

Pengaruh Annealing Baja St 37 Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik

Affandi^{1*}, Arya Rudi Nasution², Iqbal Tanjung³, A M Siregar⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia
Jl. Kapt. Mukhtar Basri No 3 Medan 20238, Indonesia.

*Email: affandi@umsu.ac.id

ABSTRACT

Steel ST 37 which is equivalent to AISI (The American Iron & Steel Institute) is one of the steels produced for the manufacture of various machine components. To improve the mechanical properties and material structure of ST 37 Steel, it is necessary to carry out the heat treatment (annealing) process. The objective of this study was to determine the annealing treatment of ST 37 steel on hardness and tensile strength to analyze the tensile test on ST 37 steel before and after annealing treatment and to analyze the hardness test of ST 37 steel before and after annealing treatment. The annealing process is carried out by preparing the test material and inserting the test material into the furnace and tightly closing the door of the heat treatment furnace. Set the temperature to be used in the test, which is 500°C, and held for 60 minutes. Then turn off the furnace and leave the test specimens in the furnace for 72 hours to cool through the air cooling medium, after which tensile and hardness tests are carried out. The test results of the tensile test specimens with the ASTM E8/ESM standard and the hardness test specimens with the ASTM E18 standard are, the average value of the tensile test results before the annealing process is 50.65 kgf/mm² and the average value of the tensile test results after the annealing process is 31.45 kgf/mm². While the average value of the hardness test before the annealing process was 75.22 HRA and the average value of the hardness test after the annealing process was 67.63 HRA. From these results, ST 37 steel before the annealing process has higher hardness and tensile strength. However, in subsequent tests, harder specimens can be used compared to ST 37 Steel specimens, and in the use of heat treatment furnaces, it is preferable to be in a state of heat safety.

Kata Kunci: Annealing, Steel ST 37, Hardness, Tensile Strength

PENDAHULUAN

Heat Treatment (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada elektrik *terance* (tungku) pada temperature kristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing – masing mempunyai kerapatan pendingin yang berbeda – beda[1][2].

Annealing atau proses melunakkan baja adalah proses pemanasan baja diatas temperature kritis[3], selanjutnya dibiarkan beberapa lama sampai *temperature* merata disusul dengan pendinginan secara perlahan – lahan dan menjaga agar *temperature* bagian luar dan dalam kira – kira sama hingga diperoleh struktur yang diinginkan dengan menggunakan media pendingin udara[4]. Segala kebutuhan manusia tidak terlepas dari unsur logam, karena hampir semua alat yang digunakan manusia terbuat dari unsur logam. Sehingga logam mempunyai peranan aktif dalam kehidupan manusia dan menjadi salah satu faktor penunjang teknologi sekarang ini. Oleh karena itu timbul usaha – usaha manusia untuk memperbaiki sifat – sifat dari logam tersebut yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya[5].

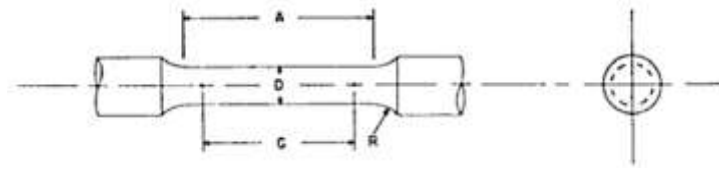
Meskipun sejumlah besar bahan tersedia, baja telah digunakan dalam berbagai aplikasi yang dipakai sebagai bahan industri dan komponen mesin[6][7]. Baja ST 37 yang setara dengan AISI (*The American Iron & Steel Institut*) adalah salah satu baja yang dihasilkan untuk pembuatan berbagai komponen permesinan[8]. Namun untuk mendapatkan sifat yang berbeda sehingga umur pakainya dapat ditingkatkan maka dilakukan bagaimana cara proses perlakuan panas *annealing* pada baja tersebut[9].

Sehingga objektif dari penelitian ini untuk mengetahui perlakuan *annealing* Baja ST 37 terhadap kekerasan dan kekuatantarik, serta untuk menganalisa pengujian tarik pada Baja ST 37 sebelum dan sesudah perlakuan *annealing*, kemudian menganalisa pengujian *hardness* (kekerasan) Baja ST 37 sebelum dan sesudah perlakuan *annealing*.

METODE PENELITIAN

Pengujian ini dilaksanakan pada Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dengan spesimen uji Tarik adalah Baja ST 37

dengan bentuk dan dimensi berdasarkan standart pengujian ASTM E8/E8M terlihat pada gambar dibawah ini.



