

## ANALISIS DATA *INPUT FORCE* PADA *SHOCK ABSORBER* DENGAN *STRAIN GAUGE* UNTUK MENGETAHUI PEMBEBANAN AKTUAL PADA MOBIL

Muhamad Ervin Khariri<sup>1</sup>, Muhamad Fitri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: muhamadervin18@gmail.com

**Abstrak**--Dalam dunia desain otomotif, khususnya pada bagian bodi kendaraan, diperlukan struktur yang kuat guna menjamin desain yang akan dijual ke masyarakat akan kuat dan tahan lama terhadap berbagai macam medan jalanan. Untuk mengetahui seberapa besar gaya yang terjadi pada bodi kendaraan, dilakukan pengukuran *input force* di jalan secara aktual untuk mengetahui beban aktual yang membebani bodi kendaraan menggunakan sensor *strain gauge*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pembebanan aktual pada bodi mobil secara teoritis (simulasi) dan aktual (pengujian). Penelitian dilakukan dengan melakukan simulasi pembebanan pada mobil menggunakan *software DCS-100A dan DAS 100-A* kemudian juga dilakukan pengujian aktual yang timbul di jalan sehingga diperoleh data dari keduanya dan dilakukan analisis perbandingan. Dari penelitian ini didapatkan data perhitungan *input force* secara teoritis yaitu sebesar 7341 N pada roda depan dan 9179 N pada roda belakang, lalu hasil dari pengukuran *input force* secara aktual, nilai rata-rata yang didapat pada lap 1 sampai lap 3 yaitu sebesar 7907 N pada roda depan dan 9897 N. Dari data diatas diharapkan besarnya gaya aktual yang timbul pada berbagai macam medan jalan akan digunakan sebagai target pengembangan produk.

**Kata kunci:** *strain gauge, shock absorber, input force*

**Abstract**-- *In the world of automotive design, especially in the vehicle body, a strong structure is needed to ensure that the designs that will be sold to the public will be strong and durable against various kinds of road terrain. To find out how much force occurs on the vehicle body, an actual input force measurement is carried out to determine the actual load that is burdening the vehicle body using a strain gauge sensor. The purpose of this study is to analyze the actual loading on the car body theoretically (simulation) and actual (testing). The research was carried out by simulating the loading on the car using the DCS-100A and DAS 100-A software, then actual testing was also carried out on the road so that data from both were obtained and comparative analysis was carried out. From this research, the theoretical input force calculation data is obtained, which is 7341 N on the front wheel and 9179 N on the rear wheel, then the results of the actual input force measurement, the average value obtained on lap 1 to lap 3 is 7907 N on front wheel and 9897 N. From the above data, it is expected that the actual magnitude of the force that arises on various road terrain will be used as a product development target.*

**Keywords:** *strain gauge, shock absorber, input force*

### 1. PENDAHULUAN

*Shock absorber* atau peredam kejut adalah komponen yang terdapat pada kendaraan terletak pada suspensi yang berfungsi untuk mengurangi dan menyerap getaran atau vibrasi akibat dari kontur kondisi jalan yang tidak beraturan dan memastikan getaran tersebut tidak masuk ke dalam kabin kendaraan sehingga kenyamanan berkendara dapat terjaga [1].

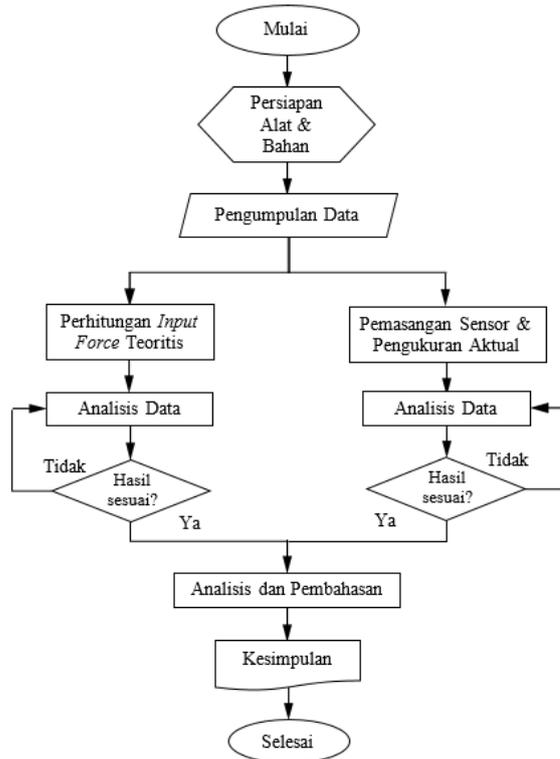
Pada tahap perancangan desain sebuah mobil, tim *designer* memerlukan target besaran gaya yang terjadi pada bodi kendaraan untuk keperluan *development*. Perlu dilakukan pengukuran besaran gaya secara aktual pada unit kendaraan, yaitu menggunakan sensor *strain gauge* dan melakukan *test drive* pada kondisi

