

# PENGARUH AGING DAN NITROKARBURISASI BAJA TAHAN KARAT Pengerasan PRESIPITASI ASSAB TYPE CORRAX

**Eko Hadi Prasetio**

*Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri*

*Universitas Gunadarma*

*Jl. Margonda Raya 100 Depok Jawa Barat – INDONESIA*

## **ABSTRAK**

*Baja tahan karat pengerasan presipitasi ASSAB type corrax hasil proses aging dan proses nitrokarburisasi dipelajari dalam penelitian ini. Temperatur yang digunakan untuk proses nitrokarburisasi yaitu 570°C dengan rentang waktu 3 jam dan temperatur yang digunakan untuk proses aging 570°C dengan rentang waktu 2 jam. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan berskala vickers serta pengamatan struktur mikro. Struktur mikro awal pada baja tahan karat ASSAB type corrax didapatkan matriks yang sepenuhnya fasa martensit berbentuk matriks martensit konvensional, setelah mengalami proses aging matriks martensitnya berbentuk matriks martensit temper dan timbul pembentukan fasa baru yaitu  $\delta$  ferrit, bentuk dari fasa tersebut memanjang berwarna putih. Pengujian kekerasan lapisan menunjukkan bahwa semakin ke permukaan, kekerasannya semakin meningkat. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sifat mekanis optimum dicapai pada proses nitrokarburisasi tanpa proses aging, dimana nilai kekerasannya 724.3 Hv pada diffusion layer-nya dan 433.4 Hv pada base metalnya dengan kedalaman diffusion layer rata-rata 18 $\mu$ m.*

**Kata Kunci :** nitrokarburisasi, baja tahan karat type corrax

## Pendahuluan

Dunia industri menggunakan baja terutama untuk komponen yang bergerak, seperti roda gigi, pahat pemotong dan dies. Bahan baja sebagai peralatan komponen pemotong bergerak terutama roda gigi dan dies dalam pengoperasiannya akan mengalami pembebanan dinamis.

Pembebanan dinamis ini dapat memacu percepatan penurunan ketahanan lelah dan ketahanan aus. Keausan lelah dan patah lelah yang diakibatkan oleh pembebanan berulang sangat dipengaruhi oleh pemusatan tegangan setempat akibat adanya takikan atau goresan permukaan baja. Kondisi ini dapat diatasi dengan meningkatkan sifat ketangguhan permukaan bahan baja yang memiliki sifat kekerasan tertentu dengan metoda perlakuan permukaan.

Untuk menghasilkan baja perkakas dengan sifat seperti yang diinginkan maka proses yang biasa dilakukan adalah dengan perlakuan panas. Proses perlakuan panas yang sering dilakukan pada baja perkakas adalah proses pengerasan yang diikuti dengan proses temper. Dengan temperatur temper yang berbeda akan dihasilkan sifat yang berbeda. Proses pengerasan dilakukan untuk mendapatkan struktur keras martensit melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan. Sedang proses temper dilakukan untuk menghilangkan tegangan dalam yang timbul karena proses pengerasan, menghilangkan austenit sisa dan memperbaiki kestabilan dimensi serta dapat memperbaiki kekuatan luluh dan dampak tanpa mengurangi kekerasannya.

Salah satu perlakuan permukaan baja dapat dilakukan melalui proses nitrokarburisasi atau perlakuan termokimia. Perlakuan termokimia diharapkan akan meningkatkan sifat ketahanan aus, ketahanan lelah (*Fatigue*), ketahanan mulur, ketahanan korosi, dan ketahanan terhadap beban dinamis. Perlakuan termokimia ini melibatkan penambahan unsur *nitrogen* dan *carbon* melalui proses difusi yang akan bereaksi dengan unsur paduan membentuk lapisan fasa pada permukaan bahan hingga pada kedalaman tertentu. Proses termokimia menggunakan gas nitrogen, gas amoniak dan hidrocarbon, berlangsung pada rentang suhu 450 - 590°C. Suhu tersebut memungkinkan kondisi struktur fasa baja sebagian besar dalam bentuk feritik.

## Tata Cara Dan Percobaan

Sample yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja tahan karat ASSAB type Corrax, komposisi ditunjukkan pada table 1.

