

Dampak Negatif Pemanfaatan Gas Nitrogen Dan Solusi Pada Industri Perlakuan Panas Thermokimia

K. A. Widi, I.N.G. Wardana, Yudi S.I., Wahyono

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang,
Jl. MT Haryono 167, Malang 65145 ditulis dengan Font Arial 10

E-mail: aswidi@yahoo.com

Abstrak

Teknologi pemanfaatan gas nitrogen sebagai media atau atmosfer dalam industri perlakuan panas thermokimia untuk meningkatkan kualitas komponen sangat diminati saat ini. Namun beberapa sumber menyatakan bahwa unsur nitrogen merupakan salah satu penyebab terjadinya pemanasan global (*global warming*) yang saat ini pemanfaatannya perlu dibatasi. Dan 80% unsur nitrogen ini berasal dari pemanfaatan teknologi di industri [1].

Teknologi proses perlakuan thermokimia telah berkembang pesat dan memiliki andil dalam pemanfaatan gas nitrogen. Tujuan proses ini adalah untuk meningkatkan kekerasan permukaan dari komponen. Adapun proses yang dimaksud adalah teknologi proses berbasis nitrogen diantaranya proses nitridisasi, nitrokarburisasi dan umumnya seluruh perlakuan thermokimia gas yang memanfaatkan temperatur proses diatas 500 °C [2]. Unsur nitrogen dapat berfungsi sebagai pembentuk senyawa nitrida (proses pengerasan permukaan) dan dapat juga dimanfaatkan hanya untuk perlindungan dari atmosfer luar saat proses difusi berlangsung.

Umumnya peningkatan pemanfaatan nitrogen akan menghasilkan kualitas sifat mekanis komponen yang lebih baik. Namun kekurangefektifan perlakuan thermokimia berbasis nitrogen (berdampak pada lingkungan) perlu dicarikan solusi karena 70% dari gas nitrogen yang dimanfaatkan saat perlakuan tidak memiliki peran dalam menghasilkan proses pengerasan permukaan dan lepas ke atmosfer dengan sia-sia [12].

Beberapa metode proses thermokimia yang telah dikembangkan dalam meningkatkan kualitas hasil perlakuan thermokimia untuk mengurangi pemanfaatan unsur nitrogen yaitu diantaranya proses pengerolan dingin, proses *shoot peening* dan proses *annealing* sebelum perlakuan thermokimia nitridisasi [3-6]. Metode lain yang juga telah dilakukan diantaranya memanfaatkan multi tahapan proses serta menggantikan atmosfer nitrogen dengan media lain [7-10]. Dimana metode-metode tersebut dapat meningkatkan kualitas hasil pengerasan permukaan dimana lapisan nitrida keras yang terbentuk akan lebih homogen dan lapisan putih yang bersifat keras dan getas dapat diminimalisir sehingga akan memberikan sifat ketahanan lelah/fatik yang lebih baik pada komponen.

Keywords : *nitrogen, thermokimia, pengerolan dingin, shoot peening, annealing.*

Abstract

Nitrogen gas utilization technologies as media or the atmosphere in the heat treatment industry thermokimia to improve the quality of the components are in great demand today. However, some sources indicate that nitrogen is one of the causes of global warming (global warming) is currently a worldwide concern. And showed that 80% of nitrogen is derived from the use of technology in the industry [1]

Thermochemical treatment has been developed rapidly and the goal is to increase the surface hardness of the components. The heat treatment process in question is a nitrogen-based process technologies including process nitridisasi, nitrokarburisasi and generally the whole treatment that utilizes gas thermokimia process temperatures above 500 °C [2]. Nitrogen can serve as a nitride-forming compounds (surface hardening process) and can also be used only for protection from the outside atmosphere during the process of diffusion takes place.

Generally, an increase in the use of nitrogen will produce higher mechanical properties. Several nitriding methods have been developed to improve their material properties purposed for reducing nitrogen used i.e cold rolling, shootpeening and annealing before nitriding thermochemical treatment. [3-6]. Other methods can be used for enhance nitrogen diffusion i.e. multi-stage process [7-10]. These methods can improve the properties of surface materials by formed hard nitride layer in which to be more homogeneous and then the white layers (brittle characteristic) will be minimized so that it will provide fatigue resistance properties on the surface components.

