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO R . 1302 Dan DIN 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya', *Media Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 63–69, 2005.

[11] Suarsana, *Ilmu Material Teknik*. Denpasar, 2017.

[12] S. Munadi, 'Pengukuran Kekasaran Permukaan', *Panduan Pengajar Buku Dasar-dasar Metrologi Industri*, pp. 1–25, 1980.

[13] H. Mursidi and T. Rahmat, *Teknik Pemesinan Gerinda 2*. Cimahi: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013.

[14] Suparno, 'Pengaruh Feeding Dan Depth of Cut Pada Proses Surface Grinding Terhadap Kekasaran Permukaan Baja C30', Universitas Brawijaya, 2012.

[15] Asmed and Y. Mura, 'Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Bubut Untuk Material St37', *Teknik Mesin*, vol. 7, pp. 99–115, 2010.

[16] V. Marinov, *Manufacturing Teknology*, vol. 236, no. 9. 1995.