

# ANALISIS PENGARUH NITRIDASI TERHADAP SIFAT-SIFAT MEKANIS BAJA ST. 32 DAN PADUAN ALUMINIUM COR 2014

Ilyas Mansur, Nur Wahyuni<sup>1)</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: pengaruh variasi waktu dan temperatur nitridasi terhadap sifat-sifat mekanis, pengaruh kecepatan pengecoran baja St.32 dan paduan aluminium cor 2014 yang di variasi waktu dan temperatur nitridasi terhadap sifat-sifat mekanis. Metode penelitian berupa pengujian bahan baja St.32 dan paduan aluminium cor 2014 hasil proses nitridasi yang divariasi waktu dan temeperatur perlakuan, dan diuji sifat-sifat mekanis berupa pengujian struktur mikro, uji tarik, uji kekerasan dan uji pukul takik. Hasil penelitian menunjukkan dengan variasi waktu dan temperatur nitridasi menghasilkan peningkatan nilai kekerasan pada baja St.32 dan paduan aluminium cor 2014. meningkatnya nilai kekuatan tarik dan nilai pukul takik pada baja St. 32, dan menurunnya nilai kekuatan tarik dan pukul takik pada paduan aluminium cor 2014. Variasi kecepatan pengecoran paduan aluminium cor 2014 dan baja St.32 yang di variasi waktu dan temperatur nitridasi menghasilkan peningkatan nilai sifat mekanis pada baja St.32 kecepatan pengecoran 150 mm/min, paduan aluminium cor 2014 kecepatan pengecoran 100 mm/min.

**Kata kunci:** Proses Nitridasi, baja st.32, paduan aluminium cor 2014.

## I. PENDAHULUAN

Struktur dari suatu logam yang mengalami pengecoran dapat mengalami cacat retak sebagai akibat dari beban kerja dinamis yang didukungnya. Hal ini dimungkinkan, apabila suatu komponen atau struktur mengalami pembebanan yang berfluktuasi selama beroperasi, sehingga mengakibatkan kegagalan struktur walaupun tegangan maksimum yang terjadi pada daerah struktur tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan materialnya. Proses kerusakan ini dikenal dengan istilah rusak lelah atau fatigue failure. Cacat retak awal dapat ditimbulkan dari perubahan metallurgis yang disebabkan oleh proses mekanis, termal dan kimia. Kegagalan komponen mesin dalam menjalankan fungsinya pada umumnya diawali oleh kerusakan permukaan baik berupa keausan, korosi maupun retak mikro. Kerusakan tersebut dapat dicegah dengan membentuk lapisan permukaan yang keras berupa karbida atau nitrida. Baja dan paduan Aluminium

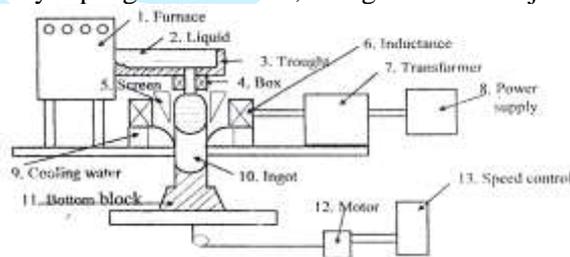
---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

merupakan jenis-jenis logam yang paling banyak digunakan diberbagai bidang teknik, terutama untuk keperluan industri, seperti konstruksi bangunan, konstruksi pesawat terbang, pembuatan alat-alat perkakas, dan lain-lain. Banyaknya pemakaian kedua jenis logam ini tidak terlepas dari sifat-sifat yang dimiliki masing-masing, diantaranya adalah : mudah dibentuk, mempunyai sifat liat tapi kuat dan mudah diproses dengan permesinan. Namun demikian baik baja maupun paduan aluminium ini juga mempunyai kelemahan dalam hal korosi. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka perlu dilakukan suatu rekayasa berupa perlakuan permukaan untuk memperbaiki sifat-sifat permukaan baja dan paduan aluminium tersebut. Calorising, flame hardening, karburasi, nitriding dan implantasi ion merupakan jenis-jenis metode perlakuan permukaan yang digunakan untuk merekayasa karakteristik permukaan dari suatu logam. Nitridasi ion dengan cara plasma pada logam pada saat ini dapat dipandang sebagai metode modifikasi permukaan logam yang penting. Pada proses nitridasi ion, atom-atom di ionkan dalam medan elektrostatis dan dikabutkan kedalam material sasaran yang dipanaskan, sehingga memungkinkan terjadinya berbagai kombinasi antara ion-ion dopan dan material sasaran. Penelitian Arzamasov, dkk pada tahun 1996, telah membuktikan bahwa nitridasi ion dapat memperbaiki sifat-sifat permukaan, seperti ketahanan terhadap aus pada logam paduan titanium. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini akan diarahkan untuk mempelajari bagaimana proses nitridasi pada variasi kecepatan pengecoran berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanis pada bahan baja st. 32 dan paduan Aluminium 2014

### A. Pengecoran Elektromagnet

Pengecoran elektromagnet adalah salah satu bentuk dari penuangan otomatis. Pengecoran elektromagnet ini menerapkan gaya elektromagnet untuk menarik cairan logam dengan menggunakan arus medan elektromagnet yang ditimbulkan oleh induktor. Peralatan dasar dari pengecoran elektromagnet ini terdiri dari sistem pengatur tuangan, sistem pendingin, tanur pelebur, tanur penyimpang dan lain-lain; sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.



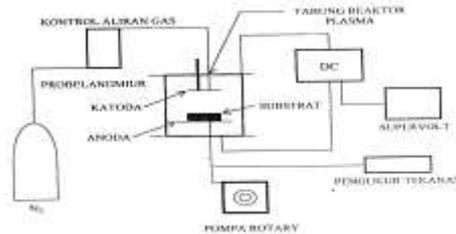
Gambar 1. Diagram Skematik dari Pengecoran Elektromagnet

