

MODIFIKASI DAN PEMBUATAN SERTA PENGUJIAN SISTEM HANDBRAKE SEMI OTOMATIS SEBAGAI PERANGKAT SAFETY PADA KENDARAAN

Ian Hardianto Siahaan, A Ian Wiyono

Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

Phone: 0062-31-2983465, Fax: 0062-31-8417658

E-mail : ian@peter.petra.ac.id

ABSTRAK

Sistem handbrake saat ini adalah sistem handbrake yang ditarik tangan dan pakai tombol, handbrake biasanya dipakai untuk mengatasi medan jalan yang menanjak. Acap kali si pengemudi gugup ketika didapati tenaga kendaraan tidak cukup kuat untuk melakukan tahanan tersebut sehingga mesin mobil mati. Selain hal tersebut pada jalan menurun si pengemudi juga lupa mengaktifkan handbrake ketika turun dari kendaraan. Pada penelitian ini merancang sebuah handbrake mobil yang dapat aktif pada saat kontak mati dan handbrake mati pada saat kendaraan tersebut kontak di nyalakan dan memberikan tombol darurat untuk melepas handbrake jika terjadi korsleting pada kontak atau control CHG/charging sistem (indikator accu). Sehingga membantu pengendara untuk keamanan berkendara yang lebih aman. Ada beberapa tahapan yang dilakukan antara lain: memilih dan menetapkan platform kendaraan yang akan dikonversi menjadi kendaraan dengan handbrake otomatis, memilih motor sebagai penarik kawat seling pada drum rem, memasang sistem kelistrikannya, melakukan pengujian pada kecepatan yang variabel mulai kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam dan mengecek sistem remnya terkunci atau tidak terkunci bilamana mesin kendaraan mati mendadak. Prosedur pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan kondisi jalan, yaitu: pada saat melakukan jelajah, pada saat parkir di jalan datar, parkir jalan menanjak/parkir jalan menurun, juga pengujian handbrake pada saat parkir paralel, serta pada saat kondisi jalan menanjak bila kendaraan tidak kuat menanjak. Hasil pengujian dengan kecepatan 10 km/jam sampai 40 km/jam jika mesin mobil mati mendadak handbrake tidak akan aktif sampai speedometer kendaraan menunjukkan ke arah 0 km/jam. Pada saat parkir pengemudi lupa mengaktifkan handbrake secara otomatis rem tangan akan aktif. Pada saat jalan kondisinya menanjak kendaraan tidak kuat kemudian mesin mobil mati maka secara langsung handbrake akan aktif secara otomatis, sehingga dapat memudahkan pengemudi kendaraan tersebut. Selain itu penelitian juga menampilkan besarnya respon gaya orang yang ada didalam kendaraan jika handbrake aktif, supaya mengetahui batas sabuk pengaman agar pengemudi yang ada didalam kendaraan bisa safety.

Kata kunci: Handbrake semi otomatis, kondisi tanjakan, kondisi menurun, kawat seling, safety.

1. Pendahuluan

Sektor industri selalu mengalami perkembangan pesat dari sisi teknologi dan aplikasinya, demikian halnya sektor otomotif. Kondisi ini dapat dilihat dengan aplikasinya pada berbagai tipe kendaraan yang mengadopsi teknologi canggih. Indonesia sendiri sebagai pelaku bisnis otomotif tidak ketinggalan untuk gencar mengeluarkan produk knowledge untuk menarik pasar dunia melalui modifikasi yang dilakukan. Modifikasinya dapat dilihat dari sisi exterior maupun interior kendaraan yang diubah agar pengendara maupun penumpang yang ada di dalam mobil merasa nyaman dan aman. Salah satu komponen penting dan sangat vitalnya dari sisi keamanan selain rem utama adalah sistem handbrake. Handbrake tersebut digunakan untuk mengatasi pengemudi agar tidak menginjak terus-menerus pedal rem pada kondisi pengereman yang lama. Keunggulan handbrake, selain mencegah keausan pada komponen rem utama juga mengurangi lelah pada pengemudi terutama saat mengatasi tanjakan atau parkir. Pada kendaraan saat ini, jumlah kendaraan dengan manual transmission masih banyak yang menggunakan mekanisme handbrake yang ditarik oleh tangan, kelemahan ini yang membuat pengemudi kadang gugup bilamana kendaraannya tidak cukup kuat pada saat mengatasi tanjakan terutama ketika membawa barang yang terlalu berat atau membawa keluarga liburan pada kondisi tanjakan yang sedikit ekstrim yang menyebabkan mesin kendaraan tersebut tiba-tiba mati. Selain itu pengemudi terkadang lupa mengaktifkan handbrake saat parkir. Pada penelitian ini dirancang sistem handbrake yang dapat mengatasi kondisi tersebut yang dapat aktif pada saat kontak mati dan apabila dinyalakan akan memberikan tombol darurat untuk melepas handbrake jika terjadi korsleting pada kontak atau control CHG/Charging System (Indikator Accu) menyala sehingga handbrake aktif sampai kontrol tersebut mati handbrake akan lepas yang membantu pengemudi lebih aman. Switch reset yang dipasang berfungsi untuk mereset ulang untuk melepas handbrake tombol daruratnya. Sejarah handbrake itu sendiri dimulai pada

