

PENGARUH PROSES PACK NITRIDING TERHADAP ANGKA KEKERASAN PERMUKAAN, KEULETAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA SS 400

THE EFFECT OF PACK NITRIDING PROCESS ON SURFACE HARDNESS, DUCTILITY AND MICROSTRUCTURE OF SS 400 STEEL

Sujita*, Pandri Pandiatmi, Fadly Bukhari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos: 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087

*Corresponding author

Email: sujita@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v2i2.2277>

Received 6 February 2023; Received in revised form 18 November 2023; Accepted 19 November 2023

ABSTRACT

The pack nitriding process is a process of increasing the surface hardness of steel by using nitrogen with the help of organic compounds as a nitrogen source in the process. The processed steel is put into a vessel which is usually made of ceramic, glass or aluminum along with a compound used as a nitrogen source. During heating, the organic compounds used in the analysis process are generally stable at temperatures up to 570°C and removal times of 2 to 16 hours. The purpose of the pack nitriding process is to increase the surface hardness while remaining ductile inside. In this study, nitrogen was added using a pack nitriding process after which it was quenched using water. The elimination times used were 4 and 6 hours with temperature variations of 560°C, 580°C, and 600°C and presenting nitrogen for the 150-gram pack nitriding process. The highest hardness value was obtained at 580 °C with a surface hardness value of 234.84 kg/mm² with 4 hours of removal time. The highest impact value was shown by the specimen without treatment of 158.3 Joules. The results of testing the chemical composition of the specimens without treatment and after the pack nitriding process showed that there was an increase in the nitrogen element.

Keywords: Pack nitriding, Hardness, Impact, Urea

1. Pendahuluan

Saat ini baja merupakan bahan logam yang paling banyak digunakan sebagai bahan industri. Industri baja merupakan salah satu industri yang menjajikan karena industri – industri lainnya banyak menggunakan baja sebagai bahan bakunya. Baja biasanya banyak digunakan dalam pembuatan infrastruktur seperti pembuatan jembatan, bangunan, pembuatan alat – alat pabrik, alat – alat transportasi dan lain sebagainya. Baja adalah logam campuran yang berasal dari besi (Fe) dan karbon (C), dimana besi sebagai bahan dasarnya dan karbon sebagai bahan campurannya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,1% hingga 1,7% sesuai tingkatannya. Menurut Syamsul (2016), dalam proses pembuatan baja terdapat unsur – unsur yang terkandung didalamnya, selain carbon (C) terdapat unsur seperti sulfur (S), fosfor (P), silicon (Si), mangan (Mn) dan unsur – unsur lainya yang terkandung didalamnya. Adapun jenis – jenis baja bervariasi diperoleh dari pepaduan dan penerapan proses perlakuan panas dan sifat mekanik dari baja. Secara umum baja karbon dibedakan menjadi 3 yaitu baja karbon rendah (*low carbon steel*), baja karbon menengah (*medium carbon steel*) dan baja karbon tinggi

(high carbon steel). Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,10 s/d 0,30 %, baja ini biasanya dibuat dalam bentuk plat baja, baja strip dan baja batangan (Adi Shaifudin, 2018). Kelemahan yang menonjol dari bahan ini adalah nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang rendah. Untuk mengatasi kelemahan ini maka perlu dilakukan pengerasan permukaan sehingga baja tersebut akan memiliki peningkatan kekerasan dan ulet.

