
Aplikasi *Weigh in Motion* Menggunakan Metode Estimasi Untuk Mengukur Beban dan Kecepatan Kendaraan Bergerak

Iif Ahmad Syarif¹, Abdul Muis Prasetya²

¹Program Studi Teknik Sipil, FT UBT, Tarakan
²Program Studi Teknik Elektro, FT UBT, Tarakan
E-mail: ¹iifahmads@gmail.com

Received 09 Mei 2019; Reviewed 12 Mei 2019; Accepted 31 Mei 2019

<http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>

Abstract

Humans as users of transportation modes, of course, want the ability of vehicles that are able to carry as much cargo as possible and on the fastest trip. This condition often results in the vehicle carrying the maximum load even exceeding the carrying capacity. On this basis and to maximize the results of data collection in the form of traffic volumes and vehicle loads, it is necessary to attempt to check the load of vehicles or trucks passing through the road without causing queues and congestion. To that can be done using a dynamic weighbridge which utilize methods of Weigh In Motion (WIM). The WIM system is equipped with the ability to measure vehicle loads when the truck runs at a certain speed through sensors placed below the road surface. The results showed that the WIM prototype can measure the speed and weight of the vehicle running successfully, the measurement results of running vehicle loads have an average error of 14.9%.

Keywords: *Transportation, Weigh In Motion, Load, Speed*

Abstrak

Manusia sebagai pengguna moda transportasi, tentunya menginginkan kemampuan kendaraan yang mampu membawa muatan sebanyak-banyaknya dan dalam perjalanan yang paling cepat. Kondisi ini seringkali mengakibatkan kendaraan mengangkut muatan paling maksimal bahkan melebihi kapasitas angkut. Atas dasar tersebut dan untuk memaksimalkan hasil pengumpulan data berupa volume lalu lintas serta beban kendaraan, perlu adanya upaya pengecekan beban kendaraan ataupun truk yang melewati jalan tanpa menimbulkan antrian dan kemacetan. Untuk itu dapat dilakukan dengan menggunakan jembatan timbang dinamis yang memanfaatkan metode *Weigh In Motion* (WIM). Sistem WIM dilengkapi dengan kemampuan mengukur beban kendaraan ketika truk berjalan dengan kecepatan tertentu melewati sensor yang diletakkan di bawah permukaan jalan. Hasil penelitian menunjukkan *prototipe* WIM dapat mengukur kecepatan dan berat kendaraan berjalan dengan sukses, hasil pengukuran beban kendaraan berjalan mempunyai *error* rata-rata sebesar 14.9%.

Kata kunci: *Transportasi, Weigh In Motion, Beban, Kecepatan*

1. Pendahuluan

Transportasi secara umum dapat juga diartikan sebagai usaha pemindahan, atau penggerakan orang atau barang dari suatu lokasi, yang disebut lokasi asal, ke lokasi lain, yang disebut lokasi tujuan, untuk keperluan tertentu dengan mempergunakan alat tertentu pula (Miro. F, 2012). dengan definisi tersebut, usaha perpindahan dari lokasi asal ke lokasi tujuan dengan moda transportasi juga melewati

media yang disebut sebagai prasarana transportasi. Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat yang hingga saat ini masih merupakan prasarana transportasi paling efektif dan sering digunakan oleh manusia dalam melakukan kegiatan transportasi.

Dasar dari perencanaan dan penyediaan jalan ditujukan untuk dapat memberikan dukungan yang baik terhadap moda transportasi yang menggunakannya. Dukungan yang baik ini berupa kapasitas dan kemampuan menahan beban. Moda transportasi darat yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan penyediaan jalan adalah kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor sebagai bagian dari moda transportasi darat terus mengalami perkembangan baik jumlah, bentuk, kemampuan, dan ukuran. Perkembangan jumlah, bentuk, dan ukuran secara sistemik memberikan dampak terhadap daya dukung jalan untuk mampu menahan beban serta perubahan terhadap dimensi jalan (Sari, 2014).

Perkembangan kendaraan tersebut tentunya memberikan efisiensi bagi pengguna kendaraan. Manusia sebagai pengguna moda transportasi, tentunya menginginkan kemampuan kendaraan yang mampu membawa muatan sebanyak-banyaknya dan dalam perjalanan yang paling cepat. Kondisi ini seringkali mengakibatkan kendaraan mengangkut muatan paling maksimal bahkan melebihi kapasitas angkut. Muatan berlebih ini mengakibatkan kemampuan jalan untuk menahan beban berkurang dari umur rencana seharusnya (Morisca, 2014).

