

ELECTRONIC WEDGE BRAKE (EWB) PADA KENDARAAN

Ian Hardianto Siahaan¹⁾, Anthony Sugianto²⁾
Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra (10 pt)^{1,2)}
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}
E-mail : ian@petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Sebagian besar kendaraan umumnya menggunakan sistem hidrolik sebagai perangkat guna mentransformasikan tenaga dari sumbernya atau inputnya sehingga menjadi output yang dihasilkan yang berperan untuk menekan atau mendorong sesuatu melalui mekanisme aktuatornya. Salah satu sistem yang banyak dipergunakan tersebut adalah mekanisme sistem pengereman pada kendaraan. Bila di tinjau dari sistem perawatannya dan jumlah komponen pendukungnya, sistem hidrolik memiliki banyak komponen dengan perawatan berkala yang kompleks dan cukup mahal, selain itu sistem hidrolik yang penanganannya terlihat agak kotor dan rumit, jika terjadi kerusakan pada beberapa komponennya baik pada saat proses pemeriksaan atau pembongkaran serta saat pemasangannya kembali. Oleh karenanya digagaslah sebuah mekanisme sistem rem baru yang lebih praktis dan lebih mudah perawatannya dibanding sistem rem yang sudah ada saat ini. Sistem electronic wedge brake ini bekerja sesuai dengan prinsip kerja jarum keras. Rancangan prototipe sistem electronic wedge brake ini menggunakan motor power window sebagai penggerak utama dengan mekanisme komponen lainnya yang dirakit sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan sebagaimana sistem pengereman hidrolik maupun pneumatik brake yang sudah diaplikasikan pada sistem pengereman kendaraan. Dengan torsi sebesar 3 Nm motor ini dapat menghasilkan gaya sebesar 154,36 lbf dan dapat menghentikan putaran roda dari kecepatan 80 km/jam hingga berhenti total dalam waktu 2,74 detik. Kelebihan dari sistem electronic wedge brake ini adalah selain tidak menggunakan fluida rem juga lebih ramah lingkungan. Selain itu dengan tidak adanya fluida rem maka biaya perawatan berkala dari sistem rem dapat ditekan mengingat harga fluida rem yang mahal dan frekuensi penggantian fluida rem yang cukup sering yaitu pada kisaran setiap 20.000 km sekali.

Kata kunci: e-brake, electronic, pengereman, hidrolik, ulir.

1. PENDAHULUAN

Pada setiap kendaraan bermotor kemampuan sistem pengereman menjadi hal yang mutlak diperlukan, karena perangkat ini berperan dalam upaya mempertahankan keselamatan berkendara di jalan raya sehingga dapat berjalan dengan baik. Peran sistem rem yang dimaksud yaitu pada umumnya digunakan untuk mengurangi dan menghentikan kecepatan kendaraan ketika melaju melampaui batasan kecepatan yang diinginkan si pengemudi. Kemampuan sistem rem umumnya tergantung kepada besarnya gaya gesek yang dapat mengimbangi gaya dorong dari kendaraan tersebut ketika berakselerasi. Semakin tinggi kemampuan kendaraan tersebut melaju maka semakin tinggi pula tuntutan kemampuan sistem rem yang lebih handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan. Untuk mencapainya diperlukan rekayasa desain maupun manufaktur melalui modifikasi pada unit sistem pengereman tersebut. Sistem rem saat ini yang banyak dipergunakan adalah sistem rem menggunakan mekanisme tenaga hidrolik dan pneumatik yang terimplementasi pada aktuatornya untuk mengurangi gaya dorong kendaraan. Dari sisi performanya sistem rem seperti ini sudah sangat baik, namun dari sisi perawatannya masih sangat rumit dan mahal. Di luar sistem rem yang disebutkan sebelumnya masih ada lagi sistem rem lainnya yaitu sistem rem mekanik dan sistem rem elektronik. Sistem rem ini biasanya banyak digunakan sebagai mekanisme sistem rem bantu, ketika rem utama tidak dapat bekerja secara optimal. Untuk menjawab permasalahan sistem perawatan

