

Pengaruh variasi temperatur dan *holding time* pada proses *annealing leaf spring dumb truck* bekas terhadap nilai kekerasan

Eko Nugroho^{1*}, Nurlaila Rajabiah², Tri Cahyo Wahyudi³, Juda Inai⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

⁴ Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

*Corresponding author: exonugros@yahoo.com

Abstract

Leaf spring is a flat plate component that is clamped together to obtain product efficiency using metal materials, sometimes requiring high hardness and wear resistance. The steel working process is highly dependent on the heat treatment process and the cooling media used to obtain good product quality. The purpose of this study was to determine the effect of variations in temperature and holding time in the process of annealing used leaf springs and trucks on hardness values. This test has been carried out with each variation, namely, temperatur 450°C, 550°C, 650°C and held for 30, 60, and 90 minutes as well as the cooling process using air in the heating furnace room. Based on the data obtained, the influence of temperature media and holding time in the annealing process of used leaf spring dumb trucks has a low hardness value at a temperatur of 650°C with a holding time of 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes, the lowest hardness value is at 90 minutes, namely 7.7 while the HRC temperature of 550°C and holding time of 90 minutes reaches 26.9 HRC, the hardness value is higher and the same as 450°C with holding time of 90 minutes which reaches 30.8 HRC. The influence of temperature and holding time on the annealing process of used leaf spring dumb trucks has the lowest hardness value at a temperature of 650°C with a holding time of 90 minutes, namely 7.7 HRC.

Keywords: leaf spring; annealing; hardness.

Abstrak

Leaf spring adalah suatu komponen pelat datar yang dijepit bersama untuk mendapatkan efisiensi produk dengan menggunakan bahan logam kadang memerlukan kekerasan serta ketahanan aus yang tinggi. Proses pengerjaan baja sangat tergantung pada proses perlakuan panas dan media pendingin yang digunakan untuk mendapatkan kualitas produk yang baik. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur dan holding time pada proses *annealing leaf spring dumb truck* bekas terhadap nilai kekerasan. Pengujian ini telah dilakukan dengan masing-masing variasi yaitu, temperatur 450°C, 550°C, 650°C dan dilakukan penahanan waktu 30, 60, dan 90 menit serta proses pendinginan menggunakan udara pada ruang tungku pemanas. Berdasarkan dari data yang didapatkan pengaruh media temperatur dan waktu penahan pada proses *Annealing leaf spring dumb truck* bekas memiliki nilai kekerasan yang rendah pada temperatur 650°C dengan penahanan waktu 30 menit 60 menit dan 90 menit, nilai kekerasan terendah pada 90 menit yaitu 7,7 HRC sedangkan temperatur 550°C dan penahanan waktu 90 menit mencapai 26,9 HRC nilai kekerasannya lebih tinggi dan sama seperti 450°C dengan penahan waktu 90 menit mencapai 30,8 HRC. Pengaruh pada temperatur dan waktu penahan pada proses *Annealing leaf spring dumb truck* bekas memiliki nilai kekerasan terendah pada temperatur 650°C dengan waktu penahanan 90 menit yaitu 7,7 HRC.



Pendahuluan

Leaf spring adalah suatu komponen yang banyak di gunakan pada peralatan kendaraan bermotor sebagai bagian dari sistem suspensi, Komponen ini biasanya terdiri dari beberapa pelat datar yang di jepit bersama untuk mendapatkan efisiensi produk dengan menggunakan bahan logam kadang memerlukan kekerasan serta ketahanan aus yang tinggi [1]. Baja karbon sedang merupakan material yang mempunyai kemampuan las keuletan dan ketangguhan yang baik. Proses pengerjaan baja sangat tergantung pada proses perlakuan panas dan media pendingin yang digunakan untuk mendapatkan kualitas produk yang baik. Produk yang di hasilkan akan memilih sifat mekanis, seperti sifat kekerasan, oleh karena itu baja yang sudah di bentuk memerlukan proses pemanasan dan pendinginan yang tepat terlebih dahulu, guna mendapatkan sifat mekanis yang diinginkan [2]. Untuk memperoleh kuat tarik yang diinginkan, maka diperlukan proses pemanasan, waktu penahanan media pendinginan dan juga suhu pemanasan yang tepat, serta melihat perbandingan antara sebelum dan sesudah pemanasan terhadap sifat mekanis dan struktur mikro akibat pengaruh perbedaan temperatur pemanasan [3]. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dan struktur mikro akibat pengaruh temperatur pemanasan, Dengan perbedaan temperatur pemanasan tersebut, maka akan dihasilkan sifat mekanis dan struktur mikro yang berbeda, sifat mekanis yang di maksud adalah kekerasan [4].

Perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan jalan mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan, penahanan waktu dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan tanpa atau merubah komposisi kimia [5].

Perlakuan panas atau *Heat Treatment* adalah suatu metode yang bertujuan merubah sifat-sifat mekanik dari

logam, seperti contoh kekerasan, kekuatan atau keuletannya. Proses perlakuan panas bertujuan untuk meningkatkan sifat – sifat mekanis, meningkatkan ketahanan terhadap korosi, meningkatkan ketahanan panas, dan mengubah sifat mekanis pada logam. Faktor – faktor yang mempengaruhi hasil dari perlakuan panas mencakup: suhu atau temperatur saat perlakuan panas (*Heat Treatment*), waktu penahanan (*Holding Time*), dan media pendinginan. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai kebutuhan, dapat dilakukan variasi berupa temperatur yang berbeda pada saat heat treatment [6].

Proses *annealing* Kebanyakan logam paduan yang akan dipakai untuk aplikasi teknik harus mempunyai kombinasi kekuatan (*strength*) dan keuletan (*ductility*) yang baik. Logam dapat menjadi lebih keras apabila mendapat pengerjaan dingin (*cold working*).

Dengan dilakukan proses *annealing* maka akan terbentuk kristal *austenite* dan bila didinginkan dengan lambat maka akan dihasilkan kristal *ferrit* dan *pearlite* pada baja *hypoeutectoid* atau *pearlite* dan *sementit network* pada baja *hypereutectoid*. Kenaikan temperatur *annealing* dan waktu penahanan (*holding time*) mempengaruhi tingkat kekerasan [7].

Leaf spring

Leaf spring adalah salah satu jenis suspensi yang terbuat dari beberapa lapisan baja dengan ukuran beragam yang diapit dan disusun di atas satu sama lain untuk membentuk satu bagian melengkung.

Susunan *leaf spring* dibentuk menjadi bentuk elips menggunakan material spring steel yang memiliki sifat melentur saat tekanan ditambahkan pada kedua ujungnya, tetapi kemudian akan kembali ke posisi semula melalui proses redaman. Sifat Elastisitas pada material *spring steel*/baja pegas memungkinkan kelenturan dalam suspensi untuk kenyamanan dan pengendalian mobil [8].

Baja karbon

Baja karbon adalah panduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat – sifatnya, sedangkan unsur – unsur panduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon biasa ditentukan oleh *presentase* karbon dan mikrostruktur. Baja karbon (*carbon steel*). Karbon juga merupakan unsur penguat besi yang efektif. Oleh karena itu, pada umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Perbedaan *presentase* kandungan karbon dalam campuran logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi ke dalam tiga jenis, yaitu: Baja karbon rendah, Baja karbon menengah dan Baja karbon tinggi [9].

Normalizing

Normalizing merupakan pemanasan baja sampai di atas temperatur daerah transformasi, ditahan sampai suhunya merata kemudian didinginkan di udara bebas, untuk mendapatkan struktur butiran yang halus dan seragam pada umumnya untuk memperbaiki sifat mekanis [10].

Hardening

Hardening didefinisikan sebagai proses pemanasan sampai mencapai daerah austenit, yaitu kira-kira 30'-50' di atas garis A3 seperti pada diagram fasa kemudian dilakukan pendinginan dengan media pendinginan air sampai terbentuknya Martensit. Baja yang telah di *hardening* mempunyai kondisi struktur yang sangat tegang dan getas, sehingga tidak bisa digunakan sesuai dengan penggunaan praktis [10].

