

Analisa Temperatur Nitridisasi Gas Setelah Perlakuan Annealing pada Baja Perkakas

I Komang Astana Widi ¹⁾, Wayan Sujana ²⁾, Teguh Rahardjo ³⁾

^{1),2),3)}Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Karanglo Km 2 Malang
Email : aswidi@yahoo.com

Abstrak. *Annealing bertujuan meningkatkan keuletan didalam baja sedangkan proses nitridisasi berperan untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja. Dengan kombinasi sifat ulet dan lunak dibagian inti dank eras di permukaan akan memberikan sifat mekanis yang baik dalam beberapa aplikasi manufaktur terutama yang mendapatkan beban gesekan dan tekanan. Proses annealing akan dilakukan pada temperature 800 °C sedangkan Nitridisasi gas dilakukan dengan cara mendifusikan unsur nitrogen (N_2) dan amonia (NH_3) ke dalam baja. Kelebihan dari proses nitridisasi dibandingkan dengan proses pengerasan permukaan lainnya adalah kekerasan yang terbentuk tidak memerlukan quenching dan tidak menimbulkan masalah distorsi. Proses nitriding yang dilakukan pada baja perkakas jenis DF-3 dengan suhu 550 °C dan 650 °C dengan holding 12 jam, dan dilakukan proses pendinginan dengan media udara. Hasil pengujian kekerasan mikro vickers yang didapat dari proses nitridisasi dengan suhu 550 °C mampu meningkatkan kekerasan baja 206,1 HV menjadi 317,0 HV, sedangkan dengan proses nitriding yang bersuhu 650 °C kekerasan baja meningkat dari 255,6 hv menjadi 374,6 HV. Untuk hasil pengamatan struktur mikro SEM dan EDAX dapat dilihat bahwa lapisan dapat terbentuk pada kedua bahan tersebut. Namun, sifat mekanis yang lebih baik dihasilkan setelah memanfaatkan temperature nitridisasi yang lebih tinggi.*

Kata kunci : *nitridisasi, annealing, perkakas, kekerasan, SEM, EDAX .*

1. Pendahuluan

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat kekerasan dan kinerja dari suatu komponen atau material adalah dengan teknik pengerasan permukaan. Suatu kerusakan yang terjadi pada material biasanya berawal dari bagian permukaan. Penyebabnya bisa karena pengaruh faktor lingkungan, seperti halnya korosi, bahkan keausan karena adanya interaksi dengan komponen yang lain. Teknik pengerasan permukaan ini juga sangat dibutuhkan dalam industri yang bergerak didalam bidang permesinan. Karena teknik pengerasan permukaan ini dibutuhkan untuk menghasilkan suatu komponen yang memiliki ketahanan, dan bahkan keausan akibat dari gesekan antar komponen, sehingga juga dapat meningkatkan umur pemakaian komponen tersebut [1,2].

Dari berbagai jenis metode perlakuan diatas, metode perlakuan permukaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perlakuan permukaan nitridisasi. Hal ini dikarenakan metode nitridisasi tidak membutuhkan temperatur yang tinggi untuk menghasilkan permukaan material yang keras dan kuat, dan juga ramah lingkungan. Selain itu nitrogen yang terbentuk pada permukaan baja juga memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan reaksi karbon. Proses nitridisasi merupakan proses pengerasan permukaan dengan cara mendifusikan unsur nitrogen kedalam permukaan baja atau besi pada temperatur dan jangka waktu tertentu. Pendifusian unsur nitrogen ini menghasilkan kedalaman lapisan nitrid pada permukaan baja yang menjadikan permukaan baja menjadi lebih keras dan kuat. Dalam upaya peningkatan kekerasan baja yang efektif dengan metoda perlakuan permukaan, memerlukan banyak informasi teoritis dan praktis yang saling berkaitan, baik terhadap pencapaian kekerasan maupun menghindari kegagalan produk [3,4].