Hasil tuangan dengan pengecoran elektromagnetik memiliki ukuran butiran lebih halus, struktur lebih homogen dan respon yang lebih efektif, selain itu juga memiliki sifat

mekanik yang lebih baik. (Zhigiang, dkk. 2002). Proses heat treatment (perlakuan panas) ada dua jenis, yaitu thermal dan thermo kimia. Proses thermal jika hanya melibatkan temperatur, sedangkan disebut proses thermo kimia jika menggunakan zat kimia sebagai additif. Yang termasuk proses thermal: Normalizing, Quenching, Tempering dan Anneling. Proses thermokimia: Nitriding, Carburizing dan Carbunitriding. Nitriding adalah proses pengerasan permukaan yang dipanaskan dalam lingkungan gas amonia selama beberapa waktu. Implantasi ion nitrogen merupakan salah satu metode perlakuan permukaan, dalam implantasi ini, ion-ion nitrogen menyusup kedalam struktur kristal logam sehingga terbentuk cacat interstisi (ruang kosong di antara atom atau ion). Menurut aturan atom ketidak sempurnaan atom akan meningkatkan karakteristik mekanik logam. (Suprpto, W. 2009). Urea sebagai sumber nitrogen untuk proses nitridasi pada baja karbon rendah dapat meningkatkan kualitas permukaan baja tersebut pada temperatur perlakuan panas 520 ° C dengan waktu proses 1 jam, 1,5 jam, 2 jam dan 2,5 jam. (Anonim. 2009. Departemen Teknik Mesin ITB). Baja yang dinitridasi dapat meningkatkan kekerasan permukaan, karena besi dan nitrogen bereaksi dan membentuk ikatan-ikatan yang disebut nitrida. Sebagai nitrogen carrier diperlukan adanya unsur-unsur chrom dan aluminium sebanyak 1.0 -0.5 % dalam baja. (Abimanju. 1971). Sifat mekanis bergantung pada kerenggangan antara partikel yang mana ukuran partikel berada dibawah ukuran kritis. Ukuran partikel yang kritis berkaitan dengan situasi tingkat pelepasan energi pada partikel yang retak memadai untuk memicu perluasan keretakan dinamis yang tidak stabil. (Pestes, dkk. 1994). Datsko. 1997, menyatakan bahwa ketangguhan tergantung dari material, temperatur, tingkat ketegangan, lingkungan, ketebalan dan panjang keretakan. Kekuatan dan ketangguhan pada pencampuran/komposit akan lebih optimal bila dilakukan pengontrolan partikulasi terhadap distribusi, matriks butir dan substruktur. (Duta, dkk.1997).

### **B. Proses Nitridasi dengan Plasma Lucutan Pijar**

Plasma lucutan pijar adalah suatu cara untuk membuat lapisan tipis pada sebuah permukaan substrat yang dihasilkan dari gas yang diionisasikan dengan medan radio frekuensi medan DC atau gelombang nitro dalam bejana (reactor) yang bertekanan rendah ( $10^{-3}$  – 10 torr). Proses plasma tersebut terjadi apabila elektroda dalam bejana plasma diberi tegangan sebesar X volt, maka akan terjadi distribusi tegangan didalam tabung yang berada diantara katoda dan anoda. Selanjutnya terjadi ionisasi elektron yang mengumpul pada elektroda positif, sedangkan ion-ion positif akan berada di ruang antara katoda dan anoda.



Gambar 2. Skema Proses Nitridasi dengan Plasma Lucutan Pijar

### C. Pengujian sifat Mekanis Bahan

Proses pengujian untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu material dilakukan dengan pengujian antara lain sebagai berikut:

#### a. Pengujian Tarik

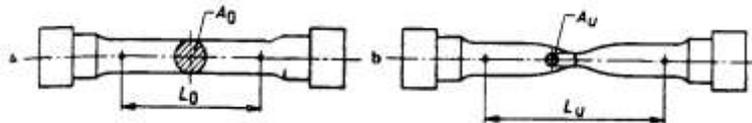
Pada pelaksanaan pengujian tarik dibutuhkan batang tarik dengan ukuran-ukuran yang dinormalisasikan (lihat gambar 3). Agar hasil pengujian dapat dibandingkan maka di tentukan tegangan dan regangan. Dengan tegangan diartikan gaya tiap satuan luas. Untuk menghitung tegangan  $\sigma$  dengan rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Untuk menghitung regangan  $\epsilon$  maka perpanjangan dibagi dengan ukuran panjang batang semula, atau

$$\epsilon = \frac{\text{perpanjangan}}{\text{panjang.semula}} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik

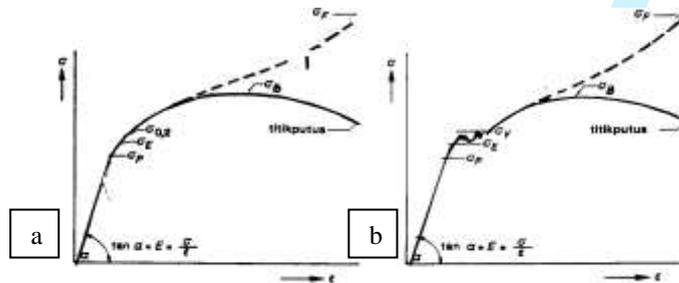
#### a.1 Diagram Tegangan Regangan

penggambaran diagram tegangan regangan untuk dapat membaca sifat material yang bersangkutan, sifat-sifat ini sebagai berikut:

- Modulus Kenyal

Bagian pertama dari diagram tegangan regangan berupa garis lurus, ini berarti tegangan meningkat berbanding lurus dengan regangan (Hukum Hooke) yang biasa disebut garis garis modulus. Sudut yang dibentuk garis modulus dengan garis horizontal tidak sama untuk tiap bahan. Pada tegangan yang sama regangan yang bersangkutan tidak sama untuk tiap bahan.

Besarnya sudut  $\alpha$  berupa ukuran untuk kekenyalan. Kekenyalan dinyatakan dalam modulus kenyal  $\varepsilon$  yang sama dengan  $\text{tg}.\alpha$ . kondisi ini dapat lihat pada gambar 4.a dan 4.b.



Gambar 4.a dan 4.b Kondisi Modulus Kenyal pada Bahan Tertentu (Beumer, 1994)

Modulus kenyal  $\cong \text{tg } \alpha \cong \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}}$ , atau

$$E = \text{tg} \alpha \cong \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

- *Batas regangan*

Batas regangan  $\sigma_n$  ini dihitung dari gaya yang bersangkutan yang mengakibatkan 0,2 % regang tetap atau dari gaya pada mana bahan lumer dibagi luas penampang bahan semula.

$$\text{Batas regang} = \frac{\text{gaya.}}{\text{luas.penampang.semula}}, \quad \sigma_n = \frac{F_n}{A_0}$$

- *Kekuatan Tarik*

Tegangan tertinggi yang terlihat pada diagram tegangan regangan merupakan kekuatan tarik  $\sigma_B$  yang dihitung dari gaya terbesar dibagi luas penampang semula.