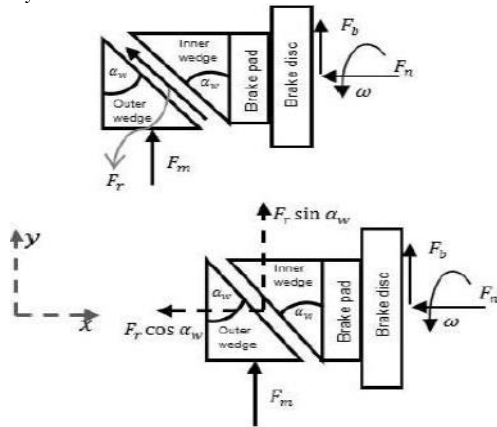
kendaraan yang rumit dan mahal tersebut, pada penelitian ini dirancang menggunakan mekanisme sistem pengereman electronic wedge brake. Sistem ini sangat membantu peran pengereman pada kendaraan walaupun dari sisi keandalannya belum seoptimal menggunakan mekanisme saat ini. Hal yang penting pada penelitian ini adalah mekanisme sistem rem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik ketika dilakukan pengujian pengereman dalam segala kondisi apapun dimana si pengemudi tetap dapat mengendalikan arah dari laju kendaraannya sesuai yang diharapkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

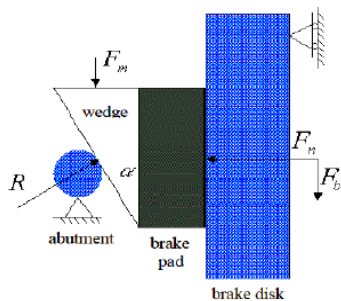
Penelitian mengenai perangkat electronic wedge brake menurut Fauzi Ahmad, et.al dari Universitas Teknologi Malaysia menjelaskan tentang rancangan mekanisme sistem rem baru dengan pergerakan kedua sisinya brake pistomnya diaktifkan oleh mekanisme *wedge block* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Pada mekanisme ini rotasi poros dari electric motor dikonversikan menjadi suatu gerak linear. Pergerakan dari pad nya selanjutnya pemberian tekanan pada disc brake menyebabkan terbentuknya *clamping force* yang menghasilkan torsi pengereman. Model yang dirancang ini menjelaskan bahwa dengan kendali yang tepat akan dapat menghasilkan target torsi yang diharapkan dengan berbagai bentuk fungsi yang diberikan sebagai input padanya.

Penelitian lanjutan mengenai EWB berikutnya yaitu oleh M.A.A. Emam, et.al menjelaskan mekanisme dengan rancangan penelitian model sistem rem EWB seperti Gambar

2. Model yang dibangun tersebut menunjukkan e-pedal sebagai sebuah potensiometer, dengan pengendalinya sebuah *board power supply* dengan aktuatornya menggunakan DC motor dengan sebuah *roller screw*. Hasil penelitian menyatakan bahwa PID kontrol dapat diaplikasikan ke perangkat untuk melihat serta mengetahui perbedaan karakter kemampuan rem antara tanpa dan dengan kendali yang diberikan padanya.



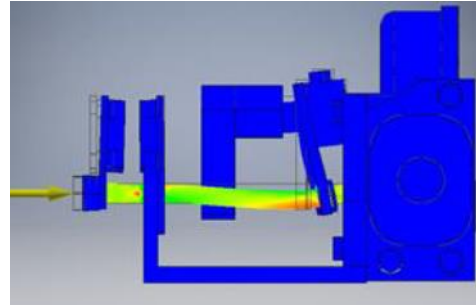
Gambar 1. Rancangan EWB oleh Fauzi Ahmad, et.al



