

MODIFIKASI *PIN ON DISK TEST* UNTUK MENGUKUR KOEFISIEN GESEK BLOK REM KOMPOSIT KERETA API

Agus Triono^{1,2}, IGN Wiratmaja Puja², Satryo Soemantri B.²

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember,

Jl. Slamet Riyadi no. 62 Jember

Phone/Fax : 0331- 410243

²Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, Bandung

Jl. Ganesha 10 Bandung

Email: agustriono1@gmail.com

Abstrak

Salah satu persyaratan kelayakan rem yang digunakan oleh kereta api adalah terpenuhinya batas koefisien gesek yang ditentukan. Penentuan besaran koefisien gesek ini dilakukan melalui uji gesek yang berupa *pin on disk test* yang mengikuti **ASTM D3702-94**. Hal yang perlu mendapat perhatian khusus dalam perancangan *pin on disk test* ini adalah *error* yang terjadi akibat adanya momen karena adanya lengan gaya gesek terhadap sensor pembaca regangan. Semakin kecil lengan gaya yang terjadi akan semakin kecil *error* yang timbul akibat pengaruh superposisi momen. Pada *pin on disk test* yang lama lengan gaya yang terjadi adalah sebesar 4,5 cm sedangkan alat *pin on disk test* yang telah dimodifikasi lengan gaya yang timbul adalah 1 cm sehingga ada perbaikan pengaruh *error* lengan gaya. Hal lain yang diperbaharui dari alat *pin on disk test* ini adalah otomatisasi sistem pembacaan data dengan bantuan software LabView sehingga proses recording data dapat dilakukan dengan mudah.

Kata kunci : *pin, disk, test, momen, lengan, gaya, error*

Pendahuluan

Blok rem adalah salah satu bagian terpenting dari suatu sistem pengereman kereta api. Blok rem merupakan bahan habis pakai yang memerlukan penggantian secara rutin. Jika dibandingkan blok rem metalik, blok rem komposit memiliki kelebihan antara lain: (1) lima kali lebih ringan, sehingga lebih mudah dipasang, (2) umur pemakaian lima kali lebih tahan lama, (3) tingkat keausan lebih rendah, dan (4) perbandingan harga dan umur pemakaian yang lebih baik [Triono A. dkk].

Produk rem komposit impor dirasakan kurang cocok untuk sistem kereta api dan kondisi rel di Indonesia. Hal tersebut terlihat dari berbagai kegagalan pada roda yang menggunakan blok rem komposit impor. Koefisien gesek blok rem komposit impor dinilai terlalu tinggi dan memiliki karakteristik thermal yang kurang baik. Hal ini dapat menimbulkan kegagalan berupa *thermal crack* halus pada roda [Fauzan].



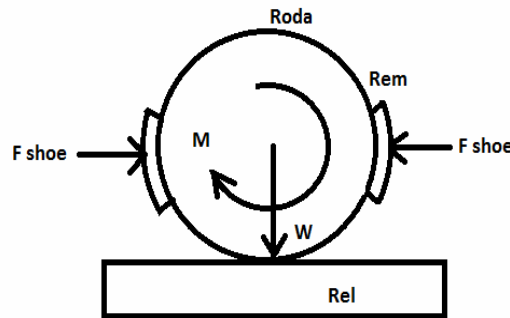
Gambar 1. Blok Rem Kereta Api

Untuk itu agar produk impor dapat digantikan oleh produk lokal, perlu dilakukan penelitian yang mendalam mengenai koefisien gesek pada blok rem komposit agar dapat memenuhi standar yang ditetapkan oleh PT. Kereta Api Indonesia (PT. KAI).

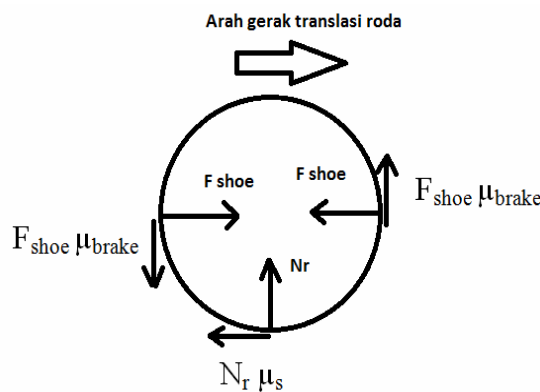
Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi alat uji gesek blok rem komposit. Uji gesek yang digunakan pada penelitian ini berupa *pin on disk test* yang memenuhi standar ASTM D3702-94.