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{\text{gaya.terbesar}}{\text{luas.penampang.semula}}$$

$$\sigma_B = \frac{F_B}{A_0}$$

- *Kekuatan Putus*

Tegangan sesungguhnya yang mana bahan putus  $\sigma_F$  (garis putus-putus gambar 4) dihitung dengan membagi gaya pada saat putus dengan luas penampang terkecil setelah putus

$$\text{Kekuatan Putus} = \frac{\text{gaya.pada.sa.at.putus}}{\text{luas.penampang.setelah.putus}}$$

$$\sigma_F = \frac{F_F}{A_n}$$

#### ● Regangan

Perpanjangan batang setelah putus yang dinyatakan dalam persen dari panjang semula merupakan regangan  $\delta$  atau A

$$\text{Regangan} = \frac{\text{perpanjangan.setelah.putus}}{\text{panjang.semula}} \times 100\%$$

$$\delta = A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$$

#### b. Pengujian Kekerasan dengan Metode Indentasi

Secara prinsip pengujian kekerasan permukaan suatu material dengan metode indentasi dilakukan dengan memberikan tekanan atau beban pada material yang permukaannya rata. Jenis indenter yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis metode yang digunakan, untuk Vickers digunakan indenter bermata piramida intan. Metode yang digunakan untuk pengujian kekerasan ada 3, antara lain: Brinell, Rockwell, Vickers, dan Knoop. Dengan penekanan tersebut akan terjadi deformasi plastis yang kemudian bekas penekanan tersebut dapat dilihat pada mikroskop optik. Metode yang banyak digunakan pada penelitian adalah metode Vickers karena memberikan hasil berupa skala yang kontinu untuk semua beban tertentu dan dapat dilakukan dengan beban yang kecil. (Dieter, 1995).

Untuk menentukan angka kekerasan Vickers (*Vickers Hardness Numbers, VHN*) dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

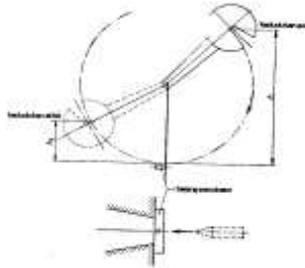
$$VHN = \frac{2P \cdot \sin(\theta/2)}{L^2} = \frac{1,8544 \cdot P}{L^2}$$

Dimana:

- $P$  = beban yang digunakan ( $kg$ )
- $L$  = panjang diagonal injakan ( $mm$ )
- $\theta$  = sudut piramida intan (136 derajat)

#### c. Pengujian Pukul Takik (Impact)

Pada percobaan pukul takik menurut Charpy: suatu batang pengujian yang dinormalisasikan dengan takik ditengah, yang menerima pukulan ditekan, dipatahkan oleh lapu jatuh dengan satu pukulan, dimana kerja pukulan yang terpakai diukur nilai



Gambar 5. Metode Kerja Pengujian Pukul Takik

Nilai pukul takik yang diperoleh, dengan membagi kerja pukulan yang terpakai oleh penampang semula dari batang pengujian yang ditakik, ditempat takik.

$$\text{Nilai.Pukul.Takik} = \frac{\text{Kerja}}{\text{Luas.Penampang.Semula}}$$

$$K = \frac{W_k}{A_0} = \frac{F_G (h - h_i)}{A_0}$$

Hasil nilai takik menurut Charpy antara lain tergantung pada jenis batang pengujian yang dipergunakan dan oleh karenanya ini selalu harus disebut pada nilai cacatan nilai takik.

## II. METODE PENELITIAN

### a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Politeknik Negeri Ujung Pandang

### b. Prosedur Penelitian

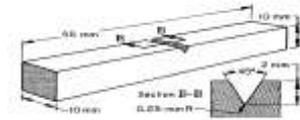
Proses penelitian ilmiah merupakan proses terstruktur, sehingga diperlukan langkah-langkah yang sistimatis dalam pelaksanaannya. Dengan demikian proses penelitian dapat dipahami dan diikuti oleh pihak lain secara sistimatis pula. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini dijelaskan dalam uraian dibawah ini.

### c. Bahan yang digunakan

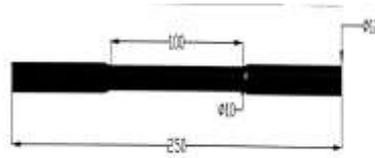
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja St. 32 dan paduan Aluminium 2014 yang dibuat dari hasil pengecoran elektromagnet.

### d. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen pengujian Kekerasan, Uji Tarik dan Pukul Takik disesuaikan menurut standar pengujian. Adapun bentukbentuk spesimen pengujian adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Spesimen Uji Impact  
 (ISO 148)



Gambar 7. Spesimen Uji Tarik  
 (ASTM E 8)

### e. Jumlah Spesimen

Untuk lebih jelasnya, jenis dan jumlah spesimen yang digunakan dalam penelitian selengkapnya disajikan dalam tabel 1. berikut.

Tabel 1. Jumlah Spesimen Penelitian  
 (Kecepatan pengecoran 100 dan 150 mm/menit)

Spesimen Penelitian	Tanpa Proses Nitridasi	Proses Nitridasi	Jumlah
Uji Mikro	1	1	2
Uji Kekerasan	1	3	4
Uji Tarik	1	3	4
Uji Impact	1	3	4
<b>Jumlah Total</b>			14

Adapun perincian penggunaan jumlah spesimen dengan proses nitridasi dari Tabel 1. tersebut, disesuaikan dari kondisi waktu nitridasi terhadap variasi temperatur, sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2. berikut.

Tabel 2. Waktu Nitridasi pada temperatur 750°C dan 850°C pada Baja St 32 dan 350°C dan 450°C pada paduan Aluminium cor 2014.

Temperatur (°C)	Waktu Nitridasi (Jam)				Jumlah
	0.5	1	1.5	2	
Uji Mikro	1	1	1	1	4
Uji Kekerasan	3	3	3	3	12
Uji Tarik	3	3	3	3	12
Uji Impact	3	3	3	3	12
<b>JUMLAH TOTAL</b>					40

**f. Alat yang digunakan:** mesin Uji Tarik, mesin Uji kekerasan, Profil Proyektor, mesin Uji Impact, mesin CNC dan Mikroskop optik.

### a. Pengujian

#### 1. Perlakuan Panas

Perlakuan bahan berupa proses perlakuan panas dimana material dipanaskan dalam oven bersamaan dengan Amoniak, setelah mencapai temperatur 750 dan 850 °C kemudian ditahan selama 0,5 jam , 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam. Dengan hal yang sama pada bahan paduan aluminium pada temperatur 350 dan 450 °C.