Beberapa teknik perlakuan permukaan yang biasa digunakan diantaranya *pack nitriding*. *Pack nitriding* merupakan proses meningkatkan kekerasan permukaan baja dengan menggunakan nitrogen dengan bantuan senyawa organik sebagai sumber nitrogen dalam prosesnya. Baja yang diproses dimasukkan kedalam wadah yang biasanya terbuat dari keramik, kaca atau aluminium bersamaan dengan senyawa yang digunakan sebagai sumber nitrogen. Selama pemanasan, senyawa organik yang digunakan dalam proses rata-rata bereaksi stabil pada suhu sampai dengan 570 °C dan waktu penahanan 2 sampai dengan 16 jam. Maka waktu yang digunakan dalam proses Nitridasi padat (*pack nitriding*) cenderung lebih cepat. Pada penelitian ini menggunakan sumber nitrogen dari pupuk urea. Pupuk urea dibuat secara kimiawi dengan kandungan kadar nitrogen yang cukup tinggi, mayoritas pupuk urea yang beredar di pasaran mengandung unsur hara nitrogen (N) dengan kadar 46%. Artinya setiap 100-kilogram pupuk urea, mengandung 46-kilogram nitrogen didalamnya. Pada umumnya pupuk urea memiliki tekstur yang cukup kasar. Pupuk urea berbentuk butiran-butiran seperti kristal berwarna putih dan memiliki rumus kimia NH_2CONH_2 . Dengan adanya kandungan nitrogen yang cukup tinggi pada pupuk urea, maka penelitian proses nitridasi pada permukaan baja ini, dilakukan dengan menggunakan urea sebagai sumber nitrogen [4].

Baja SS 400 (Structural Steel) Biasanya baja ini diaplikasikan pada konstruksi jembatan, pelat pada kapal laut, tangki minyak, dan lainnya. Baja SS 400 komposisi paduannya kurang dari 8% dengan komposisi karbon (C) sebesar 0.17%, mangan (Mn) 1.4%, fosfor (P) 0.045%, dan sulfur (S) 0.045%. Baja ini memiliki kelemahan yaitu masih seringnya terjadi keausan. Untuk itu perlu ditingkatkan kekerasan pada permukaan baja agar meningkatkan umur pakainya. Namun baja ini tidak bisa ditingkatkan kekerasannya dengan heat treatment karena tergolong ke dalam baja karbon rendah yang akan sulit membentuk fasa martensit. Maka dilakukan proses nitridasi padat (*pack nitriding*) karena cenderung lebih cepat. Proses ini dipilih karena nitriding tidak menggunakan suhu yang tinggi dan permukaan yang dihasilkan memiliki kekerasan yang sangat tinggi [2].

Dalam proses *pack nitriding* terdapat beberapa hal yang bisa mempengaruhi kualitas produk hasil proses diantaranya adalah temperatur, konsentrasi bahan kimia yang digunakan dan lamanya waktu tahan material saat proses *nitriding*. Akan tetapi, pada pelaksanaannya variasi waktu lebih sering digunakan untuk membentuk ketebalan *nitride layer* yang berbeda – beda sesuai kebutuhan material. Hal tersebut dikarenakan mengubah waktu tahan pada proses *nitriding* lebih mudah dibandingkan harus mengubah konsentrasi bahan kimia ataupun mengubah temperatur. Mengubah konsentrasi bahan kimia dan temperatur memerlukan waktu lebih lama dan juga tidak akan berubah seketika itu juga. Naik atau turunnya temperatur membutuhkan waktu yang tidak sedikit dan akan menambah *lost time* atau waktu tidak produktif pada suatu perusahaan. Namun, penentuan waktu yang tidak tepat juga akan menghasilkan kualitas produk yang buruk. Beberapa penelitian tentang nitriding telah dilakukan sebelumnya telah membuktikan bahwa proses salt bath dengan variasi waktu pada proses nitriding memang berpengaruh dalam hasil produk nitriding. Hasil penelitian [5] dengan material SUS 630 dengan media urea setelah proses *nitriding* didapatkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 80,9 HRN dengan waktu tahan selama 2 jam pada suhu 620 °C pendinginan dalam tungku.

2. Bahan dan Metode

Pada penelitian ini adapun alat (Gambar 1 sampai 10) yang digunakan yaitu oven pemanas, kotak pack nitriding 10 cm x 10 cm, alat uji impak, jangka sorong, mikroskop, amplas, kain lap, JCM-700 benchtop SEM, sarung tangan, aluminium foil dan alat-alat pendukung lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu baja karbon rendah SS 400, urea 100% dari berat specimen dan air untuk media pendinginnya.



