

IDENTIFIKASI MATERIAL DAN PERHITUNGAN KEMBALI TEGANGAN TANGENSIAL BARREL REAR SUSPENSION DARI DUMP TRUCK KAPASITAS 347 TON

Edgiv Fattahillah

Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi,
Universitas Gadjah Mada, Jl. Yacaranda, Blimbing
Sari, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten
Sleman, 55281, Yogyakarta, Indonesia
edgivfattahillah@gmail.com

Suryo Darmo*

Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi,
Universitas Gadjah Mada, Jl. Yacaranda, Blimbing
Sari, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten
Sleman, 55281, Yogyakarta, Indonesia
suryo.darmo@ugm.ac.id
* corresponding author

ABSTRAK

Suspensi dump truck berfungsi sebagai peredam kejutan dari permukaan jalan, penyangga berat unit, memberikan kenyamanan pada operator dan menjaga kestabilan unit (empat roda selalu menyentuh tanah). Barrel adalah komponen penting dalam suspensi dump truck. Komponen tersebut berbentuk tabung dan berfungsi sebagai rumah untuk piston. Produk barrel rekondisi yang bukan dari standar produsen resmi sering mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan kekuatan tarik, komposisi kimia dan struktur mikro material barrel suspensi belakang, serta nilai tegangan tangensial pada dinding barrel rekondisi.

Penelitian ini dilakukan dengan empat pengujian, yaitu uji kekerasan, uji tarik, uji struktur mikro dan uji komposisi kimia. Pengujian kekerasan menggunakan metode Brinell, pengujian tarik menggunakan universal testing machine, pengujian komposisi kimia dengan spectrometer dan pengujian struktur mikro menggunakan metallographic microscope. Selanjutnya untuk mencari nilai tegangan pada dinding barrel dilakukan perhitungan nilai tegangan tangensial.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material barrel mempunyai kekerasan rata-rata 200,5 HB, kekuatan luluh antara 433 MPa hingga 494 MPa, kekuatan tarik antara 740 MPa hingga 751 MPa serta mengandung unsur yang mengindikasikan bahwa material termasuk kategori baja 27 SiMn. Material ini memiliki fasa ferit dan perlit pada struktur mikronya. Material aman terhadap beban statis dan tegangan tangensial karena nilai tegangan tersebut lebih rendah dari kekuatan luluhnya.

Kata Kunci: dump truck, barrel rear suspension, kekerasan, kekuatan tarik, struktur mikro, tegangan tangensial

PENDAHULUAN

Perusahaan tambang batu bara banyak melibatkan alat berat berskala besar, baik dalam ukuran maupun jumlahnya, seperti *dump truck*,

excavator, drill machine, dozer dan wheel loader. Alat-alat tersebut saling berkaitan dalam menjalankan fungsinya. Alat gali seperti *excavator* berfungsi untuk mengambil material tambang, sedangkan *dump truck* berperan untuk mengangkut tanah penutup batu bara saat membuka tambang atau pada saat proses reklamasi dan mengangkut batu bara baik yang akan diolah maupun yang sudah diolah. *Dump truck* yang dipelajari komponen suspensinya adalah unit dengan kapasitas 347 ton.

Sistem *suspension dump truck* menggunakan *hydro-pneumatic suspension*, yaitu jenis *suspension* yang menggunakan udara dan oli untuk meredam beban dari permukaan jalan. Suspensi *dump truck* berfungsi sebagai peredam kejutan pada permukaan jalan, penyangga berat unit, memberikan kenyamanan pada operator dan menjaga kestabilan unit (empat roda selalu menyentuh tanah).

Rear suspension sering mengalami kerusakan. Bagian ini merupakan komponen yang berfungsi penyangga berat unit dan menanggung beban dari muatan *dump body*. *Rear suspensions* mengalami kerusakan pada 3000 jam yaitu tidak mencapai batas ketentuan pakai 6000 jam. Kerusakan berupa kebocoran oli dan perubahan ukuran diameter dalam komponen *barrel* atau tabung yang tidak sesuai dengan spesifikasi standar yaitu 266,7 mm.

Rekondisi *barrel rear suspension* bertujuan untuk mengembalikan diameter *barrel* agar sesuai spesifikasi standar, melalui proses *hard chroming* dengan maksimal ketebalan pelapisan yang diijinkan sebesar 0,250 mm. Tahap selanjutnya adalah *honing* hingga ukuran sesuai spesifikasi standar.