2. Pengujian Sifat Mekanis, berupa: Uji tarik, Uji Kekerasan, Uji Pukul Takik dan Uji struktur

**g. Analisa Data**

Jenis data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Jenis Pengujian dan Data Hasil Penelitian

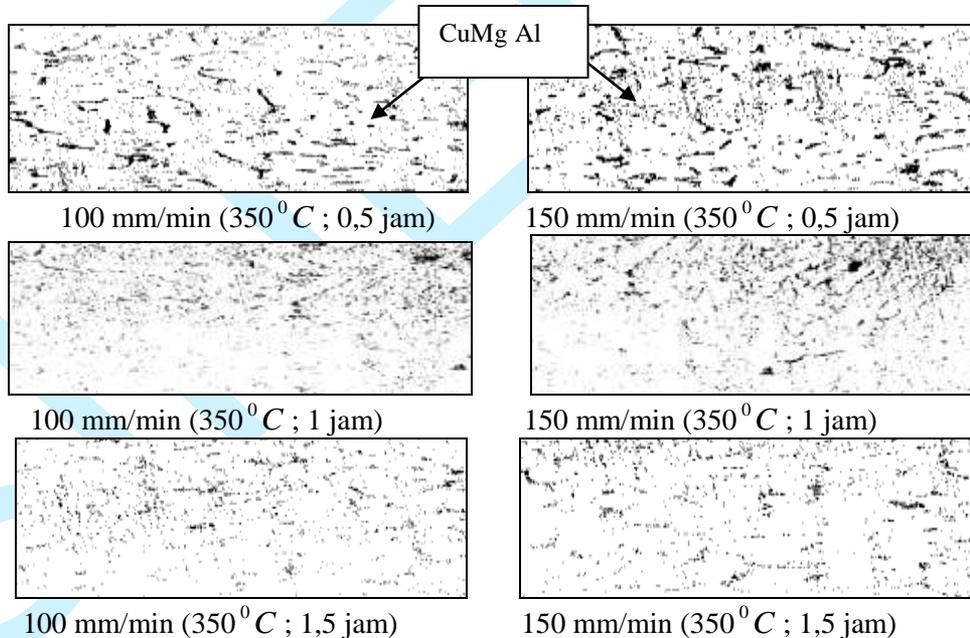
Pengujian	Jenis Data
Struktur Mikro	Foto Mikro Pembesaran 500 X
Uji Kekerasan	Diameter penetrasi (d)
Uji Tarik	Beban Patah
Uji Pukul Takik	Beban impact

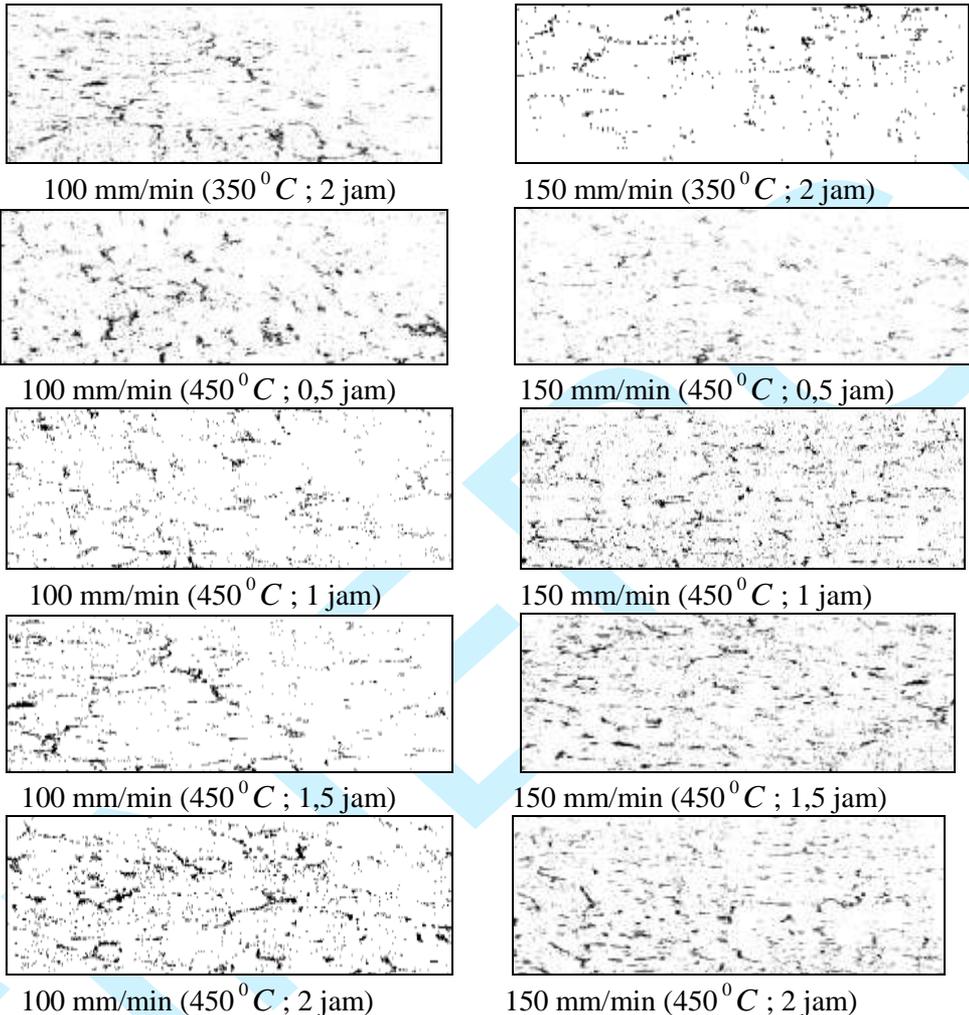
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Paduan Aluminium Cor 2014**

**1 Evaluasi Struktur Mikro**

Struktur mikro paduan aluminium cor 2014 setelah perlakuan ditunjukkan pada gambar 9.





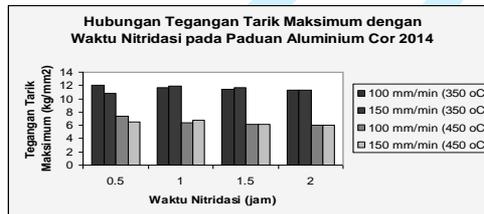
Gambar 9. Foto Struktur Mikro Paduan Aluminium 2014 setelah Nitridasi, Pembesaran 500x

Jika dicermati struktur mikro hasil nitridasi dengan variasi waktu 0,5 jam sampai 2 jam pada gambar 9, terlihat bahwa *CuMgAl* tersebar merata yang ditunjukkan adanya gumpalan hitam. Adanya variasi kecepatan pengecoran menyebabkan struktur butir lebih halus tetapi relatif tidak mengubah komposisi paduan. Pada gambar 9, terlihat pada struktur untuk perlakuan panas 350<sup>0</sup> C dengan variasi waktu 0,5 jam sampai 2 jam terjadi

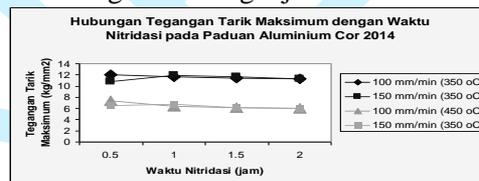
adanya presipitasi (pemisahan diri dari suatu larutan terlalu jenuh) yang dibentuk oleh fasa k yang dibentuk oleh unsur tembaga (warna hitam) sebagai material yang kuat dan keras didalam matriks aluminium, adanya presipitasi tersebut mencegah terjadinya dislokasi pada saat dilakukan pembebanan sehingga kekuatan paduan tersebut meningkat. Sedangkan pada perlakuan panas  $450^{\circ}\text{C}$  dengan variasi waktu 0,5 jam sampai 2 jam, terlihat hampir semua presipitasi tembaga berkumpul membentuk fasa  $\text{CuAl}_2$  yang berukuran lebih besar yang menyebabkan menurunnya konsentrasi lain didalam butir sehingga pergerakan dislokasi lebih mudah terjadi yang menyebabkan menurunnya kekuatan paduan.

