

Karakteristik Kelelahan Baja Karbon S 45 C Dianil dengan Suhu 850⁰ selama Satu Jam

Gugun Gundara

Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Indonesia.

*Email: gugun@umtas.ac.id

Abstrak

Baja karbon S 45 C yang di annealing sampai temperature austenite (850⁰C) diteliti sifat fisis dan mekanis material tersebut. Proses memanaskan material dilakukan selama 1 jam kemudian di dinginkan secara perlahan didalam tungku pemanas secara tertutup. Hasil uji kekerasan rata-rata untuk raw material sebesar 186,304 kg/mm², sedangkan hasil uji material annealing harga kekerasan rata-ratanya lebih rendah dari raw material yaitu sebesar 162,424 kg/mm². Hasil uji tarik material annealing tegangan tariknya maksimum 65,48 kg/mm² dan tegangan luluhnya 41,20 kg/mm² lebih rendah dari harga raw material yaitu 71,23 kg/mm² untuk tegangan tarik maksimal dan tegangan luluhnya sebesar 43,38 kg/mm². Pengujian lelah dilakukan dengan rotary bending machine dengan beban amplitude konstan. Adanya factor konsentrasi tegangan dapat mempercepat terjadinya proses retak. Perlakuan annealing akan menurunkan kekuatan fatik bahan

Kata Kunci: Annealing, Baja, Karbon, Uji tarik.

Abstract

The carbon steel of S 45 C which annealing until temperature austenite (850⁰C) accurated physical and mechanical of the material. The process of heating material is one hour, then cooling slowly in a closed hotplate. The average result of hardness test for raw material is 186,304 kg/mm² and the average result of annealing the material test is lower than raw material. The average result of annealing the material test is 162,424 kg/mm². The result of tensile test of annealing material has maximum tension. The maximum tension is 65,48 kg/mm² and tension smash is 41,20 kg/mm² is lower than price of raw material is 71,23 kg/mm² for maximal attract tension and tension smash is 43,38 kg/mm². Tired test do with rotary bending machine by constant amplitude load. The factor of tension concentration can speed up crack process. Annealing can reduce the power of fatigue material.

Keywords: Annealing, Steel, Carbon, Tensile test.

1. Pendahuluan

Kegagalan lelah makin menonjol sejalan dengan pengembangan peralatan teknologi seperti pompa, turbin, mobil, pesawat terbang dan lain-lain. Kesemuanya mengalami beban berulang dan getaran [1-3]. Sebagian besar peralatan teknologi mengalami beban dinamis, terutama beban dinamis putar. Komponen yang paling besar menerima beban dinamis putar adalah poros. Beban yang diterima oleh poros dapat berupa beban tetap, beban kejut atau paduan antara kedua beban tersebut.

Kegagalan lelah poros akan semakin tampak apabila mengalami beban kejut. Beban kejut ini bias terjadi pada

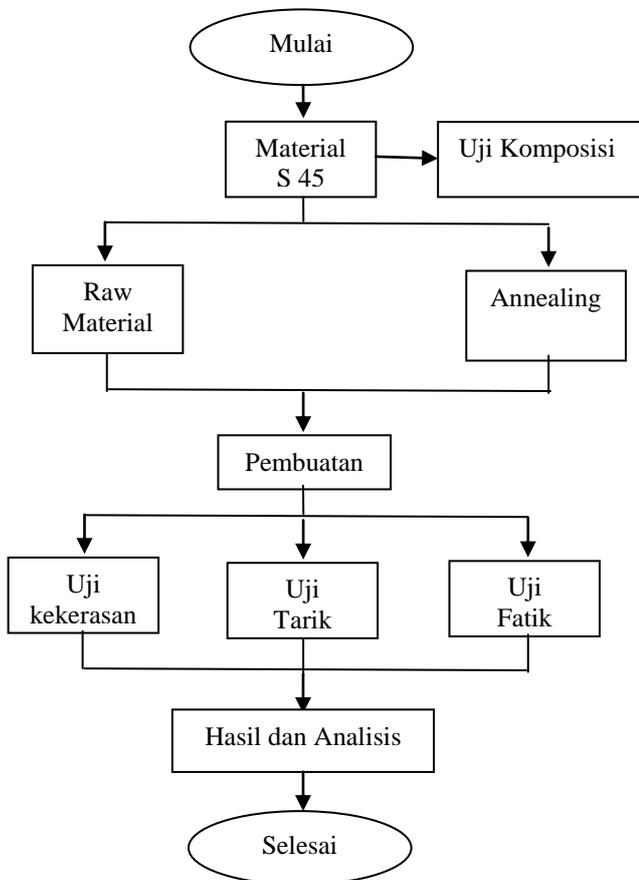
saat gerakan mula-mula, pengereman, pemindahan transmisi oda gigi, atau ada beban kejut dari luar. Kelelahan mengakibatkan patah yang terlihat rapuh, tanpa deformasi pada patahan tersebut. Pada skala makroskopik permukaan patahan biasanya dikenal dari bidang perpatahan, ada bagian yang halus akibat gesekan yang terjadi pada saat retak merambat dan daerah kasar, perpatahan ulet terjadi pada waktu penampang tidak dapat menerima beban. Seringkali perkembangan retakan ditandai dengan sejumlah cincin atau garis pantai (*beach mark*), bergerak kedalam dimana kegagalan mulai terjadi [4-6].

