

## KEGAGALAN FUNGSI Pengereman Bis dan Truk Akibat Rusaknya Komponen Rakitan Kampas Rem

\*Dwi Basuki Wibowo, Ismoyo Haryanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang, Indonesia

\*E-mail: rmt.bowo@gmail.com

### ABSTRAK

*Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS)* mengklasifikasikan kendaraan bis dan truk (*trailer* dan *container*) sebagai *heavy duty vehicle* dimana rem, kopling, dan ban adalah komponen-komponen yang harus diperiksa secara rutin karena berkaitan dengan keamanan dan umur pemakaiannya yang relatif pendek. Sebagai komponen utama material gesek kampas rem memang harus bagus dan harus lolos serangkaian test sebagaimana diatur dalam berbagai standard yaitu SNI 09-0143-1987, ASTM G0115-04, ASTM D3359-02. Tetapi menurut *The American Public Transportation Association (APTA BTS-SS-RP-003-07)*, kinerja sistem pengereman bis dan truk tidak semata-mata ditentukan oleh kualitas material kampas rem saja tetapi juga oleh kondisi *brake shoe* dan prosedur pemasangan (*rebuild*) kampas pada *brake shoe*. Dari hasil survey banyak pengusaha transportasi bis di Indonesia yang mengabaikan prosedur *rebuild* kampas rem yang telah distandarkan oleh APTA BTS-SS-RP-003-07 tersebut. Akibatnya kampas rem cepat aus, rem terkunci, dan yang paling parah adalah rem blong (rem tidak berfungsi). Fokus utama penelitian ini adalah mengkaji kemungkinan kerusakan *brake shoe assembly* (komponen rakitan kampas rem) saat pengereman yang berpotensi menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi pengereman pada bis/truk.

**Kata kunci:** APTA, bis, kampas rem, *Rebuild*, rem blong, truk

### 1. PENDAHULUAN

Kampas rem adalah komponen utama yang harus diperiksa secara rutin karena berkaitan dengan keamanan dan umur pemakaiannya yang relatif pendek. Dari hasil survey pelumas industri di Jawa Tengah dan Jawa Timur pada tahun 2006 – 2008 yang juga mengamati perawatan dan perbaikan komponen bis dan truk [1,2], terlihat banyak pengusaha transportasi di Indonesia melakukan *rebuild* (mengganti dan memasang) kampas rem sendiri tidak mengikuti prosedur yang telah distandarkan oleh APTA BTS-SS-RP-003-07 [3]. Akibatnya kampas rem cepat aus yang beresiko tinggi terjadinya kecelakaan karena rem terkunci atau “rem blong” (rem tidak berfungsi).

Meskipun angka pasti kecelakaan lalu lintas yang diakibatkan oleh bus dan truk setiap tahunnya belum tersedia di Kepolisian/Dinas Perhubungan Darat, tetapi berita-berita di media menunjukkan kejadian tersebut cukup banyak yang diantaranya disebabkan oleh rem blong. MTI (Masyarakat Transportasi Indonesia) mencatat pada tahun 2007 terjadi kecelakaan kendaraan bermotor (termasuk bis dan truk) di jalan raya sebanyak **48,508** kasus, tahun 2008 terjadi **59,264** kasus dan tahun 2009 meningkat menjadi **62,960** kasus [4]. Peluang terjadinya kecelakaan ini bisa semakin banyak karena fakta menunjukkan jumlah kendaraan bis dan truk yang lalu lalang di jalan raya sejak tahun 2007 – 2011 terus meningkat, masing-masing sebesar 11.29% dan 8.16% (tahun 2011 jumlah bis mencapai 2,254,406 unit dan truk 4,958,738 unit) [5].

Hasil pengamatan Diskominfo rem blong bis dan truk di Indonesia umumnya disebabkan oleh oli rem habis, diantaranya pada kasus-kasus :

- 1) Kecelakaan rem blong bus PO. Nugroho di turunan Jl. Dr. Wahidin Semarang 3 Mei 2013 yang menabrak 4 mobil dan sejumlah sepeda motor dan menewaskan 3 orang (Sumber: Koran Suara Merdeka 4 Mei 2013).
- 2) Kecelakaan rem blong bus PO. Karya Sari di Pageralang Kemranjen Banyumas Jawa Tengah 10 Agustus 2013, menewaskan 15 orang dan puluhan orang luka-luka (Sumber: Koran Suara Merdeka 11 Agustus 2013).
- 3) Kecelakaan rem blong bus Pariwisata PO. Giri Indah di Cisarua, Bogor pada 21 Agustus 2013 yang menewaskan 16 orang (Sumber: Koran Suara Merdeka 22 Agustus 2013).
- 4) Kecelakaan rem blong truk tronton bermuatan pasir besi di pasar Babadan Ungaran Kab. Semarang pada 24 Sept 2013 yang menabrak 5 mobil dan 2 sepeda motor dan menewaskan 2 orang dan 11 orang luka ringan (Sumber: Koran Suara Merdeka 25 September 2013).