Gambar 2. Rancangan EWB oleh M.A.A.Emam, et.al

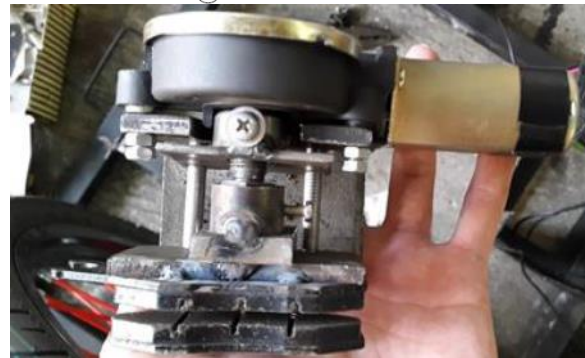
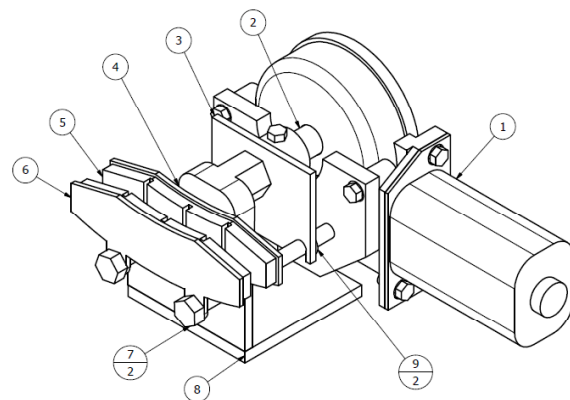
Sedangkan, penelitian yang dilakukan penulis bersama peneliti lainnya menjelaskan mekanisme dengan rancangan penelitian model sistem rem EWB dengan model konstruksi yang berbeda juga dari sebelumnya, sebagaimana dijelaskan oleh gambar di bawah. Prinsip kerja alat ini sebenarnya mirip seperti prinsip kerja jarum keras penelitian penelitian di atas yaitu, ketika mur di putar maka kedua baut akan saling mendekat atau saling menjauh secara bersamaan. Bedanya adalah pada sistem *electronic wedge brake* ini yang berputar adalah poros ulir dan kedua mur bergerak saling berlawanan. Ketika rem bekerja maka poros ulir akan berputar ke kanan dan menyebabkan mur pendorong bergerak maju, Sedangkan mur penarik akan bergerak mundur. Lalu ketika rem tidak bekerja maka poros ulir akan berputar ke kiri dan menyebabkan mur pendorong bergerak mundur, dan mur penarik bergerak maju. Motor DC berfungsi sebagai penggerak poros ulir dari *electronic wedge brake* ini agar dapat berputar sesuai kegunaannya. Untuk menjaga agar mur pendorong dan mur penarik tidak ikut berputar maka di beri dua batang yang berguna sebagai rel untuk mur penarik dan stopper bagi mur pendorong. Batang rel ini juga berfungsi meneruskan gaya tarik dari mur penarik. Pada ujung batang rel ini di sambung kan dengan brake pad. Lalu agar mur penarik dapat menarik barang rel ini maka di beri snapring yang

membuat batang penarik ini ikut tertarik pada saat mur penarik bergerak ke belakang.



Gambar 3. Model Rancangan EWB

2.1. Komponen Penyusun *Electronic Wedge Brake*



Gambar 4. *Assembly Model Rancangan EWB*

Keterangan:

1. Motor Penggerak, 2. Poros Ulir, 3. Mur Penarik, 4. Mur pendorong, 5. Brake pad pendorong, 6. Brake pad penarik, 7. Batang penahan, 8. Plat dudukan, 9. Snap ring

Motor Penggerak

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC atau arus searah. Motor DC digunakan pada semua motor penggerak pada mobil. Penggunaan motor DC ini karena penggunaannya pada kendaraan dimana kendaraan menggunakan sumber arus DC yang berasal dari *accu*. Pada rancangan ini menggunakan satu motor DC untuk menggerakkan mur pendorong dan mur penarik. Motor DC yang mungkin digunakan untuk sistem *electronic wedge brake* ini adalah motor *power window* dan

motor wiper. Ditentukan untuk menggunakan motor *power window* karena mekanismenya lebih cocok untuk sistem *electronic wedge brake* ini. Mekanisme yang di maksud adalah motor *power window* ini dapat berhenti pada posisi mana pun tidak seperti motor *wiper* yang akan kembali pada posisi semula secara otomatis sehingga lebih susah untuk mengontrolnya.

Poros Ulir

Poros ulir ini berfungsi untuk menggerakkan mur pendorong dan mur penarik. Pada saat rem bekerja maka poros ulir akan berputar ke kanan. Pada saat rem tidak bekerja maka poros ulir ini akan berputar ke kiri. Poros ulir ini memiliki dua arah ulir yang berbeda sehingga ketika di putar, mur akan bergerak secara berlawanan arah. Untuk ulir pada bagian mur penarik menggunakan ulir M 12 x 1,75. Pada bagian ulir untuk mur pendorong menggunakan ulir M 10 x 1,50.

Mur Pendorong

Mur ini berfungsi untuk mendorong *brake pad* ketika rem bekerja. Pada saat rem bekerja maka poros ulir akan berputar ke kanan dan menyebabkan mur pendorong ini bergerak maju sehingga mendorong *brake pad*. Pada saat rem tidak bekerja maka poros ulir akan berputar ke kiri dan menyebabkan mur pendorong ini kehilangan gaya dorong sehingga *brake pad* kehilangan gaya dorong juga.