Koefisien gesek

Ilustrasi yang menggambarkan bagaimana gesekan yang terjadi pada roda dan rel kereta api dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 sebagai berikut[Triono A. dkk].



Gambar 2. Beban pada roda dan rel



Gambar 3. Diagram benda bebas roda saat *skidding*

Hubungan antara gesek roda dan rem serta gaya gesek antara roda dan rel dapat dilihat pada persamaan (1) berikut ini,

$$2 F_{shoe} \mu_{brake} < N_r \mu_s \tag{1}$$

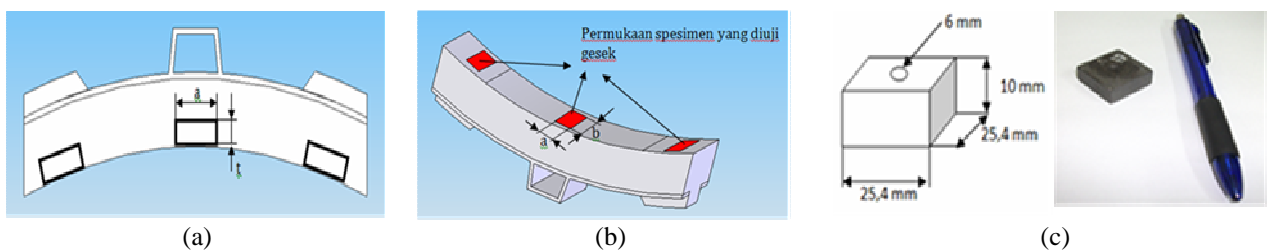
dengan,

- F_{shoe} = gaya tekan pada blok rem pada full-brake ($p_{cyl} = 2,8 \text{ kg/cm}^2$)
- μ_{brake} = koefisien gesek antara rem dengan roda
- N_r = Gaya normal oleh rel terhadap roda ($=W_{coach} / 8$)
- μ_s = koefisien gesek statik antara roda dengan rel

Spesimen Uji

Spesimen yang digunakan adalah sampel yang diambil dari blok rem komposit kereta api. Blok rem komposit tersebut mengikuti standar yang telah ditetapkan. dengan spesifikasi yang memenuhi standar kelayakan pemakaian. Standar tersebut memiliki batasan sifat-sifat mekanis yang harus dimiliki oleh sebuah rem komposit.

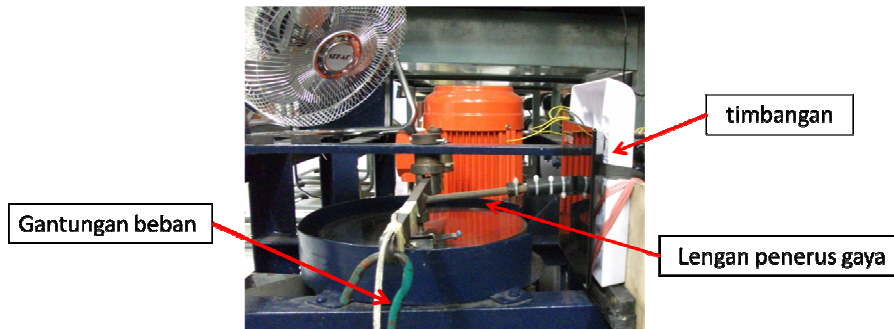
Posisi pengambilan dipilih pada bagian permukaan karena bagian ini yang bersentuhan langsung dengan roda kereta api. Kemudian sampel dibuat berbentuk persegi panjang dengan ukuran 25,4mm x 25,4mm x 10mm[SOP].



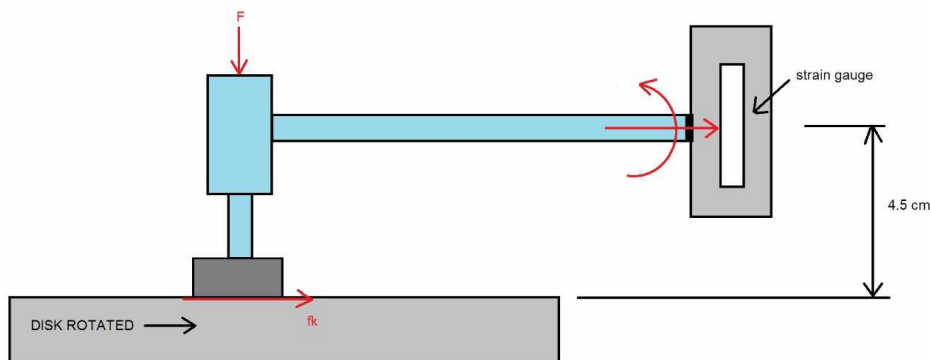
Gambar 4. Posisi pengambilan sampel dan ukuran sampel.