Habisnya oli rem ini bisa disebabkan oleh banyak faktor yaitu *seal master cylinder* longgar karena usia atau kualitasnya yang tidak bagus, menguapnya oli rem karena kenaikan suhu kampas rem akibat frekuensi pengeremannya yang tinggi [6], pipa oli rem pecah/retak, dan *brake shoe assembly* rusak yang menyebabkan rem terkunci dan akhirnya tidak berfungsi sama sekali karena terjadi peningkatan tekanan oli dan suhu secara drastis saat pengereman. Semua ini bisa diketahui dengan pasti bila dilakukan investigasi mendetil seperti yang dilakukan KNKT saat meneliti penyebab kasus-kasus kecelakaan rem blong atas permintaan Dinas Perhubungan Darat.

- 1) Bus Limas masuk jurang, jembatan Cikundul, Puncak, Cianjur, Jawa Barat tanggal 7 Juli 2007. Jumlah korban 16 orang meninggal dunia, 28 orang luka parah, dan 14 orang luka ringan [7].
- 2) Tabrakan antara bus pariwisata Fajar Transport dengan mobil Feroza di ruas jalan Cijambe, Kabupaten Subang, Jawa Barat, 29 Juli 2007. Jumlah korban 8 orang meninggal dunia dan 5 orang luka ringan [7].

Untuk kendaraan dengan beban berat dan/atau kecepatan relatif tinggi, kondisi lalin yang padat dan banyak jalan yang menurun dan menikung, seperti di Indonesia, menyebabkan tingginya frekuensi pengereman kendaraan. Hal ini mengakibatkan umur kampas rem menjadi lebih pendek. Rata-rata 2 minggu sekali kampas rem bus yang beroperasi di jalan raya antar kota atau antar propinsi harus diganti karena aus (*private communication* Dwi Basuki Wibowo dengan pengusaha bus Sumber Alam Kutoarjo Jateng).

Tingginya frekuensi penggantian kampas rem ini berkorelasi dengan pengeluaran anggaran yang besar yang harus disediakan oleh pengusaha angkutan bus/truk. Jika diambil harga rata-rata kampas rem asli (produksi luar negeri/*OEM: Original Equipment Manufacturer*) per-buah Rp. 225.000,- untuk roda depan dan Rp. 375.000,- untuk roda belakang (harga kampas rem asli untuk bus bervariasi antara Rp. 150.000,- s/d Rp. 400.000,- bergantung tipe dan merek kendaraan, *private communication* Dwi Basuki Wibowo dengan pengusaha Toko Lancar Jaya – Pasar Johar Semarang) dan jumlah roda setiap jenis kendaraan 4 buah, nilai uang yang dibelanjakan oleh pengusaha angkutan bus di Indonesia tahun 2011 mencapai Rp. 5.5 triliun/bulan. Untuk menghemat anggaran pengusaha transportasi bus/truk menggunakan kampas rem tidak asli (produksi dalam negeri/*Non-OEM*) yang harganya berkisar 1/3 dari harga kampas rem *OEM*, yaitu Rp. 75.000,-/unit untuk roda depan dan Rp. 125.000,-/unit untuk roda belakang.

Penggunaan kampas rem *Non-OEM* ditambah dengan proses *rebuild* yang tidak mengikuti prosedur yang telah distandarkan ini berpeluang besar terjadinya kegagalan fungsi pengereman. Atas dasar itu penelitian ini dilakukan.