tahun 1770 ketika Joseph Cugnot mengalami kecelakaan akibat menabrak tembok, sedangkan kecelakaan mobil pertama sekali yang pernah dicatat adalah Bridget Driscoll pada 17 Agustus 1896 di London, kemudian Henry Bliss pada 13 September 1899 di kota New York. Menurut data WHO, setiap tahun lebih dari sejuta orang tewas dan sekitar 50 juta orang terluka akibat kecelakaan lalu lintas. Penyebab utama kecelakaan itu bervariasi antara lain: pengemudi yang mabuk, pengaruh obat-obatan terlarang, tidak memperhatikan jalan, akibat kelelahan, bahaya di jalanan seperti adanya: salju, jalan berlubang, hewan, dan adanya kelalaian pengemudi.

2. Teori Dasar

Handbrake atau rem tangan biasanya digunakan untuk menghentikan kendaraan pada saat kondisi jalanan menanjak atau menurun serta kondisi ketika parkir atau berhenti. Pada beberapa kendaraan letak handbrake tersebut mengikuti model dan tipe kendaraan yang digunakan. Letak handbrake yang paling sering dilihat yaitu pada samping jok kemudi, namun ada juga yang diletakkan di bawah dashboard. Mekanisme yang digunakan ada juga dengan cara membukanya melalui pedal di samping tuas kopling atau menggunakan anak kunci yang sudah diatur secara elektronik.

2.1. Konstruksi Handbrake

Dari sisi konstruksi dan cara mekanisme kerjanya, sistem handbrake tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

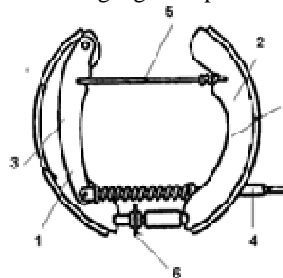
1. Handbrake Tromol,

Konstruksi :

- Lengan rem tangan terpasang pada poros luncur di atas sepatu rem I.
- Batang dorong terpasang di antara lengan dengan sepatu rem II.

Cara kerja :

- Lengan rem tangan ditarik oleh kabel secara manual.
- Batang dorong menekan sepatu rem II dan mengangkat sepatu rem I untuk bersama-sama menekan tromol.



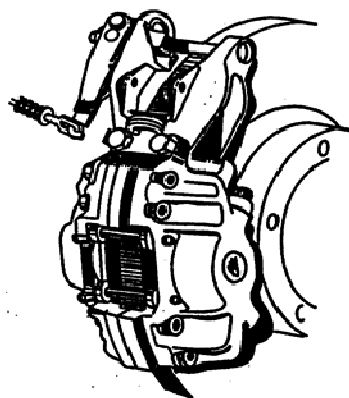
Gambar 2.1. Handbrake Tromol

(Keterangan gambar: 1. Sepatu rem I, 2. Sepatu rem II, 3. Lengan rem Tangan, 4. Kabel, 5. Batang dorong)

2. Handbrake Kaliper luncur,

Konstruksi :

- Di belakang torak ada eksenter.
- Bila rem tangan ditarik, maka eksenter akan menekan torak cakramnya

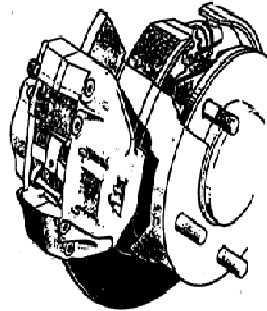


Gambar 2.2. Handbrake Kaliper luncur

3. Handbrake Jenis Penjepit sendiri,

Konstruksi :

