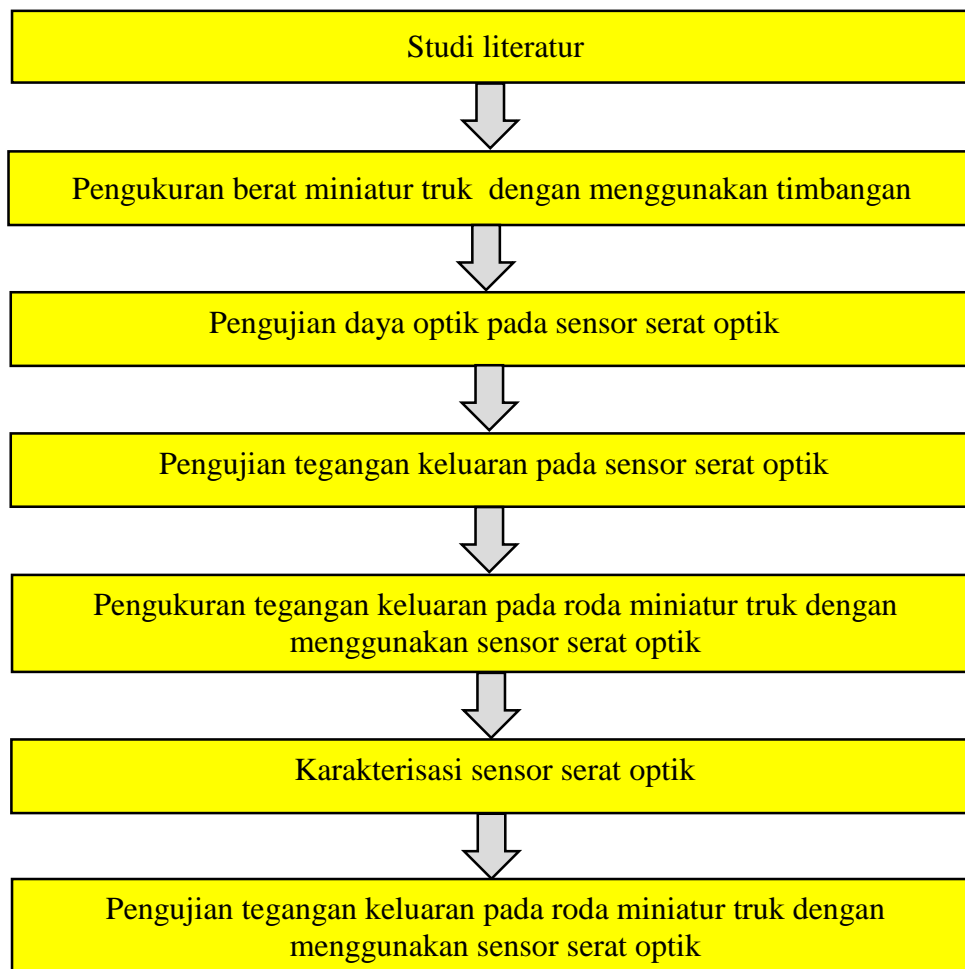


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian sensor serat optik untuk *Weight In Motion* (WIM) pada replika kendaraan statis dan dinamis adalah dengan melakukan studi literatur dan melakukan percobaan di Laboratorium. Adapun tahapan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada :

Waktu Pelaksanaan : Maret – Juni 2015

Tempat Pelaksanaan : Laboratorium *Fiber* Optik Pusat Penelitian Fisika -

Widodo, 2015

UJI COBA DAN ANALISIS SENSOR SERAT OPTIK UNTUK WEIGHT IN MOTION (WIM) PADA REPLIKA KENDARAAN STATIS DAN DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LIPI, Kawasan PUSPIPTEK Serpong Kota Tangerang Selatan, Banten 15314 No telepon (021) 7560570.

C. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa alat dan bahan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Light Emitting Diode (LED)*

Light Emitting Diode (LED) yang ditunjukkan pada gambar 3.1. digunakan sebagai sumber cahaya yang dilewatkan pada kabel serat optik. Pada penelitian ini LED menggunakan *stabilized light source* MG9001A jenis MG0917D. Cahaya dari *stabilized light source* MG9001A memiliki *wavelength* 1310 nm, *output power* -35 dBm (GI) / -50 dBm (SM), *attenuation setting range* 0-6 dB, 0,01 dB steps.



