



# KALPIKA

*Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*

Volume 17, Nomor 1 Maret 2020

Sa'dilah<sup>1</sup>, Denny Prumanto<sup>2</sup>

*ANALISIS KETAHANAN RODA GIGI A006 PADA MESIN PENGIKAT UANG NORXEL NX 7700*

ARIBIMA PRATAMA<sup>1</sup>, Rani Anggrainy<sup>2</sup>

*ANALISIS KEAUSAN PADA REM BLOCK T-360 KERETA API K3 DENGAN KAPASITAS 80 PENUMPANG*

Herri Minnansah<sup>1</sup>, Nurkim<sup>2</sup>

*ANALISIS KERUSAKAN PADA SHOCK ABSORBER BELAKANG TOYOTA AVANZA TIPE G 1.5 MT*

Kevindi Ramadhan<sup>1</sup>, Denny Prumanto<sup>2</sup>

*ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s*

M. Firgiawan Arrasid<sup>1</sup>, Kis Yoga Utomo<sup>2</sup>

*ANALISIS DROPPING PRESSURE SISTEM AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN PIPA PPR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN*

Pungki Dwi Wijanarko<sup>1</sup>, Kis Yoga Utomo<sup>2</sup>

*UJI KOMPARASI KETAHANAN AUS PADA SPROCKET GENUINE PART DENGAN BUATAN LOKAL PADA SEPEDA MOTOR*

Teguh Wahyudi<sup>1</sup>, Dedy Krisbianto<sup>2</sup>

*ANALISIS PENDINGINAN COLD STORAGE DENGAN MENGGUNAKAN 2 JENIS KOMPRESOR (SEMI HERMETIC DAN OPEN TYPE)*

JURNAL

J. KALPIKA	VOL.17	NO.1	HAL 1-82	Jakarta MARET 2020	ISSN 2962 - 2980
------------	--------	------	----------	-----------------------	------------------

## DAFTAR ISI

1. ANALISIS KETAHANAN RODA GIGI A006 PADA MESIN PENGIKAT UANG NORXEL NX 7700  
Sa'dilah<sup>1</sup>, Denny Prumanto<sup>2</sup>, ..... 1-8
2. ANALISIS KEAUSAN PADA REM BLOCK T-360 KERETA API K3 DENGAN KAPASITAS 80 PENUMPANG  
Aribima Pratama<sup>1</sup>, Rani Anggrainy<sup>2</sup>, ..... 9-21
3. ANALISIS KERUSAKAN PADA SHOCK ABSORBER BELAKANG TOYOTA AVANZA TIPE G 1.5 MT  
Herri Minnansah<sup>1</sup>, Nurkim<sup>2</sup>, ..... 22-35
4. ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s  
Kevindi Ramadhan<sup>1</sup>, Denny Prumanto<sup>2</sup>, ..... 36-48
5. ANALISIS DROPPING PRESSURE SISTEM AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN PIPA PPR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN  
M. Firgiawan Arrasid<sup>1</sup>, Kis Yoga Utomo<sup>2</sup>, ..... 49-59
6. UJI KOMPARASI KETAHANAN AUS PADA SPROCKET GENUINE PART DENGAN BUATAN LOKAL PADA SEPEDA MOTOR  
Pungki Dwi Wijanarko<sup>1</sup>, Kis Yoga Utomo<sup>2</sup>, ..... 60-73
7. ANALISIS PENDINGINAN COLD STORAGE DENGAN MENGGUNAKAN 2 JENIS KOMPRESOR (SEMI HERMETIC DAN OPEN TYPE)  
Teguh Wahyudi<sup>1</sup>, Dedy Krisbianto<sup>2</sup>, ..... 74-82

## Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar-sinar seperti matahari.

Akan tetapi, sinar matahari "terpaksa" harus kami lihat secara berbeda, dalam kaitan dengan ulang tahun pertama kalpika. Sinar matahari bagi kami, adalah simbol sumber energi yang, oleh karena itu, harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin, sinar matahari sebagai simbol, kami para pengurus kalpika, ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan kalpika kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari, berangkat dari ulang tahun pertama, kalpika ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda, bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

Kalpika, sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas), mengenai teknik dunia permesinan, setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis. Hingga tahun pertama kelahirannya, kalpika pun sudah membuktikan kekonsistennannya pada jadwal terbit. Hal ini, tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami, terutama para kontributor naskah. Oleh karena itu, dalam rangkamenjelang hari ulang tahun pertama kalpika, kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu, termasuk juga kepada Anda, para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari. Ungkapan orang-orang bijak, dalam kaitan ini, akan kami jadikan simbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi. Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal. Kontaklah terus kami, berilah kami masukan konstruktif, sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)

## ANALISIS KETAHANAN RODA GIGI A006 PADA MESIN PENGIKAT UANG NORXEL NX 7700

Sa'dilah<sup>1</sup>, Denny Prumanto<sup>2</sup>

Mahasiswa Teknik Mesin, Staff Pengajar Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNKRIS  
Jalan Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur, DKI Jakarta

