

VARIASI JENIS PAHAT TERHADAP TINGKAT KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 41 PADA PROSES BUBUT CNC HJ-28

Sendie Yulianto Margen^{1*}, Slamet Riyadi¹ dan Agung Nugroho²

¹Politeknik Baja Tegal, Jalan Raya Barat Dukuhwaru Slawi Kab. Tegal, Indonesia
Telp (0283) 6196380.

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email : sendiemargen@gmail.com

Abstrak

CNC mempunyai ketelitian yang tinggi, ketepatan dimensi, waktu produksi yang lebih efektif, dan produktivitas tinggi. Hasil pengerjaan mesin CNC bergantung pada parameter permesinan, seperti cutting speed, feedrate, depth of cut, material benda, pendinginan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari variasi pahat agar diketahui pahat yang baik selama proses permesinan CNC bubut sehingga mendapatkan setting yang sesuai sehingga menghasilkan kualitas yang baik pada kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan. Bahan yang digunakan adalah Baja ST. 41, alat yang digunakan adalah mesin bubut CNC HJ-28 dengan variasi jenis pahat Insert, HSS Bohler, karbida, kemudian Baja ST 41 diproses dengan mesin bubut CNC dengan kecepatan putar spindle (spindle speed) tetap 500 rpm dan gerak pemakanan pahat tetap 50 mm/menit dengan kedalaman 2 mm, kemudian melakukan uji kekasaran permukaan dan kekerasan. Nilai kekasaran pada pahat insert = 1,33 μm , pahat HSS Bohler = 1,14 μm , dan pahat karbida = 1,84 μm , pengujian kekasaran permukaan hasil yang paling halus yaitu pahat HSS Bohler = 1,14 μm sedangkan yang paling kasar yaitu pahat karbida = 1,84 μm . Nilai kekerasan untuk pahat insert = 144 kg/mm², pahat HSS Bohler = 140,33 kg/mm², dan pahat karbida = 140,33 kg/mm². Pengujian kekerasan hasil yang paling keras yaitu pahat insert = 144 kg/mm².

Kata kunci: Variasi jenis pahat, tingkat kekasaran, kekerasan, proses bubut CNC.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi industri manufaktur terus meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Ditemukannya mesin CNC sangat membantu dalam peningkatan kualitas dan mempercepat proses pembuatan komponen-komponen mesin. Keberadaan mesin CNC menjadikan pengerjaan logam atau *metal work* akan semakin efisien serta memiliki ketelitian yang tinggi.

Dalam *industry manufacture*, proses produksi dilakukan dengan sangat cepat. Penggunaan mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) sangat di anjurkan karena hasil proses yang dilakukan sangat baik dibandingkan dengan mesin konvensional (Sujanayogi, 2010). Proses produksi dengan CNC dapat digunakan dalam berbagai bidang kehidupan. Mulai dari pembuatan produk sederhana sampai pembuatan kapal besar misalnya *board anchor handling tug supply* (AHTS) (Hamid dkk., 2019).

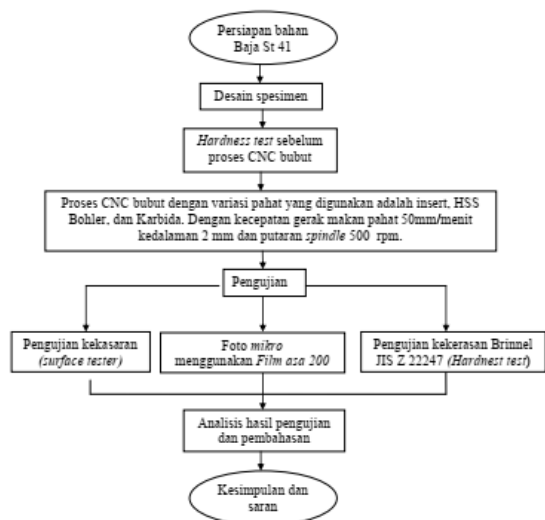
CNC bubut (*Computer Numerically Controlled bubut*) adalah mesin bubut yang pergerakan meja mesin (sumbu X dan Y) serta