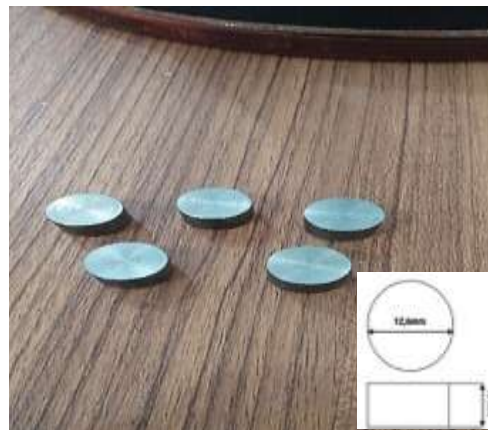
Gambar 1. Spesimen Uji bajast 37 ASTM-E8[10]

Adapun bentuk benda uji atau spesimen bajast 37 sesudah dibubut dan sesudah di buat ulir terdapat pada gambar 2 sebagai berikut;



Gambar 2. Spesimen Uji Baja ST 37 setelah di bubut dan di ulir.

Adapun bentuk benda uji atau spesimen baja ST 37 sesudah di potong degan Ukuran tebal 1 cm dan diameter 12,6 mm bahan pengujian hardness terdapat pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Spesimen Uji Baja 37 bahan pengujian hardness

Tahapan awal dari penelitian proses annealing ini adalah dengan menyiapkan bahan uji tarik dan hardness dengan standard ASTM E8/E8M. Kemudian masukan bahan uji kedalam tungku dan tutup rapat pintu tungku heat treatment. Atur suhu yang akan digunakan pada pengujian yaitu 500°C, dan tahan selama 60 menit. Setelah itu matikan tungku dan spesimen uji dibiarkan dalam tungku selama kurang lebih 72 jam hingga dingin melalui media udara. Tahap akhir melakukan pengujian tarik dan hardness serta menganalisis data. Tegangan diartikan sebagai gaya tiap satuan luas. Untuk menghitung tegangan harus membagi gaya dengan luas penampang.

Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

(1)

Regangan dapat diartikan perpanjangan tiap satuan panjang yang diucapkn atau tidak dalam persen. Untuk menghitung regangan, perpanjangan harus dibagi dengan ukuran panjang batang yang semula dan angka ini dikalikan atau tidak dengan 100%.

Regangan(ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

Modulus kenyal berdasarkan besarnya sudut α adalah Ukuran untuk kekenyalan. Kekenyalan ini dinyatakan dalam modulus kenyal ϵ , yang samadengantg α dapat dihitung dengan rumus berikut.

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Pengujian kekerasan bahan dengan metode Rockwell, dimana kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan dari penerapan dan pelepasan beban utama dipakai untuk menentukan angka kekerasan *Rockwell* sebagai berikut.

$$HR = E - e \quad (4)$$

Dimana:

E = konstanta dengan nilai 100 untuk indentor intan dan 130 indentor bola

e = kedalaman penetrasi permanen karena beban utama (F1) diukur dengan satuan 0.002 mm.

Maka $e = h/0.002$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tarik

Gambar 4 dibawah ini adalah hasil spesimen uji yang sudah dilakukan pengujian Tarik sebelum melalui proses *annealing*.



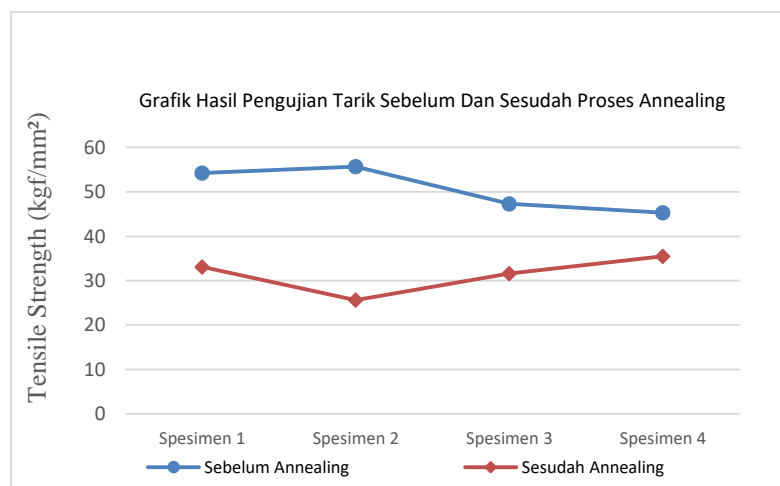
Gambar 4. Hasil spesimen uji Tarik sebelum proses *annealing*