Tempering

Tempering adalah suatu proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan pada temperatur sebelum titik kritis (*sub-critical*), untuk mendapatkan sifat keuletan dan kekerasan yang lebih baik, dalam proses ini martensit akan berubah menjadi "*Black Martensit*",

troostite dan *sorbite*" yang mempunyai struktur yang lebih baik dan halus. Temperatur tempering tergantung pada sifat yang diinginkan, tapi pada umumnya berkisar antara 180-650°C, [10]. *Tempering* ini terbagi menjadi tiga bagian: *Martempering*, *Austempering* dan *Maraging*.

Annealing

Annealing merupakan salah satu proses laku panas terhadap logam paduan. dalam proses pembuatan suatu produk pada dasarnya *annealing* dilakukan dengan memanaskan logam atau paduan sampai temperatur di atas suhu transformasi (550°C dan 650° suhu 450°C). Sehingga tercapai perubahan yang diinginkan lalu mendinginkan logam atau paduan tersebut dengan laju pendinginan yang lambat. *annealing* dapat dilakukan terhadap benda kerja dengan kondisi yang berbeda – beda dan dengan tujuan yang berbeda, tujuan melakukan *annealing* ialah untuk melunakkan, menghaluskan butir kristal, menghilangkan tegangan dalam dan memperbaiki *machinability*. Tujuan dari *annealing* ialah untuk: Mendapatkan baja yang mempunyai kadar karbon tinggi, tetapi dapat dikerjakan mesin atau pengerjaan dingin.

Proses homogenisasi

Proses ini dilakukan pada rentang temperatur 1100-12000°C. Proses dipusi yang terjadi pada temperatur ini akan menyeragamkan komposisi baja. Proses ini diterapkan pada ingot baja-baja paduan dimana pada saat membeku sesaat setelah proses penuangan, memiliki struktur yang tidak homogen. Sebagian besar tidak homogen tersebut dapat diatasi pada saat pengolahan ingot baja tersebut. Seandainya ketidak homogenan tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, maka perlu diterapkan proses homogenisasi atau *diffusional annealing* [8].

Holding time

Holding time dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari

suatu bahan pada proses hardening dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenite, difusi karbon dan unsur paduannya [4].

Uji kekerasan Rockwell

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap dengan kata lain, ketika gaya tertentu diberikan pada suatu beban uji yang mendapatkan pengaruh pembebanan beban uji akan mengalami deformasi. Kita dapat menganalisa seberapa besar tingkat kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya bahan yang di berikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut [11].



Gambar 1. Rockwell uji kekerasan

Metode Penelitian

A. Tahapan Penelitian

Tahap persiapan. Pada tahap ini menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Alat dan bahan yang akan digunakan sudah tertera di atas. Untuk yang digunakan adalah *pegas daun*, *gerinda*, *tungku pemanas*, *stopwatch* dan *rockwell*

Tahap pengerjaan. Setelah tahap persiapan maka dilakukan tahap pengerjaan. Pegas daun di potong pendek dengan ukuran panjang 100 mm lebar 10 mm tebal 8 mm dimasukkan ke dalam kotak sementasi lalu dipanaskan menggunakan dapur pemanas dengan temperatur 450°C, 550°C, dan 650°C dengan masing-masing penahan *holding time* 30 menit 60 menit dan 90 menit, kemudian didinginkan diudara bebas atau suhu kamar.

B. Tahap pengujian

Setelah *pegas daun* selesai dilakukan proses *annealing*, maka dilakukan pengujian pada material tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UM Metro. *Pegas daun* yang tidak dilakukan proses *annealing* juga dilakukan pengujian. Pengujian Kekerasan dilakukan untuk mengetahui seberapa kekerasan dari benda uji sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-rata dari benda uji. Alat uji pada benda uji menggunakan pengujian kekerasan *rockwell*.

