

Pengaruh Temperatur Pemanasan pada Proses Penempaan Pembuatan Katup Gas

Shelo Sujendro*, Ratna Dewi Anjani, Aa Santosa

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo No. 70, Teluk Jambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

*Penulis korespondensi: 1910631150201@student.unsika.ac.id

Histori artikel: diserahkan 10 Juli 2023, direviu 12 Agustus 2023, direvisi 31 Oktober 2023

ABSTRACT

Manufacturing of valves generally uses brass alloy materials and is carried out using a forging process. In this research, the aim is to determine the effect of variations in heating temperature in the valve manufacturing process on the hardness value, microstructure, and shape changes that occur. This research method uses this research method, using an experimental method with temperature variations tested of (300°, 400°, and 500 °Celsius) with an unchanged compressive force and brass raw material with specifications Cu = 57%. Results of observations that occurred namely Hardness Testing, the lower the heating temperature, the higher the resulting hardness value, which is 69 HRb, 66 HRb, and 59 HRb. When the shape changes, the higher the temperature, the more flash you get, and the lighter the forging force on the forging tool. In the microstructure, as a result of temperature differences, each grain structure characteristic will be different, increasing temperature and forging pressure will change the grain structure.

Keywords: Gas Valve, Forging Process, Temperature Variation, Hardness, Microstructure.

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v5i1.19113>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/19113>

PENDAHULUAN

Katup gas pada masa sekarang masih banyak digunakan dalam sehari-hari yang berfungsi untuk mengontrol aliran gas yang dikeluarkan/dimasukan. Dalam pembuatan produk ini sangat membutuhkan alat bidang teknologi manufaktur. Salah satunya yaitu proses Penempaan, proses pembentukan logam. Penempaan merupakan sebuah proses di mana logam dipanaskan dan kemudian diberikan tekanan untuk mengubah bentuknya sesuai dengan keinginan. Proses ini disebut juga dengan istilah "ditempa" dan bertujuan untuk mendapatkan hasil akhir yang diinginkan (Rao, 2018). Dalam *closed die forging*, pembentukan logam dilakukan di antara dua pasang cetakan dengan tekanan tinggi di dalam rongga cetakan yang tertutup. Proses ini menghasilkan produk dengan toleransi yang lebih ketat dan umumnya digunakan untuk skala produksi yang besar agar dapat mengatasi biaya produksi yang tinggi. Sedangkan dalam *impression die forging*, proses *closed die forging* dilakukan

dengan adanya sirip atau *flash* (Dieter & Bacon, 1976).

Penelitian yang dilakukan di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM) terkait pengujian struktur mikro material kuningan pada katup gas LPG bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi kimia yang mempengaruhi kinerja bahan baku logam kuningan dalam Katup Gas LPG. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan unsur-unsur yang terdapat dalam struktur mikro Katup Gas LPG yang terbuat dari logam kuningan (Emiriza et al., 2021). Kuningan adalah sebuah logam yang terbentuk dari campuran tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dalam kuningan, Warna kuningan dapat bervariasi mulai dari coklat kemerahan gelap hingga kuning keperakan terang, tergantung pada jumlah seng yang terkandung di dalamnya. Seng memiliki pengaruh besar terhadap warna kuningan tersebut. Kuningan memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi daripada tembaga (Nasution et al., 2021).

Tembaga merupakan suatu unsur logam yang memiliki sifat yang elastis dan dapat ditempa. Selain itu, tembaga juga memiliki konduktivitas panas yang baik serta memiliki ketahanan terhadap korosi. Seng adalah sebuah logam yang memiliki sifat keras dan rapuh pada kebanyakan suhu. Namun, seng dapat ditempa ketika suhunya berkisar antara 100 hingga 150 °C[5]. Setelah melewati suhu 210 °C, seng akan kembali menjadi rapuh dan dapat diubah menjadi bubuk dengan pemukulan. Seng memiliki titik lebur yang relatif rendah, yaitu sekitar 420 °C, dan titik didih yang juga tergolong rendah, yakni sekitar 900 °C (Setiawan et al., 2019).

Proses annealing adalah proses yang membantu memudahkan proses pembentukan dengan melakukan pemanasan, proses untuk meninggikan malleability (sifat dapat ditempa). Setelah logam dipanaskan dengan sistem austenit dan berubah bentuk dengan perlahan didinginkan agar ketahanan logam bertambah kuat (Munanda et al., 2022). Terdapat pengaruh tekanan tempa dan perlakuan panas terhadap sifat kekerasan, struktur mikro dan laju korosi terjadi pada hasil pembentukan setelah dilakukan penempaan, dalam hal itu sifat peningkatan tekanan tempa menghasilkan ukuran butir menjadi besar (Dogan & EKİCİ, 2020).