## 2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

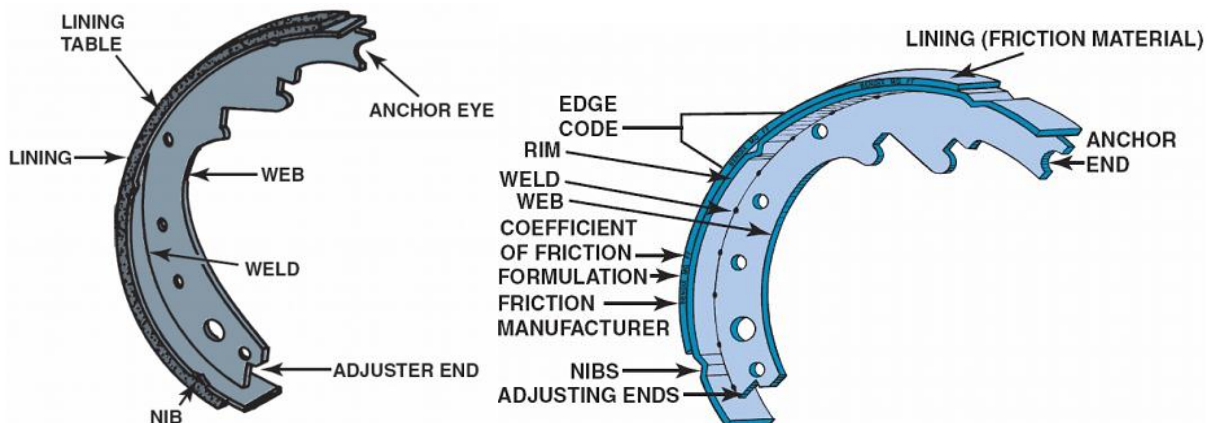
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peluang terjadinya kerusakan *sub-assembly* kampas rem pada bis/truk. Ada 3 komponen *sub-assembly* kampas rem yang dikaji di sini yaitu : (1). kampas rem, (2). keling (*rivet*) pengikat kampas dengan *brake shoe*, (3). rangka rem (*brake shoe*) berdasar pada hipotesa kekuatan masing-masing komponen sebagai berikut : kekuatan *brake shoe* > keling > kampas rem. Penelitian ini juga bertujuan mengkaji langkah-langkah sebelum dilakukan penggantian dan pemasangan kembali dengan kampas rem baru, untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi pengereman.

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi:

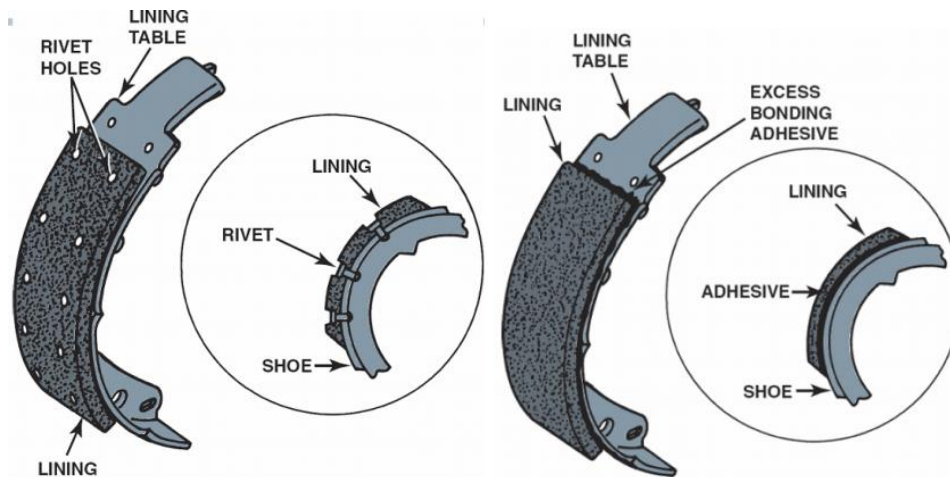
- 1) Tenaga mekanik perusahaan transportasi bis/truk maupun para pengrajin *rebuild* kampas rem dalam melakukan *rebuild* kampas rem.
- 2) Pengusaha transportasi bis/truk dalam menghemat biaya perawatan dan perbaikan *sub-assembly* rem.
- 3) Pemerintah (Dinas Perhubungan Darat dan Diskominfo) dalam mengurangi jumlah kecelakaan yang melibatkan bis dan truk karena kegagalan fungsi pengereman.

## 3. TINJAUAN PUSTAKA

Rem pada bis umumnya berbentuk rem drum (tromol) [8, 9], seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Penyambungan antara kampas rem dan rangka rem disatukan menggunakan sambungan keling, yang terbukti pada temperatur tinggi dapat mengurangi transfer panas pada rangka rem dibandingkan sambungan lem (lihat Gambar 2) [9].



