

PENGERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON ST 40 DENGAN METODE NITRIDASI DALAM LARURATAN KALIUM NITRAT

Jonika Asmarani Sukma
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
e-mail address: uzumaki_joe@ymail.com

ABSTRAK

Nitridasi merupakan suatu metode pengerasan permukaan yang berfungsi untuk meningkatkan ketahanan sifat mekanik pada baja terhadap laju korosi dan keausan. Pada penelitian ini, proses nitridasi dilakukan dengan mendifusikan unsur nitrogen (N) kedalam permukaan baja melalui proses pemanasan baja karbon rendah ST 40 dalam larutan garam kalium nitrat (KNO_3). Proses nitridasi ini menggunakan variasi temperatur pemanasan $400^{\circ}C$, $450^{\circ}C$, dan $500^{\circ}C$ dengan waktu penahanan spesimen dalam larutan garam kalium nitrat selama 8 jam. Adapun hasil dari proses nitridasi setelah dietsa dalam larutan garam HCL selama 60 menit, mampu meningkatkan nilai kekerasan baja ST 40 dari baja non-perlakuan nitridasi (*raw material*) sebesar 150.03 HV menjadi 154.8 HV untuk proses nitridasi T : $400^{\circ}C$, 153.8 HV untuk nitridasi T : $450^{\circ}C$, dan 158.75 HV untuk nitridasi T: $500^{\circ}C$. Sedangkan untuk hasil pengamatan foto mikroskop pada struktur mikro baja ST 40 setelah dinitridasi, memperlihatkan kenaikan jumlah butiran fasa perlit pada permukaan spesimen, dimana semakin tinggi temperatur pemanasannya maka semakin banyak butiran perlit yang terbentuk, hal ini juga berbanding lurus dengan kedalaman difusi yang terbentuk.

Kata kunci : Nitridasi; Baja ST-40; Kalium nitrat; Difusi; Kekerasan; Struktur mikro

ABSTRACT

Nitriding is a surface hardening method that works to improve the resilience of the mechanical properties of the steel for corrosion and wear rate. In this study, nitriding process will be done with diffuse elements nitrogen (N) into the steel surface through a process heating on low carbon steel of ST 40 in potassium nitrate salt bath (KNO_3). Nitriding process is using a variation of heating temperature $400^{\circ}C$, $450^{\circ}C$, and $500^{\circ}C$ with a hold time of specimens in potassium nitrate salt bath for 8 hours. Diffusion process of elements of nitrogen into the steel surface when heat treated to form a thin layer of the nitrid that serves to inhibit the rate corrosion and wear due to interactions with other components. After the nitriding process is completed, the carbon steel of

ST 40 is dipped into HCL salt bath for 60 minutes, and then followed by a test using the Rockwell hardness (HRA) and then converted into form of HV. The testing of micro structures using optical microscope to determine changes in the micro structures of the steel surface nitriding process due to of the steel of ST 40. As a result of the nitriding process after etched in HCL salt bath for 60 minutes, can increase the hardness value of the steel of ST 40 for non-treatment of nitriding (raw material) of 150.03 HV to 154.8 HV after nitriding process on T: 400⁰C, 153.8 HV for nitriding T: 450⁰C, and 158.75 HV for nitriding T: 500⁰C. As for the photo microscope observations on the microstructure of the steel of ST 40 after nitriding process, showed an increase in the pearlite grain of phase at the surface of the specimen, where the higher the heating temperature, the more pearlite grain is formed, and it is also directly proportional to the depth of diffusion.

Keyword: *nitriding; the steel of ST 40; potassium nitrate; diffusion; hardness; micro structure*

1. Pendahuluan

Teknik pengerasan permukaan merupakan suatu proses untuk meningkatkan sifat kekerasan serta kinerja dari suatu komponen atau material. Kerusakan suatu material biasanya dimulai dari kerusakan pada permukaan material yang disebabkan karena adanya pengaruh dari faktor lingkungan seperti korosi atau keausan akibat adanya interaksi dengan komponen lain. Dalam dunia industri, khususnya industri yang bergerak dibidang permesinan, teknik pengerasan permukaan sangatlah dibutuhkan untuk menghasilkan suatu komponen atau peralatan yang memiliki ketahanan terhadap korosi, serta ketahanan terhadap keausan akibat gesekan antar komponen material,

sehingga dengan sendirinya akan meningkatkan umur pakai komponen.

