



## **Analisa Kekerasan dan Strukturmikro Material *Gear Sprocket* pada Proses *Pressing* dan Perlakuan Panas *Hardening Quenching* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Penahan**

**Maula Nafi, Djoko Sulistiyono**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel.031-5931800, Indonesia  
email: [maula.nafi@untag-sby.ac.id](mailto:maula.nafi@untag-sby.ac.id)

### **ABSTRAK**

Di Indonesia pengguna sepeda motor lumayan masih banyak, yang mana untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu *spare part* sepeda motor yang sering diganti adalah *Gear Sprocket*. Dalam sistem kerja mesin sepeda motor, rantai selalu bersinggungan dengan *Gear Sprocket*. Dari singgungan tersebut menyebabkan berkurangnya umur pemakaian dan keausan maka dibutuhkan kekuatan dan kekerasan *Gear Sprocket* yang tinggi. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan *hardening* pada *Gear Sprocket* imitasi yaitu dengan cara memanaskan *Gear Sprocket* hingga temperatur 800°C, 850°C, 900°C dengan tungku pemanas dan *holding time* selama 5, 10, 15 menit kemudian didinginkan cepat dengan menggunakan media pendinginan oli. Kemudian spesimen di-*pressing* dengan menggunakan metode kekerasan *Rockwell* pada skala B karena material pada baja karbon rendah, serta diuji mikrostrukturnya. Dari hasil pengujian memperoleh kekerasan *Gear Sprocket* setelah *hardening* yang paling tinggi sebesar 88,8 HRB sedangkan kekerasan *Gear Sprocket* tanpa *hardening* sebesar 73,2 HRB. Diambil kesimpulan jika semakin besar temperatur dan *holding time* pada proses *hardening* *Gear Sprocket* dapat meningkatkan sifat mekaniknya. Dan semakin besar suhu dan waktu penahan pada uji mikrostruktur dapat meningkatkan strukturmikronya dari ferrit mendominasi menjadi martensit yang mendominasi.

**Kata kunci:** perlakuan panas, media pendingin, kekerasan, strukturmikro, *gear sprocket*

### **PENDAHULUAN**

Pada pembuatan *spare part* otomotif material baja sangat dominan untuk digunakan, misal poros baling baling kapal, piston, silinder dan lain sebagainya. Dalam hal ini ada salah satu komponen yang sering kita jumpai pada bagian mesin sepeda motor yaitu keuletan dan kekerasan spesimen *gear sprocket*, maka masalah ini tentunya modifikasi spesimen untuk memperbaiki sifat fisik baja supaya didapatkan hasil mekanis lebih baik. Mikro berpengaruh ke sifat mekanis baja setelah proses *hardening* untuk mendapatkan nilai kekerasan pada pengaruh sifat mekanis baja dalam laju pendinginan, dimana setiap

penurunan suhu panas yang cepat akan membuat elemen-elemen strukturmikro pada baja menjadi martensit, kadar karbon baja yang dimiliki sangatlah mempengaruhi sifat baja, dimana karbon salah satu unsur yang sangat penting karena meningkatkan sifat keras pada baja. Material baja sangat penting pada komponen mesin sepeda motor berupa *Gear Sprocket* maka digunakan memodifikasi terhadap sifat mekanik spesimen dengan perlakuan *Heat Treatment*. Kekerasan suatu bahan (baja) didapatkan dengan pengujian kekerasan dengan mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga metode yang umumnya dilakukan yaitu

metode *Vickers*, *Brinell*, dan *Rockwell* (Dieter,1986).

Penelitian ini akan membahas tentang bentuk strukturmikro dan nilai kekerasan *gear sprocket* ketika mendapatkan *pressing* setelah di *hardening quenching* oli dengan beberapa variasi temperatur dan waktu penahan. Selain itu juga akan membahas pengujian nilai kekerasan dan pengujian strukturmikro spesimen. Dengan adanya penelitian ini, maka kita akan mengetahui pengaruh pada pengarbonan sifat fisik baja AISI 1020 menggunakan *hardening quenching*. Kita juga akan mengetahui nilai kekerasan baja AISI 1020 sebelum dan sesudah perlakuan *hardening quenching*.

### PROSEDUR EKSPERIMEN

#### Preparasi

Dalam penelitian ini spesimen yang digunakan adalah *gear sprocket* motor Yamaha Vega R didapat dari bengkel motor di daerah Kebalen Surabaya dengan jumlah 10 buah. Larutan HNO<sub>3</sub>, HCL didapat dari toko kimia di daerah Surabaya, amplas dengan berbagai ukuran didapat dari toko material di daerah Surabaya. Serta menyiapkan alat – alat pendukung pengujian, Hasilnya berupa spesimen yang siap diujikan.

#### Proses Hardening Quenching

Sebelum melakukan proses *Hardening Quenching* kodifikasi terhadap spesimen sebelum pengujian dengan variasi temperatur dan variasi waktu penahan yaitu :

Tabel 1. Kodifikasi

Waktu Penahan	Temperatur <i>Hardening</i>			Tanpa Perlakuan
	800°C	850°C	900°C	
	A	B	C	
5 menit	A1	B1	C1	D
10 menit	A2	B2	C2	
15 menit	A3	B3	C3	

Keterangan kodifikasi :

- A = Hardening quenching dengan suhu 800°C

- B = Hardening quenching dengan suhu 850°C
- C = Hardening quenching dengan suhu 900°C
- Angka (1, 2, 3) = menunjukkan waktu lama penahan 5,10, 15 menit
- D = Tanpa perlakuan panas.

#### Proses Hardening Quenching

Langkah – langkah *Hardening Quenching* :

1. Membersihkan spesimen dari kotoran berupa debu dan karat yang kemungkinan menempel di spesimen yang berjumlah 9 buah.
2. Persiapan alat laku panas dan alat – alat pendukung lainnya.
3. Menghidupkan *burner* yang di pergunakan sebagai pemanas.
4. Masukkan *gear sprocket* yang sudah bersih ke dalam tungku pemanas dengan jumlah 9 buah secara bergantian menurut kelompok variasi temperatur ( setiap kelompok variasi temperatur ada 3 buah ).
5. Setelah itu angkat *gear sprocket* dari tungku pemanas dan masukkan kedalam tempat oli menurut waktu penahannya.
6. Ambil spesimen dari tempat oli dan bersihkan.
7. Lakukan sesuai urutan.

Perlakuan panas merupakan proses pemanasan bahan sampai temperatur tertentu dan kemudian didinginkan dengan cara tertentu. Tujuan pengerjaan panas adalah untuk memberi sifat yang lebih baik pada bahan (Amanto dan Daryanto, 1999: 63).

#### Proses Pressing

Langkah – langkah *pressing* :

1. Membuat dan menyiapkan tempat / dudukan dan klem.
2. Siapkan *Hydraulic Cylinder and Hand Pump Set* ( enerpac).
3. Spesimen siap dimasukkan ke tempat dudukan ( klem ).

4. Posisikan ujung gigi spesimen tepat mengenai *Hydraulic Cylinder*.
5. Setelah spesimen siap, Enerpac mulai dipompa dengan perlahan lahan sampai tekanan 50 Bar.
6. Lakukan sesuai urutan.

*Pressing* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tekan sebuah spesimen gear sprocket.

#### *Pengujian kekerasan Rockwell*

Langkah – langkah pengujian kekerasan *Rockwell* :

1. Memasang indentor bola baja menggunakan diameter 1/16”.
2. Letakkan spesimen di atas meja landasan.
3. Beban mayor 100 kg.
4. Menentukan titik yang akan diuji.
5. Putar pengukit sampai indentor mengenai spesimen, lalu putar *display* sampai jarum merah pada nol.
6. Kemudian tarik tongkat kedepan, beban akan menekan spesimen. Tunggu 5 detik dan lepaskan beban.
7. Catat hasil kekerasan yang ada *dial gage*.
8. Lakukan sesuai urutan.

Uji kekerasan *Rockwell* dilakukan untuk mengetahui seberapa keras material yang kita *treatment*.

#### *Pengujian strukturmikro*

Langkah – langkah pengujian strukturmikro :

1. Spesimen diratakan dengan menggunakan gerinda.
2. Selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan *sand paper* mulai yang kasar sampai yang halus.
3. Terakhir menghaluskan spesimen menggunakan autosol dengan kain agar hasilnya maksimal halusny.
4. Kemudian spesimen siap ditetesi dengan larutan asam HCL kemudian dikeringkan.

5. Setelah diberi HCL, spesimen ditetesi dengan larutan HNO<sub>3</sub>.
6. Spesimen dibersihkan dari larutan asam dengan direndam pada aquades.
7. Spesimen siap diuji.

Uji strukturmikro dilakukan untuk mengetahui struktur sebelum perlakuan panas dan sesudah perlakuan panas suatu material.

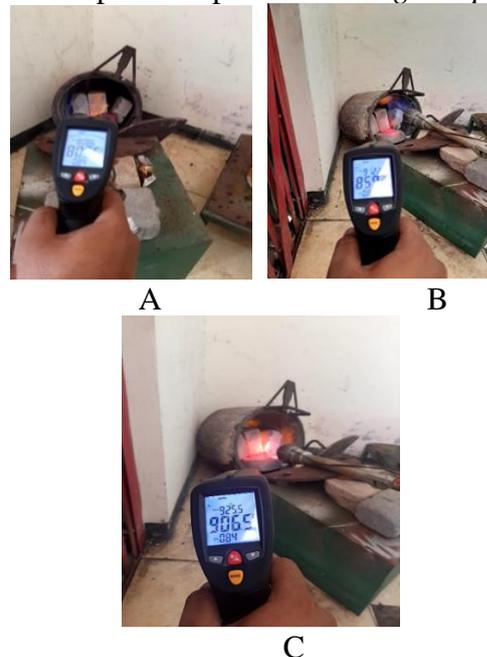
### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Spesimen *gear sprocket*

#### *Hasil Uji Hardening Quenching*

Proses perlakuan panas dilaksanakan agar mendapatkan nilai dari variasi suhu dan waktu penahan pada material *gear sprocket*.



Gambar 2. . Spesimen pada saat proses *hardening* dengan temperatur 800°C (A), 850°C (B), 900°C (C)



A



B

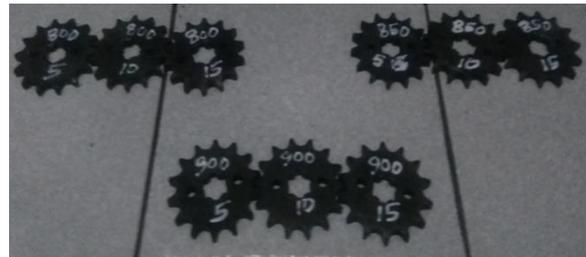


C

Gambar 3. Spesimen setelah proses *hardening* dengan temperatur 800°C sekaligus di *quenching* dengan media pendingin oli dan waktu penahan 5 menit, 10 menit, 15 menit (A), 850°C (B), 900°C (C)



Gambar 4. Media pendingin oli



Gambar 5. Spesimen *gear sprocket* yang sudah dibersihkan setelah di *hardening*

#### Hasil Uji Pressing

Proses *pressing* dilaksanakan untuk mengetahui kekuatan tekan material *gear sprocket*.

Gambar 7. merupakan proses *pressing* dengan ukuran *pressing* 50 bar terhadap spesimen *gear sprocket* dengan perlakuan panas 800°C, 850°C, 900°C menggunakan media pendingin oli.



Gambar 6. Posisi spesimen pada saat proses *pressing*



Gambar 7. *Pressure gauge* pada saat proses *pressing*

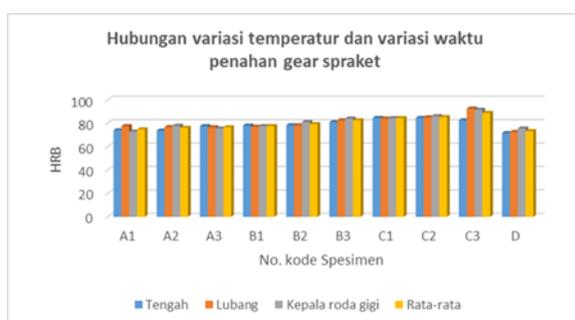
Hasil Uji Kekerasan Rockwell



Gambar 8. Pengujian kekerasan *Rockwell*

Tabel 2. Hasil uji *Rockwell* :

No. kode Spesimen	HRB			HRB rata-rata
	Tengah	Lubang	Kepala roda gigi	
A1	74	77,5	72,8	74,8
A2	73,7	76,7	77,8	76,1
A3	77,5	76,5	75,5	76,5
B1	78	77	77,5	77,5
B2	78,3	78,2	81	79,2
B3	80,9	82,5	84	82,5
C1	84,5	84	84,3	84,3
C2	84,5	85	86	85,2
C3	82,5	92,5	91,5	88,8
D	71,6	72,5	75,5	73,2



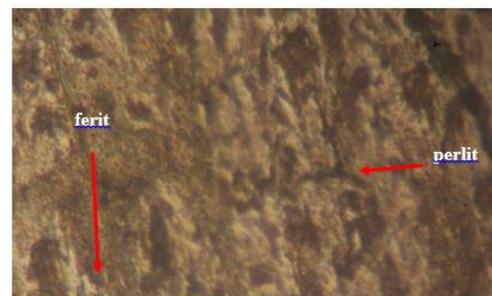
Gambar 9. Grafik hubungan variasi temperatur dan variasi waktu penahan *gear sprocket*.

Pada tabel 2. dan gambar 9. merupakan hasil data pengujian kekerasan *Rockwell* dengan menggunakan indentor bola baja 1/16” dan waktu penekanan 5 detik. Dari

hasil tabel tersebut menunjukkan spesimen *gear sprocket* pada variasi suhu 800°C dan waktu penahan 15 menit mempunyai kekerasan rata-rata yang paling tinggi adalah 76,5 HRB yaitu pada kodefikasi A3. Sedangkan spesimen menggunakan variasi suhu 850°C dan waktu penahan 15 menit mempunyai kekerasan rata-rata yang paling tinggi adalah 82,5 HRB yaitu pada kodefikasi B3. Sedangkan spesimen menggunakan variasi suhu 900°C dan waktu penahan 15 menit mempunyai kekerasan rata-rata yang paling tinggi adalah 88,8 HRB yaitu pada kodefikasi C3. Nilai kekerasan pada spesimen *gear sprocket* tanpa perlakuan panas dan tanpa media pendingin adalah 73,2 HRB. Dari data yang didapatkan bahwa semakin bertambahnya temperatur *Hardening* dan waktu penahan ( *holding time* ) maka nilai kekerasannya semakin meningkat.

Seluruh spesimen pada setiap kodefikasi menggunakan oli kecuali raw material.

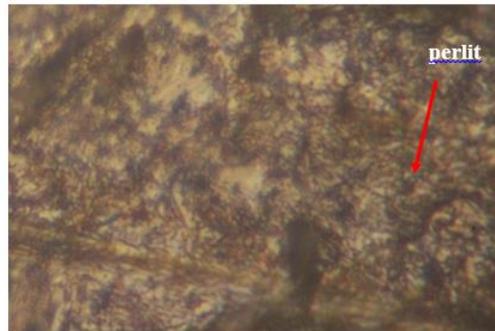
Hasil Uji *Strukturmikro*



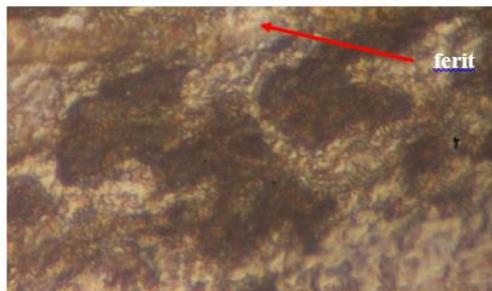
Gambar 10. Hasil pemotretan pembesaran 500x spesimen *gear sprocket* tanpa perlakuan panas

Dari hasil gambar (10) yang didapat menunjukkan bahwa struktur spesimen *gear sprocket* yang tanpa perlakuan panas meliputi 2 struktur saja yaitu ferrit dan perlit. Yaitu ferrit warna putih dengan sifat sangat lunak, ulet dan perlit warna hitam serta martensit yang bentuk seperti jarum yang mempunyai

warna coklat memiliki sifat getas dan keras. Sedangkan untuk ferit dan perlit yang terdapat pada (gambar 10) hasil dari spesimen pengujian mikro terdapat ukuran butir kristalnya kasar dan besar yang artinya kekerasannya rendah.



A



B

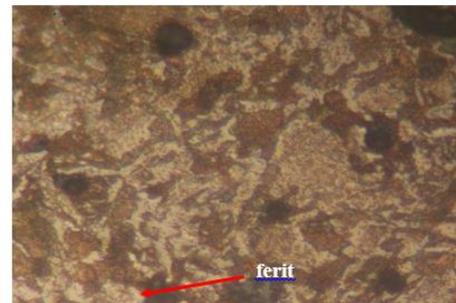


C

Gambar 11. Hasil pemotretan pembesaran 500x spesimen dengan *heat treatment* temperatur 800°C *holding time* 5 menit dengan media pendingin oli (A), 10 menit (B), 15 menit (C)

Dari hasil gambar (11A,11B,11C) yang didapat menunjukkan bahwa struktur spesimen gear sprocket yang telah di *hardening* 800°C *quenching* dengan memakai media pendingin oli dengan variasi

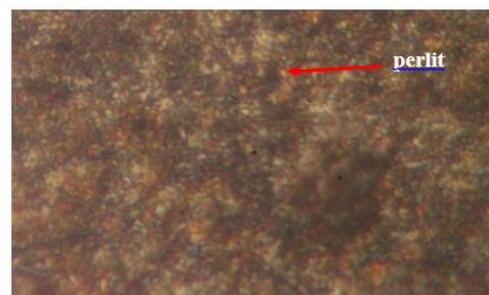
waktu penahan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit meliputi 3 struktur ferrit, perlit, dan martensit dimana ferrit berwarna terang dan perlit berwarna gelap, dan martensit dalam jumlah kecil.



A



B

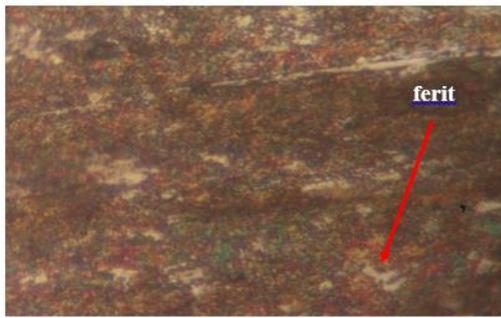


C

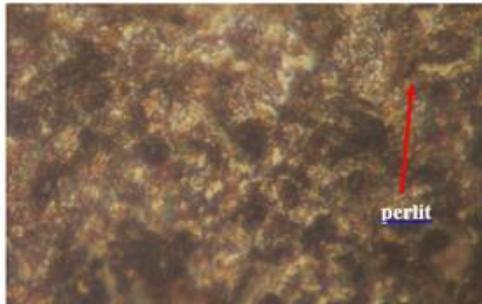
Gambar 12. Hasil pemotretan pembesaran 500x spesimen dengan *heat treatment* temperatur 850°C *holding time* 5 menit dengan media pendingin oli (A), 10 menit (B), 15 menit (C)

Dari hasil gambar (12A,12B,12C) yang didapat menunjukkan bahwa struktur spesimen gear sprocket yang telah di *hardening* 850°C *quenching* dengan memakai media pendingin oli dengan variasi waktu penahan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit meliputi 3 struktur ferrit, perlit, martensit dimana ferrit berwarna terang dan perlit

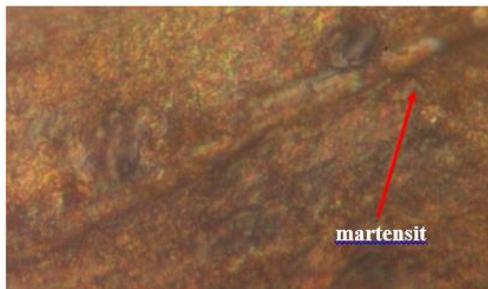
berwarna gelap, dan martensit dalam jumlah banyak.