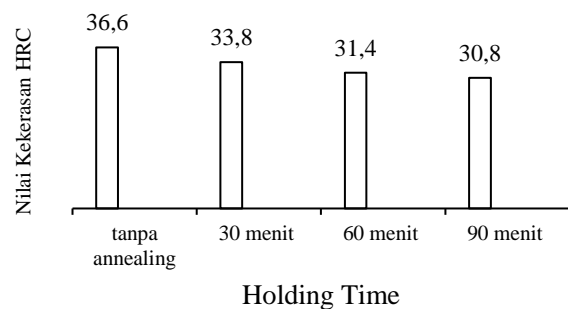
Hasil dan Pembahasan

Adapun pengolahan data leaf spring yang telah di potong sepuluh bagian specimen dengan ukuran 4x4 cm satu specimen tanpa proses *annealing* sedangkan sembilan specimen lainnya menggunakan proses *annealing*, pengujian ini telah dilakukan dengan masing-masing variasi yaitu, temperatur 450°C, 550°C, 650°C dan dilakukan penahanan waktu masing-masing 30 menit, 60 menit dan 90 menit serta proses pendinginan menggunakan udara pada ruang tungku pemanas (*furnance*).

Hasil pengujian kekerasan Rockwell

Adapun analisa data dari pengujian kekerasan *rockwell leaf spring*, tanpa di *annealing* dan *leaf spring* sudah di *annealing* pada temperatur 450°C, 550°C dan 650°C adalah sebagai berikut:

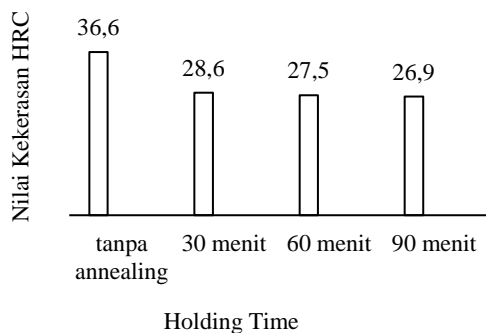
- Grafik hasil pengujian kekerasan *rockwell leaf spring* dengan proses *annealing* pada temperatur 450°C



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai kekerasan temperatur 450°C

Dari penjelasan gambar 2. diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf spring* tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan temperatur 450°C dan waktu penahanan 30 menit 60 menit, dan 90 menit dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. pada *leaf spring* tanpa proses annealing dengan nilai kekerasannya 36,6 *HRC*, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing dengan waktu penahanan 30 menit nilai kekerasannya menurun menjadi 33,8 *HRC*, pada waktu penahanan 60 menit menurun menjadi 31,4 *HRC* dan pada waktu penahanan 90 menit nilai kekerasan menurun menjadi 30,8 *HRC*. Hal ini terjadi karena waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan suatu material, karena semakin lama waktu penahanan maka karbon yang terdifusi semakin banyak dan banyaknya karbon yang terdifusi mempengaruhi kekerasan material

b. Grafik hasil pengujian kekerasan *rockwell leaf spring* dengan proses annealing pada temperatur 550°C

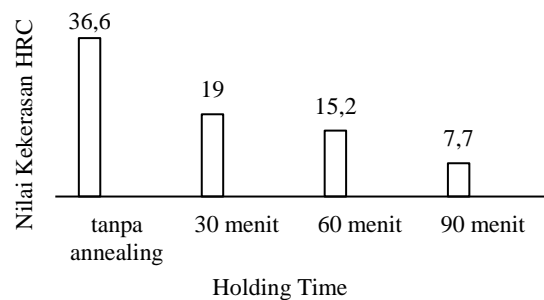


Gambar 3 Grafik perbandingan nilai kekerasan temperatur 550°C

Dari penjelasan gambar 3 diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf spring* tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan temperatur 550°C dan waktu penahanan 30 menit 60 menit, dan 90 menit dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. pada *leaf spring* tanpa proses annealing dengan nilai kekerasannya 36,6 *HRC*, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing dengan waktu penahanan 30 menit nilai kekerasannya menurun menjadi

28,6 *HRC*, pada waktu penahanan 60 menit menurun menjadi 27,5 *HRC* dan pada waktu penahanan 90 menit nilai kekerasan menurun menjadi 26,9 *HRC*. Hal ini terjadi karena waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan suatu material, karena semakin lama waktu penahanan maka karbon yang terdifusi semakin banyak dan banyaknya karbon yang terdifusi mempengaruhi kekerasan material.