Email: [sadilah15@gmail.com](mailto:sadilah15@gmail.com)

### ABSTRAK

Roda gigi yang digunakan pada berbagai mesin selalu mengalami perbaikan dalam berbagai segi, hal ini dapat melalui tahapan uji *spectrometer* emisi optik, agar mengetahui kandungan material yang digunakan oleh roda gigi. Analisa ketahanan merupakan salah satu metode pengidentifikasian ketahanan atau kemampuan material menerima beban dan gaya-gaya yang terjadi pada material. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan material yang memengaruhi kualitas roda gigi dan besar gaya yang terjadi pada roda gigi. Analisis yang dilakukan melalui uji kekerasan, uji metalografi dan uji *spectrometer* emisi optik. Pada pengujian berdasarkan kandungan baja melalui pengujian ketahanan kurangnya pemilihan kualitas material roda gigi sehingga mengakibatkan unit tidak dapat bekerja maksimal. Pada pengujian metalografi termasuk pada kategori baja sedang karena mengandung dominan *pearlite* dan *ferrite*. Pada uji spektrometer emisi optik kurangnya kandungan *carbon* sehingga memengaruhi kualitas roda gigi. Gaya yang terjadi pada roda gigi yakni gaya tangensial.

**Kata kunci:** Metalografi, *Pearlite*, *Ferrite*

#### 1. PENDAHULUAN

Saat ini roda gigi yang digunakan pada berbagai mesin mengalami perubahan, perubahan ini dilakukan dari berbagai macam sisi seperti dari perbaikan geometri maupun bahan yang digunakan disesuaikan dengan fungsinya. Perbaikan ini salah satunya dengan melakukan uji spektrometer emisi optik.

Uji spektrometer emisi optik dilakukan untuk mengidentifikasikan komposisi material. Selain itu analisa ketahanan merupakan salah satu metode pengidentifikasian ketahanan atau kemampuan material menerima beban dan gaya-gaya yang terjadi pada material. Pendekatan yang dilakukan umumnya mengarah pada bagian gagal berupa patahan atau gagal lainnya. Identifikasi kerusakan mulai dari potensi gagal perancangan, potensi akibat proses manufaktur, potensi gagal operasi hingga potensi gagal perawatan.

Kerusakan ini dialami pula pada roda gigi mesin pengikat uang Norxel NX 7700, roda gigi mesin pengikat uang tersebut mengalami patah yang membuat berhentinya mesin pengikat uang tersebut, melihat hal tersebut penulis membuat penelitian yang bertujuan untuk menganalisa ketahanan pada roda gigi mesin pengikat uang Norxel NX 7700

terutama pada sifat-sifat mekanik dengan metode eksperimen.

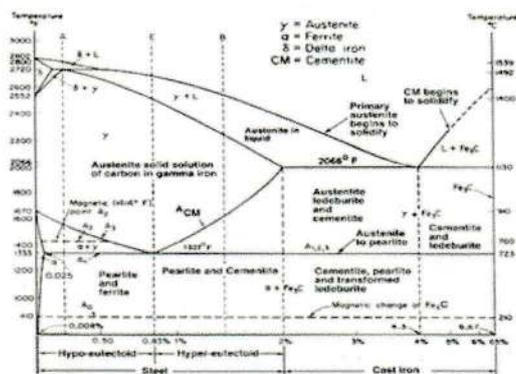
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- a. Untuk mengetahui bagaimana kandungan material yang memengaruhi kualitas pada roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700.
- b. Untuk mengetahui besar gaya yang terjadi pada mekanisme roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700.

#### 1. LANDASAN TEORI

##### 2.1 Baja

Baja adalah paduan unsur Fe dan C, dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Terdapat ribuan jenis baja yang tersedia, di mana berbeda komposisi kimia dan proses perlakuan panasnya. Beberapa jenis baja memiliki sifat-sifat yang tertentu sebagaimana akibat penambahan unsur paduan. Salah satu unsur paduan yang sangat penting untuk mengontrol sifat baja adalah karbon (C). Diagram yang menggambarkan hubungan antara temperatur dimana terjadinya perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon disebut dengan diagram fasa.