Hasil pengujian tarik sebelum proses *annealing* diambil nilai rata-rata dari grafik *tensile strength* pengujian 1 dengan nilai 54.26 kgf/mm², pengujian 2 dengan nilai 55.71 kgf/mm², pengujian 3 dengan nilai 47.32 kgf/mm², pengujian 4 dengan nilai 45.34 kgf/mm². Dengan nilai rata-rata dari hasil pengujian masing-masing spesimen adalah 50.56 kgf/mm². Hasil pengujian Tarik sesudah proses *annealing* diambil nilai rata – rata dari grafik *tensile strength* pengujian 1 dengan nilai 33.10 kgf/mm², pengujian 2 dengan nilai 25.64 kgf/mm², pengujian 3 dengan nilai 31.60 kgf/mm², pengujian 4 dengan nilai 35.49 kgf/mm². Dengan nilai rata – rata dari hasil pengujian masing – masing spesimen adalah 31.45 kgf/mm². Gambar 5 dibawah ini adalah hasil spesimen uji yang sudah dilakukan uji tarik sesudah melalui proses *annealing*



Gambar 5. Hasil spesimen uji tarik sesudah proses annealing

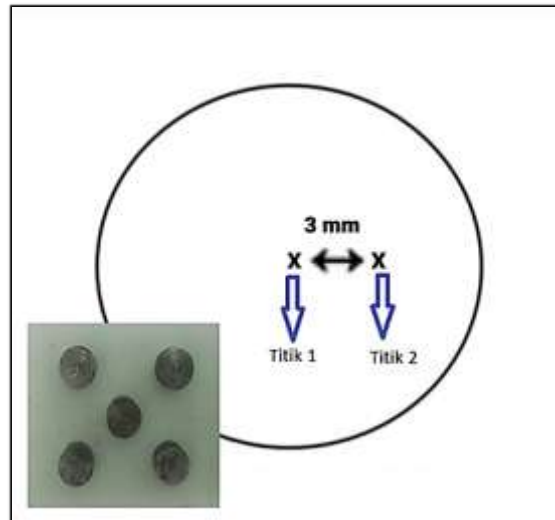
Hasil pengujian tarik spesimen uji sebelum dan sesudah proses annealing dapat diketahui bahwa spesimen Baja ST 37 sebelum dilakukan proses *annealing* memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi dibandingkan dengan spesimen Baja ST 37 sesudah proses *annealing*. Dengan hasil sebelum proses *annealing* adalah 50.56 kgf/mm² dan hasil sesudah proses annealing adalah rata 31.45 kgf/mm². Proses perlakuan panas yang digunakan juga berfungsi untuk membuat material menjadi lebih lunak dan meningkatkan *ductility* (Hesti Istiqlaliyah 2016). Gambar 6 dibawah ini adalah grafik rata-rata hasil pengujian Tarik sebelum dan sesudah dilakukan proses *annealing*.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Tarik Sebelum Dan Sesudah Proses Annealing

Pengujian Hardness

Pengambilan data/pengujian spesimen uji Baja ST 37 dengan 2 titik pengambilan data pada spesimen sebelum *annealing* dengan jarak titik 1 dan 2 adalah 3mm seperti pada gambar dibawah ini dengan tanda x merupakan titik uji seperti gambar 6 dibawah. Pada pengujian ini dilakukan 2 titik pengambilan data dengan 5 spesimen sesudah mengalami proses annealing dan 5 spesimen belum mengalami proses annealing dengan beban 60 kgf kemudian di uji hingga keluar nilai atau angka hasil pengujian pada monitor mesin uji *hardness rockwell*.