Uji Gesek

Prinsip pengujian gesek adalah dengan menangkap gaya gesek yang terjadi antara sampel uji dengan piringan yang berputar. Pada uji gesek yang belum dimodifikasi, gaya gesek yang terjadi akan diteruskan ke pin penekan sampel dan selanjutnya diteruskan ke lengan penekan timbangan. Angka yang tertera pada timbangan merupakan representasi dari gaya gesek yang terjadi. Untuk memudahkan pembacaan data, gaya yang sebelumnya dibaca oleh timbangan diubah menjadi otomatis melalui pembacaan strain gauge oleh sistem data akusisi. Sistem pembacaan ini dipermudah dengan adanya perangkat lunak LabView. Dengan menggunakan program LabView, data yang semula berupa voltase dikonversi menjadi gaya. Data yang dihasilkan dari program LabView ini selanjutnya dapat diolah menjadi grafik menggunakan program Exel ataupun Matlab.



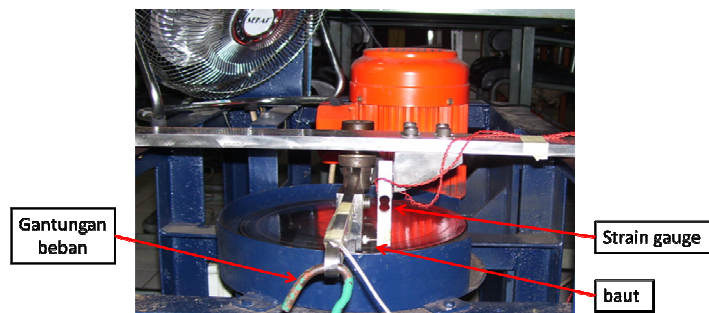
Gambar 5. Alat uji gesek sebelum dimodifikasi



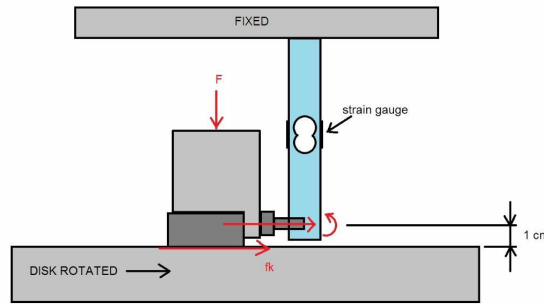
Gambar 6. Skema pembacaan data alat uji gesek sebelum dimodifikasi

Dari gambar 5 dan gambar 6 terlihat bahwa terjadi momen gaya yang cukup besar pada lengan penerus gaya gesek. Hal ini dikarenakan terjadi lengan gaya sebesar 4,5 cm saat gaya gesek diteruskan ke timbangan. Pada gambar 5 terlihat ada kenaikan lengan akibat momen sehingga timbul ketidaklurusan antara lengan penekan dan permukaan timbangan.

Untuk mengurangi error akibat momen tersebut dilakukanlah perubahan pada sistem penekanan serta sistem pembacaan strain gauge. Strain gauge dipasang tidak jauh dari sampel serta dipasang baut sebagai penerus gaya gesek. Lengan gaya yang sebelumnya sebesar 4,5 cm diubah menjadi lebih dekat yaitu sebesar 1 cm. Berikut gambar yang memperlihatkan perubahan tersebut.



Gambar 7. Alat uji gesek yang sudah dimodifikasi



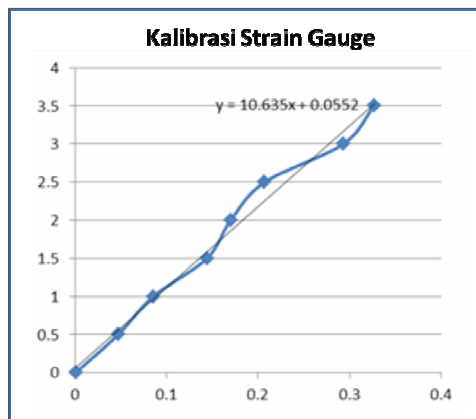
Gambar 8. Skema alat uji gesek yang sudah dimodifikasi