jalan yang bervariasi [7]. Sensor *strain gauge* merupakan sebuah sensor yang mengukur terjadinya *strain* atau regangan pada permukaan benda pada saat benda tersebut bereaksi akibat gaya yang berkerja pada benda [2].

Dengan dipasangnya *strain gauge* pada *shock absorber* dan dilakukan *test drive*, lalu pergerakan regangan *shock absorber* direkam dengan menggunakan *data logger*, didapatkan nilai aktual dari gaya yang masuk ke dalam *body* mobil melalui *shock absorber*. Setelah besaran gaya didapatkan, maka nilai gaya yang bekerja pada *part* tersebut akan digunakan oleh *designer* sebagai target pengembangan desain yang baru [3].

Penelitian ini membahas tentang penelitian analisis pengukuran *input force* pada *shock absorber* dengan pembebanan secara aktual saat mobil berjalan atau beroperasi menggunakan sensor *strain gauge* untuk mengetahui seberapa besar gaya yang ditimbulkan.

**2. METODOLOGI**



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Berdasarkan gambar 1, proses yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah perhitungan *input force* secara teoritis, pengambilan data aktual *input force* menggunakan sensor dan *software DCS – 100A*, dan *DAS - 100A*. Dari kedua metode tersebut dilakukan perbandingan hasil atau *output* dari masing – masing tahapan. Dalam pengerjaannya, maka berikut adalah metode yang digunakan.

a. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran *input force* secara aktual pada penelitian ini menggunakan peralatan yang sudah tersedia pada laboratorium PT.XXX. Kemudian bahan yang digunakan pada pengujian dan pembebanan adalah unit mobil *MPV* sebagai media pengukuran pembebanan pada jalanan aktual. Spesifikasi alat yang digunakan pada pengukuran *input force* secara aktual dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

**Tabel1.** Spesifikasi alat uji

Kawat baja	Diameter 12 mm
Klem kawat baja	Diameter 12 mm
Crane	Kapasitas 2 ton
Load cell	Kapasitas 10 kN
Sensor <i>strain gauge</i>	• Tipe <i>cross gauge</i> • <i>KFGS Series</i>
Data logger	EDX-100A
Beban pemberat	20 Kg
Tali <i>ratchet</i>	5 m

Bahan uji yang digunakan untuk analisa ini yaitu terdiri dari unit mobil dan *shock absorber* dengan spesifikasi pada tabel 2 dan tabel 3 sebagai berikut :

**Tabel 2.** Spesifikasi unit mobil

Engine	1329 cc
Power	95 HP
Capacity	7 seats
Transmission	Manual
Wheelbase	2772 mm
Berat kosong pada roda depan ( <i>MFR</i> )	687 kg
Berat kosong pada roda belakang ( <i>MRr</i> )	553 kg

**Tabel 3.** Spesifikasi *shock absorber*

Maximum stroke	755 mm
Minimum stroke	500 mm
Material	SPC 270
Absorber media	Oil
Surface Treatment	Painting

b. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan adalah data – data dari unit mobil yang akan digunakan untuk perhitungan *input force* secara teoritis. Pada aktivitas ini digunakan satu unit mobil *MPV (Multi Purpose Vehicle)* yang terdiri atas 3 kabin dengan kapasitas 7 orang penumpang [8].