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al
0,03	0,3	0,3	12,0	9,2	1,4	1,6

*Table 1. Komposisi Baja Tahan Karat Corrax (%Atom)*

Persiapan bahan adalah merupakan tahapan awal dari pelaksanaan pengujian. Pada tahap ini ditentukan jenis bahan yang digunakan sebagai objek pengujian dan juga persiapan bahan. Untuk pelaksanaan proses nitrocarburizing, bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah baja tahan karat ASSAB type CORRAX (16 x 55mm).

Pada proses heat treatment dilakukan perlakuan aging dan nitrocarburizing dengan menggunakan dapur jenis Fluidized Bed Furnace. Temperatur nitrocarburizing yang digunakan pada proses ini adalah 570°C dengan waktu nitrocarburizing selama 3 jam yang dialiri gas dengan komposisi 50% ammonia, 49% nitrogen dan 1% hidrocarbon, sedangkan temperatur aging yang digunakan 570°C dengan waktu aging selama 2 jam.

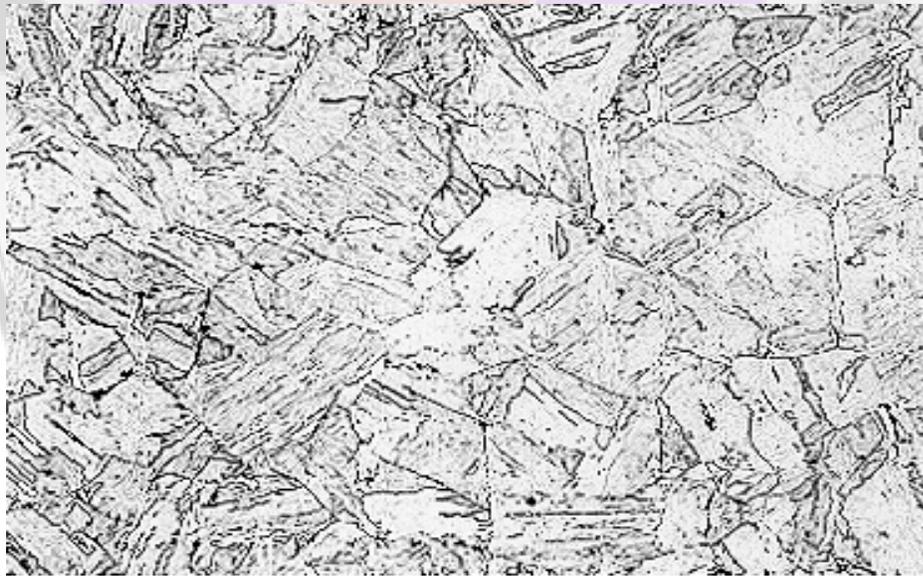
Proses termokimia berlangsung bertahap diawali dengan disosiasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan hidrocarbon ( $\text{CH}_4$ ) kemudian diikuti penyerapan N yang larut pada ke dalam fasa  $\alpha(\text{Fe})$ . Kemampuan larut padat fasa  $\alpha$  mencapai batas kejenuhan menyebabkan pembentukan fasa Fe-N dan seiring dengan itu terjadi penyerapan karbon membentuk karbonitrida. Proses difusi N dan C berlangsung seiring bereaksi dengan unsur paduan hingga mencapai kedalaman tertentu.

Baja tahan karat Corrax dikenakan beberapa pengujian antara lain pengujian metalografi untuk mengamati jenis struktur mikro yang terdapat pada baja tahan karat Corrax pada saat kondisi awal, setelah proses aging, proses nitrokarburisasi tanpa aging dan proses nitrokarburisasi dengan menggunakan proses aging. Untuk pengujian kekerasan menggunakan metode kekerasan Vickers dengan beban 0.2 Kg untuk base metal dan 0.025 Kg untuk surface.