Gambar 1 Oven pemanas



Gambar 2 Kotak pack nitriding



Gambar 3 Alat uji kekerasan



Gambar 4 Alat uji impak



Gambar 5 Mikroskop



Gambar 6 Alat uji SEM



Gambar 7 Baja SS 400



Gambar 8 Urea



Gambar 9 Media pendingin

Hal pertama yang di lakukan adalah pembuatan kotak pack nitriding dengan ukuran 100 mm x 100 mm dan menyiapkan baja ss 400 yang akan digunakan dalam proses penelitian, kemudian potong sesuai ukuran yang dibutuhkan menggunakan gergaji besi agar unsur yang terkandung didalamnya tidak berubah karena adanya panas berlebihan. Untuk ukuran specimen yang digunakan yaitu sesuai dengan ASTM uji kekerasan permukaan, uji impak dan uji struktur mikro. Untuk diameter uji kekerasan permukaan yaitu 30 mm x 10 mm, uji impak 55 mm x 10 mm dan uji struktur mikro 10 mm x 10 mm.



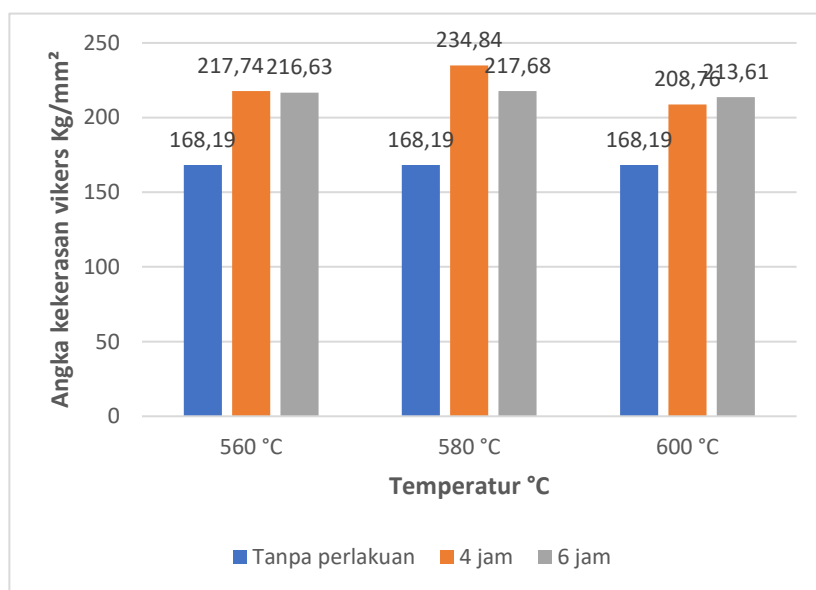
(a) Pembuatan kotak pack nitriding (b) Pemotongan specimen

Gambar 10 Pembuatan kotak pack nitriding dan pemotongan specimen

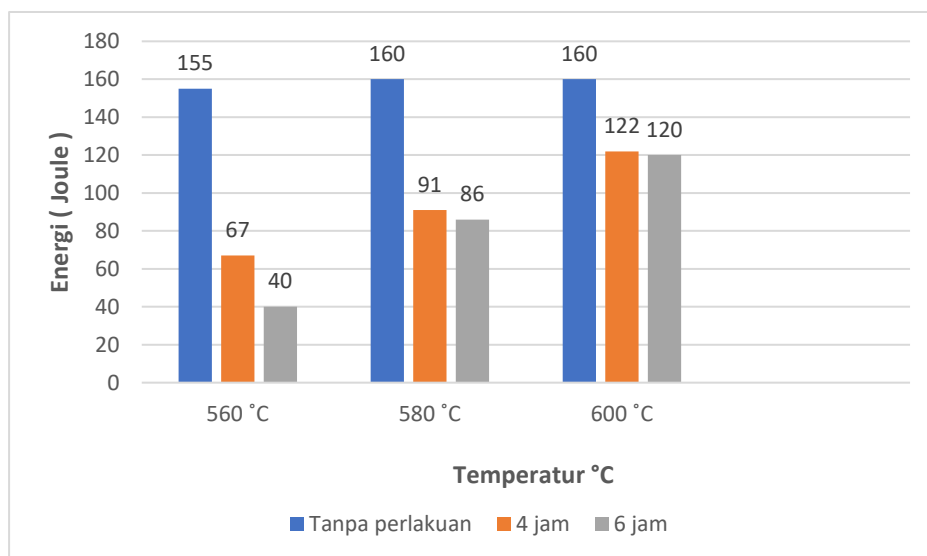
Selanjutnya proses pack nitriding yang dimana proses ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan urea pada baja SS 400. Proses yang dilakukan yaitu dengan membandingkan specimen tanpa proses pack nitriding dengan specimen yang melewati proses pack nitriding yaitu dengan menggunakan variasi suhu 560 °C, 580 °C, 600 °C dan waktu selama 4 jam sampai dengan 6 jam dengan media pendingin menggunakan air. Adapun perbandingan urea yang di masukan kedalam kotak pack nitriding yaitu 100 % dari berat specimen yang artinya jika 15gram berat specimen maka berat urea yang digunakan sebanyak 15 gram. Setelah dilakukan proses pack nitriding specimen dibersihkan dan siap dilakukan pengujian kekerasan permukaan, keuletan dan struktur mikro.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan seperti Gambar 11.