Gambar 3.1. *Stabilized Light Source* MG9001A

2. *Photodetector*

Photodetector digunakan sebagai penguat operasional sinyal dari sumber cahaya LED. Pada penelitian ini *photodetector* yang digunakan adalah *ThorLabs* PDA50B-EC seperti yang terlihat pada gambar 3.2. *ThorLabs* PDA50B-EC mempunyai panjang gelombang 800-1800 nm, *bandwidth range* 460 kHz BW, *active area* 19,6 mm², Output ± 12 VDC, 0,25 A.



Gambar 3.2. *ThorLabs* PDA50B-EC

3. *Data Acquisition (DAQ)*

Data Acquisition (DAQ) digunakan sebagai akuisisi data sinyal yang telah dikuatkan oleh *photodetector* untuk ditampilkan pada komputer. Pada penelitian

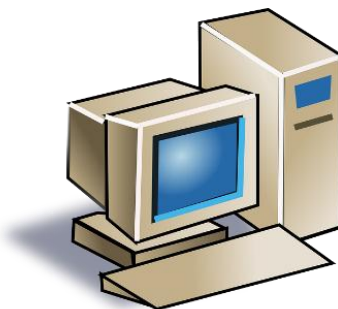
ini akuisisi data menggunakan DT9816 seperti yang terlihat pada gambar 3.3. DT9816 mempunyai *sampling rate* hingga 750 kS/s per *channel* dan resolusi ADC 16 bit.



Gambar 3.3. DT9816

4. Komputer

Komputer yang digunakan telah dilengkapi dengan *software weight in motion sensor* buatan Pusat Penelitian Fisika LIPI. Komputer seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4. digunakan sebagai penampil hasil pengukuran dimana besaran yang ditampilkan pada komputer tersebut berupa nilai kecepatan dan nilai tegangan keluaran. Selain itu komputer juga digunakan sebagai penampil hasil pengukuran berat *axle load* roda miniatur truk pada timbangan digital.

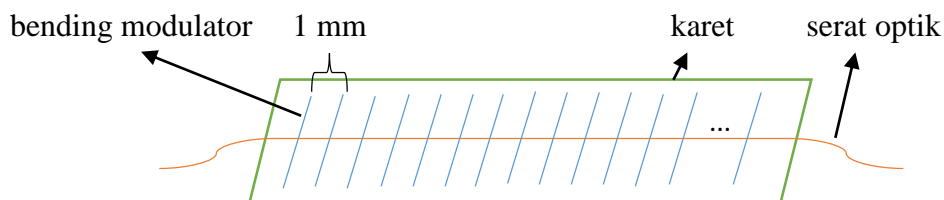


Gambar 3.4. Komputer

5. Sensor Serat Optik

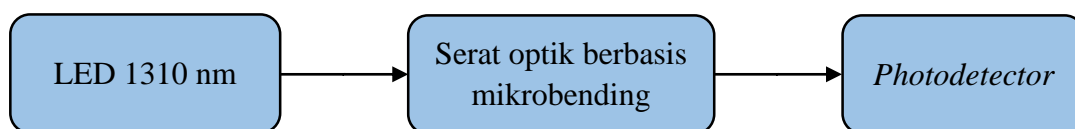
Rancangan serat optik berbasis mikrobending yang digunakan sebagai sensor berat kendaraan ditunjukkan pada gambar 3.5. Pada pembuatannya menggunakan beberapa alat dan bahan diantaranya karet dengan panjang 30 cm, lebar 5 cm, dan tebal 1 cm, serat optik jenis *multi mode* dengan diameter *core* 50 μm dan diameter *cladding* 125 μm , tusuk gigi bahan bambu dengan panjang 4 cm sebanyak 64 buah, *niser silicone rubber* produk RTV-586 sebanyak 0,78 liter, *hardener* sebanyak 5 mL, dan *double tip*. Mula-mula menempelkan *double tip* pada karet, mengupas jaket pada serat optik kira-kira sepanjang 40 cm kemudian meletakkan bagian serat optik yang terkupas tersebut di tengah karet dengan posisi horizontal

atau sejajar dengan panjang karet. Setelah itu meletakkan bending modulator berupa tusuk gigi melintang di atas serat optik dengan jarak antar tusuk giginya 1 mm. Tahap berikutnya yaitu melakukan pengecoran menggunakan *Silicon rubber* yang telah dicampur dengan menggunakan *hardener*. Setelah pengecoran selesai, sensor dibiarkan hingga mengeras dan siap digunakan.



