



Analisa Keretakan Pada *Dies Extruder* Saat Proses *Heat Treatment* Dengan Aplikasi Baja DIN 1.2510

Mastuki, Bima Yudha Prawira, Mohammad Ainun Maruf Taufik

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: bimayudha970@gmail.com, ainun.simdig21@gmail.com

ABSTRAK

Dies extruder merupakan cetakan pelet yang ada pada mesin extruder. Pembuatan dies extruder memerlukan proses heat treatment untuk meningkatkan nilai kekerasannya. Bahan dies extruder adalah baja DIN 1.2510. Berdasarkan data dari perusahaan x, proses heat treatment mengalami keretakan 6 buah dari total 100 buah dies extruder yang produksi. Permasalahan tersebut, peneliti memutuskan untuk melakukan analisa terkait keretakan pada dies extruder saat proses heat treatment. Tujuan dari analisis terkait permasalahan ini yaitu untuk menganalisa pengaruh variasi hardening dan variasi holding time pada proses heat treatment terhadap nilai kekerasan baja DIN 1.2510. Metode yang digunakan yaitu dengan membuat spesimen uji sebanyak 30 buah dengan menggunakan bahan yang sama dengan dies extruder yaitu baja DIN 1.2510 yang memiliki dimensi $\text{Ø}49\text{mm} \times 3\text{mm}$ kemudian di heat treatment dengan variasi hardening suhu 800°C dan 900°C dengan holding time 40 menit, 60 menit, dan 80 menit. Setelah itu, di quenching dengan media pendingin oli SAE 20W, kemudian di tempering dengan suhu 400°C dengan holding time 60 menit. Dari hasil proses heat treatment, dilakukan pengujian keretakan, pengujian metalografi, dan pengujian kekerasan. Hasil dari penelitian ini diketahui pengaruh hardening dengan nilai kekerasan terendah suhu 800°C holding time 40 menit dengan nilai 55,2 HRC. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada hardening suhu 900°C holding time 40 menit dengan nilai rata-rata total 57 HRC. Untuk pengaruh variasi holding time diketahui bahwa pada temperatur 800°C nilai kekerasan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penahanan, sedangkan pada temperatur 900°C nilai kekerasan semakin menurun.

Kata kunci: Dies Extruder, Baja DIN 1.2510, Heat Treatment, Uji Keretakan, Uji Metalografi, Uji Kekerasan

ABSTRACT

Dies extruder are pellet molds on extruder machines. Making dies extruder requires a heat treatment process to increase the hardness value. Dies extruder material is DIN 1.2510 steel. Based on data from company x, the heat treatment process experienced 6 cracks out of a total of 100 dies extruder that were produced. With this problem, the researchers decided to carry out an analysis related to cracks in the dies extruder during the heat treatment process. The purpose of the analysis related to this problem is to analyze the effect of hardening variations and holding time variations in the heat treatment process on the hardness value of DIN 1.2510 steel. The method used is to make 30 test specimens using the same material as the dies extruder, namely DIN 1.2510 steel which has dimensions $\text{Ø}49\text{mm} \times 3\text{mm}$ and then heat treated with variations in hardening temperatures of 800°C and 900°C with a holding

time of 40 minutes, 60 minutes, and 80 minutes. After that, it was quenched with SAE 20W oil cooling medium, then tempered at 400°C with a holding time of 60 minutes. From the results of the heat treatment process, crack testing, metallographic testing, and hardness testing were carried out. The results of this study show that the hardening effect has the lowest hardness value at 800°C holding time 40 minutes with a value of 55.2 HRC. While the highest hardness value is found in the hardening temperature of 900°C holding time of 40 minutes with a total average value of 57 HRC. For the influence of variations in holding time, it is known that at 800°C the hardness value increases with increasing holding time, whereas at 900°C the hardness value decreases.

Keywords: Dies Extruder, Steel DIN 1.2510, Heat Treatment, Crack Test, Metallographic Test, Hardness Test

PENDAHULUAN

Dunia industri manufacture berkembang pesat dengan adanya teknologi yang semakin maju. Perkembangan tidak lepas dari ide dan inovasi yang memberikan kontribusi signifikan bagi para pelaku di setiap industri, khususnya perusahaan di sektor otomotif dan permesinan. Material yang bermacam-macam jenisnya telah menjadi tolak ukur untuk lebih selektif dalam pemilihan material.

Dies extruder adalah cetakan yang ada pada mesin ekstrusi yang berfungsi sebagai acuan untuk memeratakan produk. Saat membuat cetakan, perlu dipertimbangkan bahan apa yang sesuai dengan sifat yang dibutuhkan. Material *dies extruder* adalah baja DIN. 1.2510, jenis baja ini sering digunakan dalam aplikasi memotong, membentuk, dan menajam. Material ini diklasifikasikan sebagai baja paduan. Dalam perlakuan panas, suatu benda padat dipanaskan sampai temperatur yang sudah ditetapkan sampai waktu yang sudah ditentukan dan kemudian di dinginkan menggunakan media pendingin yang sudah ditetapkan (Dwi & Rudi, 2020). Pendinginan dapat dilakukan dengan menggunakan air, air garam dapur, dan pelumas atau oli. Perlakuan panas mengubah sifat fisik dan mekanik material dengan tujuan agar

memperoleh hasil material yang keras,ulet, kuat, dan tahan aus.

Pada pembuatan *dies ekstruder* pada perusahaan X ditemukan 6 buah *dies extruder* yang retak dari total 100 buah *dies extruder* yang dibuat. Keretakan terjadi setelah proses perlakuan panas dengan pengerasan pada temperatur 820°C waktu penahanan 60 menit, kemudian di celupkan secara cepat dengan media *oil coolant* SAE 20W, dan pada temperatur 400°C di *tempering* selama 20 menit. Permasalahan tersebut mendorong peneliti untuk menganalisis retakan pada *dies ekstruder* ketika proses perlakuan panas dengan menggunakan baja grade DIN 1.2510. Proses analisis dilakukan dengan menelusuri pengaruh variasi pengerasan (*hardening*) pada proses perlakuan panas *dies extruder* terhadap sifat mekanik dan keretakan baja DIN 1.2510, serta dampak dari variasi waktu penahanan (*holding time*) pada proses perlakuan panas baja DIN 1.2510 terhadap nilai kekerasan *dies extruder*. penelitian ini bermaksud untuk membantu perusahaan X mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi munculnya retakan pada *dies ekstruder* agar dapat mengevaluasi produk yang diproduksi sedemikian rupa sehingga tidak terdapat retakan yang merugikan perusahaan.

Quenching

Quenching adalah pendinginan cepat logam, semakin cepat logam didinginkan semakin keras karakteristik logam tersebut (Adriano & Gatot, 2018). Lebih banyak karbon dihasilkan dari pendinginan kilat daripada pendinginan perlahan. Pendinginan yang cepat ini menyebabkan partikel karbon tidak mempunyai waktu untuk berpindah dan terperangkap dalam susunan kristal dan membentuk susunan tetragonal di mana ruang antar atomnya kecil, sehingga kekerasan meningkat.

Untuk mencapai pendinginan yang seragam, Pendinginan semuanya di sirkulasi, misalnya:

1. Pendinginan Air

Air sebagai pendinginan sangat kilat biasanya digunakan untuk mendapatkan hasil kekerasan yang sangat tinggi. Tidak semua material logam didinginkan dengan media air, hanya baja paduan dengan kandungan kromium tinggi.

2. Pendinginan Oli

Oli memberikan pendinginan yang kilat dan stabil. Pendinginan sangat cocok di terapkan pada semua material. Ada banyak jenis oli yang biasanya digunakan, salah satunya menggunakan oli SAE 20W. Oli SAE 20W adalah oli mesin yang dapat digunakan pada suhu dingin dari -10°C hingga -15°C dan pada suhu panas hingga mencapai 150°C dengan tingkat kekentalan tertentu sesuai dengan standar SAE (Society Of Automotive Eengginers)

3. Pendinginan Udara

Udara memberikan pendinginan yang lambat karena ada udara yang beredar dan ada yang tidak.

4. Garam

Garam sebagai pendinginan yang kilat dan merata.

Tempering

Tempering merupakan pemanasan logam sampai suhu di bawah suhu normal. Dimasukkan dalam tungku pembakaran dan suhunya ditahan secara merata dengan durasi yang ditentukan. Setelah itu, didinginkan menggunakan media pendingin biasa, seperti pendinginan dengan udara. Tujuannya adalah untuk mengurangi tingkat kekerasan dan menurunkan kekuatan tarik yang terdapat pada logam.

Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan rockwell merupakan pengujian untuk mengetahui tingkat nilai kekerasan suatu material atau bahan uji (Amalia, 2018). Metode rockwell merupakan metode pengujian kekerasan yang menggunakan pembacaan langsung. Pengujian ini sering digunakan dalam industri manufaktur karena sangat simpel. Terdapat variasi pembebanan dan indenter yang digunakan dalam metode ini.

Tabel 2. 2 Perbedaan skala dan range uji

Skala	Indentor	Beban Mayor	Konstanta (E)	Jenis Material
A	Intan Kerucut	60	100	Material sangat keras, tungsten, karbida
B	1/16" Bola baja	100	130	Material kekerasan sedang, baja karbon rendah dan sedang, kuningan, perunggu, dll.
C	Intan Kerucut	150	100	Baja keras, Paduan yang dikeraskan, baja yang di hardening dan tempering.
D	Intan kerucut	100	100	Kuningan yang di aneling dan tembaga

Uji Metalografi

Metalografi merupakan metode untuk mengetahui kandungan mikro dari sebuah paduan. Menurut (Mastuki, et al., 2021) struktur mikro merupakan gambar yang berasal dari kumpulan fase yang diamati melalui teknik metalografi. Teknik metalografi memberikan informasi tentang

sifat-sifat sistematis seperti dimensi partikel, bentuk dan bagian fase dan inklusi logam. Prosedur untuk melakukan pengujian ini adalah

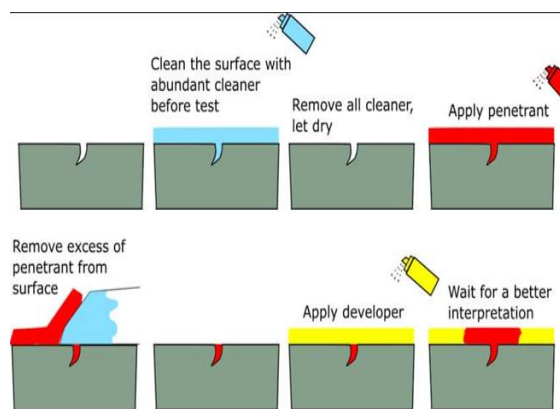
sebagai berikut: Pemoangan

1. Mounting
2. Pengamplasaan
3. Pemolesan
4. Etsing (Etsa)

Etsa adalah metode mengurangi batas butir secara efektif dan terkontrol menggunakan cairan etsa pada permukaan material yang akan diuji sehingga struktur yang diamati akan terlihat jelas.

Uji Keretakan (Penetrant)

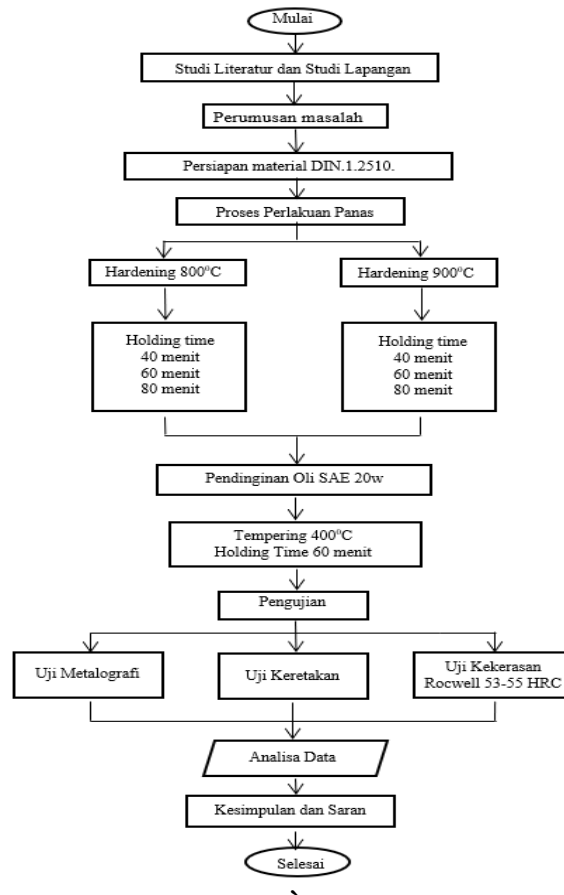
Uji cairan penetrant adalah salah satu cara pengujian non-destruktif yang mudah dan praktis untuk dilakukan. Pengujian cairan penetrant diterapkan guna mendeteksi ketidaksempurnaan pada bagian permukaan material seperti retakan dan lubang. Pada dasarnya, metode dengan cairan penetrant menggunakan sifat kapilaritas. Kapilaritas adalah kemampuan zat cair untuk naik atau turun pada ketidaksempurnaan. Ketidaksempurnaan adalah kekurangan pada produk akibat proses manufaktur, seperti lubang, retakan, kotoran, dan lain-lain. Penerapan pengujian penetrant sangat luas, selain untuk memeriksa sambungan las dan permukaan pada benda kerja, metode pengujian penetrant ini juga digunakan untuk mendeteksi kerusakan retakan yang terjadi pada komponen mesin seperti poros engkol, roda gigi, dan lain-lain. (Ditjen-Binalattas & Direktorat, 2018).



Gambar 2. 8 Uji Penetrant

PROSEDUR EKSPERIMEN

Proses heat treatment spesimen uji



Analisa yang dilakukan dengan cara membuat spesimen uji menggunakan baja DIN 1.2510 yang memiliki dimensi $\varnothing 49\text{mm} \times 3\text{mm}$ dengan jumlah 30 buah dan kemudian di *heat treatment* pada variasi *hardening* suhu 800°C dan 900°C dengan waktu penahanan selama 40 menit, 60 menit, dan 80 menit. Setelah itu, di *quenching* dengan media pendingin oli SAE 20W, kemudian di *tempering* dengan suhu 400°C waktu penahanan selama 60 menit. Dari hasil proses perlakuan panas dilakukan, uji metalografi, uji keretakan, dan uji kekerasan.

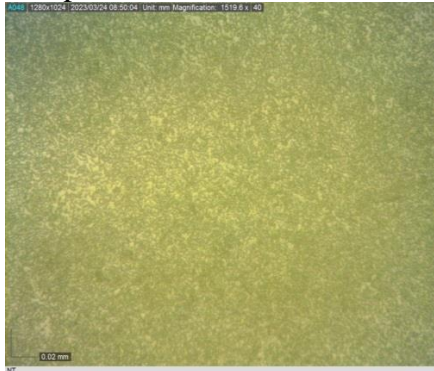
HASIL PENGUJIAN

Hasil Uji Metalografi

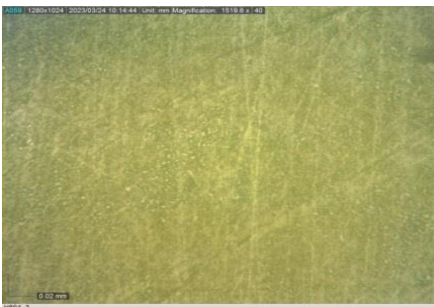
Pemeriksaan dilakukan menggunakan kamera digital USB dengan perbesaran 1500X. Baja DIN 1.2510 digunakan sebagai bahan dasar yang direndam dengan larutan nital yang terdiri dari HNO_3 (asam nitrat) 5

ml dan alkohol 95%. Observasi mikrostruktur pada baja DIN 1.2510 dilakukan sebelum dan setelah proses perlakuan panas.

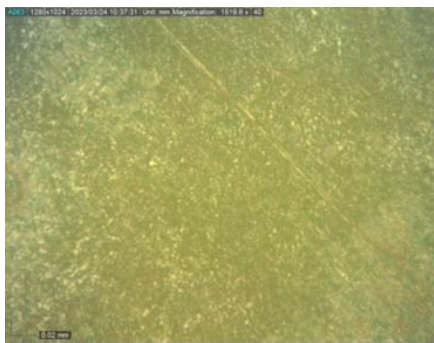
Berikut ini adalah gambar struktur mikro dari sampel uji untuk setiap jenis perlakuan panas.



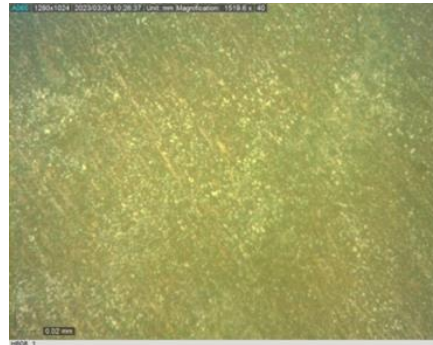
Gambar Struktur mikro Raw Material



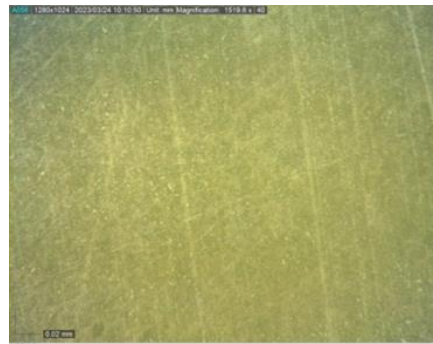
Gambar Struktur mikro Hardening suhu 800°C, Waktu penahanan 40 menit



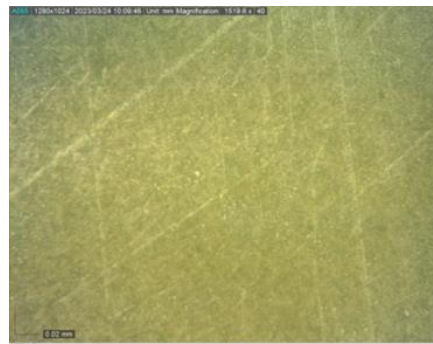
Gambar Struktur mikro Hardening suhu 800°C, Waktu penahanan 60 menit



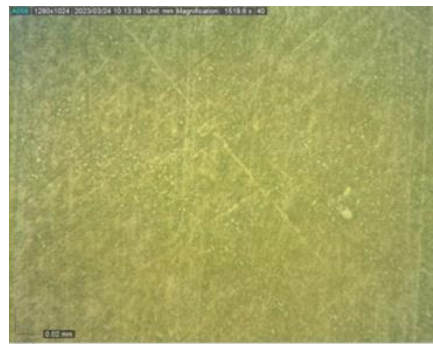
Gambar Struktur mikro Hardening suhu 800°C, Waktu penahanan 80 menit



Gambar Struktur mikro Hardening suhu 900°C, Waktu penahanan 40 menit



Gambar Struktur mikro Hardening suhu 900°C, Waktu penahanan 60 menit.



Gambar Struktur mikro Hardening suhu 900°C, Waktu penahanan 80 menit

Hasil Uji Penetrasi

Tabel 4.8 Gambar pengujian keretakan tahap pembersihan awal

Kode Identifikasi	Gambar Pengujian Keretakan Penetrasi (Pembersihan Awal)				
	Spesimen Uji				
	1	2	3	4	5
H84					
H86					
H88					
H94					
H96					
H98					

Pada table 4.8 Permukaan spesimen harus dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kerak-kerak atau kotoran yang dihasilkan pada saat proses heat treatment. Proses pembersihan spesimen dilakukan dengan cara digosok dengan amplas dengan tingkat kekasaran 500, proses pembersihan dilakukan sampai spesimen uji benar-benar bersih, ditandai dengan permukaan yang halus dan tidak berkerak. Setelah dilakukan penggosokan, spesimen kemudian di semprot menggunakan cairan cleaner untuk membersihkan kerak-kerak pada spesimen uji setelah dilakukan pengamplasan.

Tabel 4.9 Gambar Pemberian Cairan Penetrasi

Kode Identifikasi	Gambar Pengujian Keretakan Penetrasi (Pemberian Penetrasi)				
	Spesimen Uji				
	1	2	3	4	5
H84					
H86					
H88					
H94					
H96					
H98					

Pada table 4.9 Selanjutnya dilakukan proses penyemprotan cairan penetrasi untuk mendeteksi adanya retakan pada spesimen uji. Setelah ditunggu beberapa saat atau sampai cairan meresap kedalam specimen.

Tabel 4.10 Gambar Pembersihan Spesimen Uji Dari Cairan Penetrasi

Kode Identifikasi	Gambar Pengujian Keretakan Penetrasi (Pembersihan Penetrasi)				
	Spesimen Uji				
	1	2	3	4	5
H84					
H86					
H88					
H94					
H96					
H98					

Pada table 4.10 dilakukan pengelapn sisa cairan penetrasi pada permukaan spesimen uji.

Tabel 4.11 Gambar Pemberian Cairan Developer pada Spesimen Uji

Kode Identifikasi	Gambar Pengujian Keretakan Penetrasi (Pemberian Developer)				
	Spesimen Uji				
	1	2	3	4	5
H84					
H86					
H88					
H94					
H96					
H98					

Tabel 4.11 diberikan cairan developer untuk melihat adanya serabut retakan pada spesimen uji. Hasil pengujian keretakan menggunakan cairan penetrasi, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi indikasi

keretakan yang di sebabkan oleh proses heat treatment pada spesimen uji. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya serabut keretakan yang terlihat setelah dilakukan pemberian cairan developer.

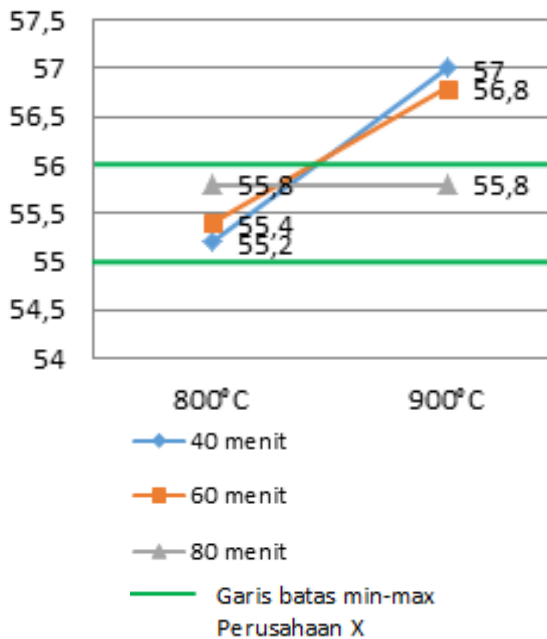
Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan suatu bahan terhadap perubahan bentuk pada area lokal dan permukaan bahan. Dalam hal ini, uji kekerasan untuk baja DIN 1.2510 yang telah dipanaskan menggunakan metode Rockwell.

Hasil uji kekerasan yang diperoleh dari pengujian terlihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 4. 1 Temperatur hardening terhadap nilai kekerasan

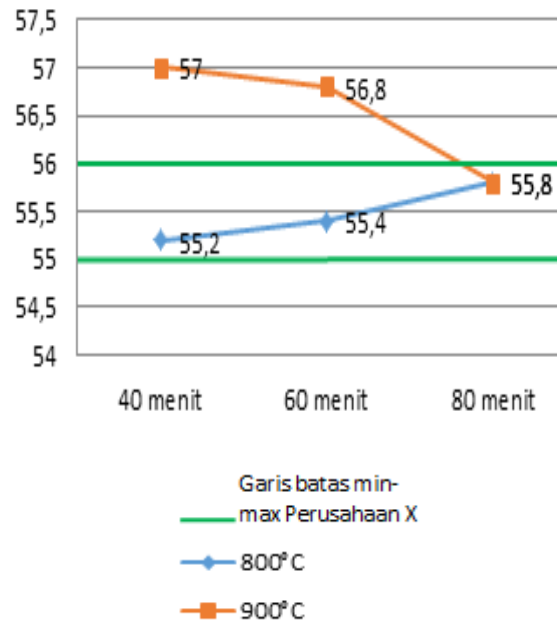
H	T	Temperatur hardening	
		800°C	900°C
	40 menit	55,2 HRC	55,4 HRC
	60 menit	57 HRC	56,8 HRC
	80 menit	55,8 HRC	55,8 HRC



Gambar 4. 12 Grafik temperatur hardening terhadap nilai kekerasan

Tabel 4. 2 holding time terhadap nilai kekerasan

T	Holding Time		
	40 menit	60 menit	80 menit
800°C	55,2 HRC	57 HRC	55,8 HRC
900°C	55,4 HRC	56,8 HRC	55,8 HRC



Gambar 4. 11 Grafik holding time terhadap nilai kekerasan

PEMBAHASAN

Hasil dari pengamatan struktur mikro diketahui bahwa pada proses heat treatment temperatur austenisasi 800°C dan 900°C tidak jauh berbeda struktur mikronya. Kerapatan struktur mikro terlihat sangat jelas dan rapat dengan ditunjukkan oleh banyaknya titik-titik mikro. Banyaknya titik-titik mikro yang terlihat menyebabkan nilai kekerasan yang didapat juga semakin tinggi.

Struktur butiran mikro dengan kerapatan tinggi pada bahan baja diperoleh dengan kombinasi proses *hardening* dan *quencing*. Oleh karena itu, ukuran butir dikendalikan melalui *tempering*.

