

PENELITIAN DASAR



LAPORAN KEGIATAN

**KAJIAN PENINGKATAN KEKERASAN DAN
KETAHANAN TERHADAP KOROSI PADA BAJA
TERNITRIDASI, TERKARBONASI
DAN QUENCHING NaCl (NiK₂Na)**

Oleh

**Drs. K. Sofyan F., Dr. Muhammad Nur, DEA.,
Drs. Priyono, MSI., Rusito, SSI**

Dibiayai Oleh Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai dengan
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dasar
Nomor : 68/P2IPT/DPPM/PID/III/2004 tanggal 1 (satu) bulan Maret tahun 2004

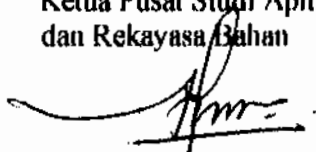
**PUSAT STUDI APLIKASI RADIASI DAN REKAYASA BAHAN
LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
NOVEMBER 2004**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DASAR**

1. Judul Penelitian : Kajian Peningkatan Kekerasan dan Ketahanan Terhadap Korosi pada Baja terNitridasi, terKarbonisasi dan Quenching NaCl (Metode NiKaNi)
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan gelar : Drs. K. Sofyan F.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Golongan pangkat dan NIP : IIIb/NIP 132 009 718
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten ahli
 - e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
 - f. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
 - g. Pusat Penelitian : Pusat Studi Aplikasi Radiasi & Rekayasa Bahan Lembaga Penelitian UNDIP
3. Jumlah Tim Peneliti : 4 (empat) orang
4. Lokasi Penelitian : Lab. Riset UNDIP dan Lab. Material UI
5. Kerjasama dengan Institusi Lain :
- a. Nama Instansi : Lab. Material program Pascasarjana FMIPA UI
 - b. Alamat : Kampus UI Salemba, Jakarta
6. Masa Penelitian : 9 bulan
7. Biaya yang Diusulkan : Rp 14 000 000,00

Semarang, 2 Oktober 2004

Mengetahui,
Ketua Pusat Studi Aplikasi Radiasi
dan Rekayasa Bahan



Dr. Muhammad Nur, DEA.
NIP. 131 875 475

Peneliti Utama

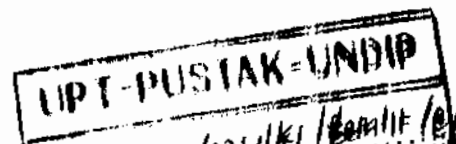


Dr. K. Sofyan F.
NIP 132 009 718



Mengetahui,
Ketua LEM. LI. UNDIP

Prof. Dr. Ir. Bawanto, Sp.Ed
NIP. 30 529 454



RINGKASAN

KAJIAN PENINGKATAN KEKERASAN DAN KETAHANAN TERHADAP KOROSI PADA BAJA TERNITRIDASI, TERKARBONISASI DAN QUENCHING NaCl (METODE NIKANA)

Oleh

Drs. K. Sofyan F., Dr. Muhammad Nur, DEA.,
Drs. Priyono, MSi., Rasito, SSI

Tahun 2004

Jumlah halaman 22

Metode nitridasi, karbonasi sebelumnya oleh Nur dkk (2001) telah diterapkan untuk mengeraskan logam cangkul, sedangkan metode nitridasi dan quenching oleh Saefudin (2001) telah diterapkan untuk mengeraskan baja karbon rendah dengan hasil yaitu terjadinya kenaikan nilai kekerasan pada baja hingga 300%. Yang menjadi permasalahannya adalah peristiwa fisis apa yang terjadi secara mikroskopik dan kaitan peristiwa fisis yang satu dengan yang lainnya sehingga penerapan teknik nitridasi, karbonasi dan quenching mampu menaikkan kekerasan dan mengubah struktur mikronya, serta komposisi unsur kimianya. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yaitu dengan menggabungkan ketiga metode tersebut yaitu Nitridasi, karbonasi dan quenching NaCl (NiKaNa).