Gambar 3.5. Skema serat optik berbasis mikrobending

Skema sensor serat optik yang digunakan sebagai sensor berat kendaraan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Skema sensor serat optik

Seberkas cahaya yang datang dari sebuah LED dengan panjang gelombang 1310 nm dilewatkan pada sebuah serat optik berbasis mikrobending. Serat optik tersebut akan menerima beban sehingga terjadi mikrobending yang menyebabkan intensitas cahaya setelah melalui serat optik tersebut menjadi berkurang. Intensitas cahaya LED ini dideteksi dan dikuatkan oleh *photodetector*. *Output* dari *photodetector* ini berupa tegangan keluaran.

6. Power Meter

Power meter digunakan sebagai alat pengukur daya optik dari sumber cahaya LED yang merambat melalui serat optik. Pada penelitian ini power meter yang digunakan adalah jenis *Optical Handy Power Meter ML9002A* seperti yang terlihat pada gambar 3.7.



Widodo, 2015

UJI COBA DAN ANALISIS SENSOR SERAT OPTIK UNTUK WEIGHT IN MOTION (WIM) PADA REPLIKA KENDARAAN STATIS DAN DINAMIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.7. *Optical Handy Power Meter ML9002A*

7. Miniatur truk

Miniatur truk seperti pada gambar 3.8. digunakan sebagai objek pengukuran berat replika kendaraan statis dan dinamis. Miniatur truk yang digunakan pada penelitian ini memiliki panjang 84 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 45 cm. Jarak antara roda depan dan roda belakang miniatur truk adalah 38 cm.



Gambar 3.8. Miniatur truk

8. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan sebagai pembanding hasil pengukuran berat miniatur truk statis dan dinamis menggunakan sensor serat optik. Timbangan digital pada gambar 3.9. merupakan produk PT. Kenko Elektrik Indonesia yang memiliki kapasitas beban sebesar 200 kg. Berdasarkan permukaannya timbangan digital mempunyai panjang 51 cm, lebar 39 cm, tinggi 10 cm. Dengan menggunakan *software smartscale* desktop, berat suatu beban dapat ditampilkan pada komputer.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

9. Beban Statis

Beban statis ditunjukkan pada gambar 3.10. Beban statis digunakan untuk menguji respon daya optik dan tegangan keluaran pada sensor serat optik dengan cara meletakkan beban statis di atas sensor serat optik dengan berat beban statis

yang berbeda-beda. Pada pengujian ini digunakan 4 buah beban statis dimana berat tiap bebannya sebesar 20 kg.



Gambar 3.10. Beban statis

D. Langkah - Langkah Penelitian

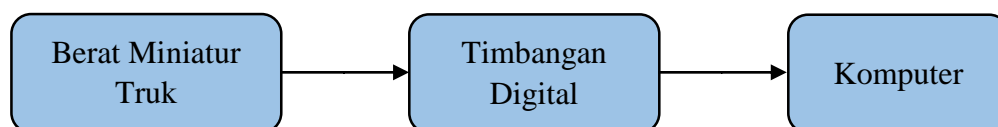
Pada penelitian ini penulis melakukan beberapa tahapan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahapan ini penulis mengumpulkan sumber bacaan yang bisa dijadikan sebagai referensi yang dapat mendukung penelitian penulis. Sumber bacaan tersebut berupa media cetak dan media elektronik.