c. Analisis Data

Dilakukan pengolahan data terhadap hasil perhitungan yaitu berupa jumlah berat yang dibutuhkan pada mobil dan berapa gaya yang bekerja nantinya pada mobil pada bagian depan dan belakang. Dari hasil ini didapatkan data jumlah distribusi beban yang dibutuhkan pada unit dalam bentuk kilogram serta besaran gaya yang bekerja pada mobil dalam bentuk *Newton* secara teoritis [9]. Berikut merupakan persamaan 1 dan persamaan 2 untuk mencari nilai

reaction force pada roda depan dan belakang :

$$R_b = \left( \frac{((F_1 \times L_1) + (F_2 \times L_2) + (F_3 \times L_4) + (F_4 \times L_5))}{L_3} \right) + \frac{s}{2} \quad (1)$$

$$R_a = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - R_b) + \frac{s}{2} \quad (2)$$

dimana :  $R_b$  = Reaction force yang terjadi pada roda belakang (kg),  $R_a$  = Reaction force yang terjadi pada roda depan (kg),  $F_1$  = beban yang terjadi pada kabin depan (kg),  $F_2$  = beban yang terjadi pada kabin tengah (kg),  $F_3$  = beban yang terjadi pada kabin belakang (kg), dan  $F_4$  = beban yang terjadi pada bagasi mobil (kg),  $L_1$  = jarak roda depan ke hip point kursi depan (mm),  $L_2$  = jarak roda depan ke hip point kursi tengah (mm),  $L_3$  = jarak roda depan dan roda belakang (mm),  $L_4$  = jarak roda depan ke hip point kursi belakang (mm),  $L_5$  = jarak roda depan ke hip point bagasi (mm), dan  $s$  = margin pembebanan untuk mobil MPV berdasarkan standar world wide pembebanan PT. XXX (kg) [7].

Setelah nilai reaction force didapatkan, selanjutnya adalah menghitung nilai gaya yang terjadi pada roda depan dan roda belakang dengan persamaan 3 dan persamaan 4 sebagai berikut :

$$F_{Rear} = (R_b + MR_r) \times a \quad (3)$$

$$F_{Front} = (R_a + MF_r) \times 9.81 \quad (4)$$

dimana :  $F_{Rear}$  = Gaya yang terjadi pada roda belakang (N),  $F_{Front}$  = Gaya yang terjadi pada roda depan (N),  $R_b$  = Reaction force pada roda belakang (kg),  $R_a$  = Reaction force yang terjadi pada roda depan (kg),  $M_{Rr}$  = Berat kosong mobil pada roda belakang (kg) tertera pada tabel 2 spesifikasi mobil,  $M_{Fr}$  = Berat kosong mobil pada roda depan (kg) tertera pada tabel 2 spesifikasi mobil,  $a$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ).

- d. Pemasangan Sensor dan Pengukuran Aktual Mempersiapkan unit yang akan digunakan untuk mengukur input force secara aktual, yaitu unit mobil tipe MPV (Multi Purpose Vehicle) dengan spesifikasi 3 kabin dan kapasitas penumpang 7 orang. Selain unit komponen yang diperlukan yaitu shock absorber mobil yang mana pada komponen ini dilakukan pemasangan sensor strain gauge. Untuk peralatan lain yang digunakan yaitu kawat baja, crane, sensor load cell, beban pemberat (weight ballast), timbangan (weight scale), dan data logger. Pengukuran dilakukan pada test course PT. XXX dengan terdapat berbagai spesifikasi jalanan sesuai dengan pembebanan pada bodi mobil yaitu bouncing, rolling, pitching, dan twisting.

Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk pengambilan data yang optimal.

e. Analisis Data

Dilakukan pengolahan data terhadap hasil pengukuran aktual berupa nilai strain yang terjadi pada shock absorber. Dari hasil pengukuran didapatkan data gaya yang bekerja atau masuk ke dalam unit saat unit melintasi test course dalam satuan Newton.

f. Analisa dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan input force yang bekerja pada unit secara teoritis dan hasil pengukuran input force secara aktual menggunakan unit mobil yang melintasi test course dilakukan analisis dan perbandingan dari hasil input force yang didapat.