- Pada kaliper dilengkapi dengan unit penjepit atau tang
- Unit penjepit digerakan secara manual oleh kabel rem tangan untuk menjepit cakram
- Biasanya dipasang pada aksel belakang



Gambar 2.3. Handbrake Jenis Penjepit Sendiri

4. Handbrake Pada Transmisi,

Konstruksi :

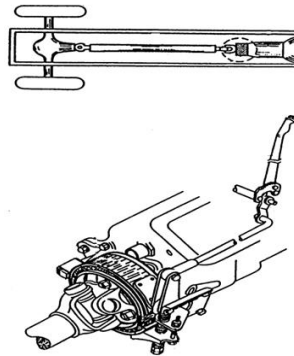
É Ada dua macam konstruksi

- a. Kanvas rem di dalam (seperti rem tromol biasa)
- b. Kanvas rem di luar.

Cara kerja kanvas rem di luar (lihat gambar)

É Mekanisme lengan menekan kanvas di atas tromol.

É Lengan rem tangan ditarik dengan melalui tuas kanvas rem maka kanvas menjepit tromol rem.



Gambar 2.4. Handbrake pada Transmisi

2.2. Mengukur Titik Berat Kendaraan

Penentuan titik berat digunakan untuk menentukan besarnya gaya pengereman pada roda depan dan roda belakang. Ada beberapa cara yang digunakan untuk mengukur posisi titik berat kendaraan yaitu dengan memakai peralatan yang cukup sederhana yaitu timbangan dan dongkrak. Posisi titik berat terhadap poros depan (a) dan terhadap poros belakang (b), serta tinggi titik berat dari permukaan jalan (h). Pengukuran (a) dan (b) dilakukan dengan menimbang bagian depan dan bagian belakang kendaraan pada posisi betul-betul horisontal, seperti ditunjukkan pada gambar 2.6. Jika pada saat penimbangan poros depan didapat hasil penimbangan W_f dan penimbangan poros belakang didapat hasil W_r , maka berat total kendaraan didapat :

$$W_t = W_a + W_b \quad (2.1)$$

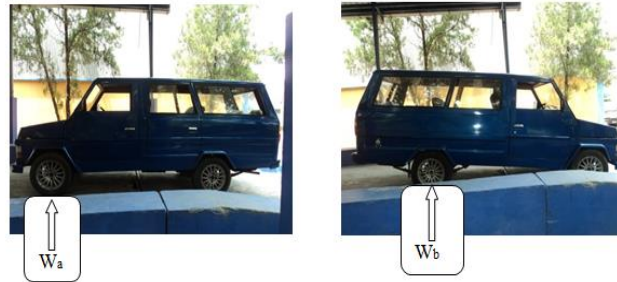
Selanjutnya dengan melakukan analisa penimbangan pada kondisi statis dapat diperoleh persamaan di bawah:

$$a = \frac{(a+b)(W_b)}{(W_a+W_b)} \quad (2.2)$$

$$b = \frac{(a+b)(W_a)}{(W_a+W_b)} \quad (2.3)$$

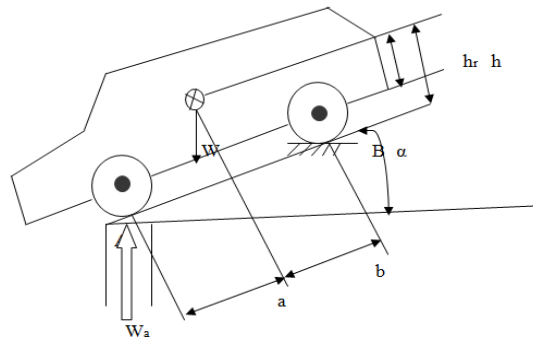
Dimana :

$a + b = L$; adalah wheel base yaitu jarak antara poros depan/belakang kendaraan.



Gambar 2.5. Penimbangan pada poros roda depan dan belakang.

Setelah jarak dari pusat berat terhadap poros depan (a) dan jarak pusat berat terhadap poros belakang (b) didapat, maka kemudian dapat dicari tinggi titik pusat berat dari kendaraan. Untuk mencari tinggi titik pusat berat kendaraan, pada roda depan atau roda belakang dapat ditopang dengan timbangan dan roda yang lain didongkrak hingga membentuk sudut (α) seperti pada gambar 2.6. Jika mungkin pada saat mendongkrak kendaraan suspensi dikunci agar bodi tidak menukik (pitching) terhadap posisi roda, atau sudut (α) dibuat tidak begitu besar agar bodi tidak menukik.