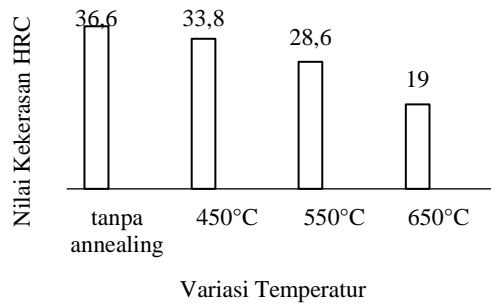
c. Grafik pengujian kekerasan *rockwell leaf spring* dengan proses annealing pada temperatur 650°C



Gambar 4 Grafik perbandingan nilai kekerasan temperatur 650°C

Dari penjelasan gambar 4 diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf spring* tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan temperatur 650°C dan waktu penahanan 30 menit 60 menit, dan 90 menit dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. pada *leaf spring* tanpa proses annealing dengan nilai kekerasannya 36,6 *HRC*, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing dengan waktu penahanan 30 menit nilai kekerasannya menurun menjadi 19 *HRC*, pada waktu penahanan 60 menit menurun menjadi 15,2 *HRC* dan pada waktu penahanan 90 menit nilai kekerasan menurun menjadi 7,7 *HRC*. Hal ini terjadi karena waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan suatu material, karena semakin lama waktu penahanan maka karbon yang terdifusi semakin banyak dan banyaknya karbon yang terdifusi mempengaruhi kekerasan material

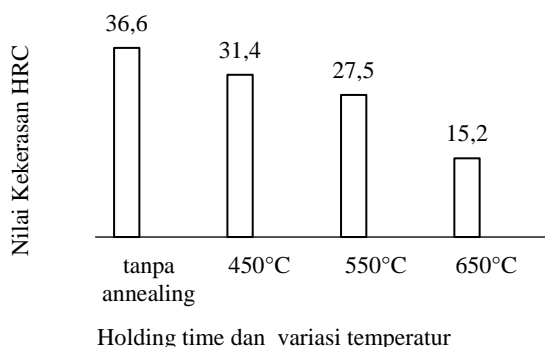
d. Grafik Hasil Perbandingan Nilai Kekerasan Pada Variasi Temperatur Dan Holding Time 30 Menit.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai kekeran pada variasi temperatur dan holding time 30 menit

Dari penjelasan Gambar 5 diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf spring* tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan holding time 30 menit dan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. untuk *leaf spring* tanpa proses annealing nilai kekerasannya mencapai 36,6 HRC, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing pada temperatur 450°C dengan holding time 30 menit nilai kekerasannya mencapai 33,8 HRC, kemudian temperatur 550°C penahanan waktu 30 menit nilai kekerasannya mencapai 28,6 HRC, dan temperatur 650°C penahanan waktu 30 menit nilai kekerasannya mencapai 19 HRC, Hal ini terjadi karena variasi temperatur berpengaruh pada nilai kekerasan suatu material. Semakin tinggi temperatur maka semakin turun nilai kekerasannya

e. Grafik hasil perbandingan nilai kekerasan pada variasi temperatur dan holding time 60 menit

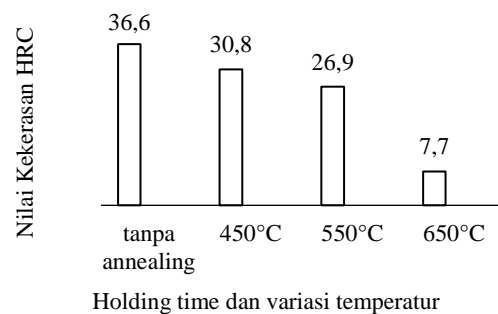


Gambar 6. Grafik perbandingan nilai kekeran pada variasi temperatur dan holding time 60 menit