Gambar 1. Sepatu rem drum dan nama-nama bagiannya

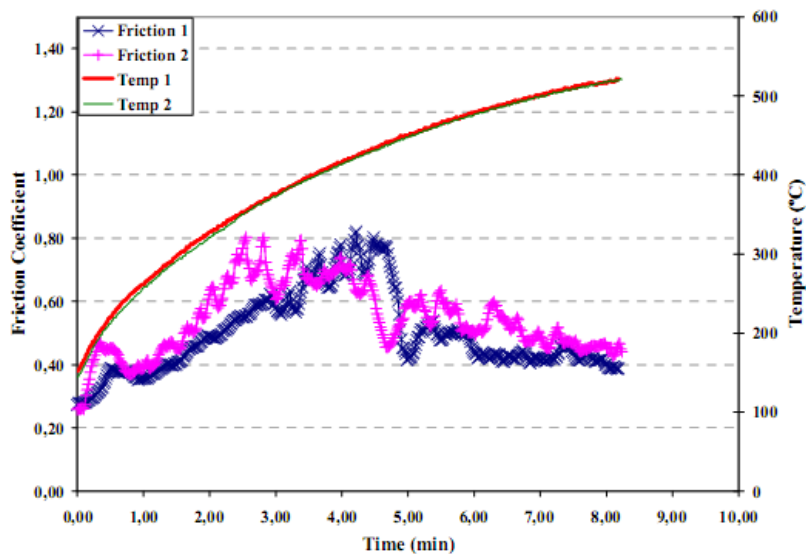


Gambar 2. Penyambungan sepatu rem menggunakan keling

Sebagai komponen utama material gesek kampas rem memang harus bagus dan harus lolos serangkaian test sebagaimana diatur dalam berbagai standard berikut ini:

- 1) SNI 09-0143-1987 yang meliputi uji koefisien gesek, uji kekerasan, uji tekan [10].
- 2) ASTM G0115-04 Guide for Measuring and Reporting Friction Coefficients [10].
- 3) ASTM D3359-02 Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test [10].
- 4) Original equipment vehicle manufacturer (OEM) manuals and catalog [10].

Tetapi dari hasil penelitian ternyata terbukti koefisien gesek bukanlah satu-satunya penentu kinerja pengereman karena semakin tinggi temperatur nilai koefisien geseknya semakin turun, seperti diperlihatkan pada Gambar 3 [12].



Gambar 3. Kurva temperatur dan koefisien gesek selama fase *fading*

Selain harus lolos test laboratorium, pemasangan kampas rem pada rangkanya juga harus benar dan menggunakan komponen-komponen yang standard. Berbagai standard berikut berkaitan dengan pemasangan kampas rem dan standard pengujiannya.






- 1) APTA BTS-SS-RP-003-07 *Recommended Practice for Transit Bus Brake Shoe Rebuild* [3].
- 2) ASTM A0502-03 *Specification for Rivets, Steel, Structural* [13].
- 3) APTA BT-RP-001-05 prosedur pengetesan kampas rem melalui uji jalan [14,15].

Menurut rekomendasi APTA BTS-SS-RP-003-07 tidak maksimalnya kinerja kampas rem tidak semata-mata disebabkan oleh kualitas kampas, tetapi juga bisa disebabkan oleh tidak dilakukannya pemeriksaan cacat dan perubahan bentuk dan dimensi rangka rem sebelum dilakukan pemasangan kampas rem baru. Rangka rem yang sudah berubah bentuk karena tekanan bisa menyebabkan kampas rem tidak “duduk” dengan rata (*properly mate with the shoe table*), yang selain berakibat kampas rem aus lebih cepat juga bisa menimbulkan keretakan pada kampas rem. Hal yang sama juga bisa terjadi bila pemasangan kampas rem pada rangkanya dengan paku keling yang tidak di-*press* dengan baik dan benar [3].

#### 4. PENGUJIAN KEKUATAN KELING DAN KAMPAS REM

Kendaraan yang dijadikan sampel dalam penelitian ini adalah bis Mercedes Benz – OM 160 dengan type *brake shoes* 3054200519 dan kampas remnya (*brake lining/brake block*) menggunakan Frasle MB/184 buatan Italia seperti nampak pada Gambar 4 [16]. Material keling sebagai pengikat kampas rem dengan *brake shoe* adalah kuningan (*brass*) dengan *yield strength* 302.403 MPa dan berdimensi sesuai spesifikasi yang distandarkan oleh ASTM A0502-03 [13] atau SAE J 660 [3], seperti nampak pada Gambar 5 dan Tabel 1.

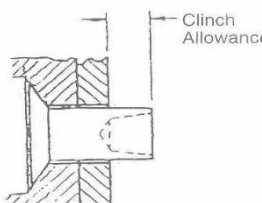


-  Diameter drum: 410 mm
-  Lebar kampas: 160 mm
-  Panjang kampas: 178 mm
-  Tebal kampas: 17.3 mm
-  Jumlah lubang keling: 8, Diameter keling: 10 mm