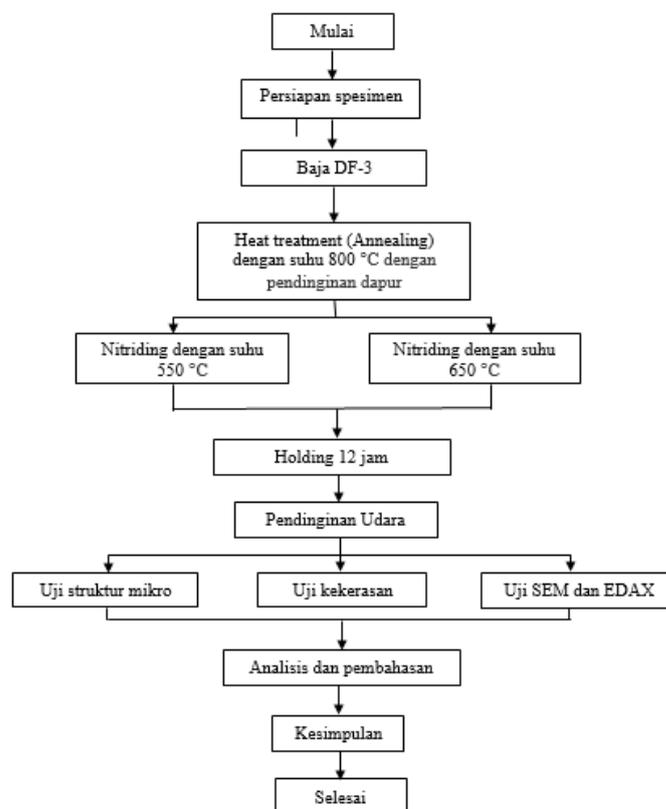
Annealing merupakan proses perlakuan panas untuk menghasilkan perlite yang kasar (coarse pearlite) tetapi lunak dengan pemanasan sampai austenitasi dan didinginkan dengan dapur, memperbaiki ukuran butir serta dalam beberapa hal juga memperbaiki machinability. Pada proses full annealing ini biasanya dilakukan dengan memanaskan logam sampai ke atas temperature. Kemudian dilakukan pendinginan yang cukup lambat (biasanya dengan dapur atau dalam bahan yang mempunyai sifat penyekat panas yang baik).

Nitridisasi adalah perlakuan pengerasan yang dapat menghasilkan lapisan pada permukaan dengan kekerasan yang tinggi pada paduan baja. Proses nitridisasi membuat difusi atom nitrogen ke dalam baja pada suhu yang relatif rendah. Kelebihan dari proses nitridisasi dibanding dengan proses

pengerasan permukaan lainnya adalah kekerasan yang terbentuk tidak memerlukan *quenching* dan tidak menimbulkan masalah distorsi. Proses *finishing* dapat dihilangkan atau dikurangi. Permukaan yang telah dinitridisasi mempunyai ketahanan pakai yang tinggi dan bersifat *anti-galling*. Ketahanan fatik dan ketahanan korosi komponen meningkat. Permukaan sampel juga tahan terhadap pelunakan sampai pada suhu proses [5,6].