## 2. Uji Tarik Paduan Aluminium Cor 2014

Analisis berupa diagram batang dan diagram grafik pada paduan Aluminium cor 2014 hasil perlakuan panas pada temperatur pemanasan  $350^{\circ}\text{C}$  dan  $450^{\circ}\text{C}$  hasil nitridasi seperti terlihat pada gambar 10a dan 10b



Gambar 10a. Diagram batang Uji tarik VS Waktu Nitridasi



Gambar 10b. Grafik Kekuatan tarik VS Waktu Nitridasi

Gambar 10. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Waktu Nitridasi

Pada gambar 10a dan 10b, tampak bahwa tegangan tarik Paduan Aluminium cor 2014 untuk kecepatan pengecoran 100 mm/min dan 150 mm/min berpengaruh terhadap perlakuan panas dan variasi waktu nitridasi. Adapun kecenderungan spesimen setelah mengalami perlakuan adalah sebagai berikut:

- **Kecepatan pengecoran 100 (mm/min), temperatur pemanasan  $350^{\circ}\text{C}$ , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Dari perlakuan ini memberikan hasil tegangan tarik yang meningkat dari tegangan Tarik sebelum dinitridasi (normal) rata-rata 35,2%, tapi kecenderungan kekuatan tarik semakin menurun (mengecil) dengan lama waktu nitridasi.

► **Kecepatan pengecoran 150 (mm/min), temperatur pemanasan 350 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Dari perlakuan ini memberikan hasil tegangan tarik yang meningkat dari tegangan Tarik sebelum dinitridasi (normal) rata-rata 33,74 %, dan kecenderungan tegangan tarik juga menurun dengan lama waktu nitridasi.

► **Kecepatan pengecoran 100 (mm/min), temperatur pemanasan 450 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

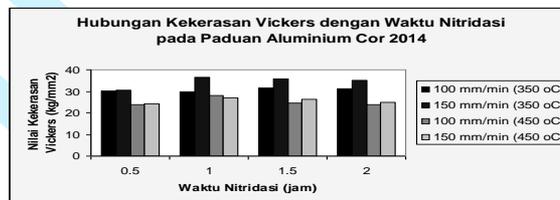
Pada kondisi diatas, maka hasil tegangan tarik mengalami penurunan sampai dibawah tegangan tarik normal sebesar 16,7 %, dan kecenderungan tegangan tarik juga menurun dengan semakin lamanya waktu nitridasi.

► **Kecepatan pengecoran 150 (mm/min), temperatur pemanasan 450 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

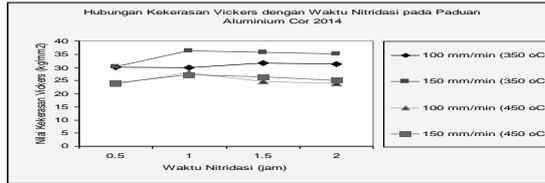
Pada kondisi diatas, maka hasil tegangan tarik mengalami penurunan sampai dibawah tegangan tarik normal sebesar 19,13 %, dan kecenderungan tegangan tarik juga menurun dengan semakin lamanya waktu nitridasi. Pada paduan aluminium cor 2014 (100 dan 150 mm/min) yang mengalami perlakuan panas dan nitridasi akan mengalami hal sebagai berikut: Kekutan tarik pada temperatur pemanasan 350 °C meningkat dari kekuatan tarik bahan normal (tidak ada perlakuan), sedangkan kekuatan tarik pada temperatur pemanasan 450 °C menurun dari kekuatan tarik bahan normal

### 3 Uji Kekerasan Vickers Paduan Aluminium Cor 2014

Analisis kekerasan Vickers pada paduan Aluminium cor 2014 hasil nitridasi ditunjukkan pada grafik gambar 11.



Gambar 11a. Diagram batang Kekerasan Vicker VS Waktu Nitridasi

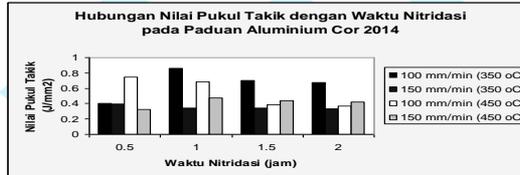


Gambar 11b. Grafik Kekerasan Vickers VS Waktu Nitridasi  
 Gambar 11. Distribusi kekerasan Paduan Aluminium Cor 2014

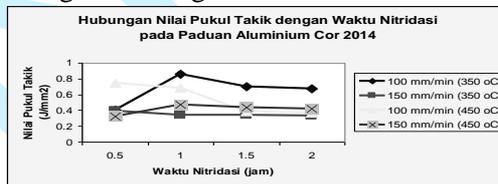
Berdasarkan gambar 11, terlihat perbedaan nilai kekerasan Vickers paduan Aluminium cor 2014 pada perlakuan panas 350 °C (100 dan 150 mm/min) dan 450 °C (100 dan 150 mm/min). Pada perlakuan panas 350 °C memiliki nilai kekerasan yang lebih besar daripada perlakuan panas 450 °C. Kecenderungan lain terlihat dari variasi waktu nitridasi yang semakin lama kecenderungan kekerasan paduan aluminium cor 2014 menurun.

