

**ANALISIS VARIASI PENDINGIN PADA PROSES HARDENING
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMBUBUTAN PADA
BAJA ST 42**

Mat hari^{1*)}, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³

^{1*)}Universitas Islam Malang

email: Ari.ardyta@gmail.com

²⁾Universitas Islam Malang

email: priyagung@unisma.ac.id

³⁾Universitas Islam Malang

email: ununglesmanah@yahoo.com

ABSTRACT

Indonesian industrial sector, technology and science are developing rapidly and experiencing a number of changes that allow them to be used in various fields. One result of taking advantage of this situation is the machining business. Three basic categories, such as pressing processes, machine cutting, traditional machine tool cutting, and unconventional cutting processes, are used to categorize machining operations that employ metal cutting principles. The research carried out this time used the Hardening method heat treatment process by providing a variety of cooling media, namely Oil, Water and Air. Meanwhile, the turning process uses variations in rotational speed, namely 360rpm and 1120rpm. The steel used in this study is ST.42 steel. The results of this study found that the impact of the heat treatment process hardening method with a variety of coolants namely water, air and oil, at a speed of 1120rpm the highest surface roughness value was in the water cooling medium, with a value of 4.426 μm , while the lowest value was in air with a value of 3.767 μm . In addition, at a speed of 360rpm with variations in oil, air and water cooling media, the highest value was obtained, namely air media with an average roughness value of 3.961 μm , and for the lowest value, namely with oil cooling media, with a value of 3.236 μm .

Keywords: Hardening, Surface Roughnes, Cooling Medium Water, Oil, Air

ABSTRAK

Di sektor industri Indonesia, teknologi maupun ilmu pengetahuan berkembang pesat dan mengalami sejumlah perubahan yang memungkinkan untuk digunakan dalam berbagai bidang. Salah satu hasil dari memanfaatkan keadaan ini adalah bisnis pemesinan. Tiga kategori mendasar, seperti proses pengepres, pemotongan mesin, pemotongan alat mesin tradisional, dan proses pemotongan non konvensional, digunakan untuk mengkategorikan operasi pemesinan yang menggunakan prinsip pemotongan logam. Penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan proses perlakuan panas metode *Hardening* dengan memberikan variasi media pendingin yaitu Oli, Air, dan Udara. Sedangkan untuk proses membubutan menggunakan variasi kecepatan putaran yaitu 360rpm dan 1120rpm. Baja yang digunakan pada penelitian ini yaitu baja ST.42. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa dampak dari proses perlakuan panas metode hardening dengan variasi pendingin yaitu air, udara dan oli, pada kecepatan 1120rpm nilai kekasaran permukaan tertinggi yaitu pada media pendingin air, dengan nilai 4,426 μm , sedangkan nilai terendah yaitu pada udara dengan nilai 3,767 μm . Selain itu pada kecepatan 360rpm dengan variasi media pendingin oli, udara, dan air didapatkan nilai yang paling tertinggi yaitu media udara dengan nilai rata-rata kekasaran 3,961 μm , dan untuk nilai terendah yaitu dengan media pendingin oli, dengan nilai 3,236 μm .

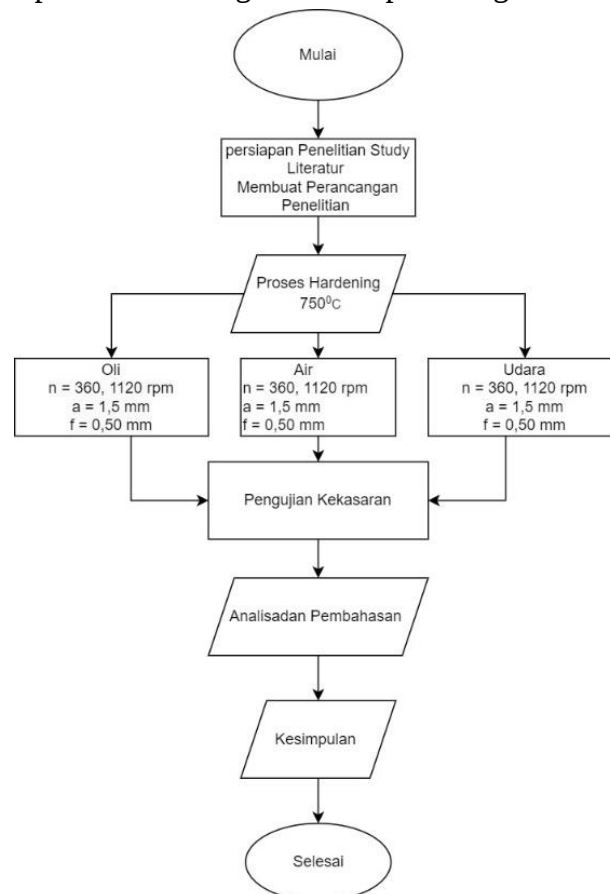
Kata Kunci: *Hardening*, Kekasaran Permukaan, Media pendingin air, oli, udara.