Pada setiap perancangan, seorang perancang harus dapat memilih jenis material yang cocok dengan konstruksi yang akan dirancangnya, karena berbagai material telah beredar di pasaran, termasuk baja poros S 45 C. Material ini merupakan baja karbon sedang yang banyak dipakai sebagai elemen poros. Oleh karena itu sangat perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik leleh bahan tersebut [7-10].

Pada penelitian ini, pertama menganalisa kekuatan leleh dari baja S 45 C. Selanjutnya, menganalisis sifat-sifat fisis dan meknsis dengan cara pengujian kekeasan dan pengujian tarik. Terakhir, mengetahui pengaruh annealing terhadap sifat mekanis material S 45 C.

2. Metode Penelitian

Untuk pemecahan masalah sehingga diperoleh hasil akhir yang diharapkan digunakan metode literature dan eksperimen. Metode eksperimen dilakukan pengujian secara langsung di Laboratorium Material Teknik Program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya yaitu pengampelasan, pengamatan, struktur mikro dengan mikroskop optk, uji kekerasan dengan makro *vickers Hardnes Number* (VHN), uji tarik, dan uji leleh. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1: Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Kekerasan

Material yang diuji adalah satu raw material dan satu material yang mengalami annealing. Pengujian ini menggunakan alat *macro vickers hardness*. Penjejukan dilakukan pada lima tempat pada penampang melintang sampel hasil uji struktur mikro yang sudah dihaluskan permukaannya. Besarnya nilai kekerasan dari penelitian ini dapat dilihat pada **Table 1** berikut :

Tabel 1: Data hasil uji kekerasan

| Material | No | Diagonal rata-rata d (mm) | VHN (kg/mm ²) |
|--------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| Raw Material | I | 0,532 | 201,958 |
| | II | 0,540 | 195,974 |
| | III | 0,540 | 195,974 |
| | IV | 0,565 | 179,537 |
| | V | 0,556 | 184,778 |
| | Nilai VHN rata-rata | | |
| Annealing | I | 0,597 | 160,652 |
| | II | 0,589 | 165,083 |
| | III | 0,597 | 160,652 |
| | IV | 0,589 | 165,083 |
| | V | 0,597 | 160,652 |
| | Nilai VHN rata-rata | | |

Dari hasil pengujian kekerasan diatas dapat dilihat bahwa nilai VHN rata-rata untuk raw material adalah 191,644 kg/mm² dan nilai VHN rata-rata untuk material yang mengalami perlakuan annealing adalah 162,424 kg/mm². Dapat diambil kesimpulan bahwa untuk material yang mengalami perlakuan annealing mempunyai sifat yang lebih lunak bila dibandingkan dengan raw matrial. Hal ini disebabkan karena material yang diannealing mempunyai diameter butir yang lebih besar.

3.2 Pengujian tarik Statis

Penelitian ini untuk mengetahui besarnya tegangan luluh (*yield stress*) dan tegangan maksimum (*ultimate stress*). Besar beban yang digunakan pada uji tarik statis adalah 1000kg.

Data hasil uji tarik statis pada **Table 2** dapat dilihat bahwa raw material dan material yang mengalami perlakuan annealing keduanya merupakan material yang ulet. Hal ini dapat dilihat dalam kurva tegangan-regangan untu kedua material tersebut. Besarnya egangan luluh (*yield point*) untuk raw material adalah 43,38 (kg/mm²) dan untuk material yang di annealing adalah 41,20 (kg/mm²). Besarnya tegangan maksimum untuk raw material sebesar 71,23 (kg/mm²) dan untuk material yang mengalami perlakuan annealing adalah 65,48. Selain itu

dalam pengukuran tiap benda uji tarik besarnya regangan 34,37% untuk raw material dan material yang di annealing sebesar 40,62%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis material tersebut mengalami pertambahan panjang. Artinya kedua material tersebut mempunyai sifat ulet, hanya saja material yang mengalami perlakuan annealing sifatnya lebih ulet. Material yang mengalami perlakuan annealing presentase feritnya lebih besar bila dibandingkan dengan perlit. Struktur ferit inilah yang menyebabkan material menjadi lunak sehingga material tersebut mempunyai sifat ulet.