Bahan yang digunakan sebagai sampel adalah baja karbon rendah jenis Asab 750 JIS STKM 18 A dengan kadar karbon 0,18% dan silikon 3%. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu; tahap treatment awal, tahap treatment NiKaNa, dan tahap pengujian. Tahap treatment awal adalah pengamplasan dan pemanasan. Sampel baja dipanaskan dalam *Furnace Chamber Oven* dengan melakukan variasi suhu dan waktu pemanasan. Variasi suhu pemanasan adalah 300 °C, 600 °C, 900 °C dan variasi waktu pemanasan adalah 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Tahap treatment NiKaNa memiliki tiga bagian secara berurutan yaitu nitridasi, karbonasi dan quenching NaCl. Nitridasi adalah penyemprotan gas nitrogen pada sampel baja yang telah dipanaskan dengan suhu dan waktu pemanasan tertentu. Karbonasi adalah pencelupan sampel baja yang telah dipanaskan kembali dengan suhu dan waktu pemanasan yang sama dengan awal ke dalam cairan oli bekas. Dan quenching NaCl adalah pencelupan sampel baja yang telah dipanaskan kembali dengan suhu dan waktu pemanasan yang sama dengan

awal ke dalam larutan garam dapur jenuh. Tahap terakhir adalah pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dengan metode HRC (Rockwell), uji kandungan unsur kimia dengan metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan uji struktur mikro dengan metode *x-ray Diffraction* (XRD) dan metode *Scanning Microscope Elektron* (SEM).

Hasil pengujian tingkat kekerasan menggunakan metode HRC (Rockwell) dengan sudut intan 120° dan beban 150 kpa memperlihatkan bahwa metode NiKaNa terbukti mampu meningkatkan nilai kekerasan baja. Kenaikan nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari sampel baja yang ditreatment pada suhu pemanasan 900°C dan waktu pemanasan 15 menit dengan kenaikan nilai kekerasan hingga 600%. Hasil uji unsur kimia menggunakan FTIR memperlihatkan bahwa treatment NiKaNa menjadikan pada permukaan sampel baja terbentuk gugus fungsi baru yaitu -N dan -C yang dimungkinkan sebagai hasil reaksi kimia pada proses nitridasi dan karbonasi. Hasil uji struktur mikro menggunakan XRD memperlihatkan bahwa sampel terNiKaNa mengandung struktur dari gugus fungsi Fe_2N dan Fe_3C meskipun secara umum masih didominasi oleh struktur kristal dari unsur besi (Fe). Dari perhitungan data hasil uji XRD juga diperoleh bahwa ukuran butiran dan jarak antar butiran menjadi kecil. Sementara hasil uji struktur mikro menggunakan SEM memperlihatkan bahwa sampel terNiKaNa memiliki struktur butiran yang lebih halus, kecil-kecil dan padat dibandingkan sampel baja sebelum treatment. Hasil uji XRD dan SEM inilah yang menjelaskan mengapa metode NiKaNa mampu meningkatkan nilai kekerasan baja dimana dalam teori menyatakan bahwa baja yang memiliki struktur butiran yang lebih halus, kecil-kecil dan padat akan memiliki sifat kekerasan yang lebih tinggi.

S U M M A R Y

THE STUDY OF INCREASING HARDNESS AND CORROSION RESISTANCE ON NITRIDE, CARBONIZED, AND NaCl-QUENCHED STEEL

by
Drs. K. Sofyan F., Dr. Muhammad Nur, DEA.,
Drs. Priyono, MSi., Rasito, SSI

The recent methods, Nitride and Carbonized (Nitridasi dan karbonisasi) by Nur (2001) has been used to obtain the hardness low carbon-steel. More over, a modification method by adding quenching NaCl (Nitridasi dan Quenching NaCl) by Saefudin (2001) has increased of the hardness until 300%.

We used then this method with abbreviation as *NiKaNa method* to repeat and continue our research. In this case, physical meaning and related phenomena will be answered and should be explained microscopically, why the applied technique has changed not only the atomic structure but also the chemical composition of the steel. Similar material of low carbon steel (type of Asab 750 JIS STKM 18 A) with 0,18% carbon and 3% silicon in this time has been used.