PENDAHULUAN

Di sektor industri Indonesia, teknologi dan ilmu pengetahuan mengalami perkembangan pesat dan mengalami sejumlah perubahan yang memungkinkan untuk digunakan dalam berbagai bidang. Salah satu hasil dari memanfaatkan keadaan ini adalah bisnis pemesinan. Tiga kategori mendasar yaitu pengepres, proses pemotongan mesin, proses pemotongan alat mesin tradisional, dan proses pemotongan non konvensional digunakan untuk mengkategorikan operasi pemesinan yang menggunakan prinsip pemotongan logam[1][5]. Tentunya hal ini perlu didukung oleh kondisi pemesinan yang sesuai dengan standar kelayakan. Selain pembubutan, proses perlakuan panas sering digunakan untuk memperbaiki sifat material, khususnya sifat kekerasan logam. Perlakuan panas juga dapat mengakibatkan perubahan pada struktur baja dan sifat mekanik khususnya kekerasan baja. Perubahan nilai kekerasan juga akan berdampak pada nilai kekasaran permukaan saat dilakukan pengolahan[3][4]. Oleh karenanya, perlu melakukan studi lebih lanjut untuk memastikan bagaimana perlakuan panas mempengaruhi nilai kekasaran proses pembubutan. Pengujian kali ini menggunakan baja Baja ST 42[2]. Sebelum diberikan proses perlakuan panas terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk melihat nilai kekasaran permukaan agar bisa membandingkan nilai kekasaran sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pada material ini. Selanjutnya diberikan Perlakuan panas dengan suhu 750°C dengan variasi media pendingin air, udara, oli. Selanjutnya dilakukan proses pembubutan dengan variasi kecepatan spindle 360rpm, dan 1120rpm. Lalu dilakukan pengujian kekasaran untuk mengetahui perubahan nilai kekasaran permukaan material setelah proses perlakuan panas[6][7].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan prosedur percobaan nyata yang melibatkan pengujian lapangan secara langsung untuk membandingkan kekasaran permukaan sebelum dan sesudah perlakuan panas. Alur dari penelitian ini digambarkan pada diagram alir dibawah ini.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data-data yang diperoleh dari pengujian kekasaran permukaan dalam penelitian ini dan dinyatakan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil dari Pengujian kekasaran permukaan Sebelum diberikan perlakuan dan Setelah Mengalami Perlakuan.

Putaran	Pendingin			
	Air	Oli	Udara	Tanpa perlakuan
360 rpm	3.733	3.233	3.956	4.762
	3.794	3.239	3.958	4.798
	3.700	3.236	3.961	4.809
1120 rpm	4.419	3.883	3.767	4.080
	4.431	3.830	3.761	4.082
	4.429	3.836	3.775	4.079
Rata-rata	4.084	3.543	3.863	4.435

Analisa uji anova satu arah untuk mengetahui perbandingan pengaruh variasi yang diberikan yaitu media pendingin Oli, Air, dan Udara pada proses heat treatment terhadap kekasaran permukaan hasil proses pembubutan dengan kecepatan 360 rpm.

- Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 0,628337153$$

$$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 3 \times 0,628337153 = 1,88501146$$

Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel):

$$= 0,002894$$

$$F_{Hitung} = \frac{1,88501146}{0,002894} = 651,35$$

Hasil : karena $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $654,35 > 6,944$ maka H_1 diterima, artinya bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan pada variasi media pendingin proses perlakuan panas dengan metode *hardening* dengan menggunakan media pendingin air, oli dan udara.

Analisa uji anova satu arah untuk mengetahui perbandingan pengaruh variasi yang diberikan yaitu media pendingin Oli, Air, dan Udara pada proses heat treatment terhadap kekasaran permukaan hasil proses pembubutan dengan kecepatan 1120 rpm.

Variance Between Means (Varian dari mean-mean) :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

$$S^2_{\bar{X}} = 0,130623$$

$\sigma^2 = n \cdot S^2_{\bar{X}} = 3 \times 0,130623 = 1,175607$ Variance Within Group (Varian rata-rata dari Varian masing-masing sampel):

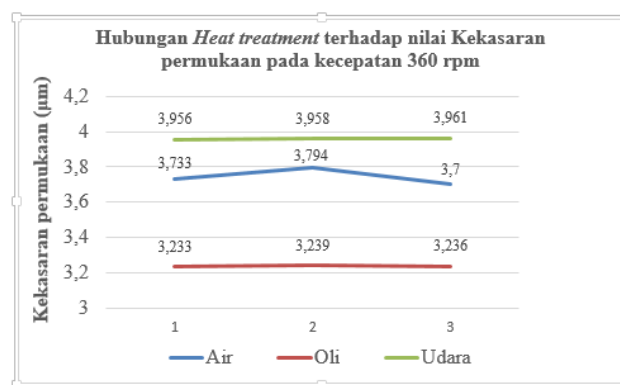
$$= 0,000955$$

$$F_{Hitung} = \frac{1,175607}{0,000955} = 1231,00$$

Hasil : dikarenakan $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $1231,00 > 6,944$ maka H_0 diterima, artinya bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan secara significant pada variasi media pendingin perlakuan panas *hardening* dengan media quenching air, oli dan udara.

Analisa menggunakan uji anova dua arah untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin dan variasi kecepatan putaran spindle terhadap kekasaran permukaan hasil proses pembubutan.

- H_0 terdapat pengaruh variasi putaran spindle pada kekasaran permukaan, H_0 ditolak pada $\alpha 0,05$ ($105,7 > 3,89$).
- H_0 terdapat pengaruh variasi media pendingin terhadap kekasaran, H_0 ditolak pada $\alpha 0,05$ ($146,6 > 4,75$).
- H_0 ada pengaruh antara variasi putaran spindle dan variasi media pendingin, H_0 diterima pada $\alpha 0,05$ ($127,1 > 3,89$).



Gambar 1. Grafik Hubungan Heat Treatment Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan pada Kecepatan 360 rpm

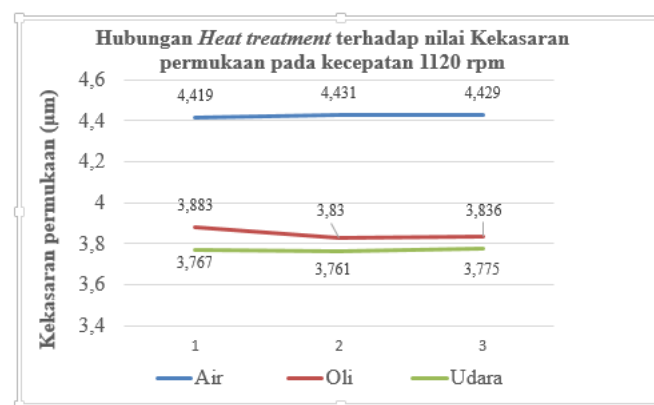
Berdasarkan gambar Grafik 1. Variasi media pendingin udara memiliki nilai kekasaran, sedangkan media pendingin oli memiliki nilai kekasaran terendah sebesar 3,236 m. maksimum sebesar 3,958 µm. Antara media pendingin udara dan oli pada kecepatan putaran spindle 360 rpm, sangat jelas perbedaannya, sedangkan untuk udara dan air nilai kekasaran permukaannya tidak terlalu signifikan. Hasil rata-rata dan analisis hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa

struktur austenit yang lunak dan ulet akan berubah menjadi struktur martensit yang keras dan rapuh selama proses pemanasan baja karbon ST 42 di atas temperatur 700°C. dengan pendinginan cepat. Fakta bahwa kekerasan tidak meningkat lebih lanjut menunjukkan bahwa perlakuan panas baja karbon rendah tidak akan menghasilkan perubahan besar pada material [7].