spindel (sumbu Z atau rumah cutter) dikendalikan oleh suatu program berisi langkah-langkah perintah yang harus dijalankan oleh mesin CNC (huruf per huruf atau angka per angka) yang disebut dengan program NC (*Numerically Control*) (Darmanto, J. 2007). Proses permesinan bubut merupakan proses permesinan yang banyak digunakan dalam membuat komponen yang mempunyai *fitur* berupa *profil* dan juga *trajectory* yang kompleks (Anonymous, 1996). Pengerjaan mesin CNC bergantung pada parameter permesinan, seperti *cutting speed*, *feedrate*, *depth of cut*, material benda, pendinginan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari variasi pahat agar diketahui pahat yang baik selama proses permesinan CNC bubut sehingga mendapatkan *setting* yang sesuai sehingga menghasilkan kualitas yang baik pada kekasaran permukaan dan kekerasan permukaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan material dan seperangkat alat proses produksi CNC. Bahan yang digunakan adalah jenis baja ST.41 dan bubut CNC HJ-28, sedangkan kekasaran permukaan diukur menggunakan *Surface*

Tester, serta kekerasan diuji mesin Penguji Brinell. Baja ST 41 di proses dengan CNC bubut dengan variasi pahat Bohler, pahat karbida, dan pahat Insert serta putaran mesin tetap 1000 rpm dengan kecepatan potong tetap 50 mm/menit, setelah proses selesai kemudian melakukan uji kekasaran permukaan dan kekerasan.



Gambar 1. Rancangan Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji Kekasaran Permukaan Baja ST. 41

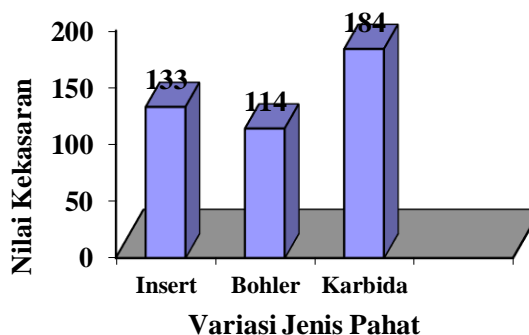
Pada pengujian kekasaran permukaan, angka yang diamati adalah Ra yang nilainya dinyatakan dalam μm. Angka kekasaran permukaan diambil pada garis yang melalui titik tengah penampang elektroda, dan offset kanan kiri sebesar 2 mm, dengan menggunakan Surface Roughness Tester (Mitutoyo, SJ-301) (Bhushan, 2001). Dari empat posisi pengukuran tersebut kemudian dicari harga rata-ratanya. Hasil dari uji kekasaran permukaan yang dilakukan di laboratorium UNDIP seperti yang terlihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Kekasaran Permukaan Baja ST. 41

No.	Jenis pahat	Kekasaran permukaan (Ra)
1	Pahat Insert	1,14 μm
2	Pahat HSS Bohler	1,33 μm
3	Pahat Karbida	1,84 μm

Dari Gambar 2 hasil uji kekasaran permukaan menunjukkan pengaruh variasi pahat Insert, pahat HSS Bohler, pahat karbida terhadap tingkat kekasaran permukaan material baja. Nilai kekasaran permukaan yang halus adalah dimana

nilai Ra itu mempunyai nilai yang paling kecil, sehingga nilai kekasaran permukaan (Ra) untuk pahat HSS Bohler = 1,14 μm, pahat Insert = 1,33 μm, pahat karbida = 1,84 μm.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Dari hasil tersebut menunjukkan nilai yang paling kasar adalah pada pahat karbida sebesar 1,84 μm, sedangkan pahat Insert mempunyai nilai kekasaran di atas pahat karbida sebesar 1,33 μm. Sehingga hasil kekasaran permukaan yang paling halus terjadi pada pahat HSS Bohler sebesar 1,14 μm. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin kecil dan terlalu tinggi putaran mesin mempunyai pengaruh pada kekasaran permukaan sehingga terlalu kecil putaran dan terlalu tinggi putaran mesin menyebabkan getaran yang terlalu besar pada saat proses yang mengakibatkan kekasaran permukaan semakin kasar. Dilihat dari tabel ISO tentang kekasaran permukaan, penelitian ini dapat dikatakan tidak ada pengaruh yang besar dikarenakan nilainya berada dalam satu ketelitian yaitu pada N7 kisaran standar 0,9 – 1,9 (Sconmetz Alois dan Gruber Karl, 2013).