A



B



C

Gambar 13. Hasil pemotretan pembesaran 500x spesimen dengan *heat treatment* temperatur 900°C *holding time* 5 menit dengan media pendingin oli (A), 10 menit (B), 15 menit (C)

Dari hasil gambar (13A,13B,13C) yang didapat menunjukkan bahwa struktur spesimen *gear sprocket* yang telah di *hardening* 900°C *quenching* dengan memakai media pendingin oli dengan variasi waktu penahan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit meliputi 3 struktur ferrit, perlit, martensit

dimana ferrit berwarna terang dan perlit berwarna gelap, dan martensit dalam jumlah paling banyak.

Dari gambar mikrostruktur diatas pada setiap spesimen yang di-*hardening* menghasilkan mikrostruktur baru adalah martensit. Dengan semakin tinggi suhu *hardening* dan pengaruh terhadap waktu lama penahanan yang lama, struktur martensit akan semakin dominan

Martensit memiliki sifat getas dan keras karena spesimen uji mengalami proses *hardening* dengan suhu diatas 800°C yang berpengaruh pada nilai kekerasan material yang tinggi. Semakin lama dalam proses pemanasan (*hardening*) maka spesimen akan semakin keras.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dan analisa data diatas, maka didapat :

1. Dari pengujian kekerasan didapatkan kesimpulan nilai kekerasan tertinggi yaitu 88,8 HRB terdapat pada material spesimen uji dengan *Hardening* 900°C menggunakan waktu penahanan (*holding time*) 15 menit.
2. Kesimpulan dari hasil pengujian struktur mikro didapatkan ferrit dan perlit dengan menggunakan variasi pengujian pada *hardening*. Untuk struktur mikro martensit semakin mendominasi terhadap perlakuan panas yang semakin tinggi.

Saran dari penelitian yang sudah dilaksanakan didapatkan :

1. Perlakuan pemanasan dengan variasi lain dan *holding time* yang lebih bervariasi.
2. Menggunakan media pendingin yang lain.
3. Dilakukan juga dengan metode pengujian yang lain.

## REFERENSI

- Amanto, H dan Daryanto. 1999. Ilmu bahan. Jakarta : Bumi Aksara
- Arifin, S. 1976. Ilmu Logam. Padang : Ghalia Indonesia
- ASM handbook vol.1, 1993
- Bangsawan, IG. 2012. Pengaruh Variasi Temperatur Dan Holding Time Dengan Media Quenching Oli Mesran Sae 40 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Assab 760. [URL:http:// eprint.uns.ac.id/1085/1/1816-4094-1-SM.pdf](http://eprint.uns.ac.id/1085/1/1816-4094-1-SM.pdf) diakses pada 26 Juni 2020 pukul 00.15.  
Dengan Teknik Plasma Lucutan Pijar. Yogyakarta, PPNY-BATAN
- Dieter, G. E. 1986. Metalurgi mekanik. Translated by Djaprie, S. 1987. Jakarta : penerbit Erlangga
- Haryadi, G.D. 2005. Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik Pada Baja K-460. Jurnal Rotasi UNDIP Vol 7  
Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah AISI 1010 Yang Dinitridasi
- Lely Susita R.M., dkk. 1996 . Karakterisasi Struktur Mikro Stainless-Steel Hasil Implant Asi Ion Nitrogen. Yogyakarta : PPNY Batan
- Nofik, M dkk. 2014. Analisis Pengaruh Heat Treatment Dengan Media Air Dan Oli Terhadap Struktur Mikro (Metalography) Bahan Piston Dan Dinding Silinder (Cylinder Linier) Pada Motor Bakar. Jurnal Widya Teknika Vol.22 No.2.
- Sucahyo, B. 1999. Ilmu Logam. Solo: PT Tiga Serangkai Mandiri
- Sudira, T. 1992. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Pratama
- Sujitno, T dan Mujiman, S. 1996. Pengaruh Suhu Dan Waktu Nitridasi Terhadap