Dari penjelasan Gambar 6 diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf*

spring tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan holding time 60 menit dan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. untuk *leaf spring* tanpa proses annealing nilai kekerasannya mencapai 36,6 HRC, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing pada temperatur 450°C dengan holding time 60 menit nilai kekerasannya mencapai 31,4 HRC, kemudian temperatur 550°C penahanan waktu 60 menit nilai kekerasannya mencapai 27,5 HRC, dan temperatur 650°C penahanan waktu 60 menit nilai kekerasannya mencapai 15,2 HRC, Hal ini terjadi karena variasi temperatur berpengaruh pada nilai kekerasan suatu material. Semakin tinggi temperatur maka semakin turun nilai kekerasannya

f. Grafik hasil perbandingan nilai kekerasan pada variasi temperatur dan holding time 90 menit

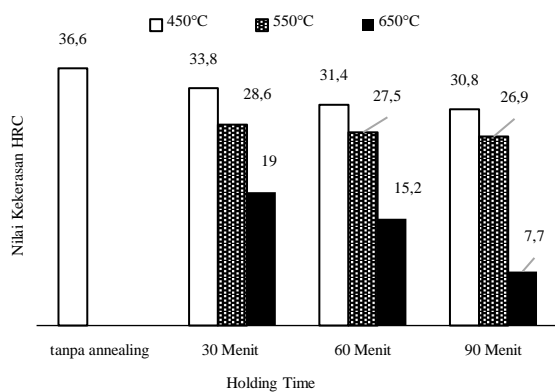


Gambar 7. Grafik perbandingan nilai kekeran pada variasi temperatur dan holding time 90 menit

Dari penjelasan Gambar 7 diperoleh pengujian kekerasan *rockwell* pada *leaf spring* tanpa proses annealing dan *leaf spring* setelah di proses annealing dengan holding time 90 menit dan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas. untuk *leaf spring* tanpa proses annealing nilai kekerasannya mencapai 36,6 HRC, dan untuk *leaf spring* setelah dilakukan proses annealing pada temperatur 450°C dengan holding time 90 menit nilai kekerasannya mencapai 30,8 HRC, kemudian temperatur 550°C penahanan waktu 90 menit nilai kekerasannya mencapai 26,9 HRC, dan

temperatur 650°C penahanan waktu 90 menit nilai kekerasannya mencapai 7,7 HRC, Hal ini terjadi karena variasi temperatur berpengaruh pada nilai kekerasan suatu material. Semakin tinggi temperatur maka semakin turun nilai kekerasannya.

g. Grafik perbandingan nilai kekerasan keseluruhan



Gambar 8. Grafik Nilai Kekerasan Keseluruhan

Dari penjelasan gambar 8 data yang di peroleh dari hasil penujian kekerasan Rockwell pada leaf spring tanpa proses annealing nilai kekerasannya 36,6 HRC, kemudian penelitian yang telah di lakukan dengan proses annealing pada waktu penahan 30 menit dengan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan ruang tungku pemanas nilai kekerasannya mencapai 33,8 pada temperatur 450°C HRC pada temperatur 550°C nilai kekerasan 28,6 HRC dan temperatur 650°C nilai kekerasan 19 HRC dari grafik 30 menit di simpulkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan maka semakin tinggi temperatur dan penahan waktu.

Kemudian penelitian yang telah dilakukan dengan proses annealing pada waktu penahan 60 menit dengan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan ruang tungku pemanas nilai kekerasannya mencapai 31,4 pada temperatur 450°C HRC pada temperatur 550°C nilai kekerasan 27,5 HRC dan temperatur 650°C nilai kekerasan 15,2 HRC dari grafik 30 menit di simpulkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan

maka semakin tinggi temperatur dan penahanan waktu.

Kemudian penelitian yang telah di lakukan dengan proses annealing pada waktu penahan 90 menit dengan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan pendinginan ruang tungku pemanas nilai kekerasannya mencapai 30,8 pada temperatur 450°C HRC pada temperatur 550°C nilai kekerasan 26,9 HRC dan temperatur 650°C nilai kekerasan 7,7 HRC dari grafik 30 menit di simpulkan bahwa semakin rendah nilai kekerasan maka semakin tinggi temperatur dan penahanan waktu.