b. Uji Kekerasan Baja ST. 41

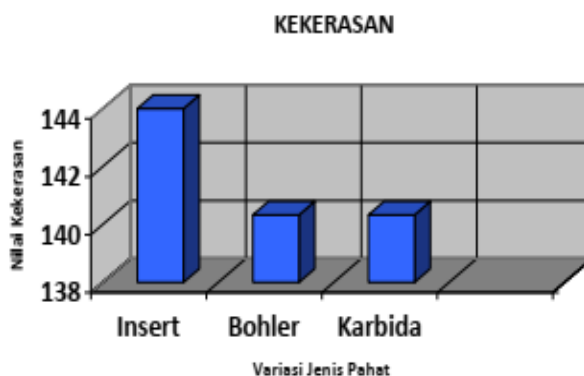
Pengujian Kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi. Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu. Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola

baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Berikut hasil uji kekerasan setelah proses bubut pada tabel hasil dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan

No.	Spesimen	Kekerasan (kg/mm ²)
1	Tanpa bubut	149,67
2	Pahat Insert	144
3	Pahat HSS Bohler	140,33
4	Pahat Karbida	140,33

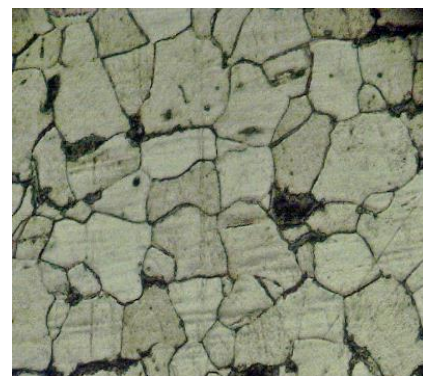
Dari Gambar 3 grafik hasil uji kekerasan bahwa pengaruh variasi pahat dari pahat Insert, pahat HSS Bohler, dan pahat karbida terhadap tingkat kekerasan permukaan material baja menghasilkan nilai kekerasan spesimen yang sebelum di proses bubut = 149,67 kg/mm². Sedangkan untuk pahat Insert = 144 kg/mm², pahat HSS Bohler = 140,33 kg/mm², pahat karbida = 140,33 kg /mm², pada saat proses pembubutan tidak memakan waktu yang lama sehingga panas yang dihasilkan tidak optimal ditambah dengan adanya pendinginan pada saat proses pembubutan mengakibatkan panas yang ditimbulkan mampu di serap sehingga sifat kekerasan tidak mengalami penurunan dan peningkatan terlalu besar menyebabkan perubahan sifat kekerasan logam sedikit merata, hal inilah yang menyebabkan kekerasan permukaan tidak terlalu meningkat selama proses bubut. Dalam penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa semakin lama waktu proses bubut akan mereduksi ukuran kristal, sehingga masing-masing unsur meningkat kekerasannya (Yang, J.I, Chen, JC, 2018).



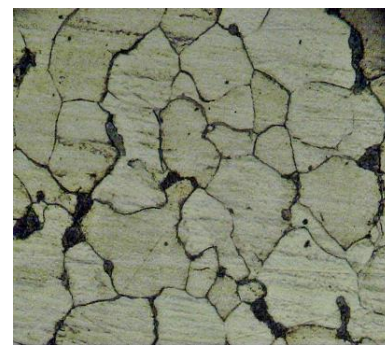
Gambar 3. Grafik Pengaruh putaran mesin bubut Terhadap Kekerasan Permukaan.