Gambar 4. Kampas rem bis merek Frasle



Rivet #	Nominal Size	Clinch Allowance
8	3/16 (0.188)	0.122
10	1/4 (0.250)	0.162



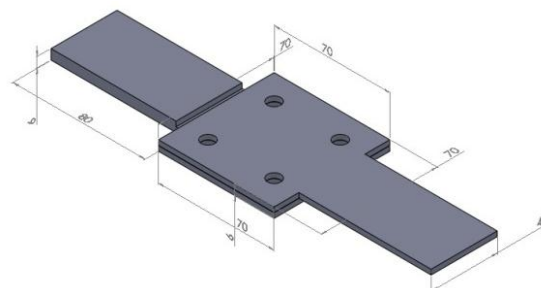
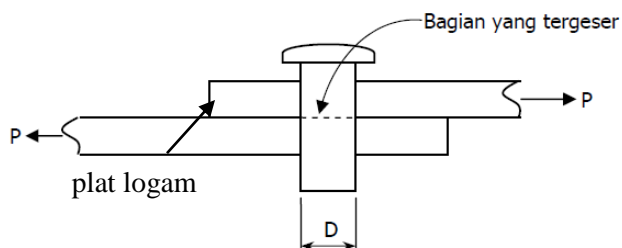
Gambar 5. Keling dan dimensinya menurut standar SAE J 660

Tabel 1. Dimensi paku keling untuk *brake block* berdasar SAE J 660 [3]

Rivet Number	#10	#20	3/8
Rivet Shank Diameter, nominal	0.250"	0.200"	0.375"
Clinch allowance	0.162"	0.162"	0.218"
Diameter of hole in shoe	17/64"	14/64"	25/64"
Rivet Length in increments of	1/16"	1/16"	1/16"

#### Pengujian Kekuatan Keling

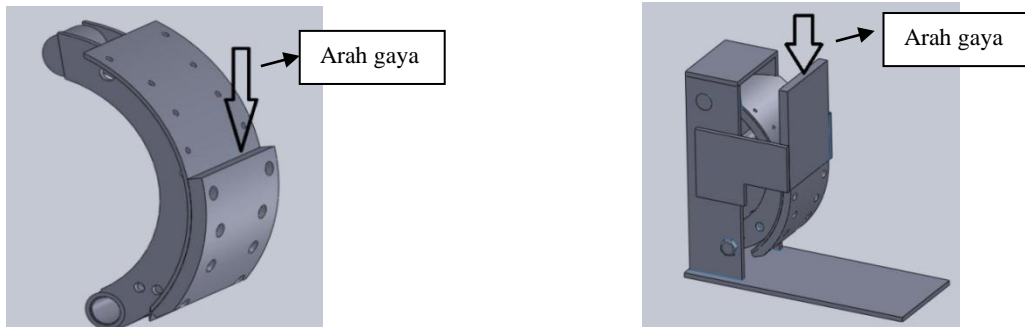
Metode pengujian keling mengacu pada prosedur yang telah distandarkan oleh ASTM D732 seperti nampak pada Gambar 6 [13]. Untuk mengetahui batas kemampuan keling menerima beban geser digunakan plat baja St 37 yang memiliki *yield strength* lebih tinggi dari pada kuningan. Hasil pengujian menunjukkan setiap keling mampu menahan beban geser sebesar  $4.9 \times 10^9$  N [17].



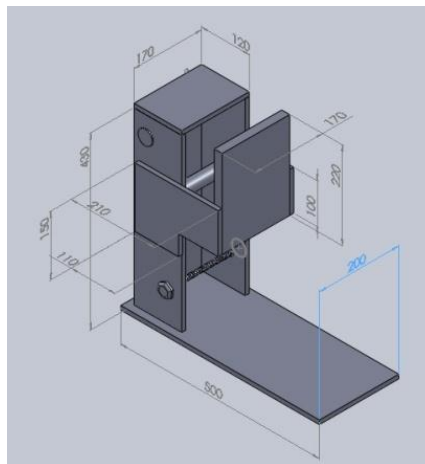
Gambar 6. Skematik pengujian geser keling dan dimensi plat baja untuk pengujian

### Pengujian Kekuatan Kampas Rem

Pengujian kampas rem menahan beban geser menggunakan kampas rem fraslé MB/184, *brake shoes* type 3054200519 dengan metode pengujian mengacu pada standar ASTM D3359-02 [13], seperti nampak pada Gambar 7, dan alat bantu tekan seperti nampak pada Gambar 8.



Gambar 7. Metode uji geser kampas rem menerima beban geser



Gambar 8. Dimensi alat bantu tekan

Hasil pengujian pada *assembly* kampas rem diperoleh kemampuan maksimal kampas rem dalam menerima beban geser adalah sebesar  $13.1 \times 10^9$  N [17]. Gambar 9 menunjukkan setelah dilakukan pengujian kampas rem robek, yang diawali dengan melebarnya lubang keling.