Gambar 1. Diagram Fasa Besi Karbon

2.2 Struktur Mikro dan Kaitannya dengan Sifat Mekanik

Baja dapat dilakukan panas agar diperoleh struktur mikro dan sifat yang diinginkan. Struktur mikro dan sifat yang diinginkan tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Struktur mikro yang ada pada baja yakni:

- a. Ferit
 

Larutan padat karbon dan unsur paduan lainnya pada besi kubus pusat badan ( $Fe\alpha$ ) disebut ferit. Ferit terbentuk pada proses pendinginan yang lambat dari austenit baja hipoeutektoid pada saat mencapai  $A_3$ . Ferit bersifat sangat lunak, ulet dan memiliki kekerasan sekitar 50-100 BHN dan memiliki konduktivitas yang tinggi.
- b. Perlit
 

Perlit adalah campuran sementit dan ferit yang memiliki kekerasan sekitar 10-30 HRC. Jika baja eutektoid (0,8%C) diaustenisasi dan diinginkan dengan cepat ke suatu temperatur dibawah  $A_1$ , misalnya ke temperatur 500 C dan dibiarkan pada temperatur tersebut sehingga terjadi transformasi isothermal, maka austenit akan mengurai dan membentuk perlit melalui proses pengintian (nukleasi) dan pertumbuhan. Perlit yang terbentuk berupa campur ferit dengan sementit yang tampak seperti pelat-pelat yang tersusun bergantian.
- c. Bainit
 

Bainit adalah suatu fasa yang diberi nama sesuai dengan nama penemunya yaitu E.C. Bain. Bainit merupakan fasa yang kurang stabil (metastabil) yang diperoleh dari austenit pada temperatur yang lebih rendah dari temperatur transformasi ke perlit dan lebih tinggi dari temperatur transformasi ke martensit.
- d. Martensit

Martensit adalah fasa yang ditemukan oleh seorang metalografer yang bernama A. Martens.

Fasa tersebut merupakan larutan padat dari karbon yang lewat jenuh pada besi alfa sehingga latis-latis sel satuannya terdistorsi. Sifatnya sangat keras dan diperoleh jika baja dari temperatur austenitnya didinginkan dengan laju pendinginan yang lebih besar dari laju pendinginan kritisnya.

- e. Sementit
 

Sementit adalah senyawa besi dan karbon yang umum dikenal sebagai karbida besi dengan rumus kimianya  $Fe_3C$  (prosentase karbon pada sementit adalah sekitar 6,65%). Sel satuannya adalah ortorombik dan bersifat keras dengan harga kekerasannya sekitar 65-68 HRC.
- f. Karbida

Unsur-unsur paduan seperti karbon, mangan, crhom, wolfram, Molibden dan Vanadium banyak digunakan pada baja-baja perkakas (seperti pada baja *cold-worked*, baja *hot-worked* dan HSS) untuk meningkatkan ketahanan baja tersebut terhadap keausan dan memelihara stabilitas baja tersebut pada temperatur tinggi.

Klasifikasi baja berdasarkan komposisi kimianya:

2.2.1 Baja Karbon

Menurut kadar karbonnya, secara umum baja dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu :

- a. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
 

Baja karbon rendah atau juga disebut *mild steel* memiliki kandungan unsur karbon kurang dari 0,3%. Biasanya baja karbon rendah adalah hasil produk dari pengerjaan dingin dan proses anil. Baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,1% - 0,3% Mn menyebabkan *formability*-nya rendah jika dibandingkan dengan baja karbon lain rendah (*Low Carbon Steel*).
- b. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)
 

Baja karbon sedang pada dasarnya adalah sama dengan baja karbon rendah, hanya persentase kandungan karbon dan mangannya lebih besar yaitu kandungan karbon antara 0,30 - 0,60% dan kandungan mangan antara 0,60 - 1,65%. Peningkatan unsur karbon sekitar 0,5% disertai dengan peningkatan unsur mangan sehingga memungkinkan baja karbon ini bisa digunakan untuk proses *heat-treatment* seperti proses *quenching* dan *tempering*.
- c. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)
 

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0,60 - 1,40% dan kandungan mangan 0,30-0,90%. Baja karbon tinggi banyak digunakan sebagai material pada pembuatan pegas dan kawat dengan kekuatan tinggi. Baja ini merupakan baja karbon yang paling kuat dan paling keras serta tidak ulet. Struktur mikro baja

ini terdiri atas perlit dan sementit yang sangat keras dan terdapat dibatas butir.

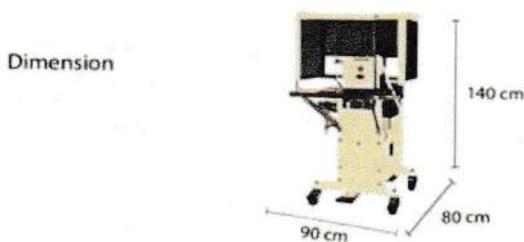
### 2.3 Roda Gigi

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi.

### 2.4 Analisa Kegagalan Roda Gigi

Ketika roda gigi mendapatkan perlakuan yang baik dalam perancangan, manufaktur, penggunaan, instalasi, pengoperasian dan mendapatkan pengolihan yang baik serta tidak mengalami pembebanan berlebih, maka roda gigi akan mengalami adaptasi terhadap operasi yang disebabkan oleh kombinasi putaran dan gesekan dari roda gigi.