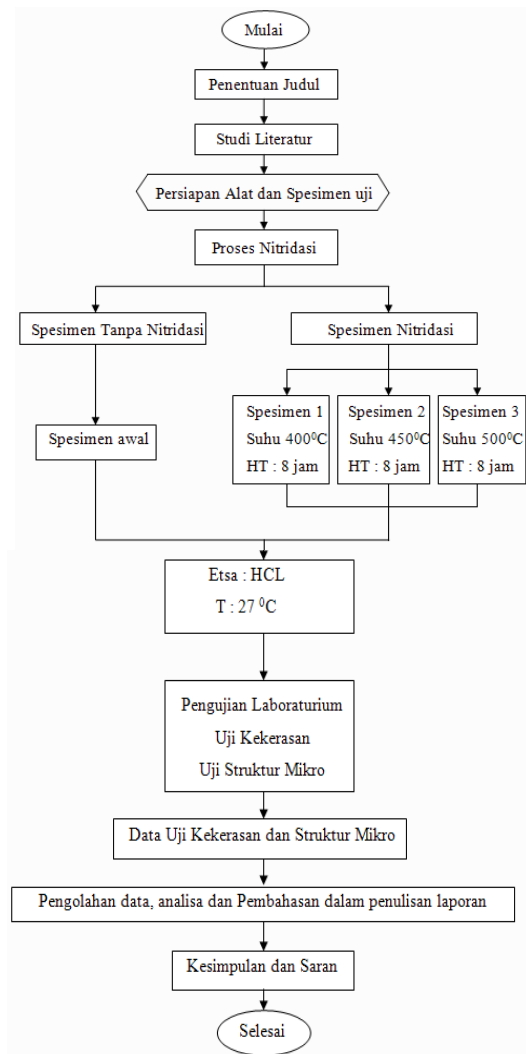
Berbagai cara dilakukan untuk dapat meningkatkan kualitas permukaan dari suatu material sesuai dengan kebutuhan produk yang diinginkan. Dalam bidang rekayasa material, teknik pengerasan permukaan sering dikenal dengan istilah “perlakuan permukaan” (*surface treatment*).

Beberapa metode perlakuan permukaan yang sering dilakukan adalah nitridasi (nitriding), karburasi (carburizing), karbonitridasi (carbonitriding), induksi listrik.

dan nyala api. Dari jenis-jenis metode perlakuan permukaan diatas, metode perlakuan permukaan yang akan digunakan

dalam penelitian ini adalah metode perlakuan permukaan dengan cara nitridasi. Proses nitridasi sendiri merupakan proses pengerasan permukaan dengan metode pendifusian unsur nitrogen kedalam permukaan baja atau besi pada temperatur dan jangka waktu tertentu. Penelitian tentang proses nitridasi ini dilakukan dengan

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

menggunakan senyawa kalium nitrat (KNO_3) pada material baja karbon rendah ST 40. Penelitian ini sendiri bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses nitridasi terhadap peningkatan sifat mekanik dari baja karbon ST 40 setelah mengalami proses nitridasi.

2.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dan pengujian ini antara lain : Tabung nitridasi, heater, thermocontrol, Mesin amplas, alat uji kekerasan *Hardness Rockwell* model HR-150A, dan alat *microscop optic* type OLYMPUS BX41M.

2.2 Spesimen Uji dan Preaksi

Pada penelitian ini spesimen uji yang digunakan adalah baja karbon rendah ST 40 dengan bahan pereaksi yang digunakan adalah kalium nitrat (KNO_3) sebagai penghasil unsur nitrogen murni.