Gambar 11 Pengaruh penambahan suhu dan waktu pada proses pack nitriding terhadap angka kekerasan permukaan



Gambar 12 Pengaruh penambahan suhu dan waktu pada proses pack nitriding terhadap energi

Pada proses *pack nitriding* tersebut menunjukkan spesimen dengan nilai tertinggi yaitu pada temperatur 580 °C dengan waktu pengovenan selama 4 jam, diperoleh nilai kekerasan 234,84 Kg/mm². Dan nilai kekerasan terendah ditunjukkan pada spesimen tanpa perlakuan dengan nilai kekerasan 168,19 Kg/mm², sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan suhu dan waktu pada proses *pack nitriding* mempengaruhi angka kekrasan permukaan specimen. Pada Gambar 12 hasil energi tertinggi ditunjukkan oleh spesimen tanpa perlakuan dengan nilai *impact* 158.33 *Joule*, dan energi rata-rata *impact* terendah ditunjukkan pada proses *pack nitriding* dengan temperatur 560 °C dan waktu pengovenan selama 6 jam dengan nilai *impak* 39,7 *Joule*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan nitrogen dan variasi suhu temperatur pengovenan maka spesimen akan semakin getas dengan kata lain *energy impact* yang dibutuhkan semakin sedikit

4. Kesimpulan

Proses *Pack Nitriding* pada baja SS 400 dengan perlakuan urea diperoleh nilai kekerasan tertinggi pada suhu 580 °C dengan waktu penahanan 4 jam yaitu 234,84 kg/mm² dan nilai terendah diperoleh pada spesimen tanpa perlakuan yaitu 168,19 kg/mm². Untuk nilai keuletan tertinggi diperoleh pada suhu 560 °C dengan waktu penahanan 4 jam dengan nilai 39,7 *Joule*, dan nilai keuletan terendah diperoleh 158,3 *Joule* pada spesimen tanpa perlakuan. Seiring dengan meningkatnya suhu pengovenan dan pencampuran bahan *pack nitriding* akan meningkatkan pula nilai kekerasan baja karbon rendah SS 400. Hasil pengujian struktur mikro dari spesimen tanpa perlakuan dan spesimen yang telah dilakukan proses *pack nitriding* menggunakan suhu 560°C, 580°C dan 600°C menunjukkan adanya peningkatan komposisi kimia pada setiap penambahan suhu pengovenan dan juga dengan campuran nitrogen berupa urea.

Daftar Pustaka

- [1] S. Adi, Istiasih, Muffarih, Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42, *Jurnal Mesin Nusantara*, 1 (1) (2018) 27-34.
- [2] S. Erwin, H.S. Putu, S. Yoni, Proses pack nitriding dengan variasi suhu dan media pupuk nitrogen terhadap kekerasan AISI 420, *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya*, 1 (1) (2010) 17-20.
- [3] H. Syamsul, *Teknologi Bahan*, 2016.
- [4] R. Umen, H. Hana, Analisa pengerasan permukaan dan struktur mikro baja AISI 1045 melalui proses nitridasi menggunakan media urea, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 2 (2014) 104-109.
- [5] N.S. Yoseph, S. Rudi, Pengaruh variasi suhu dan media pendingin pada proses *pack nitriding* material SUS 630 terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro, *Jurnal Rotary*, 3 (1) (2021) 119-130.