Analisis yang dilakukan pada *barrel rear suspension* hasil rekondisi adalah untuk mengetahui komposisi, kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro material *barrel*. Selain itu untuk mengetahui nilai tegangan tangensial yang terjadi pada dinding *barrel*.

METODE

A. Bahan Penelitian

Material yang diuji adalah komponen *barrel rear suspensions*. Material dipotong dan dibentuk

menjadi spesimen uji tarik dengan standar ASTM-E8/E8M dengan dimensi panjang keseluruhan 200 mm, tebal 8 mm, dan lebar 12,5 mm seperti ditunjukkan pada Tabel 1 [1,2].

Tabel 1. Dimensi *Subsize Specimen*

L	B	W	C	R	A	G
200	50	12,5	20	12,5	75	50
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

B. Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan karakteristik material. Pengujian yang dilakukan terdiri dari uji tarik dan uji kekerasan *Brinell*. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal (σ_u) dan kekuatan tarik luluh (σ_y) material.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan memakai bola baja yang diperkeras (*hardened steel ball*) dengan beban dan waktu indentasi tertentu [3]. Hasil penekanan adalah jejak berbentuk lingkaran bulat, diameternya diukur dengan bantuan mikroskop. Nilai kekerasan *Brinell* suatu material didapat dari Persamaan 1 [4,5].

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Keterangan:

BHN = kekerasan Brinell

P = beban (kgf)

D = diameter indentor bola (mm)

d = diameter bekas injakan (mm)

C. Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan karbon dan unsur paduan lainnya dari material *barrel rear suspension* yang mengalami *oversize*.

D. Analisis Struktur Mikro

Analisis struktur mikro adalah pengujian dengan menggunakan mikroskop logam untuk mengetahui struktur mikro dari material uji. Struktur mikro dapat dilihat akibat adanya perbedaan reflektivitas dari permukaan material yang telah dilakukan proses *polishing* dan etsa. Hasil analisis struktur mikro memberikan data mengenai sifat dan jenis material *barrel rear suspension*.

E. Perhitungan Tegangan Tangensial

Perhitungan Tegangan Tangensial dilakukan untuk mengetahui nilai dari tegangan tarik yang terjadi pada dinding *barrel* yang diakibatkan tekanan fluida saat unit sedang beroperasi.

Tegangan tangensial dihitung menggunakan Persamaan 2 [6].

$$\sigma_H = \frac{P d_0}{2t} \quad (2)$$

Keterangan:

σ_H = *hoop stress* (psi)

P = tekanan *fluida* dalam pipa (psi)

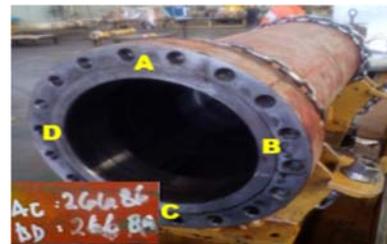
d_0 = diameter dalam pipa (inch)

t = tebal pipa (inch)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengamatan visual

Pengamatan visual bertujuan untuk menganalisis kerusakan yang terjadi pada *rear suspensions barrel* (Gambar 1). Pengukuran diameter dalam pada kedua sisi (AC dan BD) dengan memakai alat ukur *bore gauge*. Temuan pertamaa adalah ukuran *barrel* yang tidak sesuai spesifikasi, yaitu AC sebesar 266,86 mm dan BD sebesar 266,84 mm. Sedangkan, ukuran standar yang harus dipenuhi adalah 266,65 – 266,74 mm.

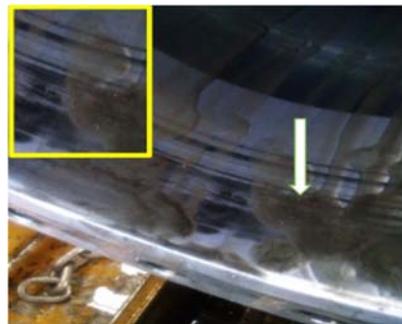


Gambar 1. *Rear suspension barrel*.