2.3 Proses Nitridasi

Sebelum melakukan proses nitridasi, Langkah awal yang harus dilakukan sebelum proses nitridasi yang dilakukan adalah :1. Preparasi sampel dengan cara memotong specimen uji menjadi dimensi dengan diameter 1.9 cm dengan tebal spesimen 1 cm, hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pengujian, pengamplasan specimen hal ini bertujuan

mendapatkan permukaan spesimen yang halus dan rata hal ini bertujuan untuk mempermudah pada saat dilakukannya proses pengujian struktur mikro. Pengamplasan dilakukan dengan menggunakan kertas amplas. 2 melakukan proses nitridasi dengan cara memasukkan spesimen baja karbon rendah ST 40 kedalam senyawa kalium nitrat yang telah dipanaskan pada temperatur yang telah ditentukan (400°C , 450°C , 500°C) dengan waktu penahanan spesimen selama 8 jam. 3. proses pengetsaan dengan tujuan untuk mengkorosikan permukaan spesimen dan memberikan efek warna agar struktur mikro dapat terlihat jelas dengan menggunakan alat microscop optic.

2.4 Pengujian Spesimen

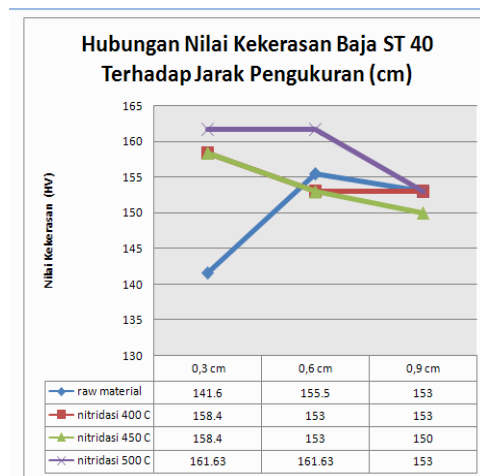
Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji kekerasan dan uji mikrografi. Uji kekerasan dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi terhadap nilai kekerasan pada specimen uji setelah melalui proses nitridasi, sedangkan kan uji mikrografi dilakukan untuk mendukung analisa dari pengujian kekerasan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di tiga titik yang berbeda secara vertical pada permukaan baja. Pengujian kekerasan

dilakukan mulai dari sisi tepi permukaan baja dengan interval jarak : 0.3 cm, 0.6 cm dan, 0.9 cm. Dari data nilai kekerasan yang diperoleh, maka dapat disajikan kedalam bentuk grafik hubungan antara nilai kekerasan baja ST 40 terhadap jarak interval data pengujian hasil kekerasan.



Gambar 2. Grafik hubungan nilai kekerasan baja ST 40 terhadap terhadap jarak pengukuran kekerasan

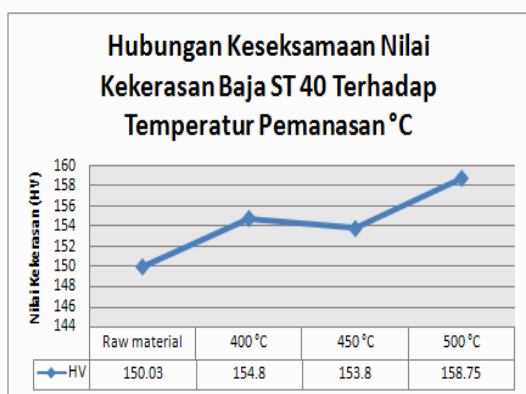
Dari hasil pengujian kekerasan spesimen uji terhadap jarak pengukuran kekerasan berdasarkan variasi temperatur pemanasan spesimen uji setelah dinitridasi seperti gambar 2, terlihat bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada sisi tepi permukaan spesimen uji yakni:

- Baja ST 40 Nitridasi T : 400°C : 158.4 HV (tepi permukaan)

- Baja ST 40 Nitridasi T : 450 °C: 158.4 HV (tepi permukaan)
- Baja ST 40 Nitridasi T : 500 °C: 161.6 HV (tepi permukaan).