## **Hasil Dan Pembahasan**

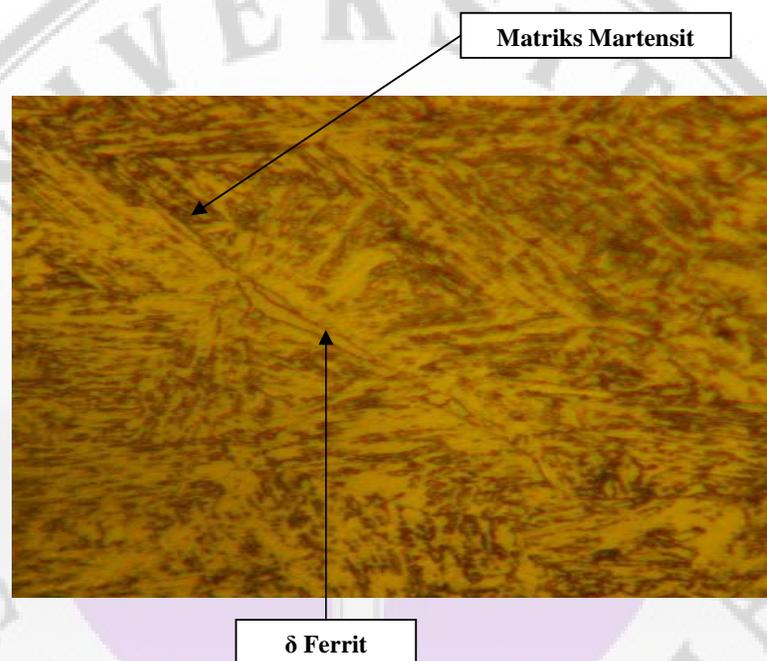
- **Struktur Mikro**

Struktur mikro baja tahan karat Corrax pada kondisi awal ditunjukkan oleh gambar 1. Pada pengamatan foto struktur mikro sebelum proses aging didapatkan matriks yang sepenuhnya fasa martensit. Matriks martensit tersebut berbentuk pipih karena kandungan karbon dari baja corrax cukup rendah yaitu sebesar 0,03%.



*Gambar 1. Struktur Mikro Baja Tahan Karat Corrax Pada Kondisi Awal Pembesaran 400X*

Pada gambar 2 ditunjukkan struktur mikro baja tahan karat Corrax pada saat kondisi setelah mengalami proses aging atau temper. Terdapat perubahan fasa yang dipengaruhi oleh kenaikan temperatur dan waktu aging, terlihat jelas pembentukan delta ferrit pada matriks martensit, bentuk dari fasa tersebut memanjang berwarna putih, sedangkan matriks martensit berwarna gelap. Fasa ini akan semakin memanjang dan melebar pada matriks martensit seiring dengan peningkatan temperatur dan waktu aging



*Gambar 2. Struktur Mikro Baja Corrax Setelah Dilakukan Proses Aging Pembesaran 400x*

Pada material corrax proses nitrocarburizing matriks martensitnya berbentuk matriks martensit konvensional menyerupai matriks martensit pada kondisi awal baja corrax. Hal ini disebabkan karena material tidak mengalami proses aging.

Pada material corrax ini tidak ditemukan pembentukan delta ferrit pada matriks martensitnya, hal ini juga disebabkan material corrax ini tidak mengalami proses aging. Matriks martensitnya terlihat pipih. Dapat dilihat pada gambar 3.



*Gambar 3 Struktur Mikro Material Corrax Proses Nitrocarburizing Tanpa Aging Pembesaran 400x*

Pada material corrax proses aging+nitrocarburizing matriks martensitnya berbentuk matriks martensit tamper berbeda jauh pada matriks martensit saat kondisi awal baja corrax. Hal ini disebabkan karena material telah mengalami proses aging. Pada material corrax ini terlihat jelas pembentukan delta ferrit pada matriks martensit, bentuk dari fasa tersebut memanjang berwarna putih, sedangkan matriks martensit berwarna gelap. Fasa ini akan semakin memanjang dan melebar pada matriks martensit seiring dengan peningkatan temperatur dan waktu aging. Dapat dilihat pada gambar 4.



*Gambar 4 Struktur Mikro Material Corrax Proses Nitrocarburizing dengan Aging Pembesaran 400x*

- **Kekerasan**

Kekerasan baja tahan karat corrax pada kondisi awal atau *solution treatment* hanya sebesar 34 HRc.

- **Kekerasan Baja Tahan Karat Corrax Setelah Proses Aging**

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan seperti yang tertera pada table 2, maka didapatkan berbagai variasi nilai kekerasan yang tergantung pada temperatur dan waktu aging yang diberikan. Pada kondisi temperatur aging 570°C, akan terlihat kenaikan nilai kekerasan seiring dengan peningkatan waktu aging. Waktu aging yang digunakan adalah 2 jam, dimana nilai kekerasannya menjadi 473 Hv.