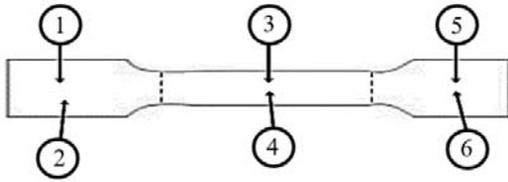
Pemeriksaan kondisi oli pada *barrel* setelah proses pengukuran dilakukan. Serpihan baja ditemukan pada oli, akibat gesekan antara *piston rod* dan *barrel* saat pengoperasian (Gambar 2). Gesekan terjadi akibat penggunaan *dump truck* saat melakukan *loading* dan *traveling*. Pengamatan visual menemukan bahwa *barrel* mengalami *oversize*. Hal ini menyebabkan terjadinya kebocoran pada *rear suspension* dikarenakan ukuran *barrel* tidak pada standar pengukuran.

B. Pengujian Mekanik

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Brinell*. Uji kekerasan menggunakan *indentor* bola baja dengan diameter 2,5 mm dan memakai beban sebesar 187,5 kgf. Hasil uji kekerasan disampaikan pada Tabel 2. Gambar 3 menampilkan posisi titik uji kekerasan yang dilakukan.



Gambar 2. Kebocoran oli pada *barrel*.



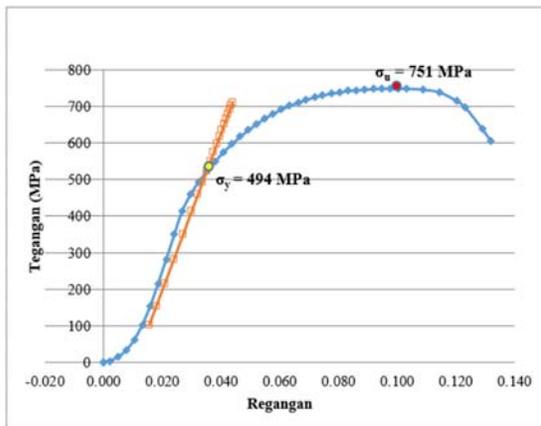
Gambar 3. Posisi titik-titik uji kekerasan.

Tabel 2. Hasil uji kekerasan Brinell.

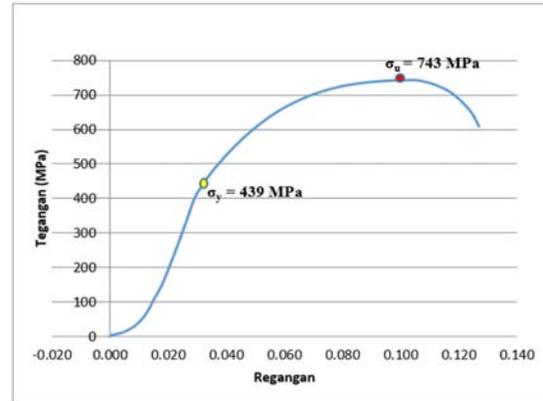
Titik ke	Spesimen 1 d (mm)	Spesimen 2 d (mm)	Spesimen 3 d (mm)
1	1,07	1,06	1,06
2	1,06	1,06	1,05
3	1,09	1,06	1,05
4	1,08	1,07	1,07
5	1,07	1,07	1,07
6	1,05	1,05	1,07
(BHN)	198,30 HB	201,61 HB	201,61 HB
Rata – rata : 200,50 HB			

Data uji tarik ditampilkan melalui kurva tegangan regangan berbanding dengan regangan berdasarkan *input* data dari pengujian tarik. Diagram kurva menunjukkan nilai dari tegangan regangan dan karakteristik suatu bahan. Berdasarkan kurva tegangan regangan dan jenis patahan, material *barrel* bersifat ulet.

Spesimen uji 1 memiliki kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 433 MPa dan 740 MPa. Spesimen uji 2 memiliki kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 439 MPa dan 743 MPa. Spesimen uji 3 memiliki kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 494 MPa dan 751 MPa. Contoh hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Kurva tegangan regangan uji tarik spesimen 2.



Gambar 5. Kurva tegangan regangan uji tarik spesimen 3.

C. Pengujian Komposisi Kimia

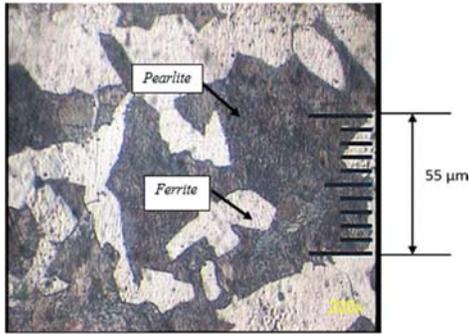
Hasil analisis komposisi kimia yang dilakukan menunjukkan bahwa material *barrel* merupakan jenis baja 27 SiMn karena memiliki persentase unsur kimia 1,2732 %Si, 1,1838 %Mn, 97,15 %Fe, 0,3028 %C, 0,0265 %Cr, dan 0,009 %Ni. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Unsur	Kadar (%)
C	0,3028
Si	1,2732
S	0,0049
P	0,0171
Mn	1,838
Ni	0,009
Cr	0,0265
Mo	0,0029
Cu	0,0062
W	0
Ti	0,005
Sn	0,0015
Al	0,0143
Pb	0
Mg	0,0019
Zn	0
Fe	97,15

D. Analisis Struktur Mikro

Struktur mikro material *barrel rear suspensions* menunjukkan adanya fasa ferit dan didominasi oleh perlit (Gambar 6). Struktur ferit ditandai dengan warna dominan terang, sedangkan *pearlite* ditandai dengan warna dominan gelap. Perlit merupakan campuran antara ferit dan sementit ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$), struktur ini bersifat keras karena terdapat karbida sementit (Fe_3C) [3]. Struktur yang ditandai dengan warna dominan terang merupakan struktur ferit. Ferit merupakan larut padat karbon dalam struktur besi murni yang memiliki struktur BCC (*Body Centered Cubic*) dengan sifat lunak dan ulet.



Gambar 6. Struktur Mikro Barrel Rear suspension

Kelarutan karbon pada fasa ini relatif kecil dibandingkan dengan kelarutan pada fasa larut padat lainnya.

E. Perhitungan Tegangan Tangensial

Tegangan tangensial yang terjadi pada barrel dihitung menggunakan perhitungan *hoop stress* (Persamaan 2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{PDo}{2t} \\ &= \frac{5.000 \text{ psi} \times 10,5 \text{ inch}}{2 \times 1,2 \text{ inch}} \\ &= \frac{52.499,99 \text{ psi}}{2,51 \text{ inc}} \\ &= 20.934 \text{ psi} \quad (144,3 \text{ MPa})\end{aligned}$$

Diameter barrel adalah 10,5 inchi dan tebal dinding barrel adalah 1,2 inchi. Tegangan tangensial pada barrel adalah 144,3 MPa.

Hasil perhitungan tegangan tangensial tersebut menunjukkan bahwa nilai tegangan tangensial pada dinding barrel masih dibawah kekuatan luluh. Uji tarik di atas memperoleh nilai tegangan luluh antara 433 MPa hingga 494 MPa. Nilai tegangan tangensial menunjukkan bahwa material aman terhadap beban statis.

KESIMPULAN

1. Kekerasan rata-rata material barrel adalah 200,50 HB.
2. Kekuatan luluh σ_y berada dalam rentang 433 MPa hingga 494 MPa dan nilai kekuatan tarik σ_u dalam rentang antara 740 MPa hingga 751 MPa.
3. Komposisi kimia material barrel rear suspension adalah 1,2732 %Si, 1,1838 %Mn, 97,15 %Fe, 0,3028 %C, 0,0265 %Cr, dan 0,009 %Ni, material termasuk grade 27SiMn.
4. Struktur mikro pada material barrel menunjukkan adanya fasa ferit dan perlit.
5. Material barrel aman terhadap beban statis, karena tegangan tangensial lebih rendah dari kekuatan luluh.

REFERENSI

- [1] ASM Handbook Volume 1, 1997, "Properties and Selesction: Irons, Steels, and High-Performance Alloys", ASM International.
- [2] ASTM International, 2010, "Standart Test methods For Tension Testing Of Metallic Material", ASTM E8/E8M-13a.
- [3] Callister, W.D., 2012, *Fundamentals of Materials Science and Engineering*, John Willey and Sons, Inc.
- [4] Surdia, T., dan Saito, S., 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] ASTM International, 2015, "Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials", E10-15.
- [6] ASME B31.8 Code, 2003,"Gas Transmission and Distribution Piping System", USA: New York.