Hasil dan Diskusi

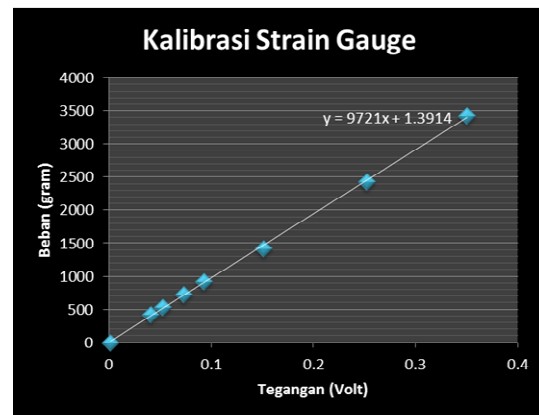
Proses pembacaan data pada alat uji gesek sebelum dimodifikasi untuk pengambilan data pada waktu yang singkat tidak menimbulkan masalah. Masalah akan timbul ketika proses pengambilan dilakukan untuk jangka waktu yang lama pembacaan data semakin menurun dan cenderung hilang. Hal ini dikarenakan timbangan yang digunakan tidak dirancang untuk beban lama melainkan beban singkat. Sehingga ketika menerima beban dalam jangka waktu yang cukup lama, beberapa komponen pembacaan data serta dudukan timbangan yang terbuat dari plastik akan terdeformasi sehingga pengaruh penekanan dari gaya gesek menjadi hilang. Dengan pergantian sistem pembacaan strain gauge, proses pembacaan data menjadi lebih stabil. Hal ini dikarenakan tidak adanya komponen plastik yang terdapat pada sistem pembacaan yang baru. Dudukan load cell pun dibuat lebih rigid agar keterulungan pembacaan dapat berlangsung dengan baik.



Gambar 9. Kalibrasi Load Cell Uji Gesek



(Sebelum modifikasi)

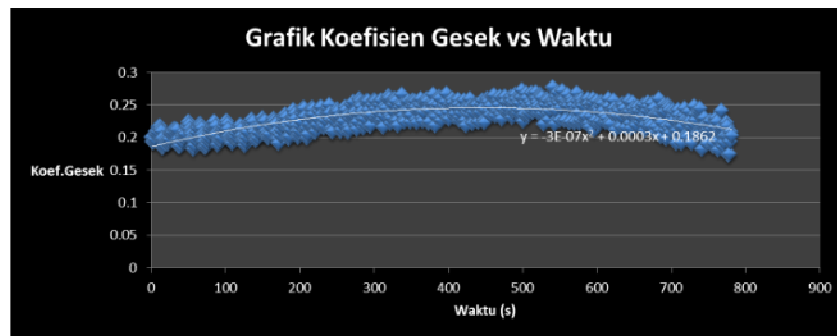


(Setelah modifikasi)

Gambar 10. Kalibrasi Load Cell alat uji gesek sebelum dan setelah modifikasi

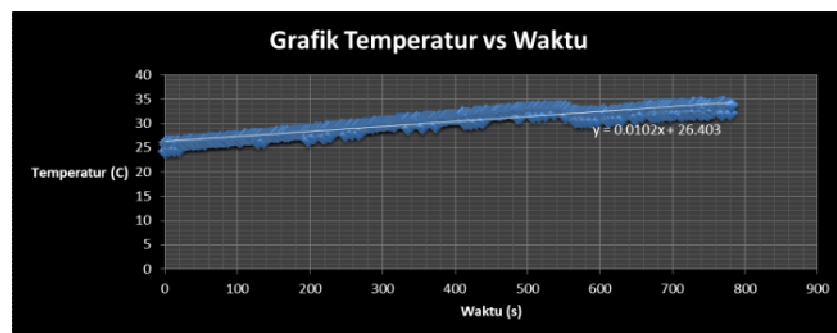
Dari gambar 10 terlihat bahwa pembacaan load cell pada alat uji gesek yang belum dimodifikasi tidak stabil sedangkan pada alat uji yang sudah dimodifikasi lebih stabil. Hal ini disebabkan pengaruh histerisis pada komponen plastik yang terdapat pada alat uji gesek yang belum dimodifikasi.

Proses pembacaan data dilakukan dengan menggunakan program LabView yang selanjutnya diolah ke dalam Exel ataupun MatLab. Berikut contoh-contoh pembacaan data yang dilakukan.