Tabel 2: data uji tarik statis

| Material | σ luluh (kg/mm ²) | σ maks (kg/mm ²) | ϵ % |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Raw Material | 43,38 | 71,23 | 34,37 |
| Annealing | 41,20 | 65,48 | 40,62 |

3.3 Pengujian Lelah

Besarnya beban awal yang digunakan sebagai patoakan diperoleh dari hasil tegangan maksimum yang dilakukan dari pengujian tarik statis. Nilai tegangan maksimum untuk raw material adalah 71,23 kg/mm² dan besarnya tegangan maksimum untuk material yang mengalami perlakuan annealing adalah 65,48 kg/mm². Besarnya beban yang digunakan dalam pengujian lelah ini adalah 20,5 kg untuk raw material baik dengan *notch* atau tanpa *notch*, dan 14 kg untuk material yang mengalami perlakuan annealing.

Table 3: hasil pengujian lelah tanpa *notch*

| No | Beban P (kg) | Siklus N (Putaran) | Tegangan S (MPa) |
|----|--------------|--------------------|------------------|
| 1 | 20,5 | 23600 | 392,47 |
| 2 | 19 | 62500 | 370,62 |
| 3 | 17,5 | 123000 | 341,36 |
| 4 | 16,5 | 365700 | 310,08 |
| 5 | 16 | 874000 | 306,32 |
| 6 | 15,5 | *2010000 | 302,35 |
| 7 | 15 | *2100000 | 292,59 |

Ket * Material belum putus

Table 4: hasil pengujian lelah dengan *notch*

| No | Beban P (kg) | Siklus N (Putaran) | Tegangan S (MPa) |
|----|--------------|--------------------|------------------|
| 1 | 20,5 | 21300 | 392,47 |
| 2 | 19 | 23600 | 357,06 |
| 3 | 17,5 | 101600 | 328,87 |
| 4 | 16,5 | 231100 | 315,89 |
| 5 | 16 | 516000 | 312,10 |
| 6 | 15,5 | 1300000 | 302,35 |
| 7 | 15 | *1800000 | 292,59 |

Ket. * material belum putus

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa untuk beban yang sama banyaknya siklus untuk raw material dengan *notch* selalu lebih rendah bila dibandingkan dengan raw material tanpa *notch*. Hal ini diambil kesimpulan adanya *notch* atau takik akan memberikan pengaruh pada proses terjadinya kegagalan lelah (*fatigue failure*). Adanya *notch* dapat menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan yang menyebabkan material tersebut akan lebih mudah terjadinya proses retak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa uji kekerasan diperoleh material yang mengalami proses annealing lebih lunak bila dibandingkan dengan raw material. Hal ini disebabkan pada material yang mengalami proses annealing komposisi feritnya lebih banyak dibandingkan dengan perlit sehingga mempunyai sifat yang lunak.

Dari uji tarik diperoleh hasil kedua material mempunyai sifat ulet. Akan tetapi material yang mengalami perlakuan annealing mempunyai sifat yang lebih ulet, bias dilihat dengan adanya tegangan luluh kedua material tersebut.

Hasil Pada Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa batas ketahanan lelah untuk raw material tanpa *notch* adalah pada tegangan 302,35 MPa dan 292,59 MPa untuk material dengan *notch* dan material yang di annealing sebesar 243, 83. Adanya *notch* akan memberikan efek terhadap ketahanan lelah. Hal ini dibuktikan untuk beban yang sama pada raw material dengan *notch* diperoleh jumlah siklus yang lebih rendah dibandingkan raw material tanpa *notch*.

Daftar Pustaka

1. G. E. Dieter., dan D. J. Bacon, *Mechanical metallurgy*. New York: McGraw-Hill (1986).
2. N. S. Stoloff and V. K. Sikka., *Physical metallurgy and processing of intermetallic compounds*. New York: Springer Science and Business Media (2012).
3. K. G. Swift dan J. D. Booker, *Process selection: from design to manufacture*. London: Butterworth-Heinemann (2003).
4. Sularso dan K. Suga., *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.*, Jakarta: PT Pradnya Paramita (1997).
5. T. Surdia dan S. Saito., *Pengetahuan bahan teknik.*, Jakarta: PT Pradnya Paramita (1985).
6. V. Malau, *Pengetahuan Bahan Teknik dan manufactur*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma (1999).
7. K. Diharjo., Karakteristik lelah poros baja S45C bertakik V akibat beban amplitudo konstan dan beban tiba-tiba. *Media Teknik*, 23, 2001.
8. N. Supriyana., P. Londa., T. Hidayat., J. Jamari., dan S. Nugroho., Kaji eksperimental running-in pada kontak rolling-sliding pasangan material aluminium dengan baja S45C. *ROTASI*, 15(2), 18-23 (2013).
9. L. H. Van Vlack, *Elemen–Elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Alih bahasa: Sriati Djaprie), Jakarta: Erlangga (2004).
10. L. H. Van Vlack., *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Bandung: Erlangga (1992).