Pada perencanaan infrastruktur, beban yang bekerja menjadi dasar untuk menentukan desain. Pada jalan, volume lalu lintas dan berat kendaraan menjadi salah satu faktor untuk menentukan tebal perkerasan. Volume lalu lintas dan beban kendaraan merupakan data primer yang pengumpulannya memerlukan ketelitian dan akurasi yang baik untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Disamping volume dan beban kendaraan terdapat kemampuan kendaraan untuk mengembangkan kecepatan yang sangat tinggi, hal ini juga menjadi perhatian dari sisi keselamatan dan kepadatan lalu lintas (Kurniati, 2017).

Atas dasar tersebut untuk memaksimalkan hasil pengumpulan data berupa volume lalu lintas dan beban kendaraan, perlu adanya upaya pengecekan beban kendaraan ataupun truk yang melewati jalan. Pengecekan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem pemilah beban atau yang sering disebut sebagai jembatan timbang. Jembatan timbang akan memonitoring dan menghitung beban kendaraan ketika kendaraan melewati sensor beban. Sehingga penggunaan jembatan timbang dapat menjadi solusi alternatif untuk mencegah dan mengurangi terjadinya masalah akibat kerusakan jalan yang diakibatkan kelebihan muatan (Atiya dkk, 2014).

Jembatan timbang yang pada umumnya digunakan dalam memonitoring beban kendaraan merupakan jembatan timbang yang bersifat statis, dimana pengukuran beban total dari kendaraan dilakukan tepat ketika kendaraan berada di atas sensor sehingga dapat menyebabkan penumpukan kendaraan pada area jembatan timbang dan juga dapat melebar hingga ruas jalan akibatnya dapat berdampak kemacetan pada ruas jalan apabila arus jalan sedang padat. Hal tersebut menyebabkan penggunaan jembatan timbang statis kurang efisien, sehingga diperlukan adanya sistem pemilah beban yang dapat langsung menentukan beban ketika kendaraan melewati sensor beban pada kendaraan.

Untuk mengatasi kekurangan dari jembatan timbang dibuatlah sistem pemilah beban berupa jembatan timbang dinamis yang memanfaatkan metode *Weigh In Motion* (WIM). Metode pemilah WIM digunakan untuk memberikan batas muatan yang diperbolehkan pada kendaraan bermuatan atau truk. WIM dilengkapi dengan kemampuan mengukur beban kendaraan ketika truk berjalan dengan kecepatan tertentu melewati sensor yang diletakkan di bawah permukaan aspal. Sistem WIM efektif dalam pengumpulan data suatu penelitian rancangan pembuatan jalan, pemantauan lalu lintas, serta penentuan berat kendaraan. Kelebihan lain dari penggunaan sistem WIM, yaitu dapat meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan untuk perbaikan jalan serta perencanaan transportasi jalan yang lebih baik untuk kedepannya (Martina, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti melakukan pendekatan awal terhadap rancang-bangun alat survei lalu lintas menggunakan WIM. Pendekatan ini berupa pembuatan *prototipe* alat survei

lalu lintas yang bekerja atas sensor *load cell*. *Load cell* sistem WIM memanfaatkan beban sel tunggal dengan dua skala untuk mendeteksi poros dan berat kedua sisi kanan dan kiri roda secara bersamaan. Ketika kendaraan melewati sel beban, sistem akan mencatat berat yang terukur untuk masing-masing skala dan menggabungkan keduanya untuk mengetahui berat pada poros. Dengan harapan alat bantu survei ini mampu memberikan kemudahan terhadap para pengumpul data lalu lintas dan pengguna data lalu lintas dalam merencanakan jalan yang lebih baik, untuk kemajuan transportasi di Indonesia.

2. Metode Penelitian

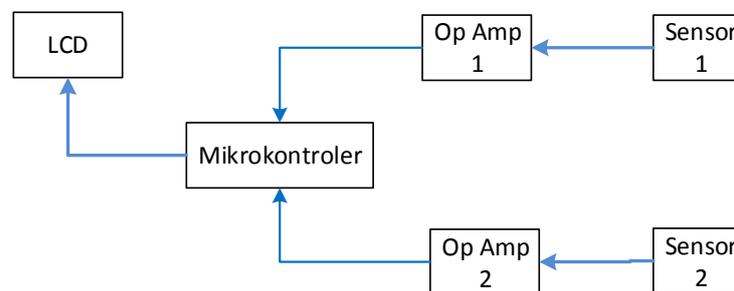
Penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan berat dan kecepatan kendaraan bergerak menggunakan keunggulan WIM. Pembuatan sistem WIM dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan. Adapun pengolahan dan interpretasi data dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Borneo Tarakan. Untuk mencapai tujuan yang diharapkan dari penelitian ini, maka terdapat beberapa tahapan penelitian yang telah dilakukan. Adapun tahapan dari penelitian ini adalah pengkajian pustaka, diagram alir WIM, kalibrasi WIM, pengambilan data, pengolahan data dan analisa data.