Selain itu, pada penelitian lain menyebutkan peningkatan kecepatan putaran spindel menyebabkan kekasaran permukaan material baja ST 37 menurun selama proses gerinda permukaan; nilai kekasaran permukaan terendah adalah Ra 3,71 m pada putaran 260 rpm dan Ra 2,51 m pada putaran 440 rpm, sehingga memenuhi kriteria kategori pada variabel kecepatan 440 rpm dengan kedalaman gerinda 0,1 mm. Sedangkan kekasaran permukaan material baja ST 37 dipengaruhi oleh kedalaman gerinda pada proses gerinda permukaan, nilai kekasaran permukaan meningkat dengan bertambahnya kedalaman gerinda; Ini adalah hasil dari getaran yang terjadi selama proses penggerindaan permukaan dan semakin parah saat kedalaman penggerindaan meningkat[8][9]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rudi, dkk permukaan untuk spindel yang berputar pada 360 putaran per menit dan memberi makan pada 60 milimeter per menit lebih kasar daripada permukaan untuk spindel yang berputar pada 360 putaran per menit dan memberi makan pada 70 milimeter per menit. Selain itu, Kekasaran permukaan lebih besar pada kecepatan spindel 490 rpm dan feeding 60 mm/menit dibandingkan pada kecepatan spindel 490 rpm dan feeding 70 mm/menit[10].

Hasil analisa uji T dan uji varians, pada media pendingin air, oli dan udara pada kecepatan 360 rpm, didapatkan bahwa nilai rata-rata hasil dari media pendingin air sebesar 3,74µm, oli 3,23µm dan udara 3,95µm. hasil analisis menggunakan uji T dan uji varians dinyatakan sebagai berikut :

- ❖ Uji T antara media pendingin air dan oli didapatkan $T_{hitung} > T_{tabel}$ yaitu $19,13 > 2,91$ sehingga H_1 diterima, bahwa terdapat perbedaan nilai kekasaran anatara media pendingin air dan oli.
- ❖ Uji T antara media pendingin udara dan oli didapatkan $T_{hitung} > T_{tabel}$ yaitu $134,04 > 2,91$ sehingga H_1 diterima, bahwa terdapat perbedaan nilai kekasaran antara media pendingin udara dan oli.
- ❖ Uji T antara media pendingin udara dan air didapatkan $T_{hitung} < T_{tabel}$ yaitu $0,15 < 2,91$ sehingga H_0 diterima, bahwa tidak terdapat perbedaan nilai kekasaran antara media pendingin udara dan air.
- ❖ Uji Anova antara variasi media pendingin udara, oli dan air didapatkan $F_{hitung} > F_{Tabel}$ atau $654,35 > 6,944$ maka H_1 diterima, artinya bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan hasil variasi media pendingin.



Gambar 2. Grafik Hubungan Heat Treatment Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan pada Kecepatan 1120 rpm

Melihat dari Grafik 2 diatas yaitu nilai kekasaran permukaan pada kecepatan sepindel 1120 rpm bawah nilai tertinggi yaitu pada media pendingin air dengan nilai 4,426 μm , dan nilai terendah yaitu pada media pendingin udara dengan nilai 3,767 μm . sedangkan untuk media pendingin oli ada ditengah-tengah dengan nilai 3,849 μm . Didapatkan nilai rata-rata dengan media pendingin air 4,42 μm , udara 3,76 μm , dan oli 3,84 μm .