Gambar 2.5. Penimbangan pada poros roda depan dan belakang

Dengan mengacu pada gambar 2.5 di atas dan dengan mengambil momen dari titik B maka didapat :

$$W_a (a + b) \cos \alpha - W (h_r \cdot \sin \alpha + b \cos \alpha) = 0 \quad (2.4)$$

$$W_a (a + b) \cos \alpha - W \cdot \cos \alpha = W \cdot h_r \cdot \sin \alpha \quad (2.5)$$

$$h_r = \frac{\{W_a (a+b)\cos \alpha - W \cdot \cos \alpha\}}{W \cdot \sin \alpha} \quad (2.6)$$

Tinggi titik pusat kendaraan kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h = r + h_r \quad (2.7)$$

Dimana :

W_a = hasil penimbangan roda depan.

r = jari-jari roda.

Jika timbangan yang dipakai sekaligus dapat menaikkan roda belakang dan dipasang.

2.3. Pengereman Gaya Roda Depan & Belakang

Gaya rem maksimal yang dapat didukung oleh ban adalah ditentukan oleh koefisien gesek dan gaya normal pada ban. Untuk pengereman pada keempat roda dengan menganggap gaya pengereman maksimum $F_{r \max} = \mu \cdot W$ maka didapat :

$$F_{br \max} = \mu \cdot W_r = \mu \cdot W \{b+h(f_r)\}/L \quad (2.8)$$

$$F_{br \max} = \mu \cdot W_r = \mu \cdot W \{a+h(f_r)\}/L \quad (2.9)$$

Dimana μ adalah koefisien adhesi dari ban dan jalan. Perlu dicatat bahwa kalau gaya rem mencapai harga yang sama dengan gaya normal dikali dengan koefisien gesek ban dan jalan, maka ban berada pada istiusi kritis akan skid. Setiap variasi yang ada akan mengakibatkan roda menjadi lock.

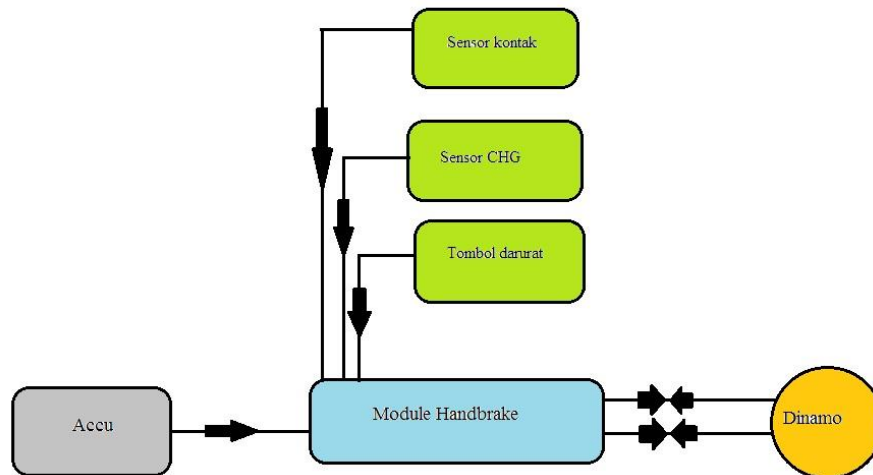
Perlu dicatat juga bahwa gaya pengereman yang timbul di depan dan di belakang adalah merupakan fungsi dari sistem rem. Untuk sistem yang konvensional, distribusi gaya rem adalah tergantung pada tekanan hidrolik (pneumatik) dan silinder dari remnya.

2.4. Menentukan Koefisien Hambatan Rolling (f_r).

Pada kondisi tekanan ban sekitar 26 psi dan kecepatan kendaraan sampai 128 km/jam dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$f_r = 0,01(1+ V/160) \quad (2.10)$$

2.5. Skema Pembuatan Handbrake



Gambar 2.6. Skema Handbrake

Keterangan :

- Jika sensor kontak menyala maka sensor kontak akan mengirimkan sinyal kepada module handbrake untuk memutar motor agar melepas handbrake.
- Jika sensor CHG menyala maka sensor CHG akan mengirimkan sinyal kepada module handbrake untuk memutar motor agar handbrake aktif.
- Pada tombol darurat ini digunakan pada saat dibutuhkan di saat darurat, dimana sensor kontak dan sensor CHG terjadi konsleting maka tombol darurat akan mengirimkan sinyal kepada module handbrake untuk memutar motor agar melepas handbrake.