Hal ini terjadi karena pada daerah yang dekat dengan sisi-sisi permukaan, konsentrasi atom-atom nitrogen yang terdifusi kedalam atom baja akan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan daerah pada pusat permukaan. Dengan turunnya konsentrasi atom nitrogen yang terdifusi secara intertisi kedalam atom-atom baja, maka dengan sendirinya akan menurunkan nilai kekerasan pada permukaan baja.

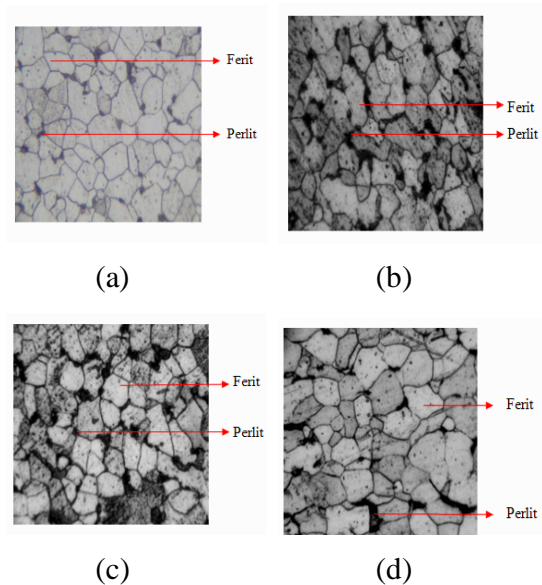
Setelah melakukan analisa data keseksamaan nilai kekerasan maka didapat hubungan nilai kekerasan terhadap variasi waktu pemanasan seperti yang ditampilkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 3. Grafik hubungan nilai kekerasan baja ST 40 terhadap temperatur pemanasan

3.2 Uji Mikrografi

Pengujian mikrografi ini dilakukan untuk mendukung analisa data kekerasan serta melihat perubahan struktur mikro pada baja ST 40 sebelum dan setelah dinitridasi dalam larutan KNO_3 . Hasil dari pengamatan struktur mikro dapat dilihat berdasarkan gambar dibawah ini :



Gambar 4. Struktur mikro baja ST 40 (a) sebelum nitridasi, (b) nitridasi T : 400°C, (c) nitridasi T: 450°C, (d) nitridasi T: 500°C.

Dari hasil pengamatan struktur mikro yang terbentuk pada spesimen uji baja ST 40, terlihat perbedaan antara spesimen uji tanpa perlakuan (raw material) dengan spesimen uji yang telah mengalami proses nitridasi dengan berbagai variasi temperatur pemanasan dalam larutan KNO_3 . Berdasarkan hasil foto struktur mikro

spesimen uji tanpa perlakuan, tampak terlihat fasa ferit (white) mendominasi permukaan baja ST 40 bila dibandingkan dengan fasa perlit (dark).

Hal ini menunjukkan bahwa spesimen uji memiliki sifat keuletan yang tinggi akan tetapi memiliki nilai kekerasan yang rendah.

Pada spesimen uji yang telah mengalami proses nitridasi, terlihat butiran-butiran perlit pada permukaan mulai terbentuk.

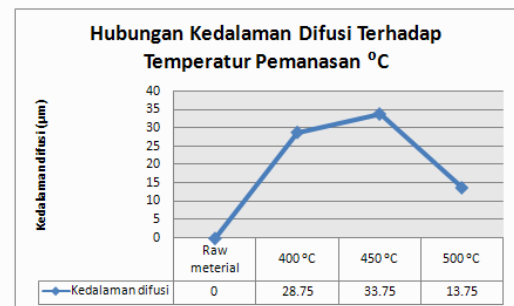
Pertumbuhan butir perlit ini terbentuk akibat pendifusian unsur nitrogen yang terlarut padat pada permukaan spesimen uji yang menyebabkan tumbuhnya butiran austenit.

Butiran austenit yang mengalami proses pendinginan yang lambat akan bertransformasi menjadi butiran perlit, sehingga hal ini dapat membuktikan serta mendukung analisa kenaikan nilai kekerasan pada permukaan spesimen uji. Butiran fasa perlit yang terbentuk memiliki sifat kekerasan yang lebih baik bila dibandingkan dengan fasa ferit, butiran perlit memiliki sifat kekerasan, dan ketangguhan serta ketahanan yang tinggi terhadap faktor korosi.