Gambar 11. Contoh pengolahan data koefisien gesek

Selain mencatat gaya gesek yang terjadi, dalam penelitian ini juga dilakukan pengaruh temperatur yang terjadi.



Gambar 12. Contoh pengolahan data temperatur

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa perbaikan pada sistem pembacaan strain gauge mempengaruhi kestabilan pembacaan data pada alat uji gesek blok rem komposit kereta api.
2. Pengurangan lengan gaya dari 4,5 cm menjadi 1 cm memperbaiki pengaruh error akibat timbulnya momen gaya ketika gaya gesek dipindahkan ke *load cell* strain gauge.
3. Program LabView sangat membantu dalam proses pembacaan data pengujian. Pembacaan dapat dilakukan secara otomatis dan dapat diolah lebih lanjut ke dalam bentuk Excel ataupun Matlab

Daftar Pustaka

- Triono Agus, Puja IGN Wirtamaja, Brodjonegoro Satryo S., Ezello Ridho, "Otomatisasi Uji Gesek Blok Rem Kereta Api Menggunakan Program LabView", Seminar Teknologi Hasil Penelitian Mahasiswa Indonesia, Universitas Riau, 2012
- Triono Agus, Puja IGN Wirtamaja, Brodjonegoro Satryo S., Ezello Ridho, "Pemanfaatan Serabut Kelapa Sebagai Reinforcement Pada Pembuatan Rem Komposit", Seminar Nasional Energi Terbarukan Dan Produksi Bersih (Senter Probe), Universitas Lampung, 2012
- Alam Hilman S., Puja IGN Wiratmaja, Triono Agus, "Penentuan Parameter Produksi Material Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Kereta Api Menggunakan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Penguat", Seminar Nasional, Universitas Udayana, Bali, 2012
- Triono Agus, Puja IGN Wiratmaja, Brodjonegoro Satryo S., Ridho, Eiger, "Pengaruh Kecepatan Relatif dan Temperatur terhadap Koefisien Gesek Blok Rem Komposit Kereta Api", Jurnal Teknik Mesin ITB, 2009
- Triono Agus, Sujudi S., Puja IGN Wiratmaja, "Studi Komposisi Material Penyusun Blok Rem Komposit sebagai upaya Mendukung Penerapan Green Technology", Seminar Nasional TEKNOIN, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2010

- Triono Agus, Budiarko A. , Puja IGN Wirtamaja, “Studi Perancangan dan Pembuatan Blok Rem Komposit untuk Kereta Api”, Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perencanaan dan Industri IX, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2010
- Triono Agus, Sembiring H. Delanis, Puja IGN Wiratmaja Puja, “Studi Analisis Pengaruh Kekuatan Backing Plate Blok Rem Komposit Kereta Api”, Seminar Nasional Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri, ITENAS Bandung, 2010
- Triono Agus, Puja IGN Wiratmaja, Brodjonegoro Satryo S., "Analisis Statis Kontak Pada Pemodelan Hip Joint (Sendi Panggul)", Prosiding Seminar Nasional RITREKA, UNIKA Atmajaya, Jakarta, 16 Juni 2010.
- Triono Agus, Puja IGN Wiratmaja, Soemantry Satrio B, "The Effect of Penetration Depth On Analyzes Hip Joint Contact Model", The 4th Indonesian Japan Joint Scientific Symposium, Bali Indonesia, 2010
- Puja, IGN Wiratmaja. et al., *Analisis Beban Mekanik dan Termal pada Rem Kereta Api*, Paper Engineering Design Center, Institut Teknologi Bandung, 2007
- Puja, IGN Wiratmaja. et al., *Analisis Kegagalan dan Akar Penyebab Kerusakan Blok Rem Komposit Yang Digunakan Di Divre III Sumatera Selatan*, Laporan PT. GE, 2007.
- LAPI-ITB, Laporan Studi Penelitian, Pengembangan dan Implementasi Material Komposit untuk Blok Rem Kereta Api, 2006
- Muchsin, Fauzi Anom, 2007, *Analisis Kegagalan Pada Roda Kereta Akibat Thermal Fatigue*, Tugas Akhir Teknik Mesin ITB
- SOP Pengujian Blok Rem Komposit Kereta Api, 2010
- Laporan PT. GE, 2007, *Analisis penggunaan Rem Komposit Untuk dan Pengaruhnya pada Roda Kereta Api untuk Lintasan Pegunungan*