Keywords : *nitrogen, diffusion, thermochemical*

PENDAHULUAN

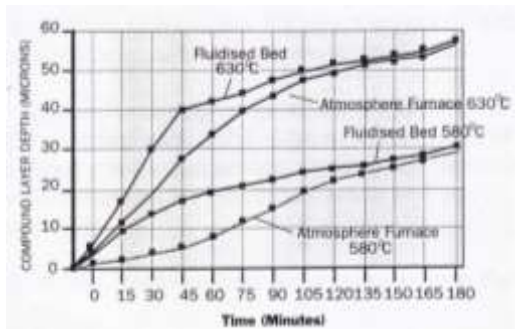
Adanya penggunaan gas-gas penyusun udara dalam dunia industri akan menyebabkan terjadinya pencemaran udara akibat komposisi udara yang sudah tidak seimbang lagi [11]. Pencemaran udara akan memberikan dampak yang luas karena udara adalah sumber kehidupan didunia ini. Salah satu unsur didalam udara yang dapat terganggu adalah unsur nitrogen. Teknologi pemanfaatan gas nitrogen sebagai media atau atmosfer dalam industri perlakuan panas thermokimia untuk meningkatkan kualitas komponen sangat diminati saat ini. Berdasarkan beberapa referensi menunjukan bahwa unsur nitrogen merupakan salah satu penyebab terjadinya pemanasan global (*global warming*) yang saat ini menjadi perhatian seluruh dunia. 80 % unsur nitrogen ini berasal dari pemanfaatan teknologi di industri.

Pada makalah ini, penulis akan mereview beberapa penelitian yang telah dikembangkan hingga saat ini dalam mengurangi pemanfaatan gas nitrogen untuk

meningkatkan kualitas komponen pada industri manufaktur perlakuan panas yang memanfaatkan gas nitrogen sebagai atmosfer atau media pemrosesannya. Proses perlakuan thermokimia bertujuan meningkatkan kekerasan permukaan dari komponen. Adapun proses perlakuan panas yang dimaksud adalah berbasis nitrogen diantaranya proses nitridisasi, nitrokarburisasi dan umumnya seluruh perlakuan thermokimia gas yang memanfaatkan temperatur proses diatas 500 °C. Unsur nitrogen dapat berfungsi sebagai pembentuk senyawa nitrida (proses pengerasan permukaan) dan dapat juga dimanfaatkan hanya untuk perlindungan dari atmosfer luar saat proses difusi berlangsung.

Nitridisasi gas mulai dikomersialkan pada tahun 1930 dan pengembangan penelitian terhadap peningkatan unjuk kerja proses nitridisasi telah dilakukan hingga sekarang terutama pengembangan untuk memanfaatkan material yang mengandung unsur khrom (Du *et al*, 2000). Perlakuan nitridisasi

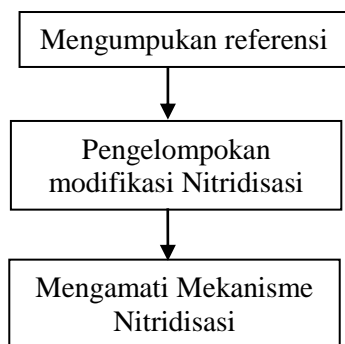
umumnya diaplikasikan untuk komponen-komponen dengan pembebanan adhesive. Nitridisasi gas dengan teknologi fluidized bed memiliki kelebihan dibandingkan dapur biasa dimana ketebalan lapisan keras yang dihasilkan lebih baik (3) seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan laju pembentukan lapisan keras pada dapur fluidized bed dibandingkan dapur biasa.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada artikel ini akan mereview penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan untuk meningkatkan difusi atom nitrogen kedalam bahan. Hasil-hasil penelitian tersebut selanjutnya akan digolongkan kedalam dua bagian yaitu modifikasi pada bahan dan modifikasi pada parameter proses nitridisasinya.