3. Metodologi

Penelitian dilakukan dengan cara memodifikasi sebuah kendaraan yang menggunakan handbrake manual dan merubahnya menjadi handbrake semi otomatis. Proses dilakukan dengan memodifikasi pada bagian struktur handbrake kendaraan dimana handbrake pada umumnya menggunakan tuas yang digunakan untuk menarik handbrake sekarang secara semi otomatis aktif jika kontak pada kendaraan mati dan dalam keadaan mesin mati. Mobil Toyota kijang dipilih karena untuk meningkatkan efisiensi keamanan pada kendaraan roda empat dan untuk mengaplikasikan teknologi.

Mekanisme pemindahan handbrake manual menjadi handbrake semi otomatis menggunakan motor yang akan dihubungkan dengan seling kawat yang terhubung pada drum rem, dan juga akan menggunakan module handbrake untuk mengatur kelistrikan pada handbrake semiotomatis.

- Adapun metodologi yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan langkah demi langkah sebagai berikut:
1. Memilih dan menetapkan *platform* kendaraan yang menggunakan handbrake manual yang akan dikonversi menjadi kendaraan yang menggunakan rem tangan (handbrake) semi otomatis. Kendaraan yang digunakan adalah kendaraan roda-4 dari Toyota kijang KF 10 generasi I.
 2. Mencari data yang di butuhkan dalam perencanaan, baik pengukuran langsung dari lapangan, maupun dari sumber referensi.
 3. Memilih motor sebagai penarik seling kawat pada drum rem. Pemilihan Motor mengacu pada ketersediaan barang di pasaran yang sesuai dengan peruntukan kebutuhan, di sesuaikan dengan kebutuhan kendaraan.
 4. Memasang seluruh komponen kelistrikan pada sistem rem tangan (handbrake) kendaraan, dan komponen-komponen rem tangan (handbrake).
 5. Menguji kendaraan pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam apakah terkunci atau tidak terkunci jika mesin kendaraan mati mendadak.
 6. Membuat tabel untuk mencatat data hasil uji percobaan rem tangan (handbrake).
 7. Menganalisa perpindahan beban pada kendaraan dengan menentukan titik berat pada sebuah kendaraan dan menentukan pengereman gaya pada roda depan dan roda belakang pada gaya maksimum dan pada gaya minimum

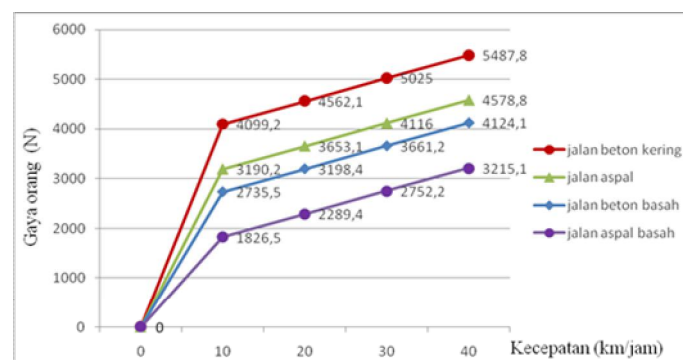
4. Hasil dan Pembahasan

Pada motor handbrake semi otomatis ini cara kerjanya bisa dijelaskan sebagai berikut, pada saat motor rem tangan (handbrake) di aliri arus maka motor tersebut akan bergerak memutar roda gigi yang ada didalam. Sehingga batang untuk menarik seling akan bergerak, jika pada saat rem tangan (handbrake) membuka maka batang untuk menarik seling akan bergerak ke atas, jika pada saat rem tangan (handbrake) mengunci maka batang untuk menarik seling akan bergerak ke bawah. Batang untuk menarik seling yang dimaksud bisa dilihat pada gambar yang ditunjukkan oleh arah panah yang berwarna kuning. Tanda arah panah yang berwarna merah untuk memasukkan seling baja yang terhubung pada kedua roda belakang kendaraan untuk menarik kampas rem pada saat rem tangan (handbrake) aktif. Pada saat rem tangan (handbrake) aktif untuk mengunci kedua roda ban belakang pada kendaraan maka roda gigi yang ada didalam motor rem tangan (handbrake) yang menahan agar batang seling baja tidak bergerak (mengunci). Roda gigi pada motor rem tangan (handbrake) ini dibuat miring seperti pada gambar arah panah yang berwarna hijau tersebut menunjukkan roda gigi miring.