NO	d <sub>1</sub> (µm)	d <sub>2</sub> (µm)	Hasil (Hv)
1	27.8	28.6	466
2	28.2	27.7	475
3	27.9	28.1	473
4	28.4	28.2	463
5	28.4	27.6	473

*Table 2*

➤ **Kekerasan Baja Tahan Karat Corrax Proses Nitrokarburisasi**

Berdasarkan data-data pada table 3, yang didapat dari hasil pengujian mikro Vickers, maka didapatkan variasi harga kekerasan yang berbeda dari lima titik penjeakan. Pada penjeakan pertama atau lapisan permukaan diffusi kekerasan yang didapat 724.3 Hv kemudian mengalami penurunan kekerasan pada penjeakan kedua menjadi 420.4 Hv. Kekerasan yang paling tinggi terdapat pada lapisan permukaan, ini disebabkan konsentrasi nitrogen (N) yang terbesar terdapat pada permukaan lapisan pertama (lapisan putih). Konsentrasi nitrogen (N) berangsur-angsur menurun ke bagian dalam baja paduan, kondisi ini dimungkinkan karena proses diffusi nitrogen sangat dipengaruhi oleh waktu dan suhu. kedalaman diffusion layer yang terbentuk cukup tebal yaitu 18  $\mu\text{m}$ . Untuk harga kekerasan base metal pada lima titik penjeakan didapatkan kekerasan 427.6-433.4 Hv.

**Surface**

No	d <sub>1</sub> ( $\mu\text{m}$ )	d <sub>2</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Hasil (Hv)
1	7.8	8.2	724.3
2	10.8	10.2	420.4
3	10.7	10.5	437.9
4	10.7	10.5	412.6
5	10.5	10.6	416.5

**Base Metal**

No	d <sub>1</sub> ( $\mu\text{m}$ )	d <sub>2</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Hasil (Hv)
1	29.6	29.2	429
2	29.7	29.2	427.6
3	29.2	29.3	433.4
4	29.4	29.1	433.4
5	29.2	29.4	432

*Table 3*

➤ **Kekerasan Baja Tahan Karat Corrax Proses Nitrokarburisasi+Aging**

Berdasarkan data pada table 4, setelah diberikan beban sebesar 0.025 kg didapatkan harga kekerasan 681.1 Hv pada penjejakan pertama atau pada lapisan permukaan dan pada lapisan kedua kekerasannya menurun menjadi 436.9 Hv.

Pada material corrax dengan 2 kali proses perlakuan panas ternyata harga kekerasannya tidak lebih besar dibandingkan dengan material corrax yang langsung diproses nitrocarburizing tanpa proses aging.

Kedalaman diffusion layer yang terbentuk pada material corrax dengan dua kali proses yaitu 16  $\mu\text{m}$ , tidak lebih besar dari diffusion layer yang didapat pada material corrax yang langsung diproses nitrocarburizing tanpa aging. Ini membuktikan ketangguhan material yang tinggi didapatkan pada material corrax yang langsung mengalami proses nitrocarburizing tanpa aging.

**Surface**

No	d <sub>1</sub> ( $\mu\text{m}$ )	d <sub>2</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Hasil (Hv)
1	8.7	7.8	681.1
2	10.5	10.1	436.9
3	10.5	10.1	436.9
4	10.5	10.6	416.5
5	10.5	10.6	428.6

**Base Metal**

NO	d <sub>1</sub> ( $\mu\text{m}$ )	d <sub>2</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Hasil (Hv)
1	29.2	29.8	426
2	29.7	30.0	416
3	30.1	29.8	413
4	29.1	29.2	436
5	29.0	29.6	432