c. Foto Mikro Baja ST. 41

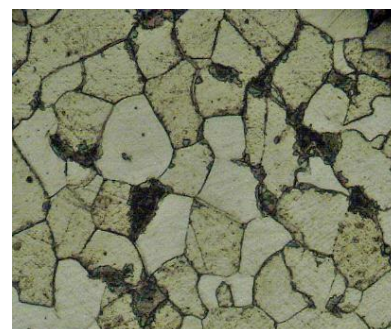
Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui dan membedakan struktur mikro antara logam induk yang diberikan pada saat proses bubut. Pengamatan dengan menggunakan mikroskop pada spesimen yang bertujuan untuk mengetahui struktur butiran, ukuran butiran, dan bentuk butiran setelah baja ST 41 mengalami proses bubut dengan variasi jenis pahat. Hasil pengujian mikro grafi material pada penelitian ini yang di lakukan di Universitas Diponegoro adalah seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



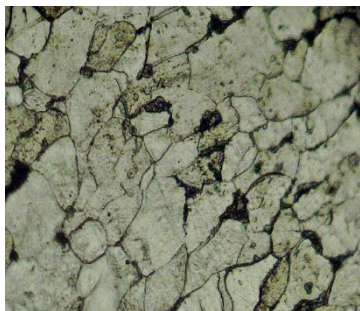
Gambar 4. Hasil Foto Mikro Proses Bubut Pahat Insert dengan Pembesaran 200X



Gambar 5. Hasil Foto Mikro Proses Bubut Pahat HSS Bohler dengan Pembesaran 200X



Gambar 6. Hasil Foto Mikro Proses Bubut Pahat Karbida dengan Pembesaran 200X.



Gambar 7. Hasil Foto Mikro Tanpa Proses Bubut dengan Pembesaran 200X.

Hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4 pada foto mikro proses CNC bubut menggunakan pahat Insert dengan pembesaran 200X menunjukkan batasan butiran baja merata, perlit dan ferit kasar sedikit yang ditunjukkan pada gambar. Gambar 5 pada foto mikro proses CNC bubut pahat HSS Bohler dengan pembesaran 200X menunjukkan butiran baja sedikit merata, ferit kasar tidak merata, ferit halus yang ditunjukkan pada gambar lebih banyak dan merata. Gambar 6 pada foto mikro proses CNC bubut pahat karbida dengan pembesaran 200X batasan butiran merata, ferit halus lebih banyak, dan ferit kasar yang ditunjukkan pada gambar lebih sedikit karena butiran baja lebih mendominasi. Gambar 7 pada foto mikro tanpa proses bubut dengan pembesaran 200X batasan butiran baja merata, ferit kasar lebih sedikit, dan ferit halus yang ditunjukkan pada gambar lebih banyak.