2. Pengukuran Berat Miniatur Truk dengan Menggunakan Timbangan

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui berat total miniatur truk dengan menggunakan timbangan. Pengukuran ini dilakukan pada miniatur truk statis dan dinamis. Pada pengukuran ini penulis membuat rangkaian seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Pengukuran berat miniatur truk menggunakan timbangan

a. Pengukuran Berat Miniatur Truk Statis

Pengukuran berat miniatur truk statis dilakukan dengan cara meletakkan roda depan dan roda belakang miniatur truk secara bergantian di atas timbangan digital. Timbangan digital akan mendeteksi berat *axle load* roda depan dan berat *axle load* roda belakang miniatur truk. Data dari timbangan digital akan dikirimkan ke komputer dengan menggunakan kabel RS232 sehingga berat *axle load* roda depan dan roda belakang miniatur truk dapat ditampilkan pada komputer. Untuk mengetahui berat total miniatur truk dapat dilakukan dengan menjumlahkan berat *axle load* roda depan dan berat *axle load* roda belakang dari miniatur truk tersebut. Pengukuran berat miniatur truk

statis dilakukan dalam 3 keadaan, keadaan pertama yaitu miniatur truk tanpa muatan, keadaan kedua yaitu miniatur truk yang ditambahkan muatan 20 kg, kondisi ketiga yaitu miniatur truk yang ditambahkan muatan 40 kg.

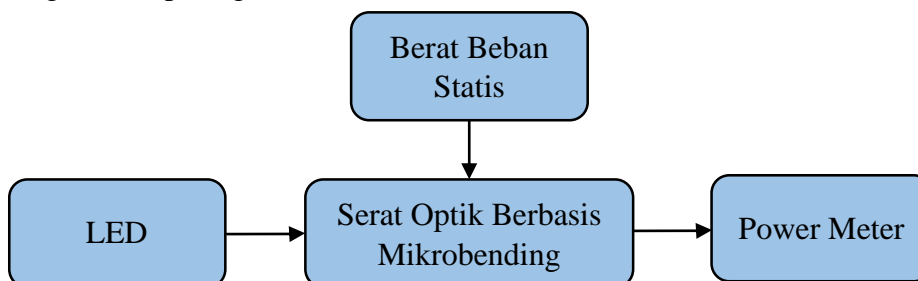
b. Pengukuran Berat Miniatur Truk Dinamis

Pengukuran berat miniatur truk dinamis dapat dilakukan dengan cara mendorong miniatur truk sehingga melaju di atas lintasan. Di tengah lintasan tersebut diletakkan sebuah timbangan digital. Timbangan digital akan mengukur berat *axle load* roda depan dan berat *axle load* roda belakang miniatur truk selama roda tersebut berada di atas timbangan digital. Data dari timbangan digital akan dikirimkan ke komputer dengan menggunakan kabel RS232 sehingga berat roda depan dan roda belakang miniatur truk dapat ditampilkan pada komputer. Untuk mengetahui berat total miniatur truk dalam keadaan dinamis dapat dilakukan dengan menjumlahkan berat roda depan dan berat roda belakang dari miniatur truk tersebut.

Pengukuran berat miniatur truk dinamis dilakukan dalam 3 keadaan, keadaan pertama yaitu miniatur truk tanpa muatan, keadaan kedua yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 20 kg, kondisi ketiga yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 40 kg. Pada masing-masing keadaan tersebut miniatur truk di dorong dengan kecepatan mendekati 0,5 km/jam, 1 km/jam, 1,5 km/jam, 2 km/jam, dan 2,5 km/jam.

3. Pengujian Daya Optik pada Sensor Serat Optik

Pengujian ini dilakukan untuk melakukan uji kelayakan sensor serat optik dengan menganalisis kelinieritasan hubungan antara daya optik terhadap variasi beban statisnya. Dalam melakukan pengujian ini penulis membuat rangkaian seperti gambar 3.12.



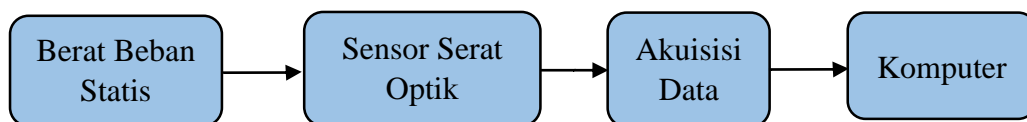
Gambar 3.12. Pengujian daya optik pada serat optik berbasis mikrobending

Seberkas cahaya yang datang dari sebuah LED dengan panjang gelombang 1310 nm dilewatkan pada sebuah serat optik berbasis mikrobending. Di atas serat optik tersebut diletakkan sebuah beban statis yang beratnya bervariasi. Akibat variasi beban statis menyebabkan terjadinya mikrobending sehingga besar intensitas cahayanya bervariasi. Besar intensitas cahaya dapat merepresentasikan besar daya optiknya. Besarnya daya optik akan ditampilkan pada power meter.