Hal ini terjadi karena temperatur berpengaruh terhadap kenaikan kekerasan leaf spring dan waktu penahanan selama proses annealing berpengaruh terhadap meningkatnya kekerasan leaf spring, dimana semakin lama waktu penahanan maka semakin banyak karbon yang terdifusi, karena jumlah karbon yang terdifusi mempengaruhi kekerasan leaf spring Penelitian ini dari data yang didapat menunjukkan bahwa waktu penahanan berpengaruh terhadap kekerasan suatu material, semakin lama waktu penahanan maka semakin nilai kekerasannya.

Kesimpulan

Dari proses analisa pengaruh yang terjadi temperatur dan waktu penahanan pada proses Annealing leaf spring dumb truck bekas dengan pendinginan pada ruang tungku pemanas terhadap nilai kekerasan, dengan variasi temperatur 450°C, 550°C dan 650°C dengan masing-masing waktu penahanan 30 menit 60 menit dan 90 menit Maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh media temperatur dan waktu penahan pada proses Annealing leaf spring dumb truck bekas memiliki nilai kekerasan yang rendah pada temperatur 650°C dengan penahanan waktu 30 menit 60 menit dan 90 menit, nilai kekerasan terendah pada 90 menit yaitu 7,7 HRC sedangkan temperatur 550°C dan penahanan waktu 90 menit mencapai 26,9HRC nilai kekerasannya lebih tinggi dan sama seperti 450°C dengan penahan

waktu 90 menit mencapai 30,8HRC. Pengaruh pada temperatur dan waktu penahan pada proses *Annealing* leaf spring dumb truck bekas memiliki nilai kekerasan terendah pada temperatur 650°C dengan waktu penahanan 90 menit yaitu 7,7 HRC.

Referensi

- [1] Indra, S. Dan Nur M.S., 2008 Meningkatkan Mutu Baja Sup 9 Pada Pegas Daun Dengan Proses Perlakuan Panas Sintek Jurnal Februari 2016, (<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/93>).
- [2] Istiqlaliyah, H &, Rhoernan, F., 2016, Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Kekerasan Sambungan Baja St 37 Pada: 05 Januari 2017, (<https://media.neliti.com/media/publications/176995-ld-pengaruh-variati-temperatur-annealing-te>).
- [3] Lanal S.N., 2017 Pengaruh Proses Annealing Terhadap Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pipa Sa 179 Yang Telah Mengalami Pembengkokan, Mei 2016 (<https://123dok.com/document/Qv876nIz>).
- [4] Setiawan, Indra., Sakti Nur, Muhamad., 2008, “Meningkatkan Mutu Baja SUP 9 Pada Pegas Daun Dengan Proses Perlakuan Panas”, Universitas Muhammadiyah Jakarta
- [5] Lanal Septiawan Nugroho, (2017), Pengaruh Proses Annealing Terhadap Perubahan Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Pipa SA 179 yang Telah Mengalami Pembengkokan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- [6] R. Edy Purwanto, Subagiyo, Anggit Murdani dan Listiono, 2016. Perlakuan Bahan Praktikum. Polinema Pres, Politeknik Negeri Malang (Polinema).
- [7] Widodo, W. S., & Istiqlaliyah, H. (2015). Perencanaan Mesin Pengiris Bawang Merah Dengan Pengiris Vertikal (Shallot Slicer) Dengan Kapasitas 1 Kg/Menit. Jurnal Nusantara Of Engineering, 2(1), 30-36
- [8] Chaudhari, Mayuri A., 2015, “Design and Analysis of Leaf Spring of Tanker Trailer Suspension System”, Department of Mechanical Engg. S.S.V.P.S’s B.S.Deore COE Dhule (MS), India
- [9] Nugroho, Lanal Septiawan. 2017. ‘pengaruh proses annealing terhadap perubahan kekerasan dan struktur mikro pada pipa sa 179 yang telah mengalami pembengkokan’. 1(10-11):92
- [10] Sitinjak, Tony, dan Tumpal. J. R. S, 2005. Pengaruh Citra Merek dan Sikap Merek terhadap Ekuitas Merek. Manajemen Merek. Jurnal ISSN : 0854 – 8153 Vol. 12 No. 2
- [11] Dieter 1987 Menguasai Prosedur Pengujian Kekerasan Brinell, Vickers Dan Rockwell Universitas Negeri Yogyakarta Pada Mey 2015.