**Table 4**

## Kesimpulan

### 1. Struktur Mikro

- Dengan kandungan unsur Chromium (Cr) sebesar 12.0% dan unsur nikel (Ni) sebesar 9.2%, struktur mikro pada kondisi awal (*Solution Treatment*) baja corrax didapatkan matriks yang sepenuhnya fasa martensit.
- Setelah dilakukan proses pengerasan persipitasi fasa baja corrax tetap berbentuk fasa matriks martensit tetapi terlihat pembentukan fasa baru yaitu delta ( $\delta$ ) ferrit, perubahan fasa dipengaruhi oleh kenaikan temperatur dan waktu aging, bentuk dari fasa tersebut memanjang berwarna putih.
- Pada baja corrax proses nitrokarburisasi matriks martensitnya berbentuk matriks martensit konvensional dan tidak ditemukan perubahan fasa baru, sebab baja corrax tidak mengalami pengerasan persipitasi, dan juga timbul pembentukan diffusion layer pada permukaannya dengan tebal rata-rata  $18 \mu\text{m}$ .
- Pada baja corrax proses nitrokarburisasi + aging, matriks martensitnya berbentuk matriks martensit temper dan terlihat pembentukan delta ( $\delta$ ) ferrit, disebabkan baja mengalami proses pengerasan persipitasi, serta timbul pembentukan diffusion layer pada permukaannya dengan tebal rata-rata  $16 \mu\text{m}$ .

### 2. Kekerasan

- Kekerasan baja corrax pada kondisi awal (*Solution Treatment*) sebesar 34 HRc.
- Kekerasan baja corrax setelah dilakukan proses aging, dengan temperatur aging  $570^{\circ}\text{C}$  dalam rentang waktu 2 jam, kekerasannya naik menjadi 48 HRc, pada penjejukan pertama didapatkan harga kekerasannya 466 Hv.
- Kekerasan baja corrax setelah dilakukan proses nitrokarburisasi, dengan temperatur nitro  $570^{\circ}\text{C}$  dalam rentang waktu 3 jam, didapatkan harga kekerasan pada penjejukan pertama atau lapisan permukaan

diffusi sebesar 724.3 Hv dan pada base metalnya didapatkan harga kekerasan sebesar 427.6-433.4 Hv, dengan kedalaman diffusion layer rata-rata 18  $\mu m$ .

➤ Kekerasan baja corrax setelah dilakukan proses nitrokarburisasi + aging didapatkan harga kekerasan pada penjejakan pertama atau lapisan permukaan diffusi sebesar 681.1 Hv dan pada base metalnya didapatkan harga kekerasan sebesar 413 Hv, dengan kedalaman diffusion layer rata-rata 16  $\mu m$ .

3. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kekerasan dan ketangguhan material corrax proses nitrokarburisasi tanpa aging lebih tinggi dengan harga kekerasan 724.3 Hv pada diffusion layer dan 433.4 Hv pada base metalnya dibandingkan dengan material corrax proses nitrokarburisasi dengan aging.
4. Kedalaman diffusion layer material corrax proses nitrokarburisasi tanpa aging lebih tebal mencapai 18  $\mu m$  dibandingkan kedalaman diffusion layer material corrax proses nitrokarburisasi dengan aging hanya sebesar 16  $\mu m$ , ini juga membuktikan bahwa tingkat ketangguhan dan kekerasan dari material corrax proses nitrokarburisasi tanpa aging lebih tinggi dibandingkan dengan material corrax proses nitrokarburisasi dengan aging.

## Daftar Pustaka

1. Krauss, George, *Steel Heat Treatment and Processing Principles*, ASM International, Material Park, Ohio, 1995.
2. Brosur Baja, PT. ASSAB STEEL, *Corrax : A Stainless Precipitation Hardening Steel*, Jakarta, Indonesia, 2008.
3. Mangonon. Pat. L, *The Principles of Material Selection for Engineering Design*, Printice Hall International Edition, New Jersey, USA, 1996.
4. Boyer. Howard. E, *Metals Handbook Desk Edition*, American Society for Metal, Metals Park, Ohio, 1985
5. Callister, William. D, *Material Science and Engineering : An Introduction*, John Wiley and Sons, 1997.
6. Smallman, R. E, *Modern Physical Metallurgy*, Gramedia, Jakarta, Indonesia, 1991.
7. Metal Handbook, *Corrosion Handbook*, Vol 9<sup>th</sup>ed, ASM International, Metals Park, Ohio, 1987.
8. Jones, D.A., *Principles and Prevention of Corrosion*, Prentice-Hall, New Jersey, USA, 1996.
9. Harris and Marshall, *The Control of Corrosion in Industrial Cooling Water System*, 1980.
10. Bergstrom, Jens, *Surfaces of Forming Tools*, Karlstad, Sweden 1997.