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh dari variasi temperatur pemanasan pada saat pembentukan kuningan dengan proses penempaan terhadap sifat kekerasan, struktur mikro dan perubahan bentuk yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan memvariasikan temperature pemanasan pada proses penempaan pembuatan katup gas yaitu sebesar (300 °C, 400 °C dan 500 °C) dan menggunakan bahan kuningan dengan spesifikasi paduan yaitu Cu = 57 %.

Alat dan Bahan

Penelitian ini akan membutuhkan alat dan bahan yaitu: mesin pemotong, mesin tempa, mesin uji kekerasan, tabung gas, tungku pemanas, penjepit logam, keran gas, thermometer, kuningan.

Prosedur Penelitian

1) Proses pemotongan bahan

Proses ini sebagai Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan Pemotongan bahan baku sesuai ukuran dengan menggunakan mesin sawing otomatis.

2) Proses pemanasan bahan

melakukan tahapan pemanasan material yang nantinya akan dilakukan proses penempaan. Temperature pemanasan bahan baku akan di setting sesuai aturan yang telah ditetapkan pada penelitian ini yaitu masing-masing (300 °C, 400 °C dan 500 °C) dengan cara memasukan bahan baku ke tungku pemanas, ditunggu sampai bahan baku tersebut mencapai suhu tersebut.

3) Proses pembentukan

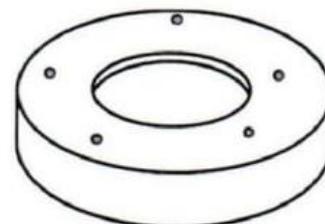
Proses ini adalah Proses pembentukan akhir bahan baku menjadi produk yang diinginkan. yaitu bentuk katup gas yang dilakukan melalui proses penempaan ini. Dengan cara memasukan bahan baku yang sudah dilakukan proses pemanasan ke dalam cetakan pada mesin tempa, mesin tersebut akan melakukan penekanan badan kerja ke dalam cetakan dengan menggunakan punch. Sehingga akan membentuk sesuai cetakan tersebut.

Pengujian

Setelah menyelesaikan prosedur pengerjaan pada pembuatan katup tersebut, tujuan selanjutnya melakukan proses pengujian, pengujian yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1) Pengujian kekerasan

Untuk mengukur tingkat ketahanan material terhadap deformasi plastis. Dengan menggunakan kekerasan rockwell, yang ditandai dengan 5 titik uji (Gambar 1).



GAMBAR 1. Titik pengujian kekerasan

2) Pengujian Struktur Mikro

Mengetahui karakteristik dan struktur suatu kuningan yang telah dilakukan proses penempaan menggunakan mikroskop, bagaimana perbedaan struktur pada masing-masing specimen akibat pengaruh temperatur yang telah dijelaskan diatas. Pada proses ini menggunakan etsa yaitu menggunakan FeCl₃ 10% dan lokasi pengujian yaitu pada bagian penampang sampel uji.

3) Pengujian perubahan deformasi plastis

Melihat perubahan pada masing-masing specimen yang telah dilakukan proses forging berapa banyak flash yang didapatkan dan bagaimana perubahan deformasi plastis yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil uji berupa data nilai pengujian kekerasan yang kemudian dibuat dengan table dan grafik sehingga memudahkan dalam menganalisis, sementara untuk foto mikro didapatkan dengan hasil gambar/foto dengan perbesaran 500x. Pada pengamatan deformasi plastis dilakukan dengan cara visual secara langsung.

Hasil Uji Kekerasan

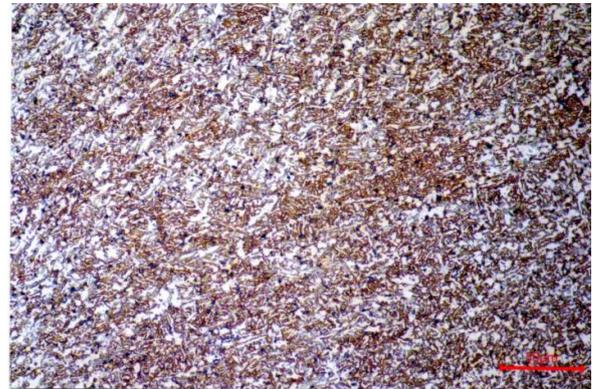
Pada masing-masing sampel uji menggunakan gaya penekanan yaitu sebesar 100 Kgf. Didapatkan pada Tabel 1 hasil pengujian kekerasan pada sampel temperature 300 °C yaitu memiliki nilai rata-rata sebesar 69 HRB, pada 400 °C yaitu memiliki nilai rata-rata sebesar 66 HRB dan pada 500 °C memiliki nilai rata-rata sebesar 59 HRB.

TABEL 1. Hasil uji kekerasan

Kode Sampel Sample Code	Penjejakan Indentation	Nilai Kekerasan Hardness Value	Rata-rata Average	Keterangan Remarks
300 °C	I	67.6	69 HRB	100 Kgf
	II	68.6		
	III	68.6		
	IV	69.2		
	V	69.3		
Kode Sampel Sample Code	Penjejakan Indentation	Nilai Kekerasan Hardness Value	Rata-rata Average	Keterangan Remarks
400 °C	I	65.3	66 HRB	100 Kgf
	II	65.6		
	III	65.6		
	IV	67.2		
	V	67.0		
Kode Sampel Sample Code	Penjejakan Indentation	Nilai Kekerasan Hardness Value	Rata-rata Average	Keterangan Remarks
500 °C	I	58.6	59 HRB	100 Kgf
	II	58.9		
	III	59.5		
	IV	59.7		
	V	59.7		

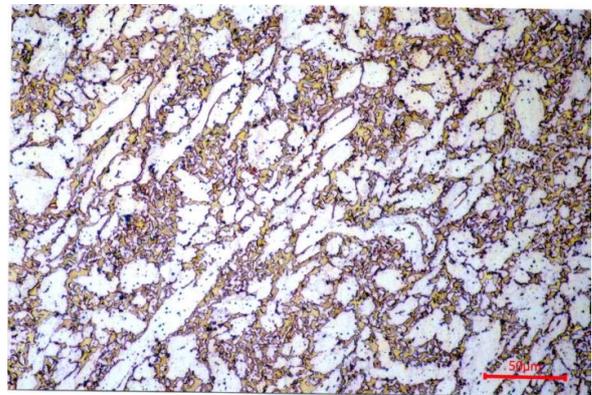
Hasil Uji Struktur Mikro

Pada hasil analisis struktur mikro, terlihat bahwa fasa α dalam gambar struktur mikro memiliki warna terang, sementara fasa β dan β' memiliki warna gelap. Pada setiap hasil uji, terdapat titik-titik hitam yang terletak di bagian tepi antara fasa α dan β, terutama pada ujung-ujung tepi. Titik-titik hitam tersebut merupakan timbal. Pada suhu 300 °C fasa β dan β' jumlahnya mendominasi pada hasil struktur mikro (Gambar 2). Dengan fasa α sisanya lebih sedikit. Perubahan ukuran butir disini menjadi halus, padat dan berubah ukurannya menjadi lebih kecil.



GAMBAR 2. Struktur mikro pada variasi suhu 300 °C

Pada suhu 400 °C fasa β dan β' jumlahnya masih mendominasi pada hasil struktur mikro. Dengan fasa α sisanya, tetapi pada hasil ini fasa tersebut hampir seimbang. Struktur pada Gambar 3 terlihat fasa α yang ukurannya lebar dan dengan fasa β dan β' tampak lebar yang terdapat diisi oleh kerikil kerikil yang berukuran kecil yang tumbuh di fasa tersebut.



GAMBAR 3. Struktur mikro pada variasi suhu 400 °C

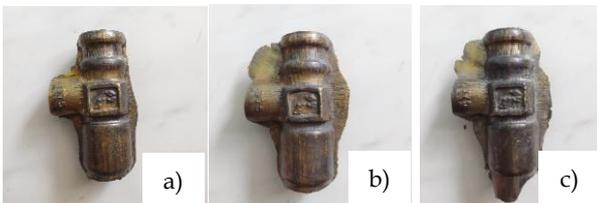
Pada suhu 500 C fasa α jumlahnya lebih mendominasi pada hasil struktur mikro diatas. Dengan fasa β dan β' sisanya sedikit. Struktur pada Gambar 4 terlihat fasa α yang ukurannya sedang dan dengan fasa β dan β' tampak terisi oleh fasa α yang berukuran kecil yang tumbuh di fasa tersebut.



