

## Variasi Heat Treatment dalam Meningkatkan Sifat Mekanik Pahat Bubut HSS di Laboratorium Teknik Pemesinan

Yopi Yogasmana<sup>a</sup>, Mutaufiq<sup>a</sup>, Rensinna Ilimiwar Chair<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Laboratorium Teknik Pemesinan, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,  
Universitas Pendidikan Indonesia, Jl Dr Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Industri, Politeknik Bhakti Asih, Purwakarta

Corresponding Author: [yopiyogasmana@upi.edu](mailto:yopiyogasmana@upi.edu)

Received: 26<sup>th</sup> August 2025; Revised: 18<sup>th</sup> May 2026; Accepted: 18<sup>th</sup> May 2026;

Available online: 03<sup>th</sup> June 2026; Published regularly: July 2026

### Abstract

The workpiece is shaped into a gear/shaft/hammer by cutting it with a lathe chisel while the lathe rotates at high speed. ST37 steel, a low-carbon steel, can be cut by a high-carbon steel lathe chisel. However, in reality, some lathe chisels are unable to cut ST37 steel, which is indicated by wear and even fracture at the cutting angle of the lathe chisel. The purpose of this research is to improve the mechanical properties of HSS lathe tools to make them harder and more durable. The method used in this research is an experiment by giving heat treatment at three different temperature variations: 780°C, 800°C, and 850°C. After the heat treatment, the hardness and toughness were tested. The results of the hardness test on the HSS lathe tool before heat treatment were 56.4 HRC and after heat treatment were 39.3 HRC; 39.0 HRC and 61.7 HRC. The results of the impact test on the HSS lathe tool before heat treatment were 2.8 Joules/mm<sup>2</sup> and after heat treatment were 5.1 Joules/mm<sup>2</sup>; 4.7 Joules/mm<sup>2</sup> and 3.7 Joules/mm<sup>2</sup>. Heat treatment variations at a temperature of 850°C with a holding time of 25 minutes and quenching with oil media resulted in an increase in hardness value of 5.3 HRC and an increase in toughness value of 0.9 Joules/mm<sup>2</sup>.

**Key Words :** Bohler HSS lathe chisels, Heat treatment, the hardness test, the impact test

### Abstrak

Benda kerja dibentuk menjadi roda gigi/poros/palu dengan cara disayat oleh pahat bubut disaat mesin bubut berputar pada kecepatan tinggi. Baja ST37 tergolong baja karbon rendah dapat disayat oleh pahat bubut tergolong baja karbon tinggi. Namun pada kenyataannya terdapat pahat bubut yang tidak mampu memotong baja ST37 yang ditandai dengan terjadinya keausan bahkan patah pada sudut pemotongan pahat bubut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan sifat mekanik pahat bubut HSS agar lebih keras dan lebih tangguh. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa eksperimen dengan memberi perlakuan panas (heat treatment) pada 3 variasi suhu yang berbeda yaitu 780°C, 800°C dan 850°C. Setelah di heat treatment kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan ketangguhan. Hasil uji kekerasan pada pahat bubut HSS sebelum heat treatment sebesar 56,4 HRC dan setelah heat treatment sebesar 39,3 HRC; 39,0 HRC dan 61,7 HRC. Hasil uji impak pada pahat bubut HSS sebelum heat treatment sebesar 2,8 Joule/mm<sup>2</sup> dan setelah heat treatment sebesar 5,1 Joule/mm<sup>2</sup>; 4,7 Joule/mm<sup>2</sup> dan 3,7 Joule/mm<sup>2</sup>. Variasi heat treatment pada temperatur 850°C dengan holding time 25 menit dan quenching dengan media oli menghasilkan nilai kekerasan meningkat sebesar 5,3 HRC dan nilai ketangguhan meningkat sebesar 0,9 Joule/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Pahat bubut HSS, Heat treatment, Uji kekerasan, Uji impak