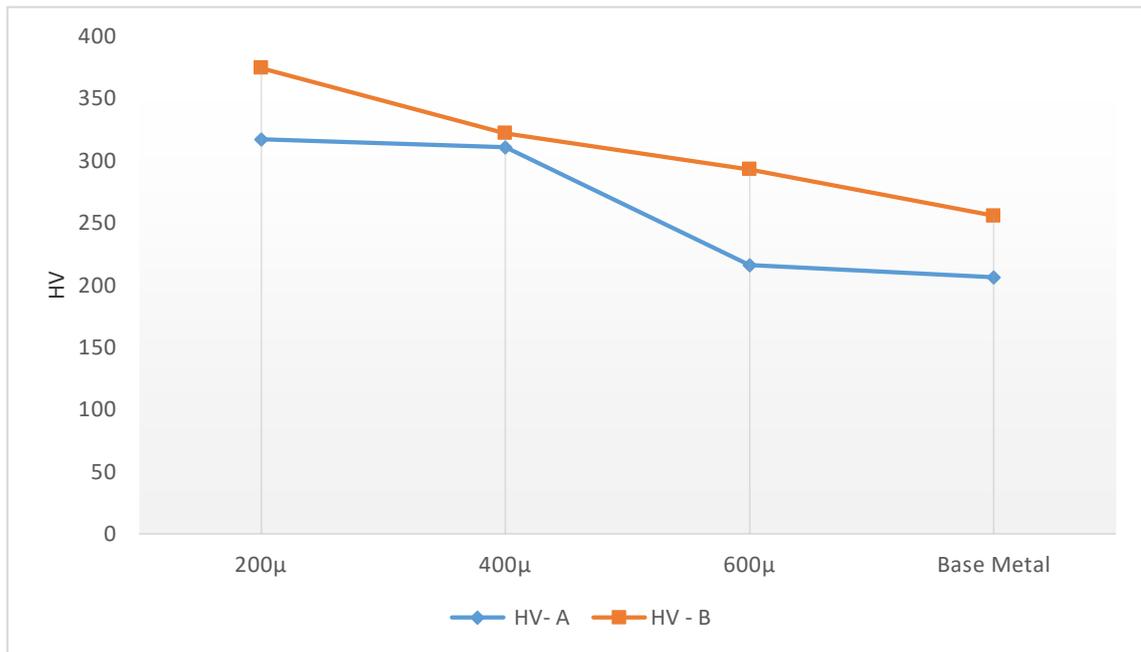
Baja tipe DF-3 merupakan baja perkakas (tool steel) yang serbaguna. DF-3 adalah baja paduan , termasuk kelompok Cold work Tool Steel. Karakteristik ini digabungkan untuk memberikan baja yang cocok untuk pembuatan perkakas dengan baik. Karakteristik DF-3 ini meliputi : Material yang mampu diproses permesinan dengan baik, Memiliki stabilitas dimensi yang baik selama proses hardening, Memiliki kombinasi kekerasan permukaan yang tinggi dan ketangguhan yang baik setelah diproses hardening dan tempering. Menurut American Iron and Steel Insitute (AISI), standarisasi spesifikasi baja perkakas ini tergolong kedalam baja AISI 01 [7,8].

2. Pembahasan



Gambar 1. Flowchart metode penelitian

Dari dua grafik diatas, dapat diambil perbandingan antara data kekerasan dari spesimen A dengan spesimen B.

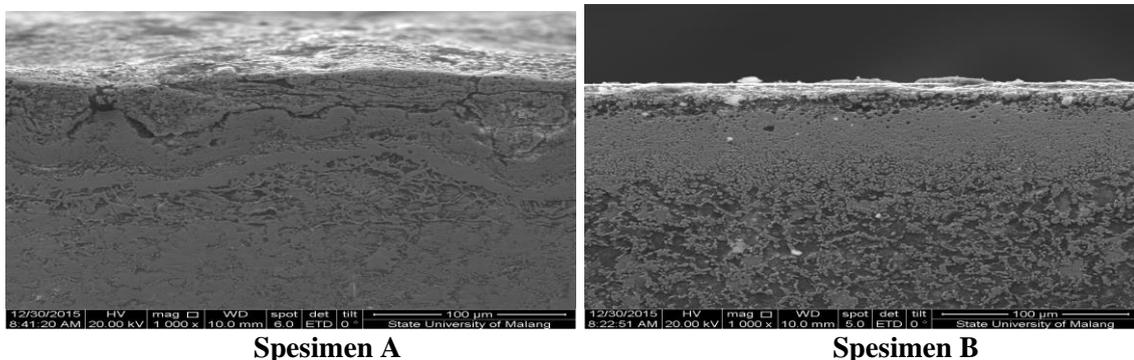


Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen A dengan Spesimen B

Dari hasil pengujian kekerasan spesimen uji terhadap jarak pengukuran kekerasan berdasarkan variasi temperatur pemanasan spesimen uji setelah dilakukan proses nitridasi seperti tabel diatas, terlihat bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada sisi tepi permukaan spesimen uji yakni:

- Spesimen A Nitridasi T : 550 °C: 317HV (tepi permukaan)
- Spesimen B Nitridasi T : 650 °C: 374,6 HV (tepi permukaan)

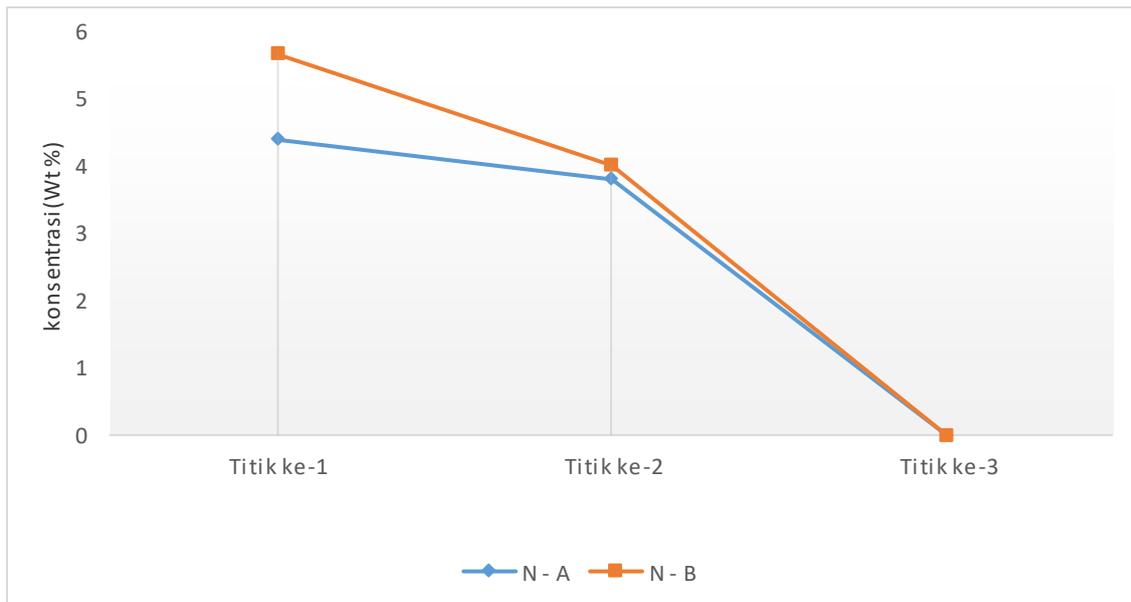
Hal ini terjadi karena pada daerah yang berada dekat dengan sisi-sisi permukaan, konsentrasi atom-atom nitrogen yang terdifusi kedalam atom baja akan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan daerah pada pusat permukaan. Dengan turunnya kosentrasi atom nitrogen yang terdifusi kedalam atom-atom baja, maka dengan sendirinya akan menurunkan nilai kekerasan pada permukaan baja. Namun terlihat pula perbedaan tingkat nilai kekerasan antara spesimen A dengan spesimen B, yakni pada spesimen A nilai kekerasan pada tepi permukaannya lebih kecil dibanding dengan spesimen B. Hal ini dikarenakan suhu nitriding yang diperlakukan pada spesimen A lebih kecil jika dibanding dengan spesimen B, dimana spesimen A proses nitridingnya bersuhu 550 °C, sedangkan spesimen B proses nitriding dengan suhu 650 °C.