Mur Penarik

Mur ini berfungsi untuk menarik *brake pad* ketika rem bekerja. Pada saat rem bekerja maka poros ulir akan berputar ke kanan dan menyebabkan mur penarik ini bergerak mundur sehingga menarik *brake pad*. Pada saat rem tidak bekerja maka poros ulir akan berputar ke kiri dan menyebabkan mur pendorong ini kehilangan gaya tarik sehingga *brake pad* kehilangan gaya tarik juga. Untuk menghubungkan mur penarik ini dengan *brake pad* digunakan dua buah batang penghubung yang dihubungkan dengan celah pada bagian bawah mur penarik ini sesuai dengan diameter batang penahan dan dipasang *snapping* tipe H agar dapat menarik *brake pad*.

Batang Penahan

Berfungsi sebagai penahan agar mur pendorong dan mur penarik tidak ikut berputar saat rem bekerja, selain itu juga berguna untuk menahan mur pendorong agar tidak ikut berputar pada saat rem bekerja. Batang penahan ini juga berfungsi sebagai rel untuk gerak maju mundur *brake pad* penarik. Pada ujung batang penahan ini berfungsi untuk menarik *brake pad* penarik dengan ulir M 6 x 1,00 sebagai pengikat batang penahan dengan *brake pad*.

Dudukan

Dudukan ini berfungsi untuk menyambungkan semua komponen *electronic wedge brake* pada motor listrik. Bahan pembuat dudukan ini adalah baja karbon. Dudukan ini terbuat dari plat setebal 7 mm pada bagian belakang untuk

menyesuaikan dengan panjang mur pengikat pada motor. Pada sisi luar dudukan ini juga berguna untuk menjadi pemegang batang penahan agar batang penahan tidak lepas dari *brake pad* dan batang penahan dapat bergerak secara translasi ketika rem bekerja.

Brake Pad

Pada perancangan *electronic wedge brake* digunakan *brake pad* milik sepeda motor Honda Fif X dengan luas permukaan sebesar 14,14 cm². Pemilihan *brake pad* ini berdasarkan letak lubang pengikat pada rumah kaliper rem. Pada *brake pad* Honda Fit X letak lubang sejajar di bawah *brake pad* sehingga memudahkan melakukan perancangan pemegang *brake pad* pada sistem *electronic wedge brake*. Pada bagian yang tidak digunakan sengaja dipotong untuk menambah nilai estetika dari sistem *electronic wedge brake*. Selain itu kelebihan dari posisi lubang yang sejajar adalah memudahkan untuk mengatur letak batang penahan. Ketika posisi sejajar maka batang penahan yang terdapat pada sistem *electronic wedge brake* ini dapat diletakkan di bawah *brake pad* tanpa ada halangan dan tidak mengenai *disc brake*.

Accu

Pada perancangan *electronic wedge brake* ini menggunakan *accu* sebagai sumber daya untuk menggerakkan motor *power window*. *Accu* yang digunakan adalah *accu* basah Massiv NS40 12V-32Ah. Dipilih *accu* dengan kapasitas 32Ah untuk memudahkan percobaan untuk mengetahui kemampuan sistem *electronic wedge brake* ini, sehingga ketika dilakukan percobaan berulang kali *accu* tidak cepat kehabisan tegangan mengingat sistem *electronic wedge brake* ini belum dilengkapi dengan sistem pengisi an *accu*. Ketika sistem *electronic wedge brake* ini diaplikasikan pada kendaraan maka kapasitas *accu* dapat disamakan dengan kebutuhan kendaraan dan di tambah dengan *back up accu* agar jika *accu* utama mengalami masalah, sistem *electronic wedge brake* ini masih dapat bekerja dengan sumber daya dari *back up accu*.

3. METODOLOGI

3.1. Clamping Load

Ketika baut atau sekrup yang digunakan untuk menjepit dua bagian, gaya yang bekerja antara kepala baut dan mur adalah *clamping load*. *Clamping load* merupakan akibat dari adanya torsi pada kepala baut dan ulir. Hubungan antara torsi dan gaya tarik aksial di baut dan ulir (*clamping load*) adalah sebagai berikut:

$$T = K.D.F \quad (1)$$

Dimana:

T= Torsi (lb.in)

K= Konstanta lubrikasi

D= Diameter luar ulir (in)

F= *Clamping Load* (lb)

Dalam hal ini diketahui bahwa nilai torsi yang digunakan adalah torsi dari motor *power window* yaitu 3 N.m (26,55 lb.in). Konstanta digunakan 0,20 karena kondisi ulir yang bersih dan kering, sedangkan untuk kondisi ulir yang

diberi lubrikasi maka lebih baik menggunakan konstanta 0,15. Untuk diameter luar ulir menggunakan dua ulir yang berbeda sehingga diameter luar ulir penarik yaitu 12 mm (0,47 in) ditambah dengan diameter luar ulir pendorong yaitu 10 mm (0,39 in), sehingga diameter total menjadi 22 mm (0,86 in). Besarnya *clamping load* dapat dihitung berdasarkan persamaan di atas yang nilainya sebesar 154.36 lbf.