### 2.5 Mesin Binding Uang Norxel NX 7700



Gambar 2. Mesin NX 7700

Mesin *Binding* Uang NORXEL NX-7700 dirancang dengan teknologi mutakhir yang menawarkan hasil penjilidan yang ringkas dan kuat. NX-7700 juga dapat diterapkan secara luas dalam sistem surat dan lembaga terkait lainnya seperti bank, perusahaan kartu kredit, perusahaan bursa, perusahaan periklanan, kantor pos dan sekolah. Mesin ini tidak menimbulkan polusi udara atau membahayakan kesehatan manusia. Mesin NX 7700 memiliki sistem kontrol terkomputerisasi, yakni memastikan pengoperasian mesin yang cepat (1,8 detik/binding) dan nyaman.

Spasifikasi dari Mesin NX-7700 sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi Mesin NX - 7700

Berat	158 kg
Ukuran Standar Yang Berlaku	Min. ukuran 3cm x 3cm Maks. ukuran [dapat disesuaikan] Elastisitas Tali +/- 5%

Kecepatan Mengikat	1,8 detik/ bundel
Fungsi	Otomatis/manual
Tipe Mode	Single Stripe, Double Stripes, Cross, Double Cross
Power Supply	200V/60Hz 220V/50Hz;

### 1.6 Gaya pada roda gigi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Roda Gigi A006 pada Mesin Pengikat Uang Norxel NX 7700 gaya yang terjadi adalah gaya tangensial (Ft). Analisa perhitungan yang digunakan pada penelitian ini yakni:

#### a. Kecepatan Linear Roda Gigi

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 1000}$$

Dimana:

V = Kecepatan keliling (m/s)

d = Diameter jarak bagi (mm)

n = Putaran poros penggerak (rpm)

$\pi = (22/7 \text{ atau } 3.14)$

#### b. Gaya Tangensial pada roda gigi

$$F_t = \frac{102 \times P_d}{V}$$

Dimana:

F<sub>t</sub> = Gaya tangensial (kg)

P<sub>d</sub> = Daya rencana (kW)

V = Kecepatan keliling (m/s)

#### c. Faktor Dinamis Roda Gigi

$$f_v = \frac{3}{3+V}$$

Dimana:

f<sub>v</sub> = Faktor Dinamis (Kecepatan rendah v = 0,5-10 m/s)

V = Kecepatan keliling (m/s)

$$F_t = \frac{102 \times 2,40}{7,60}$$

$$F_t = 32,21 \text{ kg} = 32,21 \times 9,8 = 315,65 \text{ N}$$

#### d. Beban lentur yang diijinkan persatuan sisi

$$F'_b = \sigma_a m Y f_v$$

Dimana:

F'<sub>b</sub> = Beban lentur yang diijinkan persatuan sisi (kg/mm)

$\sigma_a$  = Tegangan lentur yang diijinkan

m = Modul jumlah gigi

Y = Faktor bentuk gigi

f<sub>v</sub> = Faktor Dinamis

#### e. Beban permukaan yang diijinkan persatuan lebar gigi

$$F^1H = f_v k_H d_1 \frac{2z}{Z_1 + Z_2}$$

Dimana:

$F^1H$  = Beban permukaan yang diijinkan persatuan lebar gigi (kg/mm)

$f_v$  = Faktor dinamis

$k_H$  = Harga k standar

$d_1$  = Diameter jarak bagi (mm)

$z$  = Jumlah roda gigi

f. Torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

Dimana:

$P$  = Daya yang di transmisikan  $\frac{Z_1}{Z_2}$

$n$  = Putaran poros penggerak (rpm)

$\pi$  = (22/7 atau 3.14)

g. Tegangan geser yang diinginkan

$$\tau = \frac{T}{\pi \cdot d^3 / 16} = \frac{5,1T}{d^3}$$

Dimana:

$\tau$  = Tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

$T$  = Torsi (N/mm<sup>2</sup>)

$\pi$  = (22/7 atau 3.14)

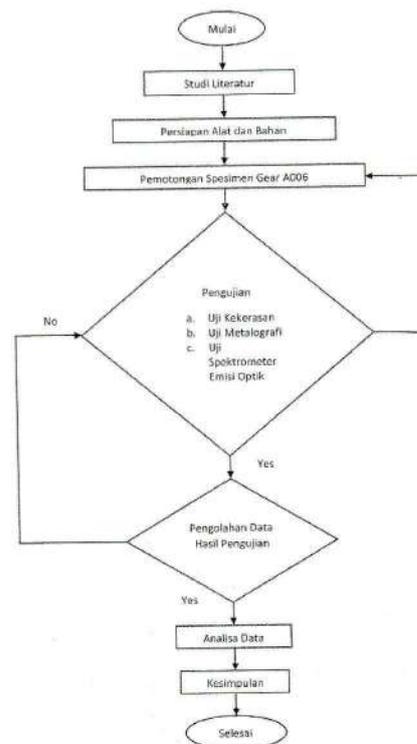
$d$  = Diameter jarak bagi (mm)

h. Perhitungan tegangan normal yang diizinkan ( $S_b$ )

$$S_b = HN \times \left(1,15 - \frac{BHN}{955}\right) - 2$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Istilah metodologi (*methodology*) dengan metoda (*methods*) tidak jarang tumpang tindih penggunaannya. Sebenarnya metodologi (*methodology*) merupakan studi yang logis dan sistematis tentang prinsip-prinsip yang mengarahkan penelitian ilmiah, yang intinya terdiri dari: masalah, tinjauan pustaka, kerangka teori (jika ada), hipotesis (jika ada), dan cara penelitian.



Gambar 3. Flow Chart

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Brinell

a. Pengujian Brinell roda gigi A006 yang sudah digunakan

UJI KEKERASAN			
Foto Sampel Uji	Pengujian	Nilai ( HBW/2,5/15,625/10 )	
		Ø Indentasi (µm)	Nilai HB
	I	1050	207
	II	1053	205
	III	1055	204
	IV	1051	202
	Rata-rata		205

Gambar 4. Hasil Uji Kekerasan Brinell Roda Gigi A006 Yang Sudah Digunakan

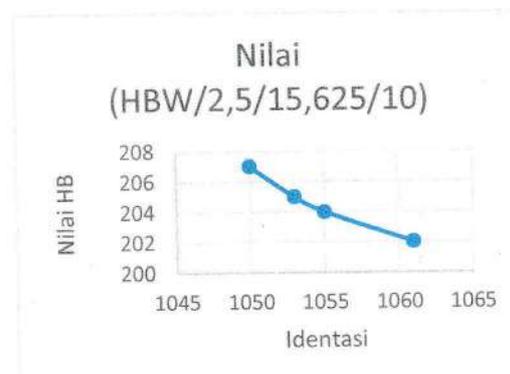


Diagram 1. Hasil Uji Kekerasan Roda Gigi A006 Yang Sudah Digunakan

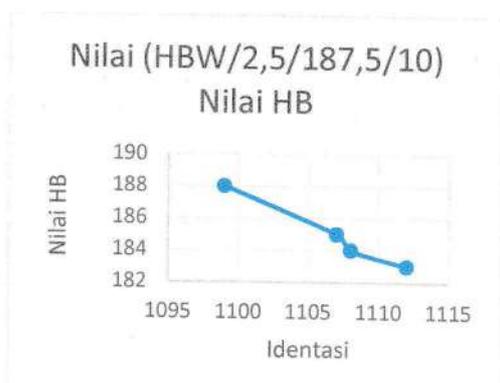
**Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengujian Brinell dengan Standar ASTM E10**

No	Titik Pengujian	Identasi	Nilai HB	Nilai HBW ASTM E10 (HBW/2.5/15.625/10)
1	Titik I	1050	207	71.4
2	Titik II	1053	205	71.4
3	Titik III	1055	204	70.7
4	Titik IV	1061	202	70.0

b. Pengujian Brinell roda gigi A006 yang belum digunakan

UJI KEKERASAN			
Foto Sampel Uji	Pengujian	Nilai ( HBW/2,5/187,5/10 )	
		Ø Indentasi (µm)	Nilai HB
		I	1112
II	1108	184	
III	1107	185	
IV	1099	188	
Rata-rata		185	

**Gambar 5. Hasil Uji Kekerasan Brinell Roda Gigi A006 Yang Belum Digunakan**



**Diagram 2. Hasil Uji Kekerasan Roda Gigi A006 Yang Belum Digunakan**

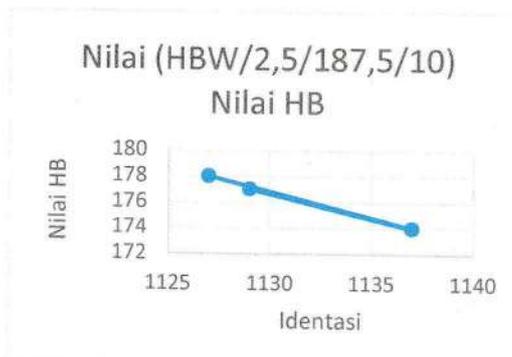
**Tabel 3. Hasil Perbandingan Pengujian Brinell dengan Standar ASTM E10**

No	Titik Pengujian	Identasi	Nilai HB	Nilai HBW ASTM E10 (HBW/2.5/187,5/10)
1	Titik I	1.112	183	765
2	Titik II	1.108	184	772
3	Titik III	1.107	185	772
4	Titik IV	1.099	188	787

c. Pengujian Brinell roda gigi TOM

UJI KEKERASAN			
Foto Sampel Uji	Pengujian	Nilai ( HBW/2,5/187,5/10 )	
		Ø Indentasi (µm)	Nilai HB
		I	1127
II	1137	174	
III	1129	177	
IV	1129	177	
Rata-rata		177	