This experiment is prepared in three steps i.e. pre treatment, NiKaNa, and analysis step:

1. The pre treatment step was smoothing and heating. Sample was heated in furnace chamber oven with temperature and time variation. The temperature is varied by 300°C, 600°C, and 900°C, meanwhile the duration of heating time is changed by 15, 30, and 45 minutes.
2. The NiKaNa stage has three successive parts, i.e. Nitride-, Carbonized- step, and NaCl quenching. By Nitride step, Nitrogen gas has been sprayed out into the sample at given heating time duration and temperature. By carbonized step, the heated steel will be inserting in to the hydrocarbon oil (oli bekas) at the same initial condition. By NaCl quenching, the sample, which heated at the same time and temperature as initial condition, will be put in saturated NaCl solution.
3. The last step in the experiment is results of analysis. The hardness has been tested by HRC (Rochwell). The chemical composition has been proved by

Fourier Transform Infrared (FTIR) method. The microstructure examination has been done using X-Ray Diffraction (XRD) method and Scanning Electron Microscopy (SEM) method.

The result test of level hardness of the sample is taken place at diamond angle of 120° and 150-kPa loads. It shows that NiKaNa method can be proved to increase of level value of the steel hardness. The highest value is reached until about 600% at 900°C - heating temperature and 15 minutes-heating time duration. This result has been also proved by FTIR test, and shows that a new formation of Fe-N and Fe-C crystal on the surface of sample after NiKaNa method implementation. *We conclude that Fe-N and Fe-C are not the same with type of chemical bonding, but rather as diffusion of C or N in Fe crystal structure. It well known called as N- or C- trapped in to Fe crystal.* Other possibilities of gain in hardness come from more addition of chemical bonding of Fe₃C. The similar results have also been obtained using XRD examination. It shows this new part of formation C- or N- trapped although the individual Fe element still dominates over crystal structure. By SEM method, it is clearest that the NiKaNa treatment on the sample causes grains of new structure become smoother, smaller, and more rigid than sample without NiKaNa treatment. The SEM method explains why NiKaNa method can increase the level of hardness steel as predicted theoretically, smoother, smaller and more rigid structure steel has higher value of hardness.

PRAKATA

Laporan penelitian ini difokuskan pada kajian peningkatan kekerasan pada baja menggunakan teknik Nitridasi, Karbonasi dan quenching NaCl (NiKaNa). Metode NiKaNa ini diterapkan pada baja jenis karbon rendah untuk selanjutnya dianalisis perubahan tingkat kekerasannya. Perluasan kajian dilakukan dengan menganalisis data hasil pengujian yaitu pengujian kekerasan dengan metode Rockwell (HRC), pengujian struktur mikro dengan *Scanning Microscope Electron (SEM)* dan *x-ray Diffraction (XRD)*, serta pengujian unsur kimia dengan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*.

Dari hasil penelitian ini telah berhasil diuji sebuah metode baru yaitu metode NiKaNa yang cukup berhasil dalam peningkatan kekerasan baja karbon rendah. Kekerasan suatu bahan yang dihasilkan memungkinkannya menjadi lebih memiliki nilai jual dalam pemasarannya di perusahaan otomotif, tentunya sesuai dengan kebutuhan tertentu dari sifat bahan yaitu keras. Dengan selesainya laporan ini dibuat, ucapan terima kasih disampaikan kepada,

1. Dirjen DIKTI selaku penyandang dana penelitian
2. Laboratorium Material Program Magister dan Doktor Universitas Indonesia, dan Laboratorium Mesin Politeknik Negeri Semarang
3. Dr. Azwar Manaf selaku ketua program studi Magister dan Doktor Ilmu material Universitas Indonesia atas diskusi terhadap materi terkait.
4. Para mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Undip yang terlibat dalam penelitian di laboratorium Riset.