## PENDAHULUAN

Peranan pahat bubut dalam industri manufaktur sangat penting untuk memproduksi komponen mesin, seperti roda gigi/poros/palu. Proses produksi dilakukan dengan cara mengubah benda kerja menjadi komponen mesin oleh pahat bubut. Membubut yaitu proses penyayatan oleh pahat bubut pada benda kerja sehingga terbentuk benda yang diinginkan [1]. Faktor-faktor yang turut menentukan ketelitian hasil pemesinan adalah pemasangan pondasi yang benar, kesejajaran sumbu dengan sumbu yang berpotongan, pahat pemotong dan kondisi pemotongan, perlengkapan pemegang benda kerja, kualitas dari benda kerja yang dibubut, dan keahlian operator untuk menghasilkan proses pemesinan yang tepat [2].

*High Speed Steel* (HSS) adalah jenis pahat bubut yang digunakan pada proses produksi. Pahat bubut HSS harus memiliki kriteria yaitu lebih keras dari benda kerja, tahan sifat mekanis dan tahan aus. Pahat bubut HSS merupakan baja paduan tinggi dengan unsur paduan utamanya adalah Besi (Fe), Chrom (Cr) dan Tungsten/Wolfram (W). Chrom (Cr) merupakan elemen pembentuk karbida dan menaikkan *sensitivity* terhadap *overheating*. Tungsten/Wolfram (W) merupakan paduan yang sangat keras menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dan *tempering*. Pahat bubut HSS memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis pahat lainnya yaitu sifat keuletannya yang relatif baik dan masih bisa di asah apabila terjadi keausan sehingga mata potongnya menjadi tajam kembali [3]. Namun pada kenyataannya pahat bubut HSS sering mengalami keausan bahkan sampai terjadi patah ketika digunakan dalam membubut pada baja ST 37.

Sifat mekanik pahat bubut HSS dipengaruhi oleh komposisi kimia, struktur mikro, tegangan sisa dan kondisi permukaan. Sifat mekanik logam meliputi kekerasan (*hardness*), ketangguhan (*ductility*), kekakuan (*stiffness*) dan kekuatan (*strenght*). Melalui *heat treatment* dapat meningkatkan sifat mekanik logam. *Heat treatment* adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda beda [4]. *Heat treatment* adalah teknik mengubah sifat logam dengan memanaskan dan mengendalikan laju pendinginan [5]. Variasi suhu pada *heat treatment* akan menyebabkan terjadinya perubahan fasa ferrit-pearlite pada pahat bubut HSS. *Heat treatment* pada pahat bubut HSS sangat diperlukan ketelitian yang tepat, apabila terjadi kesalahan pada proses pemanasan maka akan menyebabkan karakteristiknya tidak sesuai dengan yang diinginkan. Hasil uji kekerasan tanpa *heat treatment* menghasilkan kekerasan rata-rata material pahat bubut HSS produk China 750.2 HB, dan untuk kekerasan material pahat HSS produk Jerman 850.6 HB [6].

Berdasarkan hal – hal tersebut diatas maka peneliti mencoba untuk mengadakan suatu penelitian yang bertujuan meningkatkan sifat mekanik pahat bubut HSS melalui proses *heat treatment* agar lebih keras dan lebih tangguh.

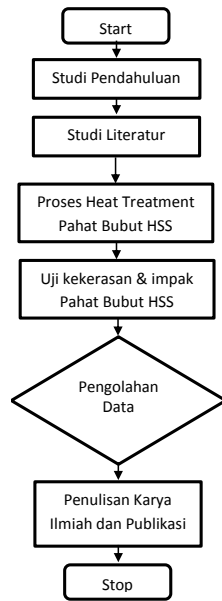
## BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan yang digunakan

Pahat bubut HSS tipe Bohler dengan ukuran 10x10 mm untuk pengujian kekerasan berdasarkan standar ASTM E18 dan uji ketangguhan berdasarkan standar ASTM A36, jangka sorong 15mm untuk mengukur dimensi pahat bubut HSS, mesin gerinda untuk memotong pahat bubut HSS, mesin skraft untuk membuat sudut takik 45° pada specimen uji dampak, tungku furnace Nabertherm B-150 untuk melakukan proses *heat treatment*, Oli sebagai media *quenching*, Hardness tester tipe Rockwell untuk uji kekerasan, Impack tester tipe Charpy untuk uji dampak.