**Gambar 6. Hasil Uji Kekerasan Brinell Roda Gigi TOM**



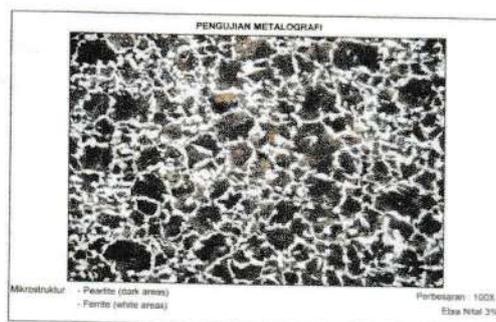
**Diagram 3. Hasil Uji Kekerasan Roda Gigi TOM**

**Tabel 4. Hasil Perbandingan Pengujian Brinell dengan Standar ASTM E10**

No	Titik Pengujian	Identasi	Nilai HB	Nilai HBW ASTM E10 (HBW/2.5/187,5/10)
1	Titik I	1.127	178	745
2	Titik II	1.137	174	732
3	Titik III	1.129	177	738
4	Titik IV	1.129	177	738

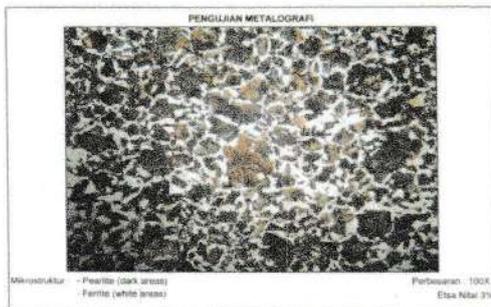
**4.2 Pengujian Metalografi**

a. Roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700 yang sudah digunakan



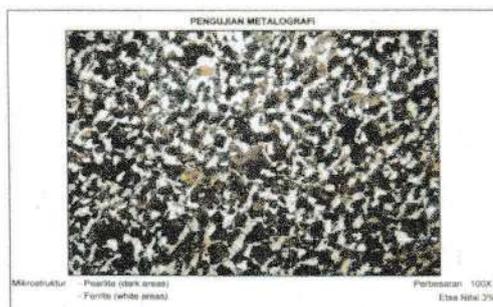
**Gambar 7. Hasil Uji Metalografi A006 yang sudah digunakan**

- b. Roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700 yang belum digunakan



Gambar 8. Hasil Uji Metalografi A006 yang sudah digunakan

- c. Roda gigi TOM mesin pengikat uang yang sudah digunakan



Gambar 9. Hasil Uji Metalografi A006 yang sudah digunakan

4.3 Pengujian Spektrometer Emisi Optik

- a. Roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700 yang sudah digunakan

No	Unsur / Element	WT %
1	Carbon (C)	0.441
2	Silicon (Si)	0.225
3	Sulfur (S)	0.016
4	Phosphorus (P)	0.016
5	Manganese (Mn)	0.040
6	Nickel (Ni)	0.01
7	Chromium (Cr)	0.33
8	Molybdenum (Mo)	0.007
9	Vanadium (V)	0.002
10	Copper (Cu)	0.026
11	Wolfram/Tungsten (W)	0.001
12	Titanium (Ti)	0.005
13	Tin (Sn)	0.002
14	Aluminium (Al)	0.010
15	Plumbum/Lead (Pb)	0.0000
16	Antimony (Sb)	0.000
17	Niobium (Nb)	0.000
18	Zirconium (Zr)	0.000
19	Zinc (Zn)	0.009
20	Ferrititan (Fe)	95.294

Gambar 10. Hasil Uji Spektrometer Emisi Optik A006 yang sudah digunakan

- b. Roda gigi A006 mesin pengikat uang Norxel NX 7700 yang belum digunakan

No	Unsur / Element	WT %
1	Carbon (C)	0.464
2	Silicon (Si)	0.222
3	Sulfur (S)	0.015
4	Phosphorus (P)	0.016
5	Manganese (Mn)	0.038
6	Nickel (Ni)	0.01
7	Chromium (Cr)	0.33
8	Molybdenum (Mo)	0.007
9	Vanadium (V)	0.002
10	Copper (Cu)	0.028
11	Wolfram/Tungsten (W)	0.000
12	Titanium (Ti)	0.004
13	Tin (Sn)	0.002
14	Aluminium (Al)	0.010
15	Plumbum/Lead (Pb)	0.0000
16	Antimony (Sb)	0.000
17	Niobium (Nb)	0.000
18	Zirconium (Zr)	0.000
19	Zinc (Zn)	0.025
20	Ferrititan (Fe)	95.224

Gambar 11. Hasil Uji Spektrometer Emisi Optik A006 yang sudah digunakan

- c. Roda gigi TOM mesin pengikat uang yang sudah digunakan

No	Unsur / Element	WT %
1	Carbon (C)	0.436
2	Silicon (Si)	0.171
3	Sulfur (S)	0.023
4	Phosphorus (P)	0.014
5	Manganese (Mn)	0.025
6	Nickel (Ni)	0.06
7	Chromium (Cr)	0.18
8	Molybdenum (Mo)	0.032
9	Vanadium (V)	0.003
10	Copper (Cu)	0.073
11	Wolfram/Tungsten (W)	0.001
12	Titanium (Ti)	0.002
13	Tin (Sn)	0.000
14	Aluminium (Al)	0.019
15	Plumbum/Lead (Pb)	0.0000
16	Antimony (Sb)	0.000
17	Niobium (Nb)	0.000
18	Zirconium (Zr)	0.000
19	Zinc (Zn)	0.012
20	Ferrititan (Fe)	95.138