Demikian laporan ini dibuat, dengan harapan dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1	Gambar 5.1 Grafik kekerasan fungsi suhu untuk waktu pemanasan 30 menit	11
2	Gambar 5.2 Grafik kekerasan fungsi waktu untuk suhu pemanasan 900 °C	12
3	Gambar 5.3 Grafik spektroskopi FTIR baja non treatment	13
4	Gambar 5.4 Grafik spektroskopi FTIR gabungan baja non treatment dengan baja dipanaskan pada 900 °C	15
5	Gambar 5.5 Grafik spektroskopi sinar-x baja non treatment	16
6	Gambar 5.6 Grafik spektroskopi sinar-x baja dipanaskan pada 900 °C	17
7	Gambar 5.7 Foto SEM untuk baja tanpa treatment	19
8	Gambar 5.8 Foto SEM untuk baja treatment 900 °C	20

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Judul
Lampiran I	Daftar Riwayat hidup peneliti
Lampiran II	Sarana dan Prasarana Penunjang Penelitian
Lampiran III	Data hasil uji kekerasan
Lampiran IV	Data hasil uji FTIR
Lampiran V	Data hasil uji XRD
Lampiran VI	Data hasil uji SEM
Lampiran VII	Foto Kegiatan

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Identitas dan Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Summary	v
Prakata	vii
Daftar gambar	viii
Daftar Lampiran	viii
Daftar isi	ix
I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	3
1.3 Batasan masalah	3
II Tinjauan pustaka	4
2.1 Nitridasi, Karbonasi, dan <i>Quenching</i>	4
2.1.1 Nitridasi	4
2.1.2 Karbonasi	5
2.1.3 <i>Quenching</i>	5
III Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
3.1 Tujuan Penelitian	6
3.2 Manfaat Penelitian	6
IV Metoda penelitian	7
4.1 Penerapan metode NiKuNu	7
4.2 Variabel Penelitian	7
4.4 Pengujian sampel	8
4.5 Tempat penelitian	9
4.6 Alat dan Bahan Penelitian	9
V Hasil dan Pembahasan	11
5.1 Peningkatan nilai kekerasan baja terNiKuNu	11
5.2 Kandungan gugus fungsi kimia pada baja terNiKuNu	13

5.3	Perubahan struktur mikro baja terNiKaNn	16
5.3.1	Hasil uji <i>x-ray diffracton</i> (XRD)	16
5.3.2	Hasil uji <i>Scanning Microscope Electron</i> (SEM)	18
VI	Kesimpulan dan saran	21
6.1	Kesimpulan	21
6.2	Saran	21
	Daftar Pustaka	22
	Lampiran	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah industri di Indonesia pada khususnya dan dunia pada umumnya tidak terlepas dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Peran ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat penting dan cukup signifikan demi terciptanya kesejahteraan masyarakat. Peranan teknologi dari rendah hingga tinggi sangat diperlukan untuk memacu dan meningkatkan kinerja proses industrialisasi. Dengan teknologi diharapkan mampu menghasilkan produk yang lebih bagus kualitasnya dan juga bertambah kuantitasnya.

Jika ditengok pada industri yang memanfaatkan logam sebagai bahan dasarnya sangat memerlukan teknologi tepat guna dan aplikatif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produknya. Salah satu kebutuhan pasar akan logam adalah diperlukannya logam yang memiliki tingkat kekerasan permukaan yang cukup tinggi dan tahan terhadap korosi. Kualitas logam yang baik dijadikan tolok ukur dalam proses perawatannya. Cuna mendukung kebutuhan industri diperlukan bahan yang memiliki kualitas baik, murah, kuat, dan mudah pemrosesannya.

Kualitas material agar lebih baik maka perlu adanya perlakuan khusus pada material tersebut yaitu dengan cara mengubah fase atau struktur penyusun atomnya. Perubahan fase dilakukan dengan cara memanaskan material dengan suhu tertentu dan pendinginan dengan kecepatan tertentu pula. Perubahan struktur penyusun atomnya dapat dilakukan dengan menambah unsur-unsur baru ke dalam material sasaran, biasanya dengan nitridasi, dan karbonasi. Nitridasi yaitu pendeposisian ion-ion nitrogen pada permukaan bahan logam. Sedangkan karbonasi adalah sama pada nitridasi hanya ditambah dengan karbon.