Dari gambar tersebut maka pengaruh variasi pahat Insert, pahat HSS Bohler, pahat karbida terhadap hasil foto mikro mengalami perubahan struktur mikro namun tidak terlalu besar, dikarenakan pada saat proses waktu pembubutan yang cepat sehingga panas yang dihasilkan rendah serta penggunaan pendingin yang dapat menyerap panas, sehingga sifat mekanik dari struktur mikro pada logam baja tidak terlalu mengalami perubahan yang besar. Fenomena ini bisa dijelaskan karena putaran mesin dengan pendinginan mampu menyerap panas yang tinggi. Namun dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pada proses pembubutan dengan pahat Insert yang menunjukkan kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan pahat lainnya karena batasan butiran baja merata dan perlit sedikit. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran kristal maka inter difusion yang terjadi semakin kuat / keras sehingga powder menjadi lebih reaktif untuk membentuk fasa baru (Nugroho, dkk. 2012).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pengaruh variasi jenis pahat Insert, pahat Bohler, pahat karbida dengan kecepatan putar *spindle (spindle speed)* tetap 500 rpm dan gerak pemakanan pahat tetap 50 mm / menit dengan kedalaman 2 mm terhadap tingkat kekasaran permukaan material baja ST. 41. Didapat nilai kekasaran permukaan (R_a) dengan pahat Insert = $1,33 \mu\text{m}$, pahat HSS Bohler = $1,14 \mu\text{m}$, pahat karbida = $1,84 \mu\text{m}$. Dimana hasil yang paling halus terjadi pada pahat HSS Bohler sebesar $1,14 \mu\text{m}$, sedangkan yang paling kasar adalah pada pahat karbida sebesar $1,84 \mu\text{m}$. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin kecil dan variasi pahat yang berbeda mempunyai pengaruh pada kekasaran permukaan, namun dilihat dari tabel ISO tentang kekasaran permukaan, penelitian ini dapat dikatakan tidak ada pengaruh yang besar dikarenakan nilainya berada dalam satu ketelitian yaitu pada N7 kisaran standar 0,9 – 1,9.
- Pengaruh variasi jenis pahat Insert, pahat Bohler, pahat karbida dengan kecepatan putar *spindle (spindle speed)* tetap 500 rpm dan gerak pemakanan pahat tetap 50 mm / menit dengan kedalaman 2 mm terhadap tingkat kekerasan material baja ST. 41. Didapat nilai kekerasan spesimen yang sebelum di proses bubut = $148,67 \text{ kg/mm}^2$. Sedangkan untuk pahat insert = 144 kg/mm^2 , pahat bohler = $140,33 \text{ kg/mm}^2$, pahat karbida = $140,33 \text{ kg/mm}^2$. Dimana nilai yang paling baik terjadi pada proses bubut CNC yaitu pahat insert = 144 kg/mm^2 . Dengan waktu yang cepat pada saat proses panas yang dihasilkan kecil ditambah adanya pendinginan pada saat proses pembubutan mengakibatkan panas yang ditimbulkan mampu di serap sehingga sifat kekerasan tidak mengalami penurunan dan peningkatan terlalu besar menyebabkan perubahan sifat kekerasan logam sedikit merata, hal inilah yang menyebabkan kekerasan permukaan tidak terlalu meningkat selama proses CNC bubut. hasil foto mikro mengalami perubahan struktur mikro namun tidak terlalu besar, dikarenakan ketika proses yang cepat sehingga panas yang dihasilkan kecil ditambah penggunaan pendingin yang dapat menyerap panas, sehingga sifat mekanik dari struktur mikro pada baja ST 41 tidak terlalu mengalami perubahan yang besar. Fenomena ini bisa dijelaskan karena

putaran mesin dengan pendinginan mampu menyerap panas yang tinggi. Namun dari hasil bahwa pada proses pembubutan menggunakan pahat insert menunjukkan kekerasan paling rendah dibandingkan dengan pahat lainnya karena batasan butiran baja merata, perlit dan ferit kasar sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, dkk, 2008, Metode Penelitian, Jakarta: Universitas Terbuka.
- Anonymous, 1996, *Tencor P-12 Disk Profiler Reference*, Tencor Instruments, Milpitas, CA.
- Bhushan, 2001, *Surface Roughness Analysis and Measurement Techniques*, The Ohio State University.
- Darmanto, J. 2007. Modul CNC Bubut. Surakarta: Yudhistira
- Hamid, A., Nugroho, S., Haryadi, G.D., Nugroho, A., 2019. Failure analysis of sea water cooling pump's shaft (SWCP) on board anchor handling tug supply (AHTS). AIP Conf. Proc. 2202, 20049.
- Nugroho.et.all, 2012, Pengaruh Kecepatan Pemakanan Dan Waktu Pemberian Pendingin Pada CNC, Pendidikan Teknik Mesin, Universitas negeri Surakarta.
- Sconmetz Alois dan Gruber Karl, 2013, Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam, Bandung: Angkasa.
- Sujanayogi, 2010, Mesin CNC, Bandung: Fakultas Teknologi Industri ITB.
- Tata Surdia, dkk, Pengetahuan Bahan Teknik, 2005. Jakarta
- Yang, J.I, Chen, JC, 2018, *Systematic Approach for Identifying Optimum Surface Roughness Performance In End Milling Operation. Journal Of Industrial Technology*, Vol.17, No.2, April,2018