Pengecilan ukuran butir merupakan salah satu cara yang efektif untuk menghalangi pergerakan dislokasi di sekitar batas butir. Dengan mengecilnya ukuran butir akan mengurangi lintasan dari slip yang berkelanjutan dan juga nilai kekerasan dari baja semakin tinggi. Oleh karena itu, tidak di temukanya dislokasi atau retakan pada bahan

uji spesimen, karena kerapatan struktur mikro yang baik.

Berdasarkan hasil pengujian keretakan menggunakan cairan penetran, tidak terdapat indikasi keretakan yang disebabkan oleh proses *heat treatment* pada spesimen uji. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya serabut keretakan yang terlihat setelah dilakukan pemberian cairan developer.

Pada gambar grafik 4.10 tersebut menggambarkan bahwa pada spesimen yang telah dilakukan proses *heat treatment* mengalami perbedaan nilai kekerasan. Kekerasan terendah didapat pada temperatur *hardening* 800°C dengan *holding time* 40 menit yang memiliki rata-rata sebesar 55,2 HRC. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur *hardening* 800°C dengan *holding time* 60 menit yaitu dengan rata-rata sebesar 57 HRC. Pada perusahaan x kekerasan yang diminta yaitu sebesar 55-56 HRC. Kekerasan sesuai dengan yang diminta perusahaan x yaitu pada temperatur *hardening* 800°C, nilai kekerasan spesimen uji dari kategori *holding time* semuanya memenuhi kriteria perusahaan x. Sedangkan untuk variasi *hardening* 900°C nilai yang sesuai kriteria perusahaan x, yaitu sebesar 55.8 HRC pada *holding time* 80 menit. Mengacu pada gambar grafik 4.10 variasi yang paling efektif terdapat pada variasi temperatur *hardening* 800°C dengan *holding time* 40 menit, variasi tersebut dipilih karena waktunya yang lebih cepat dan hasil kekerasan sudah memenuhi kriteria perusahaan x.

Pada gambar grafik 4.11 dapat diketahui bahwa pada temperatur 800°C nilai kekerasan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya *holding time*. Sedangkan untuk temperatur 900°C nilai kekerasan semakin menurun. Penurunan nilai kekerasan tersebut terjadi dikarenakan jika *holding time* terlalu lama dengan suhu yang tinggi maka akan terjadi pertumbuhan butiran yang menyebabkan turunnya nilai kekerasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai kekerasan paling rendah terdapat pada *hardening* suhu 800°C, *holding time* 40 menit dengan nilai rata-rata total 55,2 HRC. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada *hardening* suhu 900°C *holding time* 40 menit dengan nilai rata-rata total 57 HRC.
2. Pengaruh variasi *holding time* pada proses *heat treatment* yaitu nilai kekerasan semakin meningkat bersama dengan bertambahnya *holding time* pada temperatur 800°C, namun semakin menurun pada temperatur 900°C.
3. Waktu efisiensi untuk memenuhi standart perusahaan x, pada variasi *heat treatment* suhu 800°C adalah *holding time* 40 menit dengan nilai rata-rata total 55.2 HRC.
4. Hasil pengujian penetran menunjukkan tidak terdapat indikasi keretakan karena tidak adanya serabut keretakan yang terlihat setelah dilakukan pemberian cairan developer.

Saran

Saran kedepannya adalah keretakan pada *dies extruder* tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh raw material yang kurang bagus. Pemilihan raw material ternyata sangat berpengaruh terhadap hasil akhir sebuah produk.

REFERENSI

- Dwi, H. & Rudi, S., 2020. Pengaruh Variasi Holding Time Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja SUS 630 Metode Hardening, Volume 2.
- Adriano, D. & Gatot, S., 2018. Analisis Uji Tarik Dan Metalografi Sifat Mekanik Besi Tuang Kelabu (FC-20) Dengan Proses Heat Treatment, Volume 10.
- Amalia, U., 2018. Analisa Sensitisasi Pada Baja Tahan Karat Aisi 304 Menggunakan Laku Panas Normalizing Dengan Variasi Temperatur.
- Mastuki, Bramiana, M. & Zainurrozzaq, F., 2021. Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Komposit Alumunium 6061 Paduan Pasir Besi Lokal Dengan Perlakuan Panas T6 Variasi Komposisi Dan Holding Time.
- Ditjen-Binalattas & Direktorat, B., 2018. Jl. Jend. Gatot Subroto Kav. 51 Lt. 6.A Jakarta Selatan: Kementerian Ketenagakerjaan RI.