Pada penelitian ini menggunakan teknik yang salah satunya adalah nitridasi. Nitridasi mampu membuat permukaan material menjadi keras, kenyal, kuat, dan tahan aus, serta mempunyai ketahanan yang cukup tinggi (Clark dan Varley, 1957). Teknik nitridasi dilakukan dengan menggunakan gas nitrogen yang

disemprotkan langsung pada baja yang sedang membara (Bintoro, 2001). Dengan metode tersebut kekosongan pada material akan terisi oleh atom - atom yang bergeser karena penumbukan oleh ion nitrogen maupun oleh ion nitrogen yang menempati letak interisi. Proses tersebut akan membentuk struktur baru yang mempunyai kekerasan yang lebih baik dibanding material asalnya. Material yang dipakai dalam penelitian ini adalah baja, mengingat material tersebut banyak digunakan dalam dunia industri (Nur, 2002).

Penelitian ini menggabungkan tiga teknik sekaligus yaitu nitridasi, karbonasi, dan *quenching* NaCl yang disebut proses NiKaNa. Metode kombinasi perlakuan terhadap baja disebut metode NiKaNa, adalah metode baru dari sebelumnya hanya penggabungan dua metode atau satu metode saja. Penelitian diawali dengan perlakuan nitridasi dengan cara menyemprotkan langsung gas nitrogen (tekanan > 10 atm) pada baja yang sedang membara dengan suhu pemanasan 300 °C, 600 °C dan 900 °C dan waktu pemanasan 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Selanjutnya sampel dipanaskan kembali sampai suhu yang sama dan kemudian dicelupkan ke dalam hidrokarbon (oli bekas), perlakuan ini disebut karbonasi. Setelah itu sampel kembali dipanaskan dan dicelupkan secara mendadak ke dalam larutan NaCl jenuh setelah selesai didinginkan dalam udara bebas. Penelitian ini juga diarahkan pada penentuan struktur kristal pada permukaan baja yang telah mengalami perlakuan NiKaNa. Analisis yang digunakan adalah analisis spektroskopi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

Kekerasan dan kedalaman perubahan struktur pada permukaan logam akan diukur masing-masing dengan *Hardness Rockwell C* (HRC). Perubahan-perubahan yang diperoleh seperti perubahan struktur, kekerasan, akan dikaitkan dengan variabel bebas fisis yang sengaja ditentukan dalam penelitian ini, yakni suhu sample dan waktu pemanasan, jumlah molekul nitrogen yang disemprotkan, konsentrasi NaCl dan hidrokarbon yang digunakan. Hingga pada akhirnya dapat mengetahui peningkatan kekerasan pada baja yang tinggi dan perubahan struktur mikronya pada baja yang mendapatkan perlakuan NiKaNa.

1.2 Perumusan Masalah

Teknik Nitridasi, Karbonasi, dan *Quenching* NaCl (NiKaNa) mampu meningkatkan kekerasan baja dan mampu mengubah struktur mikro permukaan baja. Pada permukaan baja terjadi penghalusan struktur mikro (pemadatan). Pada umumnya logam dengan struktur mikronya lebih halus akan lebih tahan terhadap korosi. Yang menjadi masalah adalah peristiwa fisika apa yang terjadi secara mikroskopik dan kaitan peristiwa fisika yang satu dengan yang lainnya sehingga penerapan teknik NiKaNa mampu menaikkan kekerasan dan mengubah struktur mikronya, serta komposisi unsur kimianya.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini lebih menekankan pada uji kekerasan dengan menggunakan Brinell atau Vicker dan uji struktur dengan menggunakan difraksi sinar-X (XRD), *Scanning Microscope Electron* (SEM), serta komposisi unsur kimia dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi pada material baja yang telah mengalami perubahan struktur yang telah mengalami proses nitridasi, karbonasi, dan *quenching* pada NaCl. Pada suhu pemanasan 300 °C, 600 °C dan 900 °C dengan waktu sinter dibatasi pada 15 menit, 30 menit, dan 45 menit.