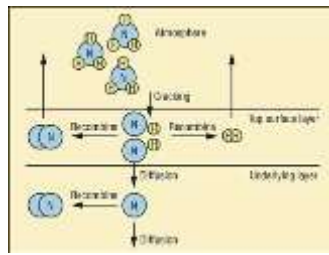
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran referensi pada penelitian proses nitridisasi yang telah dilakukan hingga saat ini, menunjukkan bahwa terdapat beberapa cara/metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan difusi atom nitrogen kedalam bahan. Parameter proses nitridisasi dengan memodifikasi struktur permukaan bahan menunjukkan adanya peningkatan difusi atom nitrogen seperti perlakuan pengerolan dingin, annealing, shot peening dan kombinasi dari perlakuan tersebut yang dilakukan sebelum perlakuan nitridisasi (10,12,13,14).

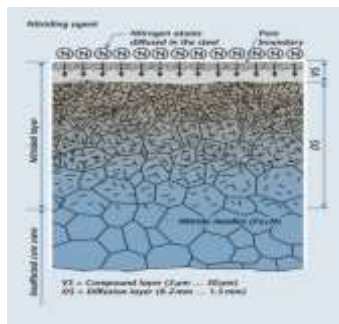
Peningkatan difusi dengan parameter tersebut diatas umumnya diikuti dengan menurunnya lapisan putih (white layer) dan juga penurunan pada porositas yang sering terbentuk dipermukaan specimen nitridisasi yang diakibatkan karena konsentrasi atom nitrogen permukaan yang terlalu tinggi. Seluruh perlakuan modifikasi permukaan bahan ini akan menghasilkan ketidakberaturan struktur pada permukaan dan juga pembentukan cacat-cacat pada permukaan specimen. Factor inilah yang menyebabkan peningkatan pada proses difusi atom nitrogen kedalam bahan.

Disamping memodifikasi struktur permukaan specimen nitridisasi, metode lain yang banyak dilakukan untuk meningkatkan difusi atom nitrogen adalah memodifikasi variable proses diantaranya meningkatkan tekanan gas, temperature proses, waktu proses dan atmosfer proses nitridisasi. Hasil penelitian umumnya menunjukkan peningkatan variable proses diatas akan meningkatkan disosiasi gas ammonia menjadi atom nitrogen. Peningkatan ini akan memberikan pengaruh pada peningkatan konsentrasi atom nitrogen kedalam bahan (2,3,4,5,6,7,8,9,15).

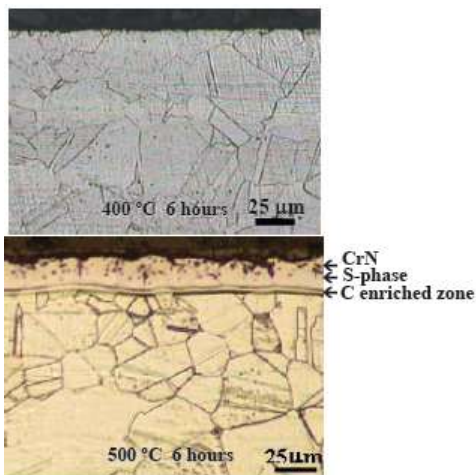
Beberapa mekanisme difusi nitridisasi diketahui memiliki peranan yang penting dalam pembentukan ketebalan lapisan nitride. Mekanisme tersebut diantaranya berupa kemampuan afinitas unsure nitrogen terhadap unsure paduan baja, terbentuknya sensitasi pada baja paduan tinggi (15,16,17,18), terbentuknya nitrogen bebas pada batas butir, pembentukan cacat dan dislokasi butir dan terbentuknya reaksi superjenuh dari atom nitrogen. Beberapa reaksi mekanisme diatas dapat ditunjukkan pada gambar 2 hingga gambar 5.



Gambar 2. Reaksi superjenuh atom nitrogen pada proses nitridisasi gas



Gambar 3. Pembentukan cacat dan dislokasi permukaan specimen nitridisasi



Gambar 4. Terbentuknya sensitasi pada baja paduan tinggi yang diberi perlakuan nitridisasi

KESIMPULAN

Beberapa metode proses termokimia yang telah dikembangkan dalam meningkatkan kualitas hasil perlakuan termokimia nitridisasi sebelum perlakuan termokimia nitridisasi untuk mengurangi

pemanfaatan unsur nitrogen yaitu diantaranya :

1. proses pengerolan dingin
2. proses shootpeening
3. proses annealing
4. Kombinasi proses diata
5. Multi tahapan proses