**4 Uji Pukul Takik Paduan Aluminium Cor 2014**

Analisis pengujian Pukul Takik pada paduan Aluminium cor 2014 hasil nitridasi ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12a. Diagram batang Nilai Pukul Takik VS Waktu Nitridasi



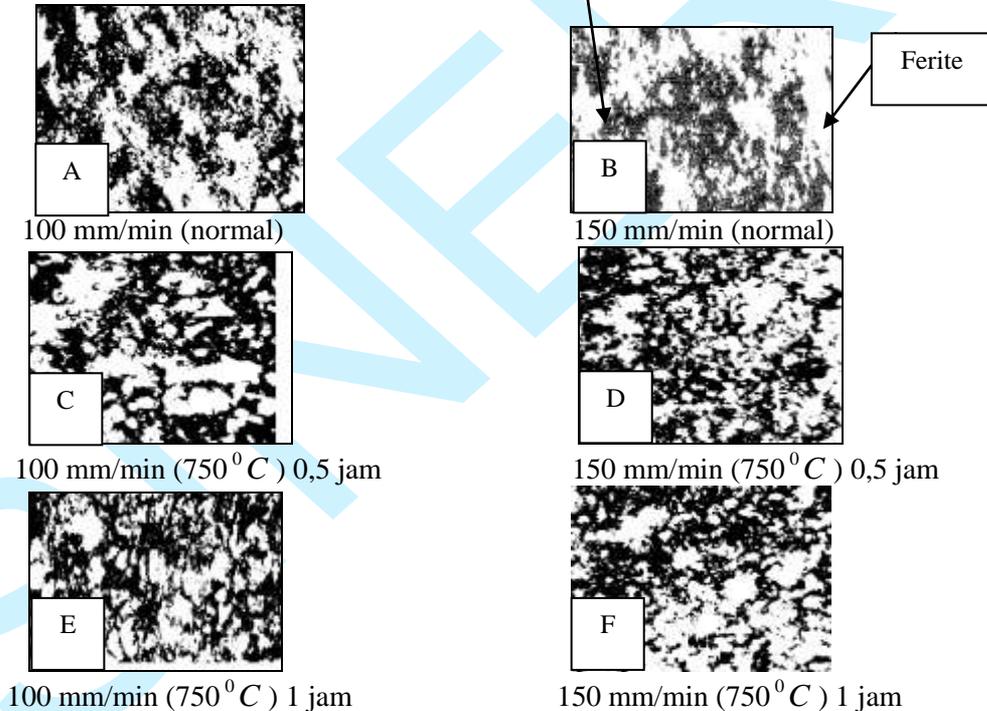
Gambar 12b. Grafik Nilai Pukul Takik VS Waktu Nitridasi  
 Gambar 12. Distribusi Nilai Pukul Takik Paduan Aluminium Cor 2014

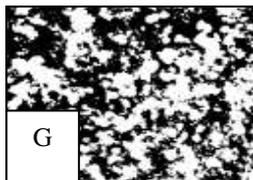
Dari gambar 12, tergambar bahwa distribusi nilai pukul takik pada perlakuan panas 350 °C (100 mm/min) memiliki nilai pukul takik terbesar, tapi perlakuan panas 350 °C (150 mm/min) memiliki nilai pukul takik yang rendah dibanding perlakuan 450 °C (100 dan 150 mm/min) yang nilainya cenderung konstan. Dari pengujian sifat mekanis yang

dilakukan memperlihatkan bahwa nilai kekuatan mekanis paduan aluminium cor 2014 mengalami penurunan pada perlakuan panas  $450^{\circ}C$ . Hal ini diperkuat oleh Lawrence H Van Vlack, (1989), yang menyatakan “Peningkatan kekuatan sampai mencapai kekuatan maksimum pada perlakuan panas disebabkan oleh adanya prevititasi fasa k yang dibentuk oleh Tembaga sebagai material yang kuat dan keras didalam matriks Aluminium. Dengan adanya prevititasi tersebut dapat mencegah terjadinya dislokasi pada saat dilakukan pembebanan. Sedangkan kekuatan yang menurun terjadi karena perubahan struktur prevititasi dalam fasa k dimana hampir semua prevititasi Tembaga yang berkumpul telah membentuk fasa theta ( $CuAl_2$ ) yang berukuran lebih besar dan bersifat keras tetapi konsentrasi prevititasi pada posisi ini menurunkan konsentrasi lain didalam butir, sehingga pergerakan dislokasi lebih mudah terjadi. Hal ini yang disebut dengan overaging (lewat penuaan)”

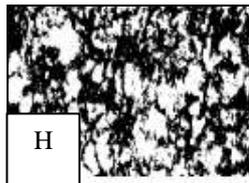
## B. Baja St. 32

### 1. Evaluasi Struktur Mikro

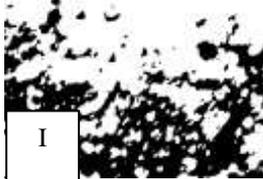




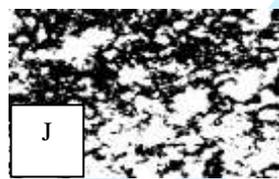
100 mm/min ( $750^{\circ}\text{C}$ ) 1,5 jam



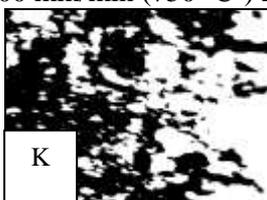
150 mm/min ( $750^{\circ}\text{C}$ ) 1,5 jam



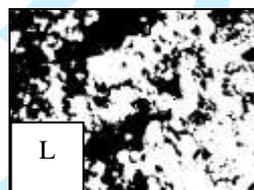
100 mm/min ( $750^{\circ}\text{C}$ ) 2 jam



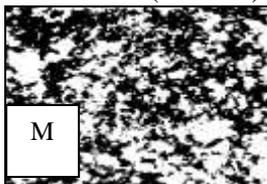
150 mm/min ( $750^{\circ}\text{C}$ ) 2 jam



100 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 0,5 jam



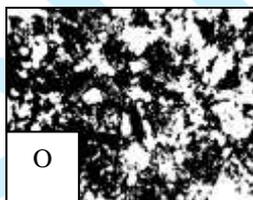
150 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 0,5 jam



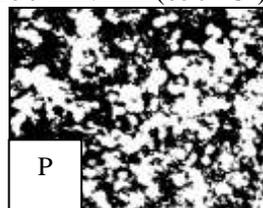
100 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 1 jam



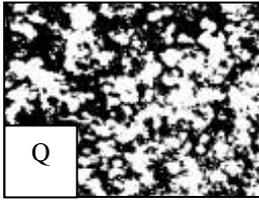
150 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 1 jam



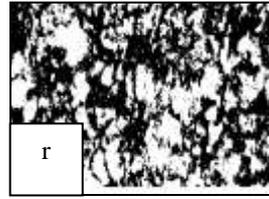
100 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 1,5 jam



150 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 1,5 jam



100 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 2 jam



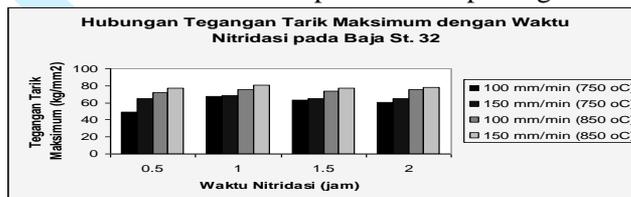
150 mm/min ( $850^{\circ}\text{C}$ ) 2 jam