Gambar 9. Kerusakan kampas rem setelah dilakukan uji geser

### Kesimpulan

Hasil pengujian kekuatan geser keling total (pada rakitan kampas rem terdapat 8 buah keling) adalah sebesar  $39.1 \times 10^9$  N sedangkan kemampuan kampas rem dalam menerima beban geser yaitu sebesar  $13.1 \times 10^9$  N. Karena *assembly* kampas rem menggunakan 8 buah keling, maka beban geser yang diterima setiap keling pada kondisi pembebanan yang menyebabkan kampas rem rusak adalah sebesar  $1.64 \times 10^9$  N.

Dengan demikian dapat di simpukan bahwa beban yang menyebabkan kampas rem rusak sebesar 1/3 dari kemampuan keling dalam menerima beban geser.

**5. KERUSAKAN BRAKE SHOE DAN PEMERIKSAANNYA**

Pemeriksaan brake shoe seyogyanya dilakukan sebelum mengganti dan memasang kampas rem baru. Prosedur pemeriksaan ini telah distandarkan oleh APTA BTS-SS-RP-003-07 yang meliputi : pengecekan peregangan pada *brake shoe*, kerataan permukaan *brake shoe*, kerusakan *web*, kelengkungan *brake shoe*, ketebalan *brake shoe*, kelonggaran lubang-lubang paku keling, keretakan las antara *table* dan *web*, dudukan *roller* dan kondisi *roller*, dan kondisi engsel/pin pegas pengembali [3].

Seluruh hasil pengecekan kondisi *brake shoe assembly* tersebut dicatat dan bila kondisinya sudah tidak memungkinkan dipasang dengan kampas rem baru, segera dilakukan penggantian *brake shoe* baru.

- 1) Pengecekan Peregangan *Brake Shoe* (lihat Gambar 10)



Jika bagian ujung terkecil *gauge* tidak fit dengan *roller cup*, *brake shoe* harus diganti

**Gambar 10.** Mengukur peregangan *brake shoe* menggunakan *stretch gauge*

- 2) Pengecekan Kerataan Permukaan *Brake Shoe* (lihat Gambar 11)



- a) Ganti *brake shoe* apabila antara sisi terluar *brake shoe* dan *straight edge* dapat disisipkan 0.010 inch *feeler gauge*
- b) Ganti *brake shoe* apabila antara pusat sumbu *brake shoe* dan *straight edge* dapat disisipkan 0.025 inch *feeler gauge*

**Gambar 11.** Mengecek kerataan permukaan *brake shoe*

- 3) Pengecekan Kerusakan *Web* (lihat Gambar 12)

Jarak antara *web* dan jarak antara *the ears anchor pin end* tidak boleh lebih dari jarak yang tertera pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Shoe table web tolerances for stamped steel shoes

Brake size Inches	Maximum inner distance between webs on cam end	Maximum outer distance between webs on anchor end
14.5 x 6 W	0.855"	1.970"
14.5 x 10 W type 1 and 3	1.395"	2.167"
14.5 x 10 W type 2	1.520"	2.914"
15 and 16.5 Q-Plus	1.550"	1.550"



**Gambar 12.** Mengukur kerusakan *web*

- 4) Pengecekan Kelengkungan *Brake Shoe* (lihat Gambar 13)



Sisipkan *feeler gauge* 0.030 inch antara shoe table dan *arc gauge*. Apabila *feeler gauge* 0.030 inch masih dirasa longgar, ganti *brake shoe*

**Gambar13.** Mengecek kelengkungan *brake shoe* menggunakan *table arc gauge*

- 5) Pengecekan Ketebalan *Brake Shoe* (Lihat Gambar 14 dan Tabel 3)  
Apabila gauge dapat digeser dengan mudah, ganti *brake shoe*



Tabel 3: Recommended shoe dimension for stamped steel shoe

Minimum shoe table thickness	
Type	Dimension (Inches)
S-Cam Q Plus	0.171
S-Cam W Brake	0.186
Wedge RDS	0.216

Gambar 14. Mengecek ketebalan *brake shoe*

- 6) Pengecekan Kelonggaran Lubang Keling (lihat Gambar 15)



Gauge harus fit pada lubang paku keling. Apabila terasa longgar, ganti *brake shoe*.