Metode-metode tersebut dapat meningkatkan kualitas hasil pengerasan permukaan dimana lapisan nitrida keras yang terbentuk akan lebih homogen dan lapisan putih yang bersifat keras dan getas dapat diminimalisir sehingga akan memberikan sifat ketahanan lelah/fatig yang lebih baik pada komponen.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Mursaha (2009). Nitrogen tersangka baru dalam pemanasan global, chem.-istry.org

[2] R. W. Reynldson.(1993) Case Studies On The Use Of Fluidised Beds For The Heat Treatment of Metals, Heat Treatment in FluidisedBed Furnaces, ASM

[3] T. Friesen, J. Haupt, W. Gissler, A. Barna and P. B. Barna, Ultrahard coatings from Ti-BN multilayers and by co-sputtering, Surface and Coatings Technology, Volume 48, Issue 2, 1 November 1991, Pages 169-174

[4] P. Kula, E. Woloweic, R. Pietrasik, K. Dybowski, B. Januszewicz.(2013) Non-steady state approach to the vacuum nitriding for tools, Elsevier. Vacum, 88 pp.1-7.

[5] S. Fare, N Lecis, E. Brescia, M. Mazolal. (2011) Role of grain boundaries in diffusional phenomena during gas nitriding of pure iron ,” Elsevier. Procedia Engineering, 10 pp.2943-2948.

[6] Myrna Ariati, (2014), Analisa Lapisan Intermetalik pada Permukaan Baja Perkakas H13 dengan perlakuan shoot peening dan Nitridisasi sebagai Awal Die Soldering pada Proses Die Casting Paduan Aluminium ADC12, Seminar Nasional Teknologi ITN Malang, hal. 303 - 311

[7] J.Darbella. (1996) Gas Nitriding ; An Industrial Perspective

- [8] E. Haruman, K. Widhi, A.G.E. Sutjipto, S. Mridha dan Y. Sun. (2006) Structural and Wear and Characteristic of Low Temperatur Nitridad Stainless Steel, *JURNAL TEKNOLOGI*, Edisi No. 3. Tahun XX, September, 209-214 ISSN 0215-1685
- [9] S. Ben Slima. (2012) Ion and Gas Nitriding Applied to Steel Tool for Hot Work X38CrMoV5 Nitriding Type: Impact on the Wear Resistance," *Materials Sciences and Applications*, pp. 640-644.
- [10] Ş. Polat, Ş. Hakan Atapek, F. Gümüs. (2012) Gas Nitriding Of A Hot Work Tool Steel And Its Characterization, presented at the International Iron & Steel Symposium, Karabük, Türkiye.
- [11] Elsari Putri (2010), Dampak Pencemaran Udara terhadap Lingkungan, <https://elsari.wordpress.com>, diakses tanggal 20 Januari 2015.
- [12] J.R. Davis. (2001) Surface Engineering for corrosion and Wear Resistance, ASM International.
- [13] T. Liapina, A. Leineweber, E.J. Mittemeijer. (2003) Nitriding redistribution in γ/ϵ iron nitrida compound layer upon annealing, *Scripta Materialia* 48, 1643–1648, Science direct, Elsevier, Pergamon.
- [14] N. Lecis, M. Vedani, S. Fare. (2012) Effect of substrate structure on properties of nitrida layers formed on pure iron, *International Journal of Structural Integrity* Vol. 3 Issue 4 pp. 476-487
- [15] E. Haruman, Y. Sun, H. Malik, AG.E. Sutjipto, K. Widi. (2006) Low Temperatur Nitriding of Austenitic Stainless Steel, The 3 Asian Conference on Heat Treatment of Materials, Nov. 10-12 Gyeongju, Korea
- [16] E.J. Mittemeijer, J.T. Slycke. (1996) *Surf Eng* 12, 1, p 152
- [17] K. A. Widi, I.N.G. Wardana, W. Sujana. (2013) The effect of Chemical Compositions of Tool Steel On The Level of White Layers Homogeneity and The Surface Hardness, *International Journal of Materials, Mechanics and Manufactureing*, Vol I No 2, April.
- [18] S. Zach (2000) How Well Are Supersaturation and Temperatur in Expansion Chambers Predicted by the Poisson-Equation?, *Nucleation and Atmospheric Aerosols*," American Institute of Physics.