Gambar 12. Hasil Uji Spektrometer Emisi Optik TOM yang sudah digunakan

4.4 Besar gaya yang terjadi pada mekanisme roda gigi A006 Mesin Pengikat Uang Norxel NX 7700

Gaya yang terjadi pada roda gigi A006 Mesin Pengikat Uang Norxel NX 7700 adalah gaya tangensial. Gaya  $F_t$  disebut gaya tangensial, jika diameter jarak bagi adalah  $d$  (mm) maka kecepatan keliling  $v$  (m/s) pada lingkaran jarak bagi roda gigi yang mempunyai putaran  $n$  (rpm) adalah:

- A. Analisa dan Perhitungan Roda Gigi  
1. Analisa perhitungan roda gigi Z 35

- a. Kecepatan Linear Roda Gigi

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{3,14 \times 55,70 \times 2610}{60 \times 1000}$$

$$V = 7,60 \text{ m/s}$$

- b. Gaya Tangensial pada roda gigi

$$F_t = \frac{102 \times Pd}{V}$$

$$F_t = \frac{102 \times 2,40}{7,60}$$

$$F_t = 32,21 \text{ kg} = 32,21 \times 9,8 = 315,65 \text{ N}$$

- B. Beban lentur yang diijinkan persatuan sisi  
Maka beban lentur yang diijinkan:

$$F_b^1 = \sigma_a m Y_f v$$

$$F_b^1 = 30 \times 1,6 \times 0,371 \times 0,28$$

$$= 4,98 \text{ N/mm}^2$$

## C. Faktor Dinamis Roda Gigi

$$f_v = \frac{3}{3+V}$$

$$f_v = \frac{3}{3+7,60}$$

$$f_v = \frac{3}{10,6}$$

$$f_v = 0,28$$

## D. Beban permukaan yang diijinkan persatuan lebar gigi

$$F^1H = f_v k_H d_1 \frac{2z}{z_1+z_2}$$

$$= 0,28 \times 0,77 \times 55,70 \frac{2 \times 113}{35+113}$$

$$= 0,28 \times 0,77 \times 55,70 \frac{226}{148}$$

$$= 0,28 \times 0,77 \times 55,70 \times 1,52$$

$$= 18,25 \text{ N/mm}^2$$

E. Ratio transmisi atau angular velocity  $P = \frac{n_1}{n_2} =$ 

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$P = \frac{113}{35} = 3,22 \text{ hp} = 2,40 \text{ kW}$$

Diketahui daya yang akan ditransmisikan  $P = 2,40 \text{ kW}$

Putaran poros penggerak  $n = 2610 \text{ rpm}$

$$\text{Jadi jarak sumbu poros } a = \frac{d_1+d_2}{2} = \frac{70,32+97,27}{2} = 118,95 \text{ mm}$$

$$\text{Perbandingan putaran } U = \frac{1}{P} = \frac{1}{3,22} = 0,31$$

Maka dapat diketahui  $U < 1$  atau  $P > 1$  sehingga roda gigi untuk reduksi. Jika momen punter (disebut juga sebagai momen rencana) adalah  $T$  (kg.mm) maka

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$T = \frac{2400 \times 60}{2 \times \pi \times 2610}$$

$$= \frac{144000}{16390,8}$$

$$T = 8,78 \text{ kg.mm} = 8780 \text{ N.mm}^2$$

F. Bila momen rencana  $T$  (kg.mm) dibebankan pada suatu diameter poros  $d$  (mm), maka tegangan geser  $\tau$  (kg.mm<sup>2</sup>) yang terjadi adalah

$$\tau = \frac{T}{\pi \cdot d^3 / 16} = \frac{5,1 \cdot T}{d^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 8780}{16}$$

$$\tau = \frac{44778}{4096}$$

$$\tau = 10,93 \text{ N.mm}^2$$

G. Perhitungan tegangan normal yang terjadi pada material ( $S_b$ )

## 1. Roda Gigi A006 yang sudah digunakan

$$S_b = HN \times \left(1,15 - \frac{BHN}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 205 \left(1,15 - \frac{205}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 190,7 \text{ MPa}$$

## 2. Roda Gigi A006 yang belum digunakan

$$S_b = HN \times \left(1,15 - \frac{BHN}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 185 \left(1,15 - \frac{185}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 174,6 \text{ MPa}$$