Pengkajian Pustaka

Pengkajian terhadap kajian pustaka yang menjadi dasar keilmuan dalam melakukan penelitian merupakan dasar dari penelitian ini, dalam tahapan ini juga dilakukan analisa awal. Analisa ini dimaksudkan sebagai latar belakang awal untuk menggambarkan hasil penelitian-penelitian sejenis yang telah dilakukan peneliti sebelumnya.

Diagram Alir WIM

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram alir WIM, berikut ini merupakan gambar sistem WIM yang diajukan pada penelitian ini.



Gambar 1. Diagram sistem WIM

Desain sistem WIM pada penelitian ini datanya terpusat pada mikrokontroler, baik data dari sensor 1 maupun dari sensor 2. Sinyal dari sensor diperkuat sesuai dengan spesifikasi masukan mikrokontroler untuk memudahkan proses konversi data, sinyal sensor pada penelitian ini diperkuat dengan Op Amp. Mikrokontroler digunakan untuk memproses data kedua sensor untuk mendapatkan kecepatan dan berat kendaraan. Pada bagian akhir dari desain WIM adalah penempatan LCD sebagai unit antar muka untuk memudahkan proses pembacaan hasil saat melakukan pengambilan data atau untuk memperlihatkan kecepatan dan berat kendaraan tersebut saat melewati sistem.

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem WIM harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan alat ukur yang standar, sehingga hasil pengukuran menjadi akurat. Proses ini dilakukan dengan cara menghitung nilai perubahan sinyal dari sensor yang akan masuk ke dalam mikrokontroler. Langkah pengambilan data ini dilakukan untuk memperoleh korelasi antara data sensor berat dengan data timbangan melalui regresi linier, sehingga nilai yang terbaca pada WIM mendekati nilai pada timbangan.

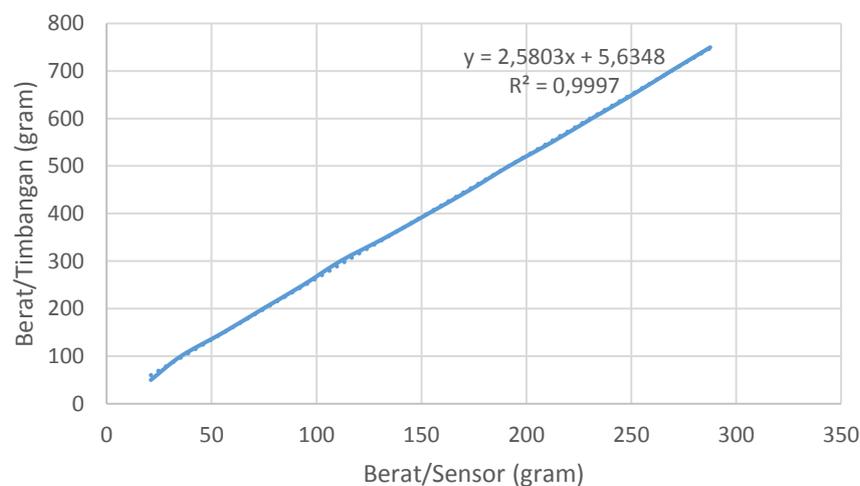


Gambar 2 Proses kalibrasi sensor

Tabel 1 Data kalibrasi sensor WIM

No.	Berat	Sensor 1	Sensor 2
1	50	21	18.3
2	100	35.32	32.6
3	150	55.62	53.4
4	200	74.5	73.4
5	250	93.7	92.5
6	300	111.33	109.8
7	350	133	131.5
8	400	153.2	152.2
9	450	173.1	172.4
10	500	191.66	191.2
11	550	212	212
12	600	231.1	231
13	650	250.5	250.4
14	700	268.9	268.7
15	750	287.6	287.2

Langkah pengambilan data ini dilakukan untuk mengkorelasikan data dengan timbangan standar, sehingga nilai yang terbaca pada WIM mendekati nilai pada timbangan. Data pada Tabel 1 diolah dengan software sehingga didapatkan nilai regresi linier.



Gambar 3 Kurva perbandingan antara respon sensor 1 dan timbangan

Setelah didapat nilai korelasi dengan regresi linier, persamaan tersebut dimasukkan dalam sketch program mikrokontroler. Program yang tertanam pada mikrokontroler dijalankan dan dicoba dengan mengambil beberapa data, data tersebut digunakan untuk mengetahui hasil pengukuran WIM terhadap timbangan standar.

3.1. Kalibrasi Sensor Terhadap Beban Bergerak

Kalibrasi dilakukan dengan cara menyalakan miniatur kendaraan dengan berat total ± 3 Kg menggunakan kecepatan yang berbeda. Proses ini dilakukan untuk mengetahui prosentase berat terhadap kecepatan.