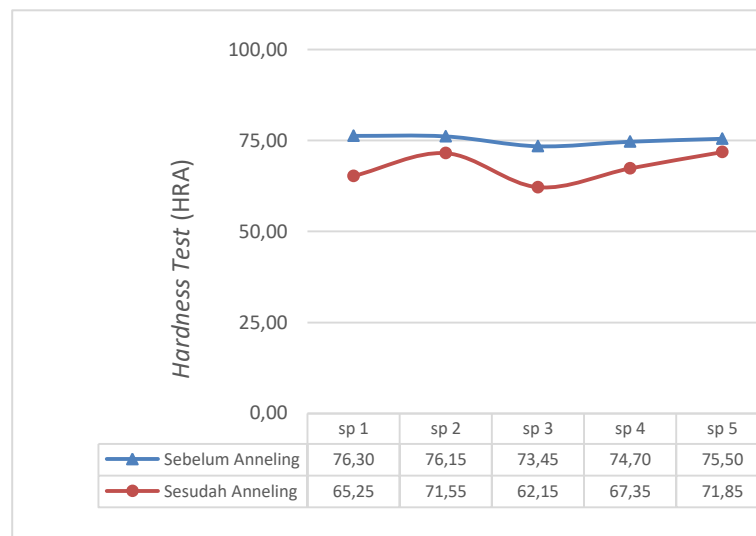


Gambar 6. Spesimen pengujian *hardnes rockwell*

Hasil pengujian *hardness* spesimen uji sebelum dan sesudah proses *annealing* dapat diketahui bahwa spesimen Baja ST 37 sebelum dilakukan proses *annealing* memiliki nilai lebih keras dibandingkan dengan spesimen Baja ST 37 sesudah proses *annealing*, dengan hasil sebelum proses *annealing* adalah 75.22 HRA dan hasil sesudah proses *annealing* adalah 67.63 HRA. Proses perlakuan panas yang digunakan ini juga berfungsi untuk membuat material menjadi lebih lunak dan meningkatkan *ductility* [11]. Penyajian data dapat dilihat pada tabel 1. Gambar 7 dibawah ini adalah grafik rata – rata hasil pengujian *hardness* sebelum dan sesudah dilakukan proses *annealing*.

Tabel 1. Hasil pengujian *hardness* daris pesimen uji sebelum dan sesudah dilakukan proses *annealing*.

Spesimen Uji	Sebelum Anneling	Sesudah Anneling
	HRA	HRA
sp 1	76.30	65.25
sp 2	76.15	71.55
sp 3	73.45	62.15
sp 4	74.70	67.35
sp 5	75.50	71.85



Gambar 7. Hasil pengujian *hardness* sebelum dan sesudah dilakukan proses *annealing*.

KESIMPULAN

Bahwa dari pengujian tarik yang telah dilaksanakan pada Baja ST 37 sebelum dilakukan proses *annealing* lebih tinggi kekuatannya dengan nilai rata – rata 50.56 kgf/mm². Untuk Baja ST 37 yang sudah dilakukan proses *annealing* lebih rendah kekuatannya dengan nilai rata-rata 31.45 kgf/mm². Pengujian kekerasan yang telah dilaksanakan pada Baja ST 37 lebih keras sebelum dilakukan proses *annealing* dengan nilai rata – rata 75.22 HRA, dibandingkan dengan Baja ST 37 yang sudah dilakukan proses *annealing* dengan nilai rata – rata 67.63 HRA. Namun pada pengujian selanjutnya dapat menggunakan spesimen yang lebih keras dibandingkan dengan spesimen Baja ST 37, dan pada penggunaan tungku *heat treatment* sebaiknya dalam keadaan *heat safety* (keselamatan panas).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Tan *et al.*, “Superior strength-ductility in laser aided additive manufactured high-strength steel by combination of intrinsic tempering and heat treatment,” *Virtual Phys. Prototyp.*, vol. 16, no. 4, pp. 460–480, Jul. 2021, doi: 10.1080/17452759.2021.1964268.
- [2] P. W. Joint, “Pipe Welded Joint,” 2021.
- [3] P. Hauke, H. G. Katzgraber, W. Lechner, H. Nishimori, and W. D. Oliver, “Perspectives of quantum annealing: Methods and implementations,” *Reports Prog. Phys.*, vol. 83, no. 5, 2020, doi: 10.1088/1361-6633/ab85b8.
- [4] S. Kalpakjian, *Manufacturing Engineering & Technology*, Sixth. 2009.
- [5] A. Rasyad and B. Budiarto, “Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektroplating terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173–182, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.03.4.
- [6] A. Fhadillah, U. Budiarto, and A. W. Budi, “Analisa Sifat Mekanis Baja St 60 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Batok Katalis BaCO₃ Dan Quenching Dengan Oli Dan Air Garam,” *Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 2, pp. 421–430, 2017.
- [7] F. Nurjaman *et al.*, “Metalurgi Pemanfaatan Limbah Industri Baja Sebagai Bahan Baku Pembuatan Logam Pig Iron: Peleburan Mill Scale Menggunakan Submerged Arc Furnace,” vol. 1, pp. 37–48, 2019.
- [8] Nasution, A. R, Affandi Affandi, Khairul Umurani, Siregar, “Analisis Kekasaran Permukaan Cast Iron Menggunakan Cairan Pendingin Berbasis Nabati Pada Proses Face milling,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>, vol. 4, no. 2, pp. 125–131, 2021.
- [9] R. Rahmatullah and R. Ahmad, “Analisa Pengujian Lelah Material Bronze Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.30596/rmme.v1i1.2430.
- [10] ASTM E8, *ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1*, no. C. 2010.
- [11] Y. D. Dede, S. Sabarudin, and A. R. Fadhillah, “Pengaruh Variasi Temperatur Heat Treatment Pada Ductile Cast Iron (Fcd-50) Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 203, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3078.