## 3. Roda Gigi TOM yang sudah digunakan

$$S_b = HN \times \left(1,15 - \frac{BHN}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 177 \left(1,15 - \frac{177}{955}\right) - 2$$

$$S_b = 169,69 \text{ MPa}$$

## H. Rumus BHN

## 1. Roda Gigi A006 yang sudah digunakan

$$BHN = \frac{2p}{\pi d (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$= \frac{2 \times 15,62}{\pi \times 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 10,53^2})}$$

$$= \frac{31,25}{\pi \times 2,5 (10,53)}$$

$$= \frac{31,25}{82,70}$$

$$= 0,37$$

## 2. Roda Gigi A006 yang belum digunakan

$$BHN = \frac{2p}{\pi d (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$= \frac{2 \times 187,5}{\pi \times 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 11,07^2})}$$

$$= \frac{375}{\pi \times 2,5 (11,07)}$$

$$= \frac{375}{86,94}$$

$$= 4,31$$

## 3. Roda gigi TOM

$$BHN = \frac{2p}{\pi d (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$= \frac{2 \times 187,5}{\pi \times 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 11,29^2})}$$

$$= \frac{375}{\pi \times 2,5 (11,29)}$$

$$= \frac{375}{88,67}$$

$$= 4,22$$

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Roda Gigi A006 pada Mesin Pengikat Uang Norxel NX 7700 dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pada uji kekerasan Brinell dapat disimpulkan berdasarkan standar ASTM E10 bahwa kurangnya kualitas material pada roda gigi sehingga mengakibatkan unit tidak dapat berfungsi dengan maksimal hal ini mengakibatkan roda gigi patah saat digunakan dengan kecepatan tinggi dan berhentinya fungsi dari mesin pengikat uang.

Salah satu upaya yang bisa digunakan dengan melakukan pemeliharaan, memberikan pelumas, penggantian roda gigi secara berkala

- b. Pada uji metalografi dapat disimpulkan berdasarkan penelitian yang dilakukan mengandung kandungan pearlite dan ferrite yang dominan sehingga berdasarkan jenis baja dapat disimpulkan bahwa sampel yang digunakan merupakan baja karbon sedang. Baja yang baik digunakan ialah baja dengan karbon tinggi, yang merupakan baja karbon yang paling kuat dan paling keras. Struktur mikro baja ini terdiri dari perlit dan sementit yang sangat keras dan terdapat di batas butir
- c. Pada uji Spektrometer Emisi Optik, satuan yang digunakan adalah wt %, kandungan yang digunakan yakni karbon sebesar 0.441 wt %, dan 0.464 wt %, Berdasarkan kategori baja, pada penelitian ini mengandung carbon 0,441 sehingga termasuk 34 dalam kategori baja sedang sebab memiliki kandungan carbon sebesar 0,30 – 0,60 wt %. Akan tetapi karena kendala yang terjadi pada roda gigi sebaiknya menggunakan karbon 0,60 - 1,40% selain itu juga nilai manganese yang besar.

d.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah, 2021, Analisa Ketahanan Roda Gigi Lurus Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink kapasitas 10kg/jam, <http://repository.umsu.ac.id/bitstream/123456789/1911/1/Analisa%20Ketahanan%20Roda%20Gigi%20Lurus%20Mesin%20Pencacah%20Limbah%20Botol%20Plastik%20Dan%20Softdrink%20Kapasitas%2010%20KgJam.pdf>

2. Chemical Composition of AISI 1045. Diakses tahun 2009.
3. Hardani, S.Pd.,M.Si, Andriani, M.Si, Helmina., Ustiawaty,S.Si, ..M.Si Jumari, Utami,M.Farm.,Apt, Evi Fatmi, Iqomah,M.I.Kom, Ria Rahmatul, Fardani,S.Si., M.Pd , Roushandy Asri, Sukmana,S.Si.,M.Sc, Dhika Juliana, Auliya, Nur Hukmatul, Grad.Cert.Biotech, “Metode Penelitian Kualitatif &Kuantitatif”, Yogyakarta: CV Pustaka Ilmu, 2020 ISBN : 978-623-7066-33-0
4. Ir. Sularso, MSME, Suga, Kiyokatsu, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin”, Jakarta: PT Pradnya Paramita ISBN 979-408-126-4
5. Ir. Wisjnu, Analisa Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Mesin Konvensional
6. Kusairi, Achmad Samlawi dan Muhammad Zaini, 2019, “Analisa Kegagalan Roda Gigi Matahari Swing Drive pada Excavator Caterpillar 349D”, Jurnal/7718-18148-1-SM.pdf
7. Sonawan, Hery, 2019, “ Perancangan Elemen Mesin”, Bandung: Penerbit Alfabeta, ISBN 978-602-8361-55-2
8. T.Sofyan, Bondan, 2019, “ Pengantar Material Teknik”, Jakarta: Salemba Teknika, ISBN 978-979-9549-31-0
9. Table Of Brinell Hardness Numbers
10. P Marsis, Ir Wisjnu, Agung, Didi, Analisa Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Mesin Konvensional perhitungan%20rumus%20analisis.pdf