GAMBAR 4. Struktur Mikro pada Variasi Suhu 500 °C

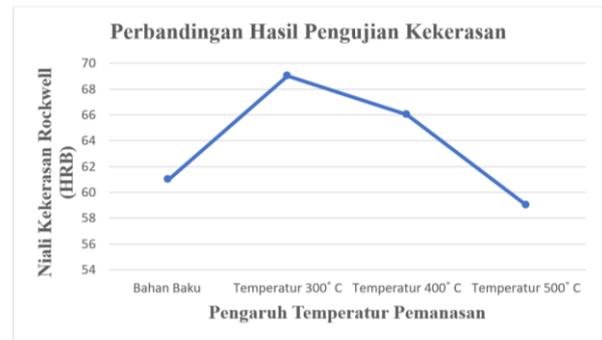
Hasil Uji Perubahan Deformasi Plastis

Hasil yang didapatkan pada suhu 300 °C yaitu dengan perubahan deformasi yang memiliki jumlah sirip/flash yang sangat minim/sedikit, pada suhu 400 °C yaitu dengan perubahan yang memiliki jumlah sirip/flash sudah mulai terlihat melebar dibagian samping kanan, kiri dan di bagian bawah sedikit memanjang dan pada suhu 500 °C yaitu dengan perubahan yang memiliki jumlah sirip/flash sudah mulai terlihat semakin besar dan melebar dibagian samping kanan, kiri dan di bagian semakin memanjang.



GAMBAR 5. Hasil perubahan bentuk pada masing-masing variasi suhu: a) 300 °C, b) 400 °C dan c) 500 °C

Pembahasan Uji kekerasan, dari hasil perbandingan pada Gambar 6, pada setiap hasil proses penempaan (*closed die forging*) dengan memvariasikan temperature pemanasan dengan pendinginan udara.



GAMBAR 6. Grafik perbandingan nilai kekerasan

Pada temperatur pemanasan 300 °C dan dilakukan forging, kekerasan meningkat dengan signifikan menjadi 69 HRB. Ketika temperature di naikan secara linier dan dilakukannya proses penempaan kekerasan akan terus menurun seiring meningkatnya temperature karena proses yang dilakukannya adalah proses penempaan panas (*Hot Forging*), jadi saat terjadinya deformasi logam pada proses penempaan pembuatan katup gas dalam keadaan panas, susunan atom yang berada di dalam kristal menjadi terganggu dan terjadinya pergeseran, dan juga jika temperature lebih tinggi akan meningkatkan titik leleh material tersebut jadi akan semakin lebih lunak/mudah di bentuk, maka semakin tinggi temperature pemanasan pada penempaan semakin mempermudah pergerakan dislokasi pada logam sehingga kekerasan menjadi menurun. Tetapi semakin meningkat temperature semakin rendah gaya penekanan pada saat proses penempaan di lakukan dan akan mudah membentuk.

Nilai kekerasan terendah pada temperature pemanasan 500 °C yang dilakukannya proses penempaan dan nilai kekerasan tertinggi pada temperature pemanasan 300 °C. Jadi semakin rendah temperature pemanasan specimen yang akan di tempa semakin tinggi nilai kekerasan benda uji tersebut dan semakin tinggi temperature pemanasan penempaan semakin kecil nilai kekerasannya pada material kuningan ini pada pembuatan katup gas.

Pembahasan Struktur Mikro, Jumlah Fasa β dan β' yang sedikit dibanding fasa α dapat menurunkan sifat kekerasan materialnya, sedangkan jika fasa β dan β' memiliki jumlah yang banyak dibanding fasa α maka sifat kekerasan akan meningkat. Terkait penjelasan diatas banyaknya jumlah antara fasa β , β' dan fasa α dapat mempengaruhi sifat kekerasan pada bahan baku tersebut. Timbal pada masing masing sampel uji memiliki fungsi untuk meningkatkan machibility, ketahanan korosi dan menjadikan kuningan lebih keras dan memudahkan

kuningan dibentuk dengan cara penempaan. Akibat dari perbedaan temperatur tersebut masing-masing karakteristik struktur butir akan berbeda, peningkatan temperatur dan tekanan tempa akan merubah struktur butir. Struktur pun berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan peruban bentuknya yang saling berkaitan.