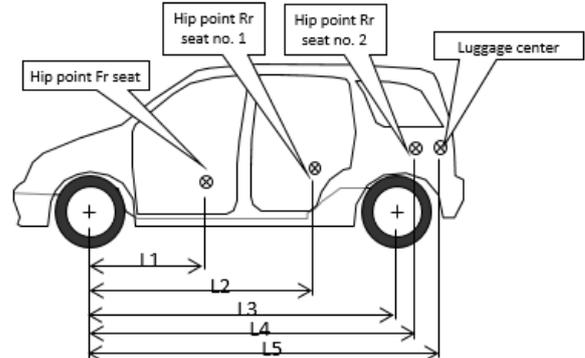
g. Kesimpulan

Ditarik kesimpulan dari hasil perbandingan terhadap input force berdasarkan perhitungan teoritis dengan metode pengikuran secara aktual melalui test drive menggunakan unit mobil pada test course.

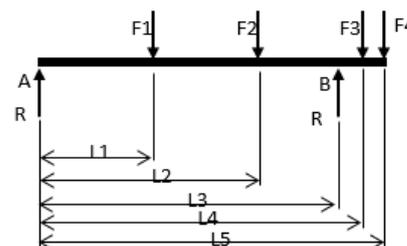
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan Input Force Secara Teoritis

Perhitungan input force secara teoritis dilakukan dengan mengilustrasikan kendaraan ke dalam bentuk free body diagram pada gambar 2 dan gambar 3, sehingga diketahui dengan detail posisi dan besaran gaya yang bekerja pada masing – masing kabin mobil. Berikut merupakan ilustrasi free body diagram dari bodi kendaraan [6].



Gambar 2. Titik pembebanan pada mobil



Gambar 3. Free body diagram pembebanan mobil

Berikut merupakan hasil perhitungan *input force* berdasarkan *free body diagram* di atas :

- a. Perhitungan *Reaction Force* (*Rb*) pada roda belakang mobil sebagai berikut :

$$Rb = \left( \frac{((F1 \times L1) + (F2 \times L2) + (F3 \times L4 + (F4 \times L5)))}{L3} \right) + \frac{s}{2} \quad (1)$$

$$Rb = \left( \frac{((110 \times 1385.6) + (165 \times 2288.7) + (110 \times 3075.1 +))}{2772} \right) + \frac{20}{2}$$

$$Rb = 382,7 \text{ kg}$$

dimana : *Rb* = *Reaction force* yang terjadi pada roda belakang (kg), *F1* = beban yang terjadi pada kabin depan (kg), *F2* = beban yang terjadi pada kabin tengah (kg), *F3* = beban yang terjadi pada kabin belakang (kg), dan *F4* = beban yang terjadi pada bagasi mobil (kg), *L1* = jarak roda depan ke *hip point* kursi depan (mm), *L2* = jarak roda depan ke *hip point* kursi tengah (mm), *L3* = jarak roda depan dan roda belakang (mm), *L4* = jarak roda depan ke *hip point* kursi belakang (mm), *L5* = jarak roda depan ke *hip point* bagasi (mm), dan *s* = margin pembebanan untuk mobil *MPV* berdasarkan standar *world wide* pembebanan PT. XXX (kg).

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan *Reaction Force* (*Rb*) pada roda belakang mobil sebesar 382.7 kg.

- b. Perhitungan *Reaction Force* (*Ra*) pada roda depan mobil sebagai berikut :

$$Ra = (F1 + F2 + F3 + F4 - Rb) + \frac{s}{2} \quad (2)$$

$$Ra = (100 + 165 + 110 + 49 - 382.7) + \frac{20}{2}$$

$$Ra = 61.3 \text{ kg}$$

dimana : *Ra* = *Reaction Force* yang terjadi pada roda depan (kg), *F1* = beban yang terjadi pada kabin depan (kg), *F2* = beban yang terjadi pada kabin tengah (kg), *F3* = beban yang terjadi pada kabin belakang (kg), dan *F4* = beban yang terjadi pada bagasi mobil (kg), *Rb* = *Reaction force* yang terjadi pada roda belakang (kg), dan *s* = margin pembebanan untuk mobil *MPV* berdasarkan standar *world wide* pembebanan PT. XXX (kg).

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan *Reaction Force* (*Ra*) pada roda depan mobil sebesar 61.3 kg.

- c. Perhitungan gaya yang bekerja pada roda belakang mobil sebagai berikut :

$$F \text{ Rear} = (Rb + MRr) \times a \quad (3)$$

$$F \text{ Rear} = (382.7 + 553) \times 9.81$$

$$F \text{ Rear} = 9179.22 \text{ N}$$

$$F \text{ Rear} = 9179 \text{ N}$$

dimana : *F Rear* = Gaya yang terjadi pada roda belakang (N), *Rb* = *Reaction force* pada roda belakang (kg), *M Rr* = Berat kosong mobil pada roda belakang (kg) tertera pada tabel. 2 spesifikasi mobil , *a* = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ).