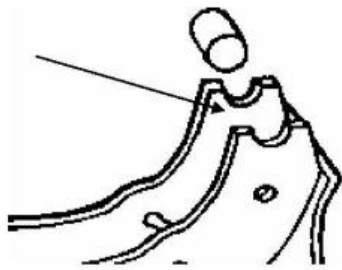
Gambar 15. Mengecek kelonggaran lubang keling

- 7) Pengecekan Keretakan Las Antara *Table* dan *Web* (lihat Gambar 16)  
Prosedurnya dilakukan secara visual dan bila ditemukan keretakan segera ganti *brake shoe*



**Gambar 16.** Mengecek kondisi las pada *brake shoe*

- 8) Pengecekan Dudukan *Roller* dan Kondisi *Roller* (lihat Gambar 17)



Check dudukan roller karena keausan, *out of roundness*, maupun *flared condition*

Gambar 17. Mengecek dudukan *roller*

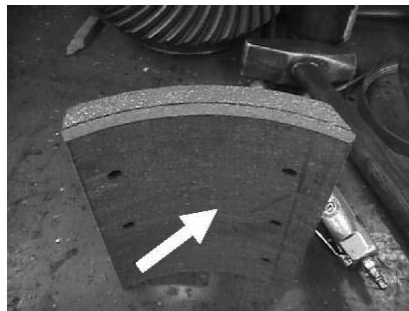
- 9) Pengecekan Kondisi Engsel/Pin Pegas Pengembali  
 Check pin pegas pengembali karena keausan, rusak, atau longgar. Apabila pin hilang atau longgar, check lubang-lubangnya dengan pin baru. Ganti brake shoe apabila pin baru ternyata juga masih longgar.

**6. PEMASANGAN KAMPAS REM BARU**

Setelah tidak terdapat kecacatan/kerusakan *brake shoe*, tahapan selanjutnya adalah mengecek *brake block*, prosedur pengencangan *brake block*, perakitan akhir, dan inspeksi akhir.

- 1) Pengecekan *brake block*

Check *brake block* secara visual terhadap keretakan, geram, dan sudut-sudut tajam seperti pada Gambar 18. Permukaan *shoe table* seyogyanya bersih dan bebas dari material asing. *Brake block* yang terlihat tanda-tanda keretakan/rusak sebaiknya tidak digunakan.



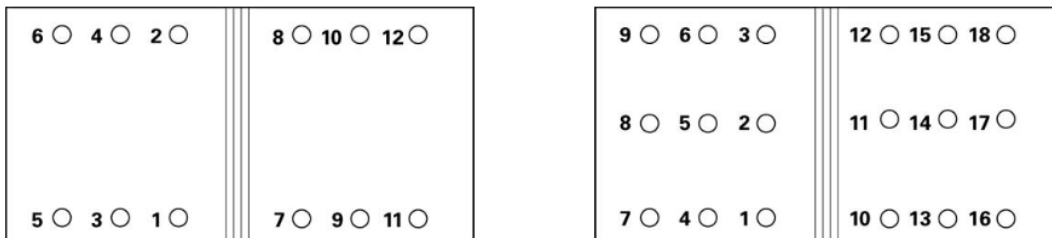
Gambar 18. Pengecekan *brake block*

- 2) Prosedur Pengencangan *brake block*  
 a) Tentukan panjang paku keling (lihat Tabel 4)

**Tabel 5. Contoh perhitungan panjang paku keling**

Combined material thickness	.500
Clinch allowance (1/4 inch)	+.162
Rivet length	.662=11/16 inch long

- b) Urutan pengencangan paku keling (lihat Gambar 19)



Gambar 19. Urutan pengencangan paku keeling dengan 12 atau 16 lubang

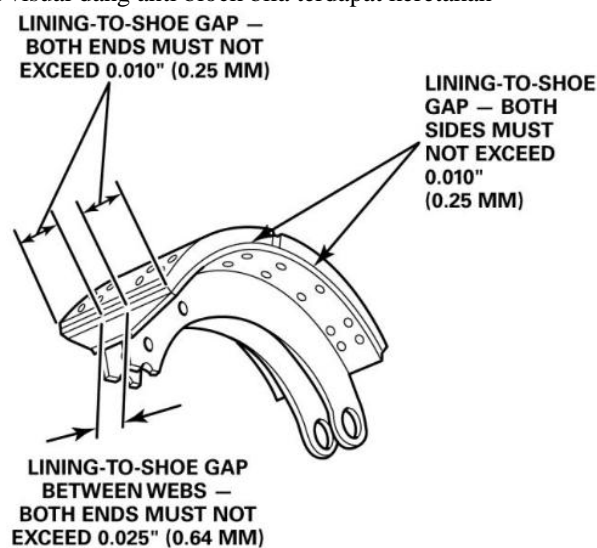
- c) Kualitas pemasangan paku keeling yang memenuhi standard (lihat Gambar 20)





Gambar 20. Hasil pemasangan paku keling yang memenuhi standard

- 3) Perakitan Akhir  
Lumasi dan pasang *roller* pada saat pemasangan *brake shoe* untuk mencegah kontaminasi.
- 4) Inspeksi Akhir (lihat Gambar 21)
  - a) Gunakan feeler gauge untuk mengukur sisi terluar antara *shoe table* dan *brake block*
  - b) Gap maksimum sebesar 0.010 inch antara sepatu (*shoe*) dengan *linings* sepanjang sisi-sisi dan ujung-ujung rakitan masih bisa diterima, dimana gap sebesar 0.025 inch pada web *brake block* baja masih diijinkan.
  - c) Lakukan pengecekan visual dang anti block bila terdapat keretakan