Gambar 13. Foto Struktur Mikro Baja ST. 32 Hasil Nitridasi , Pembesaran 500X

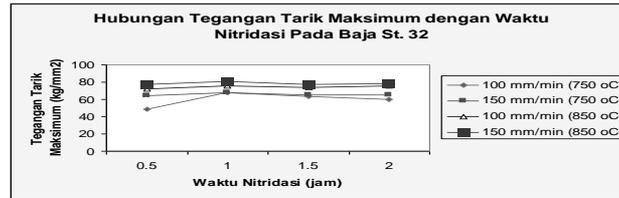
Jika dicermati struktur mikro baja St. 32 pada gambar 13 yaitu A dan B terbentuk struktur ferrit atau besi  $\alpha$  yang lunak dan ulet yang menyebabkan kekuatannya rendah. Bila kedua material baja hasil pengecoran tersebut dinitridasi pada variasi temperatur  $750^{\circ}\text{C}$  dan  $850^{\circ}\text{C}$  dengan waktu 0,5 ,1, 1,5, dan 2 jam akan memberikan pengaruh perubahan struktur. Adapun perubahan struktur baja tersebut sebagai berikut: Baja St.32 (100 mm/min;  $750^{\circ}\text{C}$ ; waktu nitridasi 0,5 sampai 2 jam): pada gambar 13.C mulai terjadi pembentukan perlit pada keadaan ini sudah mulai terjadi perubahan sifat mekanis, dan pada gambar 13E semakin banyak terbentuk struktur perlit, demikian pula terlihat pada gambar 13.G dan 13.I. Untuk perlakuan (150 mm/min;  $750^{\circ}\text{C}$ ; waktu nitridasi 0,5 sampai 2 jam) memiliki sifat struktur yang hampir sama dengan perlakuan (100 mm/min;  $750^{\circ}\text{C}$ ; waktu nitridasi 0,5 sampai 2 jam). Untuk perlakuan (100 mm/min;  $850^{\circ}\text{C}$ ; waktu nitridasi 0,5 sampai 2 jam) dan (150 mm/min;  $850^{\circ}\text{C}$ ; waktu nitridasi 0,5 sampai 2 jam) memperlihatkan struktur mikro baja St.32. Dari waktu nitridasi 0,5 jam sampai 2 jam terlihat pada gambar pembentukan struktur Cementite yang semakin banyak dengan lama waktu nitridasi (2 jam), pembentukan struktur cementit yang semakin banyak dengan waktu nitridasi yang lama ini merupakan pembentukan kuantitatif sehingga jumlah karbon yang terbentuk pada perlakuan panas  $850^{\circ}\text{C}$  lebih banyak dibanding perlakuan panas  $750^{\circ}\text{C}$ , sehingga perbaikan sifat-sifat mekanis memungkinkan pada perlakuan  $850^{\circ}\text{C}$ .

## 2 Uji Tarik

Analisis hasil uji tarik pada Baja St. 32 hasil pengecoran elektromagnet pada perlakuan panas  $750^{\circ}\text{C}$  dan  $850^{\circ}\text{C}$  hasil nitridasi seperti terlihat pada gambar 14



Gambar 14a. Diagram batang uji tarik VS Waktu Nitridasi



Gambar 14 b. Grafik Kekuatan tarik VS Waktu Nitridasi

Gambar 14. Hubungan Tegangan Tarik dengan Waktu Nitridasi pada Baja St. 32

Berdasarkan tabel 7 dan grafik pada gambar 14a dan 14b, tampak bahwa tegangan tarik Baja St. 32 untuk kecepatan pengecoran 100 mm/min dan 150 mm/min berpengaruh terhadap temperatur pemanasan dan variasi waktu nitridasi. Adapun kecenderungan spesimen setelah mengalami perlakuan panas adalah sebagai berikut:

- ▶ **Kecepatan pengecoran 100 (mm/min), perlakuan panas 750 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Dari perlakuan ini memberikan hasil tegangan tarik yang meningkat dari tegangan Tarik sebelum dinitridasi (normal) rata-rata 45,28 %, tapi kecenderungan kekuatan tarik konstan dengan lama variasi waktu nitridasi yang diberikan.

- ▶ **Kecepatan pengecoran 150 (mm/min), perlakuan panas 750 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Dari perlakuan ini memberikan hasil tegangan tarik yang meningkat dari tegangan Tarik sebelum dinitridasi (bahan normal) rata-rata 50,37 %, dan kecenderungan tegangan tarik juga konstan dengan lama waktu nitridasi.

- ▶ **Kecepatan pengecoran 100 (mm/min), perlakuan panas 850 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Pada kondisi ini, maka hasil tegangan tarik mengalami peningkatan dari tegangan tarik bahan normal sebesar 55,62 %, dan kecenderungan tegangan tarik konstan dengan semakin lamanya waktu nitridasi.

- ▶ **Kecepatan pengecoran 150 (mm/min), temperatur pemanasan 850 °C , variasi waktu nitridasi: 0,5 jam, 1,0 jam, 1,5 jam dan 2,0 jam;**

Pada kondisi ini, hasil tegangan tarik mengalami peningkatan dari tegangan tarik bahan normal sebesar 58,52 %, dan kecenderungan tegangan tariknya konstan dengan semakin lamanya waktu nitridasi. Pada Baja St. 32 (100 dan 150 mm/min) yang mengalami perlakuan panas dan nitridasi akan mengalami hal sebagai berikut: Kekutan tarik pada temperatur pemanasan 750 °C dan 850 °C meningkat dari kekuatan tarikhahan normal (tidak ada perlakuan), masing-masing 45,28 %, 50,37 %, 55,62 %, dan 58,52 %.

### 3 Uji Kekerasan Vickers

Analisis hasil pengujian kekerasan Vickers pada Baja St. 32 hasil nitridasi ditunjukkan pada gambar 15.



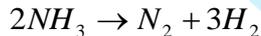
Gambar 15a. Diagram batang Nilai Kekerasan Vickers VS Waktu Nitridasi



Gambar 15 b. Grafik Nilai Kekerasan Vickers VS Waktu Nitridasi

Gambar 15. Nilai Kekerasan Vickers dengan Waktu Nitridasi pada Baja St. 32

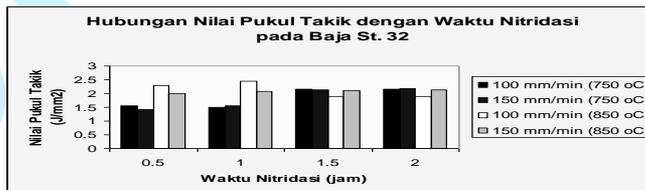
Berdasarkan gambar 15 terlihat, nilai kekerasan Vickers untuk baja St. 32 setelah dinitridasi mengalami kenaikan nilai kekerasan baik untuk perlakuan panas 750 °C maupun 850 °C (100 dan 150 mm/min). Pada perlakuan panas 850 °C (150 mm/min) memiliki nilai kekerasan 541,338 kg/mm<sup>2</sup>, tapi tidak diikuti nilai kekerasan pada perlakuan panas 850 °C (100 mm/min) yang memiliki nilai terendah 164,200 kg/mm<sup>2</sup>. peningkatan nilai kekerasan permukaan ini berdasarkan reaksi :



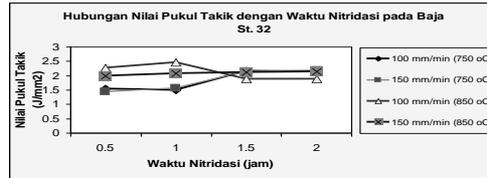
Nitrida yang terbentuk pada permukaan material sehingga terjadi peningkatan kekerasan permukaan material tersebut.

#### 4 Uji Pukul Takik

Analisis hasil pengujian Pukul Takik pada Baja St.32 hasil nitridasi ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16a. Diagram batang Nilai Pukul Takik VS Waktu Nitridasi



Gambar 16 b. Grafik Nilai Pukul Takik VS Waktu Nitridasi  
 Gambar 16. Nilai Pukul Takik dengan Waktu Nitridasi pada Baja St. 32

Dari gambar 16 terlihat, bahwa nilai pukul takik untuk baja St.32 pada perlakuan panas  $750^{\circ}\text{C}$  dan  $850^{\circ}\text{C}$  (100 dan 150 mm/min) cenderung mengalami perubahan nilai pukul takik setelah dinitridasi dengan variasi waktu 0,5 samapai 2 jam. Pada perlakuan panas  $850^{\circ}\text{C}$  memiliki nilai pukul takik yang lebih besar dari perlakuan panas  $750^{\circ}\text{C}$ . Hal ini sama kenaikan sifat mekanis pada pengujian tarik dan pengujian kekerasan. Dari pengujian sifat mekanis untuk material baja St.32 yang diberikan variasi perlakuan panas dan variasi waktu menghasilkan kenaikan nilai kekuatan dari baja tersebut. Dari gambaran pembahasan dari kedua bahan uji yaitu baja St32 dan paduan aluminium cor 2014 setelah proses nitridasi umumnya peningkatan terjadi pada nilai kekerasan vickers berupa kekerasan permukaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Suprpto dan Abimanju.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada paduan Aluminium cor 2014 dan Baja St.32 terhadap sifat-sifat mekanis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: a. Pengaruh variasi waktu nitridasi dan variasi perlakuan panas pada paduan aluminium cor 2014 menghasilkan sifat-sifat mekanis: Temperatur  $350^{\circ}\text{C}$ , kekuatan tarik menurun, nilai kekerasan dan nilai pukul takik cenderung meningkat dari waktu nitridasi yang diberikan. Temperatur  $450^{\circ}\text{C}$ , kekuatan tarik dan nilai pukul takik menurun dari waktu nitridasi yang diberikan, nilai kekerasan meningkat pada 1 jam, 1,5 jam, 2 jam dan 0,5 jam. Pengaruh variasi waktu nitridasi dan variasi perlakuan panas pada Baja St. 32 menghasilkan sifat-sifat mekanis: Temperatur  $750^{\circ}\text{C}$ , kekutan tarik dan nilai kekerasan meningkat pada waktu 1 jam, 1,5 jam, 2 jam dan 0,5 jam. Nilai pukul taik cenderung meningkat dari waktu niridasi yang diberikan. Temperatur  $850^{\circ}\text{C}$ , kekuatan tarik dan nilai kekerasan serta nilai pukul takik meningkat dari waktu nitridasi yang diberikan. Pengaruh variasi kecepatan pengecoran paduan aluminium cor 2014 dan baja St.32 yang di variasi waktu dan temperatur nitridasi terhadap sifat-sifat mekanis, sebagai berikut: Paduan aluminium cor 2014, kecepatan pengecoran 100 mm/min untuk waktu dan temperatur nitridasi menghasilkan nilai sifat mekanis yang lebih besar dibanding kecepatan

Ilyas Mansur, Nur Wahyuni, *Analisis Pengaruh Nitridasi terhadap Sifat-Sifat Mekanis Baja 199 St. 32 dan Paduan Aluminium Cor 2014*

pengecoran 150 mm/min dari variasi waktu yang diberikan. Baja St. 32, nilai sifat mekanis meningkat dari 100 mm/min ke 150 mm/min

## **V. DAFTAR PUSTAKA.**

Arimanju. 1971. *Metallurgi*. Veritas. Jatim

Arzamasov, N., Gromov V.I., and Soskov M.D., 1996, *Effect of Regimes of Ion Nitriding on The Structure and Properties of Titanium Alloys, Metal Science and Heat Treatment*, Vol.38, Nos. 5-6

Baumer, B.M.J, 1994, *Ilmu Bahan Logam*. Bhratara, Jakarta.

Haruman, E., 1993, *Plasma Nitrokarburasi Sebagai Proses Alternatif Pengerasan Permukaan Baja Karbon dan Baja Paduan Rendah*, Makalah FT-UI, Depok

Lawrance H.V.V, 1989. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Nengah, M., 1997. *Pengaruh Dosis dan Energi Ion Nitrogen Terhadap Kekerasan Mikro Permukaan Baja AISI H 13*, UGM, Yogyakarta.

Pestes R.H, Kamat S.V., and Hirth J.P., 1994, *Fracture Toughness Of Al 4% Mg/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>P Komposites*, Elsevier Sequoia.

Sujatmoko, Sulandari S., Sutadji S. Lely S., dan Tjipto S., 1996. *Perubahan Sifat-sifat Mekanik Bahan Besi/Baja/Aluminium Terhadap Dosis dan Energi Ion Nitrogen*, PPNY-BATAN, Yogyakarta

Suparjono, M., Tjipto S., dan Sudjatmoko, 1996, *Nitridasi Aluminium AA 2024 T3 Dengan Teknik Plasma Lucutan Pijar*, PPNY-BATAN, Yogyakarta

Tjipto, S., Sujitno, Supardjono M., 1996, *Pengaruh Suhu dan Waktu Nitridasi Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah AISI 1010 yang Dinitridasi dengan Teknik Plasma Lucutan Api*, PPNY-BATAN, Yogyakarta.

Zhigiang C., Fei J., Xingguo Z., Junze J., 2002, *Microstructure And Mechanical Characteristic Casting And Direct Chill Casting 2024 Aluminium Alloys*, Eisevier Science Ireland Ltd.