Pada proses pengambilan datanya, mula-mula melakukan pengukuran daya optik ketika di atas sensor serat optik tidak ada beban statis. Selanjutnya melakukan pengukuran daya optik ketika di atas sensor serat optik diletakkan beban statis dengan berat 20 kg, 40 kg, 60 kg, dan 80 kg. Dari data tersebut maka dapat diperoleh grafik antara besarnya daya optik terhadap variasi bebannya.

4. Pengujian Tegangan Keluaran pada Sensor Serat Optik

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kelayakan sensor serat optik dengan menganalisis respon tegangan keluaran terhadap variasi berat beban statisnya. Dalam pengujian ini penulis membuat rangkaian seperti diagram blok yang ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Pengujian tegangan keluaran pada sensor serat optik

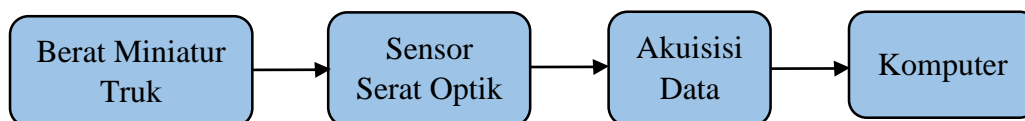
Sensor serat optik akan mendeteksi berat beban yang diletakkan di atasnya. Akibat beban tersebut menyebabkan terjadinya mikrobending sehingga besar intensitas cahayanya berkurang. Sinyal dari sensor serat optik akan dikonversi menjadi sinyal digital dan akan diolah dengan menggunakan akuisisi data (DAQ). Dari hasil akuisisi data, besarnya tegangan keluaran akan ditampilkan pada komputer untuk setiap berat beban statisnya.

Pada proses pengambilan datanya, mula-mula melakukan pengukuran tegangan keluaran ketika di atas sensor serat optik tidak ada beban statis. Kemudian melakukan pengukuran tegangan keluaran ketika di atas sensor diletakkan beban statis dengan berat 20 kg, 40 kg, 60 kg, dan 80 kg. Dari data

tersebut maka dapat diperoleh grafik antara besarnya tegangan keluaran terhadap variasi bebannya.

5. Pengukuran Tegangan Keluaran pada Roda Miniatur Truk dengan Menggunakan Sensor Serat Optik

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan keluaran miniatur truk baik dalam keadaan statis maupun dalam keadaan dinamis. Dalam melakukan pengukuran ini penulis membuat rangkaian seperti yang telah ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Pengukuran tegangan keluaran pada roda miniatur truk dengan menggunakan sensor serat optik.

a. Pengukuran Tegangan keluaran pada roda Miniatur Truk Statis

Sensor serat optik akan mendeteksi berat beban yang diletakkan di atasnya. Akibat beban tersebut menyebabkan terjadinya mikrobending sehingga besar intensitas cahayanya berkurang. Sinyal dari sensor serat optik akan dikonversi menjadi sinyal digital dan akan diolah dengan menggunakan DAQ. Besarnya tegangan keluaran untuk *axle load* roda depan dan *axle load* roda belakang miniatur truk akan ditampilkan pada komputer. Tegangan keluaran total miniatur truk yaitu jumlah tegangan keluaran untuk *axle load* roda depan dan *axle load* roda belakang dari miniatur truk tersebut. Pengukuran berat miniatur truk statis dilakukan dalam 3 keadaan, keadaan pertama yaitu miniatur truk tanpa muatan, keadaan kedua yaitu miniatur truk yang ditambahkan muatan 20 kg, kondisi ketiga yaitu miniatur truk yang ditambahkan muatan 40 kg.

b. Pengukuran Tegangan Keluaran pada Roda Miniatur Truk Dinamis

Pada pengukuran berat miniatur truk dinamis dapat dilakukan dengan cara mendorong miniatur truk sehingga melaju di atas lintasan. Di tengah lintasan diletakkan sebuah sensor serat optik. Sensor serat optik akan mengukur tegangan keluaran *axle load* roda depan dan *axle load* roda belakang selama roda tersebut berada di atas sensor serat optik. Tegangan keluaran total

miniatur truk yaitu jumlah tegangan keluaran untuk *axle load* roda depan dan *axle load* roda belakang dari miniatur truk.