3.2. Gaya Pengereman

Metode pengukuran gaya pengereman dilakukan dengan menggunakan neraca pegas. Salah satu ujung neraca pegas disambung pada struktur yang kokoh dan statis. Kemudian ujung lainnya di sambungkan pada *brake pad* pada *electronic wedge brake* yang dalam keadaan *off* sepenuhnya. Dalam hal ini *off* sepenuhnya berarti *brake pad* pada jarak terjauh dari *disc brake*. Untuk mengikat kedua ujung neraca pegas digunakan benang kasur karena tidak memiliki sifat elastis. Karena jarak pergerakan yang sangat pendek, maka tarikan tali dikondisikan pada beban 10 kg. Modul *electronic wedge brake* di tahan agar tidak bergerak sewaktu dilakukan pengukuran. Kemudian *electronic wedge brake* diaktifkan sehingga *brake pad* akan bergerak dan menarik neraca pegas hingga motor tidak mampu menarik *brake pad* lagi. Pada pengukuran, *brake pad* harus berhenti sebelum menyentuh *disc brake* sehingga *brake pad* berhenti karena motor sudah tidak mampu mendorong *brake pad* lagi, bukan karena *brake pad* menyentuh *disc brake*. Dalam hal ini diperoleh hasil pengukuran sebesar 13 kg (28,66 lb).

3.3. Waktu Pengereman

Dalam mengetes kemampuan *electronic wedge brake* ini maka dilakukan percobaan untuk menghitung waktu yang diperlukan *electronic wedge brake* ini untuk memberhentikan putaran roda tanpa beban dari kecepatan tertentu. Untuk membantu mengukur kecepatan putaran roda maka digunakan *speedometer*, dimana *speedometer* yang di gunakan adalah CATEYE C-Comp CC-VL520 Velo7.



Gambar 5. Pengujian Model EWB Rancangan

Langkah percobaan dilakukan sebagai berikut:

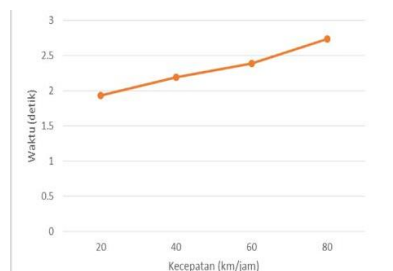
- Menyiapkan alat dan bahan, diantaranya: sepeda motor, *paving blok*, modul *electronic wedge brake* yang telah di rancang, dan *speedometer*.
- Memasang *speedometer*. Dimulai memasang sensor pembaca pada rangka roda. Lalu memasang sensor magnet pada ruji roda, sensor ini dapat diletakkan pada radius berapa saja karena sensor ini membaca ω . Sensor magnet ini di pasang pada bagian ruji yang mendekati ujung sensor. Jarak antara sensor pembaca dan sensor magnet sekitar 5 mm. kemudian menyeting *speedometer*

sesuai keliling tapak ban yaitu 150 cm. langkah terakhir adalah memasukkan *speedometer* pada *bracket*.