Gambar 3. Struktur mikro SEM EDAX (Pemb. 1000 x)

Pengujian yang dilakukan pada struktur mikro ini adalah dengan cara mengambil gambar pada daerah permukaan spesimen. Setelah dilakukan pengamatan, lapisan permukaan yang lebih banyak mengandung struktur perlit terletak dengan dengan daerah inti. Dapat dilihat dari hasil pengujian struktur mikro pada spesimen A bahwa struktur perlit lebih banyak jika dibanding dengan struktur

ferrit. Hal ini dapat dilihat dari fasa perlit yang ada pada baja perkakas lebih besar dibanding dengan fasa ferrit yang ada. Pada gambar hasil uji struktur mikro spesimen B juga menunjukkan bahwa fasa perlit juga lebih besar di banding fasa ferit. Untuk mengetahui struktur mikro dan komposisi unsur permukaan cuplikan dilakukan analisis dengan menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope) dan EDAX (Energy Dispersive Analysis X-Ray). Cara kerja dari peralatan ini adalah dengan menggunakan hamburan balik dan pantulan sekunder dari berkas sekunder dari berkas elektron setelah berkas berinteraksi dengan materi. Dari data pengujian diatas, tampak perbedaan kadar unsur-unsur yang terkandung antara spesimen A dengan spesimen B. Jika dibandingkan kadar N yang ada pada spesimen A dan spesimen B, adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kadar N Spesimen A dan B

Dari beberapa grafik diatas terlihat bahwa hasil karakterisasi dari baja perkakas DF-3 dengan perlakuan nitriding dan percampuran NH_3 75% dan N_2 25% selama 12 jam proses nitridasi atom sebagai fungsi percampuran ini menunjukkan bahwa lapisan atom terbentuk bila kandungan besinya lebih banyak. Jenis tipe dan karakter oksidasi yang terbentuk ditentukan oleh kandungan unsur dan suhu lingkungan. dari hasil yang diperoleh kemungkinan diperoleh senyawa Fe_4N , dari kandungan unsur nitrogen yang baru mencapai 5,69% atom maka proses nitridasi belum mencapai kondisi optimal, karena untuk mencapai optimal seharusnya kandungan unsur nitrogen sekitar 13% atom sehingga dapat diperoleh senyawa Fe_4N yang mempunyai sifat sangat keras. Namun dari data diatas, terlihat bahwa kadar nitrogen tertinggi terdapat pada bagian tepi permukaan. Semakin menuju inti logam, kadar nitrogen semakin menurun dan bahkan tidak terbentuk. Hal ini menandakan bahwa lapisan hanya terbentuk pada daerah tepi permukaan, yang mana pada tepi permukaan juga memiliki nilai kekerasan yang tinggi karena terdapat lapisan. Dan spesimen dengan suhu nitriding yang lebih tinggi, memiliki kadar nitrogen yang lebih tinggi pula. Seperti yang terdapat pada spesimen B dengan temperatur nitriding 650°C ini memiliki kadar nitrogen sebesar 5,69 % pada bagian tepi permukaan, nilai tersebut lebih besar dibanding dengan kadar nitrogen pada spesimen A dengan temperatur nitriding 550°C yang hanya 4,41 % saja kadar nitrogen yang ada pada tepi permukaan. Kemudian pada titik kedua, spesimen A hanya sebesar 3,82 % saja, sedangkan spesimen B sebesar 4,02 %. Namun pada bagian inti, kedua spesimen tidak terbentuk lapisan nitrogen, keduanya ditunjukkan dengan angka 0 % seperti yang tertera pada tabel komposisi unsur diatas.

3. Simpulan

Berisi berbagai simpulan yang di ambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Merupakan pernyataan singkat tentang hasil yang disarikan dari pembahasan. Simpulan dapat berbentuk paragraf namun sebaiknya berbentuk point-point dengan menggunakan *numbering*.