Nilai hasil analisa uji T dan Anova disajikan sebagai berikut:

- ❖ Uji T antara media pendingin air dan oli didapatkan $T_{hitung} < T_{tabel}$ yaitu $0,749 < 2,91$ sehingga H_0 diterima, bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai kekasaran permukaan anantara media pendingin air dan oli.
- ❖ Uji T antara media pendingin air dan udara didapatkan $T_{hitung} < T_{tabel}$ yaitu $0,47 < 2,91$ sehingga H_0 diterima, bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai kekasaran permukaan anantara media pendingin air dan udara.
- ❖ Uji T antara media pendingin oli dan udara didapatkan $T_{hitung} < T_{tabel}$ yaitu $1,612 < 2,91$ sehingga H_0 diterima, bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai kekasaran permukaan anantara media pendingin oli dan udara.
- ❖ Uji Anova satu arah antara variasi media pendingin udara, oli dan air didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $654,35 > 6,944$ maka H_1 diterima, artinya bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan hasil variasi media pendingin.
- ❖ Uji anova dua arah variasi media pendingin dan variasi putaran di dapatkan
 - H_0 ada pengaruh variasi putaran spindle terhadap kekasaran, H_0 ditolak pada $\alpha 0,05$ ($105,7 > 3,89$).
 - H_0 ada pengaruh variasi media pendingin terhadap kekasaran, H_0 ditolak pada $\alpha 0,05$ ($146,6 > 4,75$).
 - H_0 ada pengaruh antara variasi putaran spindle dan variasi media pendingin, H_0 diterima pada $\alpha 0,05$ ($127,1 > 3,89$).

KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan hasil pembubutan proses hardening heat treatment pada baja ST.42 dengan berbagai media pendingin antara lain air, oli, dan udara dapat dikatakan bahwa:

1. Perlakuan panas yang dilakukan mempengaruhi kekasaran permukaan baja, hal itu disebabkan karena adanya pembentukan fase martensit yang disebabkan oleh pendinginan cepat.
2. Hasil analisis grafik pada kecepatan putaran spindle 360 rpm, didapatkan nilai kekasaran tertinggi yaitu pada media pendingin udara dengan nilai 3,958 μm , dan terendah pada media pendingin oli yaitu 3,326 μm .
3. Hasil analisa grafik pada kecepatan putaran spindle 1120 rpm, didapatkan nilai kekasaran tertinggi yaitu pada media pendingin air yaitu 4,426 μm , dan nilai terendah berada pada media pendingin udara dengan nilai 3,767 μm .

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Anshori, M., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2018). Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning. Teknik Mesin, x(x), 1–5.
- [2] Bengkalis, P. N. (2019). Seminar Nasional Industri dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis. 160–170.
- [3] Gunawan Eddy, (2017) Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan

- Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (ST41) Dengan Metode Pack Carbirizing. Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo.
- [4] Hindom, S. D., Poeng, R., Lumintang, R., Teknik, J., Universitas, M., Ratulangi, S., Pemesinan, P., & Pemotongan, G. (n.d.). Pengaruh Variasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut Knuth DM-1000A. 4, 36–48.
- [5] Jani Ikshan Hadira, (2018) Analisa Kekerasan Baja Pegas Daun Mobil Hasil Hardening Dengan Variasi Pendingin Untuk Pembuatan Pisau Dodos Sawit. Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Batin Alam, Bengkalis-Riau 28714.
- [6] Mardiansyah, A. 2014. Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong. Skripsi. Benkulu: Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
- [7] Munadi, S. 1988. Dasar-dasar Metrologi Industri. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta.
- [8] Kemendikbud. (2013). Teknik Pemesinan Bubut 1. Kemendikbud, 1, 231. No Title. (2020).No, V. O. L. (n.d.). ISSN : 2355-3553 Jurnal Ilmiah “ TEKNIKA “. 4(2), 176–184.
- [9] Purwanto, H. (2011). Analisa Quenching Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar. Momentum, 7(1).
- [10] Zuhri, M. S., Mufarida, N. A., & Finali, A. (n.d.). Pengaruh Kedalaman Pemakanan (Dept Of Cut) Dan Putaran Spindle Pada Proses Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan Material St-42.