Gambar 4 Kalibrasi sensor terhadap beban bergerak

Pengukuran kecepatan dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

v adalah kecepatan kendaraan, s merupakan jarak dan t waktu. Jarak dapat dihitung dengan melihat posisi sensor 1 terhadap sensor 2, sedangkan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dapat menggunakan perbedaan waktu aktivasi sensor 1 dan sensor 2.

$$t = \Delta t \quad (2)$$

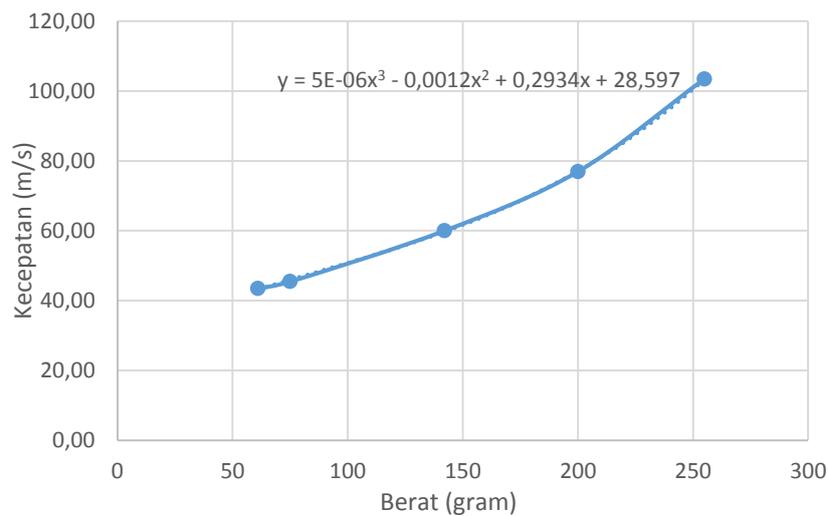
$$t = t_1 - t_2 \quad (3)$$

Tabel 2 Data kalibrasi kecepatan kendaraan terhadap prosentase beban

No.	Kecepatan (m/s)	Berat (gram)	Prosentase Berat (%)
1	255	29	103.45
2	200	39	76.92
3	142	50	60.00
4	75	66	45.45
5	61	69	43.48

Berdasarkan kalibrasi kecepatan terhadap prosentase beban kendaraan, maka untuk mencari beban kendaraan adalah sebagai berikut :

$$wim = (0.000005v^3 - 0.0012v^2 + 0.2934v + 28.597)w \quad (4)$$



Gambar 5 Kurva perbandingan antara kecepatan dan prosentase berat kendaraan

3.2. Pengujian dan Pengambilan Data

Tujuan dilakukan pengujian dan pengambilan data ini agar diketahui validitas antara sistem WIM yang telah dibuat dengan kondisi sebenarnya.

Tabel 3 Data hasil pengujian

No.	Beban referensi	Kecepatan	WIM (gram)	Error (%)
1	3000	70	2563	14.5
2	3000	120	2537	15.4
3	3000	150	2561	14.6
4	3000	170	2597	13.4
5	3000	180	2580	13.9
6	3000	225	2454	18.2
7	3000	260	2567	14.4

Dari hasil pengujian yang telah dihitung terdapat selisih nilai uji dan nilai referensi yang tidak terlalu jauh dengan rata-rata *error* yang kurang dari 14.9 %.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Sensor load cell sukses digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan bergerak
2. Sensor load cell sukses diterapkan untuk pengukuran beban kendaraan bergerak
3. Selisih pengukuran WIM dengan beban referensi mempunyai rata-rata *error* yang kurang dari 14.9%.

Daftar Pustaka

Atiya, A. F., Sari, O. D. W., Purwanto, D., Setiadji, B. H. (2014). Analisis Pengaruh Kinerja Jembatan Timbang Terhadap Kinerja Perkerasan dan Umur Rencana Jalan (Studi Kasus Jembatan Timbang Salam, Magelang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 662-673

- Kurniati, N. L. W., Setiawan, I., Sihombing, S. (2017). Keselamatan Berlalu Lintas Di Kota Bogor Traffic Safety In Bogor. *jurnal manajemen transportasi & logistik*, 75-88.
- Martina, R., Saleh, S. M., Isya, M. (2018). Kajian Beban Aktual Kendaraan Pada Konstruksi Jalan Menggunakan Weigh In Motion (WIM). *Jurnal Teknik Sipil*, 701-714.
- Miro, F. (2005). Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi. Erlangga. Jakarta.
- Morisca, W. (2014). Evaluasi beban kendaraan terhadap derajat Kerusakan dan umur sisa jalan (studi kasus : ppt. Simpang nibung dan ppt. Merapi Sumatera selatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 692-699.
- Sari, D. N. (2014). Analisa Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan Jalan dan Umur Sisa. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 615-620.