3.3 Uji Kedalaman Lapisan Nitridasi

Pada penelitian ini, hasil pengujian kedalaman lapisan nitridasi yang terbentuk ditentukan berdasarkan kedalaman unsur nitrogen yang terintetisi masuk kedalam

permukaan spesimen akibat proses nitridasi pada temperatur pemanasan 400 °C, 450 °C, dan 500 °C selama 8 jam. Hasil uji kedalaman lapisan nitridasi diperoleh dari hasil foto mikrografi dengan perbesaran 20x dan digambarkan melalui grafik dibawah ini:



Gambar 5. Grafik hubungan kedalaman nitridasi terhadap variasi temperatur pemanasan baja ST 40 dalam larutan KNO₃.

Berdasarkan hasil analisa data dalam bentuk grafik, dapat diketahui bahwa besarnya kedalaman difusi unsur nitrogen hasil proses nitridasi adalah sebagai berikut: Spesimen non-perlakuan tidak mempunyai kedalaman lapisan nitridasi hal ini disebabkan karena spesimen non-perlakuan belum mengalami proses nitridasi. Pada spesimen uji hasil proses nitridasi temperatur 400 °C kedalaman difusi nitrogen sebesar 28.75 µm atau 0.02875 mm, untuk temperatur 450 °C kedalaman difusi nitrogen sebesar 33.75 µm atau 0.03375 mm, dan pada temperatur 500 °C kedalaman difusi nitrogen yang terbentuk

sebesar 13.75 μm atau 0.01375 mm. Analisa data kedalaman difusi diperoleh berdasarkan teknik pengukuran skala hasil foto mikro dengan perbesaran 20x.

Pada temperatur 500 $^{\circ}\text{C}$ kedalaman difusi nitrogen terlihat menurun, hal ini disebabkan karena proses pemolesan (*polishing*) spesimen uji terlalu lama sehingga menyebabkan terjadinya pengikisan pada permukaan spesimen. Proses pengikisan inilah yang membuat turunnya nilai kedalaman difusi pada spesimen uji baja ST 40.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan analisa pengujian pengerasan permukaan baja karbon ST 40 dengan metode nitridasi dalam larutan kalium nitrat berdasarkan waktu penahan selama 8 jam, maka dapat diambil kesimpulan yakni nitridasi kalium nitrat mampu meningkatkan kekerasan permukaan baja ST 40, serta berpengaruh terhadap bentuk struktur mikro dari spesimen uji baja ST 40, perubahan bentuk struktur mikro dapat terlihat dengan tumbuhnya butiran perlit baru akibat adanya atom nitrogen yang terlarut padat dalam permukaan spesimen uji. Proses nitridasi juga berpengaruh terhadap kedalaman difusi atom nitrogen, dimana semakin tinggi temperatur

pemanasan maka semakin dalam atom nitrogen yang terdifusi.

Daftar Pustaka

- http://repository.upi.edu/operator/upload/s_fis_0608682_chapter2.pdf
- SHEN, Yin Zhong, OH, Kyu Hwan dan LEE Dong Nyung. 2005. *Nitriding of Interstitial Free Steel in Potassium-Nitrate Salt Bath*. Korea: ISIJ International.
- Yakin, Rusdi Ainul dan Tedy Haryadi. *Diagram Fasa*
- <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/105/jtptunimus-gdl-wahyudic2a-5235-2-bab2.pdf>
- Calister, William D. 2007. *Materials science and engineering 7th*. Kanada: John Wiley & Sons, Inc.
- <http://www.mdme.info/MEMmods/MEM30007A/steel/steel.html>. *Steel*.
- Benner, B.J.M. 1985. *Ilmu pengetahuan bahan*, Jakarta: Bhatara Karya Aksara
- ASTM E140-07 Table 2 *Approximate Hardness Conversion Numbers for Non-Austenitic Steels (Rockwell B Hardness Range)^{A,B}*