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan gaya yang masuk ke mobil melalui roda belakang yaitu sebesar 9.18 kN.

- d. Perhitungan gaya yang bekerja pada roda depan mobil sebagai berikut :

$$F \text{ Front} = (Ra + MFr) \times 9.81 \quad (4)$$

$$F \text{ Front} = (61.3 + 687) \times 9.81$$

$$F \text{ Front} = 7340.82 \text{ N}$$

$$F \text{ Front} = 7341 \text{ N}$$

dimana : *F Front* = Gaya yang terjadi pada roda depan (N), *Rb* = *Reaction force* yang terjadi pada roda belakang (kg), *M Fr* = Berat kosong mobil pada roda depan (kg) berdasarkan tabel. 2 spesifikasi mobil, *a* = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ).

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapatkan gaya yang masuk ke mobil melalui roda depan yaitu sebesar 7.34 kN. Pada tabel 4 berikut merupakan hasil perhitungan didapatkan nilai masing - masing gaya yang bekerja pada mobil :

**Tabel. 4** Perhitungan Gaya Teoritis

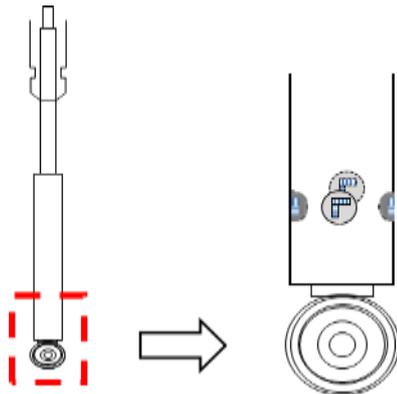
Gaya Pada Roda Depan ( <i>F Front</i> ) (N)	Gaya Pada Roda Belakang ( <i>F Rear</i> ) (N)
7341	9179

### 3.2 Perhitungan *Input Force* Secara Aktual

Data *input force* aktual diambil dengan menggunakan mobil yang sudah terpasang sensor pada *strain gauge* pada *shock absorber*nya. Pengambilan data dengan cara mengendarai mobil di *test course* PT. XXX melewati berbagai macam medan yang mewakili kondisi jalanan di Indonesia.

- a. Pemasangan Sensor *Strain Gauge*

Sebelum pengambilan data aktual, dilakukan pemasangan sensor pada *shock absorber* mobil. Sesuai dengan standar *worldwide* PT. XXX sensor dipasang sebanyak 4 pcs memutar *shock absorber* dengan jarak masing – masing sensor sebesar 90° seperti pada gambar 4. Hal ini bertujuan agar sensor *strain gauge* mampu mengukur regangan – regangan yang dihasilkan dari jalanan baik dari arah depan mobil maupun arah samping mobil [4].



**Gambar. 4** Lokasi pemasangan *strain gauge*

b. Kalibrasi Sensor *Strain Gauge*

Setelah sensor *strain gauge* dipasang, hal yang perlu dilakukan selanjutnya yaitu kalibrasi sensor *strain gauge*. Sensor *strain gauge* perlu dikalibrasi karena pada awalnya sensor ini hanya menghasilkan nilai *strain* ketika dibebani, oleh karena itu kita perlu mengetahui nilai perbandingan antara *strain* terhadap load sehingga kita mengetahui berapa load yang dihasilkan oleh *shock absorber* ketika bereaksi dan menghasilkan *strain* [5].

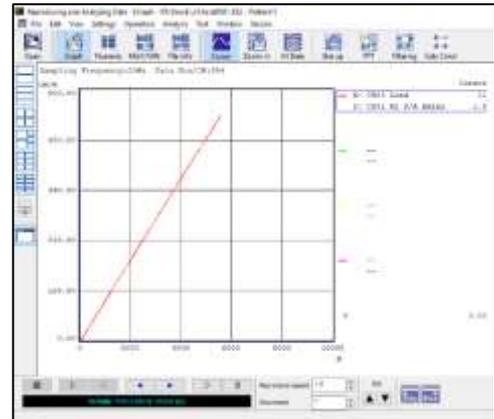
Proses kalibrasi dilakukan dengan cara menarik *shock absorber* dengan menggunakan *crane* yang dikaitkan dengan load cell yang terhubung ke dalam *software* DCS-100A untuk proses *record* kalibrasi seperti pada gambar 5. Ketika *shock absorber* ditarik maka akan *software* akan menghasilkan reaksi *strain* terhadap load sehingga muncul grafik perbandingan. Sesuai dengan standar *worldwide* PT. XXX, *crane* ditarik hingga indicator *load cell* pada *software* menunjukkan angka 5 kN, setelah itu lepas *crane* secara perlahan hingga tidak ada lagi beban yang bekerja pada *shock absorber*.



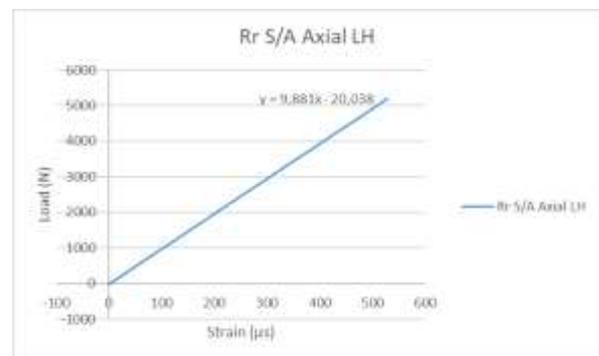
**Gambar. 5** Proses kalibrasi *shock absorber*

Pada *software* DCS-100A akan muncul grafik perbandingan antara load dan *strain* pada gambar 6, kemudian grafik tersebut dikonversi ke *excel* untuk dicari persamaan

fungsinya, sehingga didapatkan nilai *strain* tiap kilo-*newton* atas reaksi yang dihasilkan oleh *shock absorber* seperti pada gambar 7.



**Gambar 6.** Grafik hasil kalibrasi *shock absorber*



**Gambar. 7** Grafik fungsi *strain* terhadap load

Berdasarkan grafik diatas, didapatkan nilai perbandingan antara *strain* dan load yaitu sebesar 9.88 N/µs.

c. Persiapan Unit Mobil

Sebelum mobil digunakan berkendara pada *test course*, perlu dilakukan *setting* kondisi sesuai dengan spesifikasi mobil berkendara ketika membawa beban penuh didalam kabin. Hal ini bertujuan untuk merefleksikan kondisi terburuk penggunaan oleh *customer* yang mana membawah mobil dengan kapasitas penuh dan melewati jalanan yang rusak.

Dari spesifikasi mobil yang akan digunakan, didapatlah berat kosong mobil yaitu 687 kg untuk berat pada roda depan (*MFr*) dan 553 kg untuk berat pada roda belakang (*MRr*). Untuk pembebanan sesuai dengan perhitungan sebelumnya, maka target distribusi berat pada unit mobil setelah dilengkapi dengan beban sebagai berikut [10].

- Distribusi Beban Pada Roda Depan (*FR*)

$$FR = MFr + Ra \tag{5}$$

$$FR = 687 + 61.3$$

$$FR = 748.3 \text{ kg}$$

- Distribusi beban pada roda belakang (*RR*)

$$RR = MRr + Rb \tag{6}$$

$$RR = 553 + 382.7$$

$$RR = 935.7 \text{ kg}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai distribusi beban pada roda depan setelah dipasangi beban yaitu 748.3 kg untuk roda depan dan 935.7 kg untuk roda belakang. Beban ditata dengan rapi dan diikat atau dikencangkan pada kursi seperti pada gambar 8 sehingga beban tidak terperental saat mobil berjalan di *test course*.



**Gambar 8.** Pemasangan beban pada unit mobil

- d. Pengambilan Data

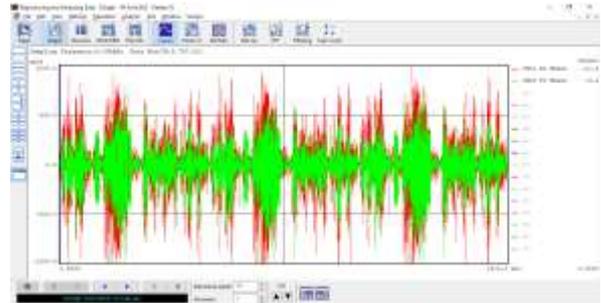
Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengendarai unit mobil di *test course* PT. XXX. Pada tahap ini, unit mobil sudah menggunakan *shock absorber* yang terpasang sensor sebelumnya. Dengan menghubungkan sensor ke data logger EDX 100-A, maka seluruh pergerakan *shock absorber* yang menghasilkan *strain* akan terekam oleh data logger dan akan tersimpan secara otomatis. Unit mobil dikendarai mengitari *test course* pada gambar 9 sebanyak 3 lap sesuai dengan standar *worldwide* PT. XXX dan juga agar pengambilan sampel semakin teliti.



**Gambar 9.** Layout *test course*

- e. Pengolahan dan Analisa Data

Setelah proses pengambilan data menggunakan unit mobil di *test course* selesai, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data, data yang diambil dari diolah menggunakan *software DAS 100-A* yaitu berupa grafik perubahan *strain* terhadap pergerakan *shock absorber* pada gambar 10 yang mana perubahan grafik tersebut juga dipengaruhi oleh kontur jalanan pada *test course*.



**Gambar10.** Grafik hasil *strain shock absorber*

Berdasarkan grafik diatas, muncul nilai maksimal pada titik puncak grafik (*peak point*) dari nilai *strain* pada *shock absorber*, hal ini menunjukkan pergerakan atas bawah *shock absorber* ketika mendapatkan reaksi di sepanjang medan *test course*. Nilai maksimal tersebut digunakan sebagai acuan beban maksimal yang masuk ke mobil melalui *shock absorber*. Terdapat 3 nilai *strain* maksimum dari 3 lap pengoperasian unit mobil yang disajikan pada tabel 5 sebagai berikut :

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran aktual nilai *strain* pada *shock absorber*

Urutan Lap	Strain Maksimum Roda Depan ( $\mu s$ )	Strain Maksimum Roda Belakang ( $\mu s$ )
Lap 1	768.8	959.6
Lap 2	782.9	978.9
Lap 3	806.5	1009.1

Setelah mendapatkan nilai *strain* maksimum pada *shock absorber*, nilai *strain* dikalikan dengan nilai kalibrasi *shock absorber* yang sudah diambil sebelumnya yaitu 9.88 N/ $\mu s$ . Maka didapat nilai beban aktual yang terjadi pada unit mobil dalam tabel 6 sebagai berikut :

**Tabel 6.** Hasil pengukuran *input force* pengukuran aktual

Urutan Lap	Beban Aktual Roda Depan (*9.88 N/ $\mu s$ )	Beban Aktual Roda Belakang (*9.88 N/ $\mu s$ )
Lap 1	7596	9481
Lap 2	7735	9672
Lap 3	7968	9970

f. Perbandingan Perhitungan Teoritis dan Aktual

Dari hasil perhitungan teoritis dan pengambilan data secara aktual mengenai pengukuran *input force*, didapatkan rangkuman hasil pada tabel 7 sebagai berikut :

**Tabel. 7** Perbandingan perhitungan teoritis dan aktual

Urutan Lap	Perhitungan Beban Teoritis Roda Depan (N)	Perhitungan Beban Teoritis Roda Belakang (N)	Beban Aktual Roda Depan (N)	Beban Aktual Roda Belakang (N)	Error Pengukuran Roda Depan (%)	Error Pengukuran Roda Belakang (%)
Lap 1	7341	9179	7855	9835	6,50%	6,70%
Lap 2	7341	9179	7898	9886	7,10%	7,20%
Lap 3	7341	9179	7968	9970	7,90%	7,90%

Berdasarkan tabel diatas pengambilan data *input force*, nilai *error* terbesar yang terjadi adalah 7.9%. Dan bisa dilihat bahwa nilai *error* antara lap 1 sampai lap 3 tidak berbeda jauh. Hal ini menunjukkan konsistensi hasil pengambilan data *input force* secara aktual. Terdapat perbedaan data antara aktual dan teoritis sebesar 7.9%, hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh tingkat fluktuasi sinyal saat pengambilan data. Fluktuasi sinyal bisa disebabkan oleh sistem pentanahan (*grounding*) yang kurang baik. Sistem pentanahan yang kurang baik akan mengakibatkan pembacaan nilai resistansi pada *strain gauge* akan terganggu dan mengakibatkan penyimpangan.

Selain sistem pentanahan, nilai *error* juga diakibatkan oleh gaya berkendara *driver* yang variatif. Setiap orang memiliki gaya berkendara sesuai dengan kebiasaan mereka masing – masing, mulai dari *driver* menancap pedal gas, mengerem, pindah gigi (*shifting*), berbelok, dan sebagainya.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil analisis perbandingan *input force* secara teoritis dan aktual yang telah dilakukan dalam penelitian diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil perhitungan *input force* secara teoritis, didapatkan hasil *input force* pada roda depan yaitu sebesar 7341 N dan pada roda belakang yaitu sebesar 9179 N. Sementara itu hasil pengambilan data secara aktual menggunakan unit mobil pada *test course* PT. XXX, didapatkan nilai aktual *input force* pada roda depan pada lap 1 sebesar 7855 N, pada lap 2 sebesar 7898, dan pada lap 3 sebesar 7968 N. Kemudian nilai actual *input force* pada roda belakang yaitu pada lap 1 sebesar 9835 N, pada lap 2 sebesar 9886 N, dan pada lap 3 sebesar 9970 N.
- b. Rata – rata nilai *error* pengambilan data *input force* aktual terhadap perhitungan secara teoritis pada roda depan yaitu sebesar 7.2% dan pada roda belakang yaitu sebesar 7.3%.

Dari pengambilan data dan perhitungan *input force* dapat disimpulkan bahwa nilai *error* tiap pengambilan data konsisten di angka 6% - 7% sehingga memiliki nilai akurasi sebesar 93%-94%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil *input force* baik melalui teoritis maupun aktual memberikan hasil yang cukup seragam. Namun, perlu dilakukan analisa lanjutan agar tingkat *error* pengukuran dan perhitungan *input force* dapat berkurang, sehingga metode ini dapat menjamin ketepatan data *input force*.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran *input force* secara aktual, diantaranya yaitu gaya berkendara dari *driver* yang membawa unit mobil, kestabilan berkendara, dan metode *shifting*, menginjak pedal gas, rem, dan kopling, maupun saat berbelok. Hal ini berpengaruh karena tingkat sensitivitas sensor *strain gauge* yang tinggi. Oleh karena itu proses pengambilan data secara aktual perlu dilakukan oleh pengemudi yang sudah memiliki jam terbang yang cukup tinggi untuk membawa kendaraan secara stabil.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Majanasastra, R. B. S. (2014). Analisis shock absorber roda depan kendaraan roda empat jenis suzuki carry 1000. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma*, 2(1), 1–16.
- [2]. Riantiningsih, M. D. (2019). Analisa Akurasi Penggunaan Strain Gauge Dan Transducer Pada Kunci Momen, 08(2), 1–15.
- [3]. Majanasastra, B. S. (2013). Analisis Defleksi Dan Tegangan Shock Absorber Roda Belakang Sepeda Motor Yamaha Yupiter. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi*, 1(1), 1–7.
- [4]. Magga, R. (2011). Penggunaan Strain Gage ( Load Cell ) Untuk Analisa. *Jurnal Mekanikal*, 2(1), 53–61.
- [5]. Sugiarti, E., Desiati, R. D., Puranto, P., Astuti, E. T., & Waluyo, T. B. (2007). Evaluasi Perancangan Sensor Fiber Optik Plastik untuk Pengukuran Stress dan Strain. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(2), 070203. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v3i2.994>
- [6]. Ningrum, Catrisia. (2020). Analisis Pengujian Lower Guard Frame Berdasarkan Pembebanan Aktual dengan Metode CAE Finite Elements Analysis, 2(11), 1–6.
- [7]. Brown, J., Robertson, A.J. and Serpento, S. (2001) MotorVehicle Structures, 9780750651349
- [8]. Appian-Smith, J (2001) Introduction to Modern Vehicle Design, 9780750661294
- [9]. Reimpell, J., Stoll, H. and Betzler, J. (2001) Automotive Chassis: Engineering Principles, 9780750650540
- [10]. Otomotif, P. T., Tenik, F., & Medan, U. N. (2015). ( Shock Absorber ), (5132122012).