Pengukuran berat miniatur truk dinamis dilakukan dalam 3 keadaan, keadaan pertama yaitu miniatur truk tanpa muatan, keadaan kedua yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 20 kg, kondisi ketiga yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 40 kg. Pada masing-masing keadaan tersebut miniatur truk didorong dengan kecepatan mendekati 0,5 km/jam, 1 km/jam, 1,5 km/jam, 2 km/jam, dan 2,5 km/jam. Besarnya kecepatan miniatur truk tersebut dapat dideteksi dengan menggunakan sensor kecepatan yang dipasang di bawah lintasan.

6. Karakterisasi Sensor Serat Optik

Karakterisasi dilakukan pada sensor serat optik yang telah dibuat sebelum sensor tersebut digunakan dalam pengukuran. Pada karakterisasi ini dilakukan perbandingan hasil pengukuran berat miniatur truk dengan menggunakan sensor dan hasil pengukuran berat miniatur truk dengan menggunakan timbangan. Mula-mula dilakukan perbandingan hasil pengukuran berat dengan menggunakan sensor dan timbangan untuk miniatur truk dalam keadaan statis, baik miniatur truk tanpa muatan, miniatur truk bermuatan 20 kg, dan miniatur truk bermuatan truk 40 kg. Dari hasil perbandingan tersebut didapatkan konversi nilai tegangan keluaran terhadap besaran berat miniatur truk tersebut untuk setiap keadaannya. Sehingga didapatkan konversi rata-rata nilai tegangan keluaran terhadap rata-rata besaran berat miniatur truk dari tiga keadaan tersebut.

Pembandingan berikutnya dilakukan pada miniatur truk dalam keadaan dinamis. Sama halnya dengan perbandingan hasil pengukuran untuk miniatur truk statis, pada miniatur truk dalam keadaan dinamis juga dilakukan perbandingan hasil pengukuran berat dengan menggunakan sensor dan timbangan baik miniatur truk tanpa muatan, miniatur truk bermuatan 20 kg, dan miniatur truk bermuatan truk 40 kg. Pembandingan ini dilakukan untuk satu nilai kecepatan, masing-masing dengan kecepatan mendekati 0,5 km/jam, 1 km/jam, 1,5 km/jam, 2 km/jam, dan 2,5 km/jam dengan beberapa data nilai tegangan keluaran yang telah dikonversi ke dalam kilogram. Dari hasil

pembandingan tersebut maka didapatkan hubungan antara berat miniatur truk untuk setiap kecepatannya sehingga didapatkan konversi rata-rata nilai kecepatan terhadap rata-rata besaran berat miniatur truk tersebut. Dari hasil karakterisasi sensor serat optik maka akan didapatkan persamaan untuk menghitung berat miniatur truk dan persamaan yang didapatkan tersebut hanya berlaku untuk pengukuran berat miniatur truk menggunakan sensor ini.

7. Pengujian Tegangan Keluaran pada Roda Miniatur Truk Dinamis dengan Menggunakan Sensor Serat Optik

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur berat miniatur truk dinamis dengan mengetahui nilai tegangan keluaran total miniatur truk. Pengujian ini dilakukan dalam 3 keadaan, keadaan pertama yaitu miniatur truk tanpa muatan, keadaan kedua yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 20 kg, kondisi ketiga yaitu miniatur truk ditambahkan muatan 40 kg. Pada masing-masing keadaan tersebut miniatur truk didorong dengan kecepatan antara 0,5 km/jam dan 1 km/jam. Nilai tegangan keluaran total miniatur truk tersebut kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang didapatkan dari hasil karakterisasi sensor. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka berat miniatur truk dapat diketahui.