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengamatan struktur mikro dengan variasi temperatur nitriding 550 °C dan 650 °C, struktur perlit lebih banyak terlihat daripada ferrit pada kedua spesimen. Namun pada spesimen B dengan temperatur 650 °C terlihat memiliki struktur perlit yang lebih banyak daripada spesimen A yang temperatur nitridingnya hanya 550 °C. Karena itu, spesimen B memiliki kekerasan yang lebih tinggi.
2. Dari pengujian SEM dan EDAX, masing-masing spesimen dilakukan pengujian dengan mengambil spot pada tiga titik yang berbeda. Dimulai dari tepi permukaan, hingga kebagian inti. Pada bagian permukaan, spesimen A menunjukkan kadar nitrogen sebesar 4,41%, sedangkan spesimen B sebesar 5,69%. Namun dari kedua spesimen, dengan spot pada bagian inti menunjukkan kadar nitrogen 0%. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan nitriding hanya terbentuk pada bagian tepi permukaan saja, karena semakin menuju inti kadar nitrogen semakin menurun. Namun kadar nitrogen tertinggi terdapat pada spesimen dengan temperatur nitriding yang lebih tinggi, yaitu spesimen B dengan temperatur nitriding 650 °C.
3. Pada pengujian vickers ini, tiap spesimen dilakukan pengujian pada tiga titik yang berbeda, dimulai dari tepi permukaan spesimen sampai ke bagian permukaan. Tiap titik identasi diberi jarak 200 µ. Nilai kekerasan dari tiap titik didapat hasil yang berbeda-beda. Titik identasi dengan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada tepi permukaan, baik pada spesimen A maupun pada spesimen B. Pada spesimen A sebesar 317 HV, dan pada spesimen B sebesar 374,6 HV. Spesimen B memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding spesimen A.

Dari pengujian SEM dan EDAX, masing-masing spesimen dilakukan pengujian dengan mengambil spot pada tiga titik yang berbeda. Dimulai dari tepi permukaan, hingga kebagian inti. Pada bagian permukaan, spesimen A menunjukkan kadar nitrogen sebesar 4,41%, sedangkan spesimen B sebesar 5,69%. Namun dari kedua spesimen, dengan spot pada bagian inti

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terimakasih kepada DP2M Ditjen DIKTI dan ITN Malang serta Prodi Teknik Mesin yang telah membantu menggunakan peralatan labotratorium berupa dapur fluidised bed.

Daftar Pustaka

- [1]. Anthonius S., Sulistioso G. S. dan Sumaryo, 2012, Pengaruh Proses Nitridisasi Terhadap Sifat Mekanis Permukaan Baja Paduan Rendah AISI 4340, Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN), Tangerang.
- [2]. Sukma, J.A., Pengerasan Permukaan Baja Karbon ST 40 dengan Metode Nitridisasi dalam Larutan Kalium Nitrat, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3]. I Komang Astana Widi, Analisis Simulasi Pengaruh Sudut Cetakan Terhadap Gaya Dan Tegangan Pada Proses Penarikan Kawat Tembaga Menggunakan Program Ansys 8.0, Jurnal Flywheel, Volume 1, Nomor 2, Desember 2008, Issn : 1979-5858
- [4]. Yang, Mei., 2012, Nitriding – Fundamentals, Modelling and Process Optimization, Worcester Polytechnic Institute, Massachusetts.
- [5]. I Komang Astana Widi , Analisa Penilaian Mesin Dan Peralatan Industri, Volume 2, Nomor 1, Juni 2009, Issn 1979-5858
- [6]. Hartono, Beta., Pengerasan Baja AISI 01 dengan Metoda Perlakuan Panas, VEDC, Malang.
- [7]. Komang Astana Widi, Eko Edy Susanto, Teguh Rahardjo, Nanang Dwi Wahyudi , Analisa Pengaruh Krom Baja Assab Df 3 Terhadap Bentuk Korosi Pada Tegangan Listrik Dan Waktu Elektrolapting, Jurnal Flywheel, Volume 6, Nomor 1, September 2015, Issn : 1979-5858
- [8]. W. Sujana, K. A. Widi, Serbuk Alumina Sebagai Katalis Didalam Reaktor Fluidised Bed, Jurnal Flywheel, Volume 7, Nomor 1, Nopember 2016, Issn : 1979-5858