- Menyiapkan sepeda motor sebagai alat pembantu untuk memutar roda. Sepeda motor diletakkan dengan standar tengah di atas dua batu *paving block* agar bagian belakang sepeda motor terangkat. Roda belakang sepeda motor diletakkan sedekat mungkin dengan roda modul *electronic wedge brake* dan tidak boleh bersentuhan.
- Menyalakan *speedometer* dan sepeda motor. Lalu memasukkan gigi sepeda motor ke gigi dua atau lebih sesuai kebutuhan. Kemudian pada saat roda belakang sepeda motor berputar maka bagian belakang sepeda motor di tekan ke bawah agar roda sepeda motor yang berputar menyentuh roda pada modul *electronic wedge brake*.
- Membuka *throttle* sepeda motor untuk menambah kecepatan putaran roda sesuai kecepatan yang diinginkan. Karena sulitnya mendapatkan kecepatan yang akurat hanya dengan mengatur bukaan *throttle* sepeda motor maka untuk memperoleh nilai kecepatan percobaan dilakukan dengan menambah kecepatan sedikit melebihi kecepatan yang di inginkan dan menunggu kecepatan turun pada kecepatan yang di inginkan.
- Ketika sudah mencapai kecepatan yang diinginkan maka melepas tekanan di belakang sepeda motor sehingga ban belakang sepeda motor dan ban pada modul *electronic wedge brake* tidak bersentuhan.
- Mulai mengaktifkan *electronic wedge brake* dan meyalakan *stopwatch* untuk menghitung waktu yang di perlukan *electronic wedge brake* untuk memberhentikan putaran roda.
- Percobaan dilakukan lima kali untuk masing – masing kecepatan agar hasil lebih akurat *trend* atau kecenderungan hasil pengujian yang diperoleh.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilihat grafik hasil pengujian bahwa semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi juga waktu yang dibutuhkan *electronic wedge brake* untuk melakukan pengereman hingga roda berhenti. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi kecepatan putaran roda maka gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan putaran roda semakin besar, tetapi diketahui bahwa daya motor tetap, maka untuk menghasilkan energi yang lebih besar dengan daya yang sama dibutuhkan waktu yang lebih lama. Dapat dilihat bahwa waktu pengereman terlama terjadi pada kecepatan 80 km/jam sebesar 2.74 detik. Sedangkan waktu pengereman tercepat terjadi pada kecepatan 20 km/jam sebesar 1.93 detik.



Gambar 6. Hasil Pengujian Stopping Time untuk Model Rancangan EWB

5. KESIMPULAN

Dengan rancangan yang sedemikian rupa sistem ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan batasan masalah yang ada. Dari hasil pengujian maka di dapatkan gaya tekan maksimal dari *electronic wedge brake* adalah 28,66 lbf. Dan waktu yang di perlukan *electronic wedge brake* untuk melakukan pengereman dari kecepatan 20 km/jam sebesar 1,934 detik, mulai dari kecepatan 40 km/jam adalah 2,198 detik, dari 60 km/jam adalah 2,39 detik, dan hingga 80 km/jam adalah 2,74 detik.

Kekurangan dari sistem *electronic wedge brake* ini adalah tidak memiliki mekanisme yang bekerja secara otomatis untuk melepas *brake pad* dari disc brake ketika rem sudah selesai digunakan. Sehingga untuk melepaskan *brake pad* harus dilakukan dengan cara menekan tombol lagi. Hal ini tentu mengurangi nilai kepraktisan dari *sistem electronic wedge brake* yang telah dirancang. Selain itu pada perancangan sistem *electronic wedge brake* ini seharusnya menggunakan *square thread* bukan *metric thread* supaya gaya yang dihasilkan lebih besar dan menggunakan motor yang khusus didesain untuk *electronic wedge brake* sehingga kerja motor menjadi lebih maksimal.

Kelebihan dari sistem *electronic wedge brake* ini adalah tidak menggunakan fluida rem sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu dengan tidak adanya fluida rem maka biaya perawatan berkala dari sistem rem dapat ditekan mengingat harga fluida rem yang mahal dan frekuensi penggantian fluida rem yang cukup sering yaitu setiap 20.000 km sekali.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Boltscience., "screw", Retrieved from boltscience, <http://www.boltscience.com/pages/screw6.htm>, 2016, July 10
2. Elektronika Dasar, "Jenis-Jenis Motor Listrik", Retrieved from elektronika Dasar <http://elektronika-dasar.web.id/jenis-jenis-motor-listrik/>, 2016, march 24
3. PPGT , "Sistem Rem", Malang: Pusat Pengembangan Penataran Guru Teknologi VEDC, 2008
4. Robert L. Mott, P, "Machine Elements in Mechanical Design (4th ed.)", Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Ltd, 2004
5. Shingley, J. E., & Charles R, M, "Mechanical Engineering Design (6th ed.)". New York: McGraw-Hill, 2003
6. M.A.A.Emam, et.al, "Performance of Automotive Self Reinforcement Brake System", Journal of Mechanical Engineering, Vol 1 No 1, Januari 2012.
7. Fauzi, et.al, "Modelling and Control of a fixed Caliper-based Electronic Wedge Brake", Journal of Mechanical Engineering 63, pp 181-190, 2017.
8. Siahaan, Jan Hardianto, et.al, "Pola perilaku sistem Perawatan Preventif Pengguna Pada Area Onderstel Kendaraan", <http://repository.petra.ac.id/17509/>, 2016