Pembahasan perubahan deformasi, Dapat diamati bahwa semakin melebar sirip pada sampel tersebut maka nilai kekosongan rongga pada cetakan akan semakin menurun, dan bahan sampel tersebut sudah cukup dimensi sesuai pabrikannya. Maka dengan itu semakin lebar sirip maka semakin besar tingkat pemenuhan rongga yang masuk untuk membentuk katup gas. Pengaruh kecepatan penekanan dapat dipengaruhi juga pada temperature saat pemanasan sebelum dilakukan proses penempaan, dengan kekuatan mesin penempaan yang standar dan sama besar. Ketika bahan baku dipanaskan, dapat diketahui tingkat pemanasan yang tertinggi pada suhu 500 °C dia memiliki srip yang lebih besar/banyak, karena pada suhu tersebut tingkat perubahan bentuk lebih mudah dibanding pada suhu 400 °C dan 300 °C. maka dari itu bentuk sampel pada suhu 500 °C lebih banyak/besar siripnya akibat sifat bahan baku yang setelah dipanaskan mudah dibentuk, lalu gaya penekanannya lebih sedikit dibanding suhu lainnya.

Dapat dihubungkan pula gaya penekanan, pengaruh lebar sirip dan pengaruh temperatur pemanasan terhadap volume rongga yang masuk ke dalam cetakan, jadi dapat dijelaskan semakin besar gaya penekanan maka semakin besar volume aliran dalam memenuhi rongga cetakan. Dan pengaruh temperatur pemanasan juga dapat memperangurhi gaya penekanan dan lebar sirip, Ketika temperatur tinggi gaya penekanan akan lebih sedikit dibanding suhu rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang sudah dilakukan pada proses penempaan pembuatan katup gas dengan memvariasikan temperature pemanasan yang berbeda maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1 Pengujian Kekerasan, Variasi temperature pemanasan mempengaruhi nilai kekerasan yang terjadi pada material paduan kuningan. Ketika temperatur mencapai suhu (300 °C, 400 °C dan 500 °C), semakin rendah temperatur pemanasan

maka akan semakin tinggi nilai kekerasan yang dihasilkan.

- 2 Hasil struktur mikro memiliki hasil ukuran struktur yang berbeda-beda yang diakibatkan dari perbedaan temperatur dan gaya tempa yang dihasilkan. Masing-masing memiliki karaktersitik setelah dilakukannya proses penempaan menjadi katup gas. Struktur pun berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan peruban bentuknya yang saling berkaitan.
- 3 Perubahan bentuk, Variasi temperatur pemanasan mempengaruhi sifat perubahan bentuk pada masing-masing sampel uji. Ketika temperatur mencapai suhu (300 °C, 400 °C dan 500 °C), semakin tinggi temperatur semakin banyak flash yang didapatkan dan semakin ringan gaya tempa pada alat penempaan, begitupun sebaliknya.
- 4 Temperatur yang optimal dalam penelitian ini di teliti dengan pilihan yaitu pada suhu 400 °C, karena pada suhu tersebut perubahan bentuk yang terjadi terbentuk secara sempurna dengan tidak kekurangan/kelebihan flash yang menyebabkan kecacatan produk dan tingkat keuletannya cukup untuk melakukan tahapan pembentukan selanjutnya yaitu permesinan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, G. E., & Bacon, D. (1976). *Mechanical metallurgy* (Vol. 3). New York: McGraw-hill.
- Dogan, S., & EKİCİ, B. (2020). Effect of Hot Forging Pressure and Heat Treatment on CW625N Lead Free Brass Alloy Dezincification Resistance. *Acta Physica Polonica A*, 137(4).
- Emiriza, M., Jaman, W. S., Sumardani, N. I., & Sanjaya, W. M. (2021). The Microstructure Testing of Brass Materials on the Liquefied Petroleum Gas (LPG) Gas Valve. *Risenologi*, 6(1), 1-7.
- Munanda, A., Ibrahim, A., & Ismy, A. S. (2022). Efek Suhu Annealing Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Impak Pada Kuningan C38500. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 6(1), 1-5.
- Nasution, A., Ibrahim, A., Jufriadi, J., & Syamsuar, S. (2021). ANALISA PADUAN Cu-Zn TANPA TIMBAL SETELAH PROSES ANNEALING. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 5(1), 38-45.

Rao, P. N. (2018). *Manufacturing Technology— Foundry, Forming and Welding, 5e (Volume 1)*. McGraw-Hill Education.

Setiawan, A., Indrayani, N. L., & Herawan, B. (2019). Pengaruh Arus dan Waktu Terhadap Lapisan Zinc Plating pada Material SGD400-D dengan Menggunakan Proses Elektroplating. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(1), 32-39.