Gambar 21. Pengukuran gap *brake shoe* dan *brake block*

## 7. KESIMPULAN

- 1) Hasil uji kekuatan keling dan kampas rem menunjukkan keling yang berjumlah 8 buah mampu menahan beban geser maksimum pada kampas rem sebesar 1640.25 kN atau 1/3 dari batas kemampuan keling menerima beban geser.
- 2) Prosedur pemeriksaan/pengecekan *brake shoe* (rangka rem) sangat penting untuk mencegah berkurangnya unjuk kerja dan terjadinya kegagalan fungsi pengereman karena *brake shoe* rusak/retak.
- 3) Pemasangan kampas rem yang tidak “duduk” dengan rata pada *brake shoe* (*properly mate with the shoe table*) dapat menyebabkan kampas rem retak selama pemakaian.
- 4) Dari SOP *rebuild* kampas rem nampak bahwa umur kampas rem (karena aus atau rusak) tidak semata-mata disebabkan oleh kualitas kampas rem, tetapi juga karena *brake shoe* yang retak/rusak tidak segera diganti dan kualitas pemasangan paku keling yang tidak standard.
- 5) Pencatatan setiap dilakukan penggantian kampas rem baru penting untuk mengetahui umur kampas rem karena : kualitas kampas rem, perilaku pengemudi, dan umur *brake shoe*.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

1. Sinaga, Nazarudin, Wibowo, Dwi Basuki, 2006-2007, “*Customer Relationship Program (CRP) Pelumas Industri Jawa Tengah*”, Laporan Proyek Kerja Sama PERTAMINA UPPDN IV Semarang dengan PUSLIT Pengembangan Teknologi (BANGTEK) UNDIP, Semarang
2. Sinaga, Nazarudin, Wibowo, Dwi Basuki, 2008, “*Customer Maintain Program (CMP) Pelumas Industri Jawa Timur*”, Laporan Proyek Kerja Sama PERTAMINA UPPDN V Surabaya dengan PUSLIT Pengembangan Teknologi (BANGTEK) UNDIP, Surabaya
3. APTA BTS-SS-RP-003-07, 2007, “*Recommended Practice for Transit Bis Brake Shoe Rebuild*”, The American Public Transportation Association, Washington DC

4. Kementerian Perhubungan, 2009, "*Transportation Statistic*", Jakarta
5. BPS – Data Statistik Transportasi,  
[http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12)
6. Neys, Adriaan, 2012, "*In-Vehicle Brake System Temperature Model*", Chalmers University of Technology, Sweden
7. Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), November 2007, "*Ringkasan Hasil Investigasi Kecelakaan Transportasi Lalu Lintas Angkutan Jalan Tahun 2007*", Departemen Perhubungan, Jakarta
8. Limpert, Rudolf, 1992, "*Brake Design and Safety*", Society of Automotive Engineers, Inc., 400 Commonwealth Drive, Warrendale
9. Budynass and Nisbet, 2006, "*Shigley's Mechanical Engineering Design*", 8<sup>th</sup> Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.
10. Standar Nasional Indonesia (SNI), 2015, *Laboratorium Balai Besar dan Bahan Teknik*, Masa berlaku 13 Januari 2011 s/d 12 Januari 2015
11. OEM Standard Bis Mercedes OM 366 LA.II/23
12. Balotin, Jean Greselle, et.al, 2010, "*Analysis of The Influence of Temperature on The Friction Coefficient of Friction Materials*", ABCM Symposium Series in Mechatronics, Vol 4 pp. 898-906
13. ASTM Standard 2004 Volume 01 – 06
14. North Carolina Department of Public Instruction School Support Division, March 2011, "*Vehicle Preventive Maintenance School Bis Inspections*", NC Bis Fleet: North Carolina School Transportation Fleet Manual, North Carolina
15. APTA BT-RP-001-05, 2005, "*Recommended Practice for Transit Bis In-Service Brake System Performance Testing*", The American Public Transportation Association, Washington DC
16. Frasle, Product Catalog – Friction Materials
17. Wirabuana, Ryan Patra, Wibowo, Dwi Basuki, 2014, "*Analisis Kekuatan Paku Keling Pada Sub-Assembly Kampas Rem Bus*", Laporan Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Mesin UNDIP, Semarang
18. FMVSS No. 116, February 2010, "*Federal Register – Proposed Rules*", Federal Motor Vehicle Safety Standard, Vol. 75 No. 22, Washington DC