Metode

Metode penelitian kuantitatif eksperimen digunakan dalam penelitian ini untuk menemukan nilai yang dapat dicapai dengan menggunakan prosedur statistik dengan cara membandingkan hasil pengukuran lainnya. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Pemesinan Universitas Pendidikan Indonesia. Waktu penelitian dilakukan pada rentang waktu bulan Mei 2025 sampai dengan bulan November 2025.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Langkah kerja penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 3 variasi heat treatment yaitu 780°C, 800°C dan 850°C. Jumlah spesimen pada setiap variasi sebanyak 3 buah. Pengambilan data dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dan nilai ketangguhan pahat bubut HSS sebelum dan sesudah heat treatment.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan Tipe Rockwell

| NO | URUTAN PAHAT BUBUT | SUHU HEAT TREATMENT (°C) | NILAI KEKERASAN /SPESIMEN (HRC) | NILAI KEKERASAN AKHIR (HRC) |
|----|--------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1  | Spesimen No.1      |                          | 55,3                            |                             |
| 2  | Spesimen No.2      | 27                       | 56,2                            | 56,4                        |
| 3  | Spesimen No.3      |                          | 57,6                            |                             |
| 4  | Spesimen No.4      |                          | 39,6                            |                             |
| 5  | Spesimen No.5      | 780                      | 38,6                            | 39,3                        |
| 6  | Spesimen No.6      |                          | 39,6                            |                             |
| 7  | Spesimen No.7      |                          | 40,2                            |                             |
| 8  | Spesimen No.8      | 800                      | 42,9                            | 39                          |
| 9  | Spesimen No.9      |                          | 33,8                            |                             |
| 10 | Spesimen No.10     |                          | 62,1                            |                             |
| 11 | Spesimen No.11     | 850                      | 61,6                            | 61,7                        |
| 12 | Spesimen No.12     |                          | 61,3                            |                             |

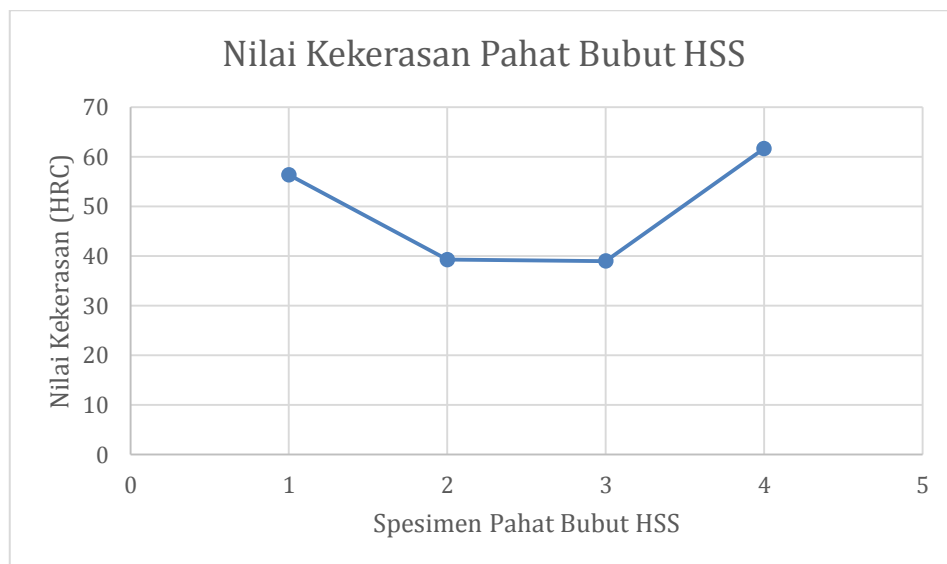
Dari tabel di atas menunjukkan nilai kekerasan pahat bubut HSS sebelum heat treatment sebesar 39,3 HRC dan setelah heat treatment untuk 780°C sebesar 39,3 HRC, untuk 800°C sebesar 39 HRC dan untuk 850°C sebesar 61,7 HRC.

Tabel 2. Hasil Pengujian Impak

| NO | URUTAN PAHAT BUBUT | SUHU HEAT TREATMENT (°C) | Nilai Impak (Joule/mm <sup>2</sup> ) | Nilai Impak Akhir (Joule/mm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|--|
| 1  | Spesimen No.1      |                          | 2,6                                  |  |
| 2  | Spesimen No.2      | 27                       | 2,7                                  | 2,8  |
| 3  | Spesimen No.3      |                          | 3                                    |  |
| 4  | Spesimen No.4      |                          | 6,2                                  |  |
| 5  | Spesimen No.5      | 780                      | 4,3                                  | 5,1  |
| 6  | Spesimen No.6      |                          | 4,8                                  |  |
| 7  | Spesimen No.7      |                          | 6                                    |  |
| 8  | Spesimen No.8      | 800                      | 4,1                                  | 4,7  |
| 9  | Spesimen No.9      |                          | 4                                    |  |
| 10 | Spesimen No.10     |                          | 2,3                                  |  |
| 11 | Spesimen No.11     | 850                      | 5,5                                  | 3,7  |
| 12 | Spesimen No.12     |                          | 3,2                                  |  |

Dari tabel di atas menunjukkan nilai ketangguhan pahat bubut HSS sebelum heat treatment sebesar 2,8 joule/mm<sup>2</sup> dan setelah heat treatment untuk 780°C sebesar 5,1 joule/mm<sup>2</sup>, untuk 800°C sebesar 4,7 joule/mm<sup>2</sup> dan untuk 850°C sebesar 3,7 joule/mm<sup>2</sup>.

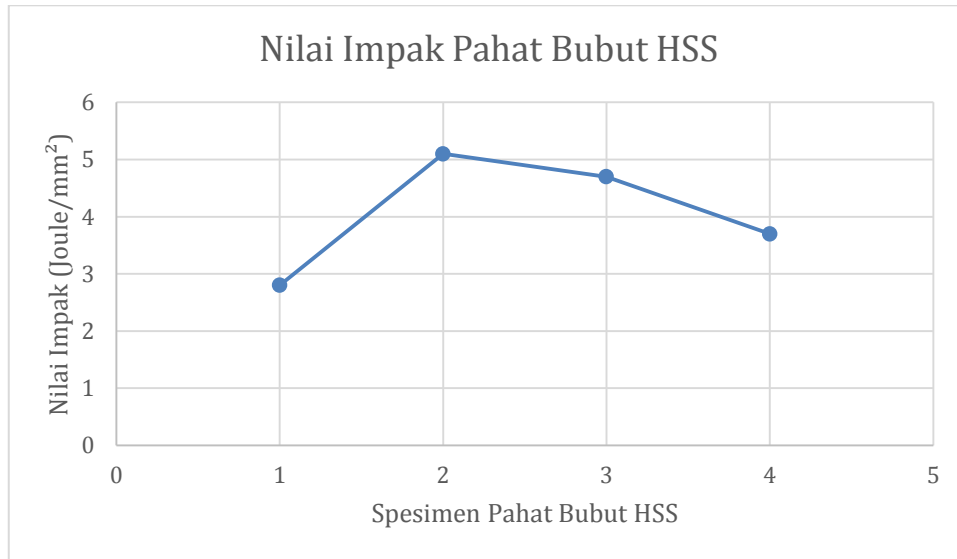
**Analisis data kekerasan pahat bubut HSS**



Grafik 1. Nilai Kekerasan Pahat Bubut HSS

Dari grafik di atas menunjukkan spesimen 1 merupakan pahat bubut HSS sebelum dilakukan heat treatment kemudian terjadi penurunan kekerasan pada spesimen 2 sebesar 17,1 HRC dan spesimen 3 sebesar 17,4 HRC akan tetapi terjadi peningkatan pada spesimen 4 sebesar 5,3 HRC.

### Analisis data ketangguhan pahat bubut HSS



Grafik 2. Nilai Ketangguhan Pahat Bubut HSS

Dari grafik di atas menunjukkan spesimen 1 merupakan pahat bubut HSS sebelum dilakukan heat treatment kemudian terjadi peningkatan ketangguhan pada spesimen 2 sebesar 2,3 joule/mm<sup>2</sup> ; spesimen 3 sebesar 1,9 joule/mm<sup>2</sup> dan spesimen 4 sebesar 0,9 joule/mm<sup>2</sup>.

### KESIMPULAN

Variasi heat treatment pada suhu 850°C dengan holding time 25 menit dan quenching dengan media oli dapat meningkatkan sifat mekanik pahat bubut HSS dimana nilai kekerasan meningkat sebesar 5,3 HRC dan nilai ketangguhan meningkat sebesar 0,9 Joule/mm<sup>2</sup>.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mendanai penelitian ini untuk skema Penelitian Tindakan tahun 2025 dengan Nomor Kontrak: 443/UN40/PT.01.02/2025.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adipura A & Nafi M. 2022. Analisa pengaruh heat treatment temperring dengan variasi waktu tahan dan media pendingin terhadap sifat mekanik baja karbon rendah. Prosiding Senakama : Vol. 01 hal. 203 – 212
- Agam, S dan Tony, P. 2011. Teknik Perawatan Tentang Mesin Bubut. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- Bayuseno AP. 2010. Kajian pustaka tentang keausan pada pahat bubut. Jurnal Rotasi: Vol.12 No.2 hal. 38 – 41.

- Dwipayana, dkk. 2018. Kekerasan baja karbon sedang dengan variasi suhu permukaan material. *Jurnal Mettek*: Vol. 04 No. 2 hal. 43 – 48.
- Handoyo Y. 2015. Pengaruh quenching dan tempering pada baja JIS grade S45C terhadap sifat mekanis dan struktur mikro crankshaft. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, Vol. 3, No.2 Agustus 2015 hal: 102 – 115.
- Hidayat W. 2019. *Klasifikasi dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. Bandung.
- Kogoya, S. (2017). *Perlakuan Panas (Heat Treatment)*. pp. 1–4. Ilmu Teknik Mesin.
- Pramata P & Yunus. 2013. Pengaruh jenis pahat, sudut pahat dan kedalaman pemakanan Terhadap tingkat kekasaran dan kekerasan pada proses bubut rata baja ST 42. *JTM*. Vol. 01 No.03 hal. 56-64.
- Rachman MRA. 2020. Analisa perbedaan kekerasan dan kekuatan tarik baja S45C dengan perlakuan quenching dan tempering pada media udara, air, dan oli untuk aplikasi poros motor roda tiga. *JTM*, Vol. 8 No.02 hal. 89 – 94.
- Riyadi S, dkk. 2016. Pengukuran Komponen-Komponen Mesin Bubut Dengan Menggunakan Metode Schlesinger. *Proceeding Stima*, Hal 230 – 237.
- Saktisahdan TJ. (2019). Pengaruh proses heat treatment terhadap perubahan struktur mikro baja karbon rendah. *Jurnal Laminar*. Vol. 1 No. 1 hal 28-33.
- Santoso EB, dkk. 2019. Pengaruh kecepatan pemakanan pengeboran dan perlakuan pendinginan terhadap kekerasan dan efisiensi mata bor pada material structural steel. *Prosiding Teknik Mesin Udayana*, Vol. 6 N 1, hal 48 – 53.
- Sidiq MF, dkk. 2022. Perlakuan panas bertingkat sebagai upaya meningkatkan kekuatan mekanik baja karbon rendah. *Jurnal Sains dan Teknologi*: Vol. 11 No. 1 Tahun 2022, hal. 117-124.
- Suherman. 2003. *Ilmu Logam 1*. Surabaya: ITS.
- Widarto. 2013. *Teknik pemesinan bubut 1*. Cimahi : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan. Hal: 17.