Gambar 4.1. Motor Handbrake

Pada tabel-tabel diatas dilakukan perhitungan yang sama pada kecepatan 10 km/jam sampai 40 km/jam. Sehingga didapatkan respon gaya orang didalam kendaraan seperti perhitungan diatas pada kondisi jalan beton kering yang kasar, kondisi jalan aspal kering, kondisi jalan beton basah yang kasar, dan kondisi jalan aspal basah. Semua kondisi jalan ini dihitung karena setiap kondisi jalan koefisien geseknya berbeda-beda, agar kita bisa mengetahui respon gaya orang jika kondisi jalan berbeda-beda dan bisa mengetahui batas dari sabuk pengaman (safety belt) didalam kendaraan jika sabuk pengaman terlepas maka respon gaya orang didalam kendaraan lebih besar dari pada sabuk pengaman.



Gambar 3.1. Respon Gaya Orang dengan Sistem Handbrake otomatis

Pada pengujian rem tangan (handbrake) dengan kecepatan 10 km/jam, kecepatan 20 km/jam, kecepatan 30 km/jam, dan kecepatan 40 km/jam maka didapat data tabel hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.1. Pengujian Handbrake Semi Otomatis pada Berbagai Kecepatan

| Kecepatan (V) | Waktu (t) | Lock / Unlock |
|-----------------|-------------|---------------|
| 10 km/jam | 3 s | Unlock |
| 20 km/jam | 3 s | Unlock |
| 30 km/jam | 3 s | Unlock |
| 40 km/jam | 3 s | Unlock |

Berdasarkan tabel dapat disimpulkan bahwa pada kecepatan 10 km/jam sampai 40 km/jam jika mesin kendaraan mati secara mendadak rem tangan (handbrake) tidak akan terkunci (unlock) sebelum kendaraan berhenti pada kecepatan 0 km/jam . Pada pengujian rem tangan ini dilakukan pada saat kondisi jalan mendatar, karena jika dilakukan pada kondisi jalan menanjak atau menurun terlalu berbahaya. Jika dilakukan pada saat kondisi jalan mendatar berhasil tidak terkunci (unlock) jika mesin mati secara mendadak dalam kecepatan 40 km/jam handbrake tidak akan terkunci secara langsung namun handbrake akan aktif bila kendaraan tersebut berhenti, sehingga orang yang mengemudikan kendaraan tersebut bisa mencari tempat parkir lebih dahulu sebelum berhenti maka pada kondisi jalan menanjak atau menurun juga pasti berhasil. Pada data pengujian handbrake di atas terdapat waktu 3 detik, penjelasan tentang waktu yang dimaksudkan pada motor handbrake yang menarik seling tersebut membutuhkan waktu selama 3 detik. Sehingga jika motor handbrake aktif waktu yang dibutuhkan untuk menarik seling 3 detik, sesudah 3 detik motor handbrake itu mengunci atau lock. Sebaliknya jika motor handbrake aktif waktu yang dibutuhkan untuk mengulur seling supaya rem tangan tidak terkunci 3 detik, setelah 3 detik motor handbrake itu tidak mengunci atau unlock.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian bahwa dengan kecepatan 10 km/jam sampai 40 km/jam jika mesin mobil mati mendadak handbrake tidak akan aktif sampai speedometer kendaraan menunjukkan ke arah 0 km/jam. Pada saat parkir pengemudi lupa mengaktifkan handbrake secara otomatis handbrake akan aktif. Pada saat jalan kondisinya menanjak kendaraan tidak kuat kemudian mesin mobil mati maka secara langsung handbrake akan aktif secara otomatis, sehingga dapat memudahkan pengemudi kendaraan tersebut. Mengetahui besarnya respon gaya orang yang ada didalam kendaraan jika handbrake aktif, supaya mengetahui batas sabuk pengaman agar pengemudi yang ada didalam kendaraan bisa aman (safety).

6. Daftar Pustaka

1. Nyoman Sutantra, I, ö Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinyaö, Edisi pertama, Prima Printing.
2. <http://aryrindasholu.blogspot.com/2013/03/hukum-newton-di-sini-kita-akan.html>
3. Baldor,öMotor DCö, Retrived Mei 20, 2014, <http://www.baldor.com>
4. Wikipedia.org. (2014),ö Mobil Toyota Kijangö, Retrived April 8, 2014, <http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil>