

Sistem Tilang Otomatis Jembatan Timbang Menggunakan Node MCU ESP8266

Muhammad Ahsan Fauzi¹, Nasrulloh², Edmud Ucok Armin³

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Peradaban Bumiayu
arul.ste@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: 15 Agustus 2021

Received in revised form: 26 September 2021

Accepted: 06 Oktober 2021

Available online: November 2021

Keywords:

Weighbridge,
proof of violation,
IoT,
Load Cell,
Telegram

Kata Kunci:

Jembatan Timbang,
Tilang,
IoT,
Load Cell,
Telegram

ABSTRACT

WEIGHBRIDGE AUTOMATED SYSTEM USING ESP 8266 MCU NODE. Weigh bridges currently have not played an optimal role. This is because there are still many truck transportation service users who fill vehicles that exceed the allowable limit (overload) and often encounter cases of illegal levies made by unscrupulous policy makers and business actors in order to pass vehicles that do not comply with the rules. The purpose of this research is to design and build a weighbridge system prototype for IoT-based truck load logistics vehicles and to create an automatic proof of violation system for truck drivers or other logistics vehicles with excess loads. The research method used is the Research and Development method. The results of this study are to produce a tool in the form of a weighbridge automatic ticket system prototype using the internet of things that can be integrated with the system owned by policy makers from the central to the regions, and also the system can issue proof of violation notifications to drivers directly without any illegal fees. Based on the results of tests carried out on the prototype using the JBI 35gram assumption, if the measured truck load exceeds 35 grams, it will send a proof of violation notification on the telegram and if appropriate, JBI will send a notification to continue the trip to the driver.

Jembatan timbang saat ini belum berperan dengan optimal. Hal ini dikarenakan masih banyak para pengguna jasa transportasi truk yang mengisi muatan kendaraan melebihi batas yang diizinkan (*overload*) dan sering ditemui kasus pungutan liar yang dilakukan oleh oknum pemangku kebijakan serta para pelaku usaha guna meloloskan kendaraan yang tidak sesuai aturan. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun prototipe sistem jembatan timbang untuk kendaraan logistik beban truk berbasis IoT serta Membuat sistem tilang otomatis pada pengemudi truk atau kendaraan logistik lain dengan muatan berlebih. Sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development*. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan alat berupa prototipe sistem tilang otomatis jembatan timbang dengan menggunakan *internet of things* yang dapat terintegrasi dengan sistem yang dimiliki oleh pemangku kebijakan dari pusat sampai di daerah, dan juga sistem dapat mengeluarkan notifikasi tilang kepada pengemudi langsung tanpa adanya pungutan liar. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada prototipe dengan menggunakan asumsi JBI 35 gram maka apabila beban truk yang diukur melebihi 35 gram akan mengirimkan notifikasi tilang pada telegram dan jika sesuai JBI akan mengirim notifikasi melanjutkan perjalanan kepada pengemudi.

Corresponding author:

Nasrulloh
Universitas Peradaban
Jalan Raya Pagojengan Km.3 Bumiayu Kab. Brebes 52276
E-mail addresses: arul.ste@gmail.com

1. Pendahuluan

Moda transportasi darat merupakan jenis moda transportasi yang paling dominan di Indonesia, terutama untuk angkutan barang. Selain karena banyaknya jumlah armada, moda darat dapat menikmati subsidi BBM yang diberikan oleh Pemerintah [1]. Kendaraan tersebut telah diberikan izinberoperasi membawa berbagai macam komoditi dan hasil industri baik dari dalam negeri maupun luar negeri, dan rupanya kendaraan truk pun masih menjadi pilihan para pelaku usaha karena biaya operasional yang lebih murah dari pada moda transportasi udara dan kereta api dan juga lebih fleksibel. Namun sangat disayangkan masih banyak para pengguna jasa transportasi truk mengisi muatan kendaraan melebihi batas yang diizinkan (*overload*). Penyimpangan beban lalu lintas terjadi jika kendaraan berat mengangkut muatan melebihi daya angkut yang diijinkan [2]. Tentunya hal tersebut menjadi salah satu penyebab banyaknya angka kecelakaan truk dan pengurangan umur dari jalan raya karena beban yang diterima jalan raya tidak sesuai dengan spesifikasi jalan raya menyebabkan jalan cepat rusak [3]. Kelebihan muatan bahkan menyebabkan peningkatan emisi gas buang dimana banyak terdapat unsur kimia berbahaya karena dapat mengganggu kesehatan akibat kerja mesin yang berat dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang tinggi [4].

Upaya penanganan yang perlu dilakukan adalah usaha-usaha penegakan hukum dengan memberikan sanksi hukum yang berat dan tepat untuk pelanggar muatan lebih [5]. Karena selama ini masih banyak terjadi kasus pungli yang dilakukan oleh oknum pemangku kebijakan serta para pelaku usaha guna meloloskan kendaraan yang melebihi aturan. Termasuk peristiwa pungli di jembatan timbang banyak terjadi karena mekanisme pengawasan yang tidak berjalan dengan efektif. Kebijakan *zero tolerance* berdasarkan Perda Pengendalian Muatan Angkutan Barang di Jalan (No. 1/2012) tidak lagi berjalan dengan optimal. Memang pada awalnya perda tersebut diberlakukan dengan tegas. Setiap ada supir yang membawa angkutan melebihi tonase, petugas menerbitkan surat dispensasi, supir harus membayar denda atau mengurangi muatan berlebih tersebut, namun kini pelaksanaannya telah 'melempem' [6].

Penelitian sebelumnya berkaitan dengan jembatan timbang oleh Rudy, Wardhani, dan Harry [5] antara Dinas Perhubungan Propinsi Riau dan Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM membangun dan menerapkan sistem berbasis website untuk mengawasi dan mengevaluasi angkutan barang dengan muatan berlebih di jembatan timbang dan sistem ini masih belum efisien karena belum dikoneksikan dengan peralatan penimbangan kendaraan yang ada di jembatan timbang. Naufal, Gita, dan Mia [7] melakukan perancangan prototipe sistem monitoring berat muatan truk dengan menggunakan sensor *Load Cell* lalu data yang terdeteksi dikirim ke website melalui *Ethernet shield* perbedaan dengan penelitian kali ini adalah pada mikrokontroler yang digunakan dan ada pembaharuan pada notifikasi tilang. Prototipe yang diaplikasikan pada industri kecil dan besar, baik sebagai proteksi dan efisiensi kerja, aplikasinya ini digunakan pada Industri Kelapa sawit dengan menggunakan mikrokontroler AT89S52, sensor *Load Cell*, dan operational amplifier sebagai penguat [8]. Penelitian oleh Gilang, Rofik dkk [9] Fakultas Teknik Universitas Diponegoro membangun sistem penimbangan dimana Aspek pertama dari penelitian ini adalah pembuatan inovasi proses pengukuran muatan barang dan truk yang dilengkapi sistem portal, pembatas muatan, dan perangkat identifikasi truk yang berbasis sms kontroler dan mikrokontroler. Aspek kedua dari penelitian Apabila tidak terdeteksi dan diindikasikan terdapat kecurangan maka truk harus melakukan penimbangan ulang dan info pada RFID dan webserver akan diperbarui. Apabila data pada RFID sesuai dan terbaca oleh scanner RFID maka truk dapat langsung melanjutkan perjalanan.

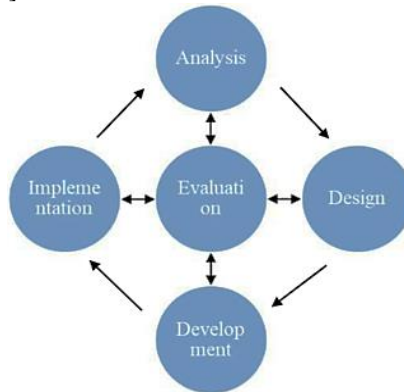
Jembatan timbang adalah seperangkat alat untuk menimbang kendaraan truk yang dapat dipasang secara tetap atau dapat dipindah-pindahkan (*portable*) yang digunakan untuk mengetahui berat kendaraan beserta muatannya. Jembatan timbang digunakan untuk pengawasan jalan ataupun untuk mengukur besarnya muatan truk pada industri, pelabuhan ataupun pertanian. [10]. Karenanya diperlukan perencanaan dan pengembangan yang berkelanjutan agar jembatan timbang dan berbagai fasilitasnya mampu berperan sebagai penggerak, pendorong dan penunjang laju pembangunan secara efektif dan efisien [11]. Salah satunya dengan memanfaatkan Perangkat IoT yaitu berbantuan mikrokontroler yang terkoneksi dengan internet dan dapat diimplementasikan menggunakan *embedded system* (sistem tertanam), karena cenderung hemat daya [12]. Mikrokontroler pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sedangkan penelitian lama menggunakan Arduino uno dan penelitian lama masih hanya sebatas website tidak ada notifikasi sampai ke pengemudi. NodeMCU telah menyisipkan ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai fitur selayaknya mikrokontroler dan akses terhadap Wi-Fi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Karena sumber utama dari NodeMCU adalah ESP8266 khususnya seri ESP-12 yang termasuk ESP-12E. Maka fitur – fitur yang dimiliki oleh NodeMCU akan mirip dengan ESP-12 [13].

Sensor *Load Cell* merupakan sensor transduser yang digunakan untuk menghasilkan output yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load Cell* dapat memberikan pengukuran akurat dari gaya dan beban. *Load Cell* mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel. Penggunaan *Load Cell* mengkonversi berat menjadi sinyal listrik, konversi ini terjadi secara tidak langsung dan terbagi dalam dua tahap [14]. Terdapat dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Sensor *Load Cell* dibutuhkan untuk melakukan pengukuran muatan pada sistem kerja jembatan timbang [15]. Kemudian Modul HX711 merupakan sebuah modul mirip seperti *op-amp* atau penguat sinyal untuk sebuah sensor *Load Cell* / beban berat. Dengan adanya modul ini maka mikrokontroler dapat membaca sebuah sinyal dari sensor beban tersebut. Karena *Load Cell* sensor hanya mampu memberikan sebuah sinyal tegangan yang sangat kecil sehingga membutuhkan sebuah amplifier untuk menguatkan sinyalnya menjadi batas minimum sebuah mikrokontroler 0V-5V [16]. Alat tersebut bisa dijadikan dasar dalam pengembangan tilang otomatis dalam jembatan timbang sebagai solusi penawaran teknologi.

Sistem tilang pada jembatan timbang selama ini masih menggunakan sistem konvensional. Penindakan hukum yang dilakukan di jembatan timbang tidak terlepas dari oknum aparat yang meminta pemungutan liar terhadap pelanggaran yang telah dilakukan pelanggar. Untuk mengatasi masalah tersebut, penerapan sistem tilang otomatis berbasis *IoT* adalah solusi yang tepat untuk melakukan penindakan dalam menegakkan tertib lalu lintas. Sistem tilang otomatis angkutan barang ini dapat mendukung penegakan hukum secara tepat, informasi tentang angkutan barang dan sebagai unsur dalam pengambilan keputusan serta lebih memberikan kemudahan pengawasan di jembatan timbang. Dengan menggunakan *IoT* para stakeholder perhubungan darat dapat memantau kondisi jembatan timbang secara real time dan dimanapun berada. Dimana menggunakan mikrokontroler NodeMCU Esp8266, *Load Cell* Sebagai Sensor Berat yang kemudian otomatis mengirim data ke database lalu mengirim notifikasi tilang kepada pengemudi kendaraan yang melanggar. Sistem ini dapat memberantas pungli yang dilakukan oleh para oknum karena data pelanggaran langsung terekam pada system.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan mengembangkan prototype system tilang otomatis dengan bantuan mikrokontroler dan internet. Model yang digunakan adalah ADDIE yang langkah-langkahnya sebagai berikut [17]:



Gambar 2.1 Metode Penelitian R&D

2.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan mengetahui keadaan yang terjadi dilapangan. Masih banyak ditemukanya pungli yang dilakukan oleh oknum di jembatan timbang untuk meloloskan Truk dengan muatan berlebih dan juga kurang tegasnya penegakan hukum terhadap para pelanggar.

2.2. Tahap Desain (*Design*)

Tahapan ini membuat perancangan skema rangkaian untuk menentukan komponen-komponenya dengan menggunakan perangkat lunak Fritzing seperti pada gambar 2.2. Kemudian perancangan Mekanik adalah perancangan komponen- komponen fisik yang disusun menjadi sebuah bentuk konstruksi Prototype Jembatan Timbang yang digunakan untuk menimbang kendaraan. desain mekanik dibangun dengan memperhatikan posisi peletakkan sensor *Load Cell* agar mampu bekerja secara optimal dan presisi.

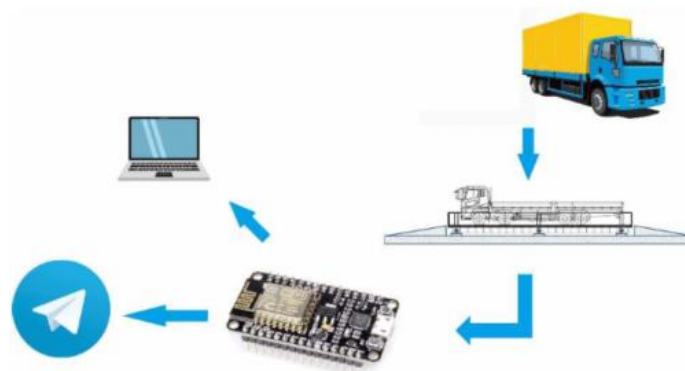


Gambar 2.2. Skema Elektronika Prototipe

Desain laman internet (website) jembatan timbang hanya memiliki satu buah halaman utama yang menampilkan data beban kendaraan, form input data nama pengemudi, input Plat nomor kendaraan, input ID Telegram, dan Button untuk kirim data menuju server untuk diproses. Selanjutnya pembuatan Bot Telegram untuk sistem tilang otomatisnya dengan Botfather yang terdapat pada IM Telegram, Bot akan mempunyai komponen penting agar dapat berjalan dengan baik.

2.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pengembangan bertujuan untuk mengoptimalisasi dan memperbaharui prototipe yang sudah ada sebelumnya agar sistem lebih efektif dan efisien. Berikut adalah Pengembangan Sistem yang diusulkan pada penelitian ini seperti pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3. Pengembangan Prototipe Sistem Tilang Otomatis Jembatan Timbang

2.4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahapan ini prototipe yang sudah dikembangkan harus dipasang atau di-install agar sesuai dengan desain yang dibuat. Setelah semua hasil desain terpasang dengan sempurna dan sudah bisa berkoordinasi antar satu dengan yang lain, maka untuk selanjutnya yaitu perangkat diuji coba dengan cara membandingkan dengan perangkat yang sudah ada dan dengan instrumen-instrumen tertentu.

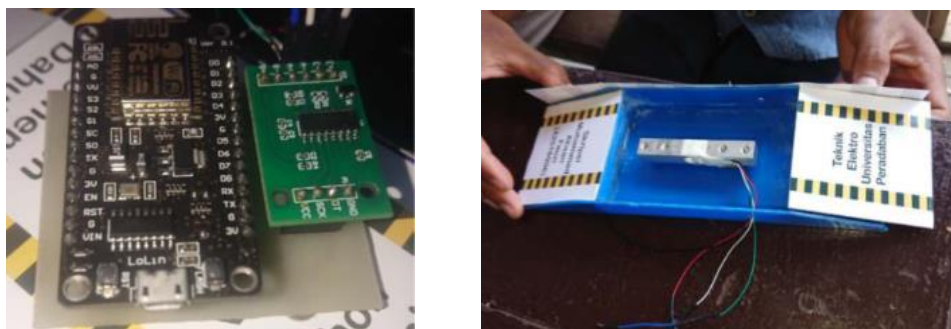
2.5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Setelah prototipe diujicoba maka tahapan selanjutnya Melakukan Evaluasi prototipe berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan. Kemudian setelah dievaluasi maka dilakukan pembuatan prototipe dengan beberapa perbaikan berdasarkan hasil evaluasi. Sebagai acuan untuk evaluasi maka ada beberapa parameter keberhasilan yang digunakan, diantaranya:

- Pengujian dilakukan dengan cara simulasi prototipe dengan meletakkan beban diatas mekanik yang sudah dibangun, pengujian dikatakan berhasil apabila sensor dapat bekerja dengan mikrokontroler dan menampilkan hasil penimbangan pada website dengan persentase error tidak lebih dari 1%.
- Pengujian pada notifikasi telegram dikatakan berhasil jika data yang sudah diolah oleh server berhasil mengirim notifikasi Telegram pengemudi dan admin jembatan timbang.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pembuatan prototipe sesuai dengan gambar 3.1 yaitu mengikuti skema berikut, semua Truk yang berisi muatan ditimbang pada jembatan timbang yang terhubung dengan internet menggunakan NodeMCU ESP8266 dan kemudian melakukan perintah pengiriman data otomatis menuju Server. Setelah data beban dari jembatan timbang terkirim ke server (kirimbeban.php) dan berhasil menampilkan data beban yang diperoleh dari sensor *Load Cell* dan dikirimkan menggunakan NodeMCU ESP8266 pada website, kemudian proses selanjutnya yaitu menginput data identitas kendaraan yang berisi nama pengemudi, Plat Nomor, dan ID Telegram yang tertera pada kendaraan. Setelah berhasil menginput data identitas kendaraan maka kemudian server akan memproses data dan kemudian mengirim notifikasi Telegram kepada Pengemudi dan Admin Jembatan Timbang.



Gambar 3.1. Pengembangan Prototipe Sistem Tilang Jembatan Timbang

Proses perakitan prototipe tersebut melalui pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui apakah prototipe yang telah dibuat sesuai dengan kriteria keberhasilan dan perancangan prototipe yang sebelumnya telah dilaksanakan dan juga sebagai evaluasi mengenai baik tidaknya kerja dari prototipe ini. Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran antara timbangan digital dari pabrikan yang lebih presisi dan akurat dengan rata-rata hasil pembacaan oleh prototipe yang telah dibangun. Tabel 3.1 memperlihatkan dibawah memperlihatkan hasil penimbangan dan persentase error ukur.

Tabel 3.1. Hasil Pengujian Sensor *Load cell*

No	Nama Barang	Hasil Timbangan Digital	Hasil Timbangan Sensor <i>Load Cell</i>	Selisi	Presentase Error
1	Kalkulator	121,7	121,2	0,5	0,411%
2	Buku	222,5	222,4	0,1	0,045%
3	Handphone	106,5	106,4	0,1	0,094%
4	Stapler	58,0	58,1	-0,1	-0,172%
5	Remote AC	69,0	69,7	-0,7	-1,014%
6	Speaker	161,9	161,9	0	0,000%
7	Anak	499,3	499,6	-0,3	-0,060%
8	Timbangan	209,0	208,5	0,5	0,239%
9	Gembok	55,5	55,1	0,4	0,721%
10	Kapasitor	9,4	9,3	0,1	1,064%
Rata-Rata				0,06	0,133 %

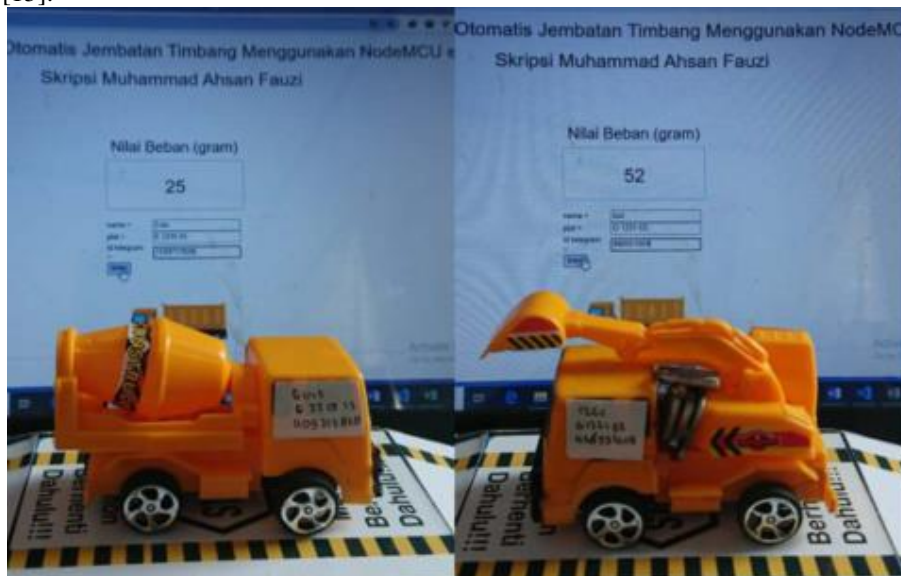
Dari tabel 3.1 didapatkan persentase error pada prototipe sebesar 0,133%. Pengambilan data dilakukan pada timbangan digital pabrikan dengan ketelitian tinggi dengan cara menimbang berat benda yang berbeda sebanyak 10 sampel benda. Berdasarkan hasil perbandingan antara timbangan digital dengan mekanik jembatan timbang menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda dan selisih yang tidak terlalu signifikan.

Hasil penerapan alat yang sudah jadi melalui koneksi maka serial monitor akan menampilkan nilai pembacaan sensor dimana pembacaan awal pada sensor adalah 0 gram. Jika serial monitor sudah menampilkan nilai pembacaan sensor maka Sensor dan NodeMCU ESP8266 sudah berhasil terkoneksi dengan jaringan internet. Proses koneksi antara sensor *Load Cell* dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 membutuhkan waktu sekitar 5 detik, koneksi antara sensor dengan mikrokontroler sangat bergantung pada kecepatan internet yang digunakan. Berdasarkan rangkaian pegujian yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya maka didapatkanlah hasil sebagai berikut:

Tabel 3.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

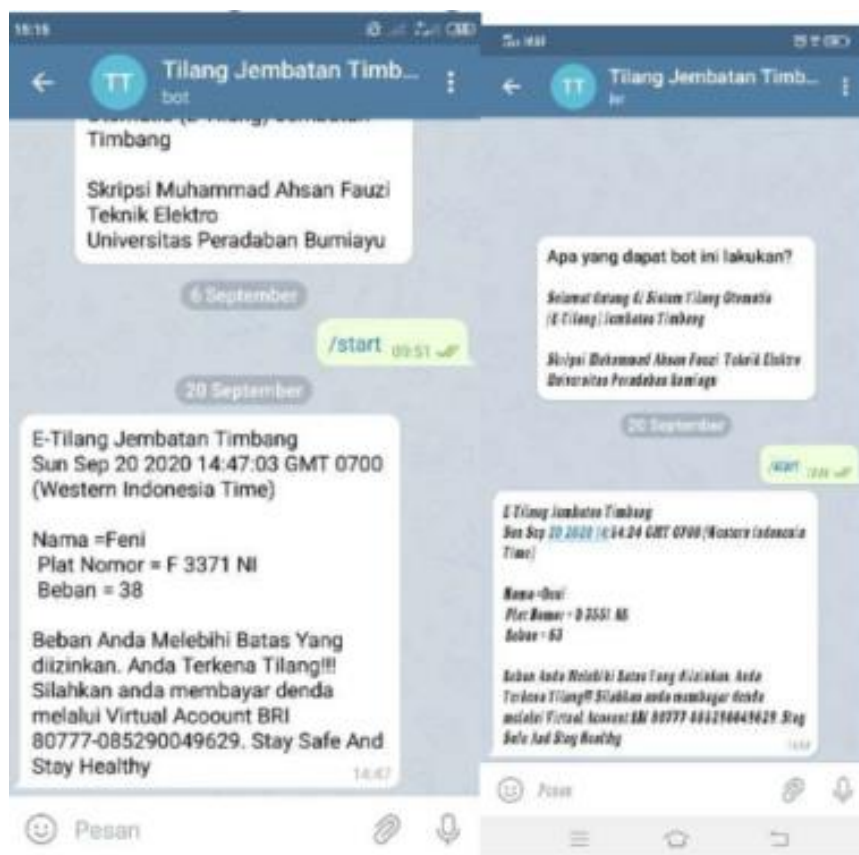
Nama	Plat Nomor	ID Telegram	JB (gram)	Beban yang Diukur (gram)	Status	Notifikasi
Ahsan	G 4444 ZZ	965980534	35	42	Tilang	Terkirim
Izzi	G 1221 EE	466551608	35	52	Tilang	Terkirim
Kholis	K 0715 SS	1139758258	35	30	Aman	Terkirim
Desti	D 3571 II	1195413314	35	31	Aman	Terkirim
Desi	D 3551 AB	1071045951	35	63	Tilang	Terkirim
Ainun	A 1177 UN	1070968553	35	35	Aman	Terkirim
Feni	F 3371 NI	1349972454	35	38	Tilang	Terkirim
Nuha	N 0355 AN	1278424165	35	52	Tilang	Terkirim
Euis	E 3315 IS	1109717828	35	25	Aman	Terkirim
Zidan	Z 1174 NN	1269470784	35	33	Aman	Terkirim

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa seluruh rangkaian pengujian berhasil dilakukan dari mulai pengujian sensor *Load Cell*, Sistem Penilangan, dan Pesan notifikasi Telegram pada pengemudi dan admin jembatan timbang. Berdasarkan hasil kalibrasi *Load Cell* maka data yang telah dilakukan kalibrasi menghasilkan nilai yang masih bisa dianggap wajar dalam proses penimbangan, perbedaan selisih berat dikarenakan terdapat redaman resistansi oleh sensor tersebut [15].



Gambar 3.2 Pengujian Prototipe dengan Miniatur Truk

Pengujian penimbangan dilakukan sebanyak 10 kali dengan berat yang berbeda-beda menggunakan miniatur truk seperti pada gambar 3.2. Pada pengujian ini Jumlah beban yang dizinkan (JB) diasumsikan pada 35 gram sehingga ketika beban melewati 35 gram maka otomatis sistem akan memproses kirim notifikasi tilang seperti pada gambar 3.3, tetapi jika beban kurang dari 35 gram maka akan mengirim notifikasi kepada pengemudi untuk melanjutkan perjalanan [19]. Adapun pengujian pada sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji sistem sudah sesuai dengan diagram alur yang telah dibuat, dengan cara menguji perangkat keras dan lunak sudahkah sesuai dengan fungsi masing-masing [20]. Dari hasil pengujian secara keseluruhan, sistem tilang ini sudah sesuai dengan program yang dijalankan pada sistem dan notifikasi telegram berhasil terkirim kepada semua pengemudi tanpa ada kendala, artinya prototipe sistem tilang otomatis jembatan timbang ini sudah berjalan dengan baik.



Gambar 3.3 Notifikasi Telegram Pada Pengemudi

Untuk konstruksi mekanik jembatan timbang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Diantaranya adalah pemilihan material untuk mekanik, ukuran material yang presisi, peletakkan posisi sensor dan ukuran area penimbangan. Karena hal-hal tersebut sangat mempengaruhi tingkat akurasi pembacaan beban pada sensor *Load Cell* dan juga agar konstruksi mekanik lebih rigid. Kemudian jumlah sensor *Load Cell* yang digunakan juga harus diperhatikan, karena jika sensor *Load Cell* yang terpasang lebih dari satu dan dipasang secara paralel maka akan meningkatkan tingkat akurasi dari pembacaan nilai beban.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembangunan prototipe sistem tilang otomatis jembatan timbang berdasarkan beberapa rangkaian pengujian, dapat dikatakan berhasil karena nilai persentase error pada sensor *Load Cell* jembatan timbang tidak lebih dari 1% [21]. Demikian juga dengan notifikasi tilang pada Telegram yang berhasil terkirim pada pengemudi dan admin jembatan timbang. Kekurangan dalam penelitian ini yaitu terletak pada sensor *Load Cell* yang sangat sensitif, maka untuk melakukan penimbangan peletakkan benda harus berada pada posisi yang tepat agar hasil pembacaan sesuai dengan berat yang diukur pada timbangan digital. Kemudian Hal yang menyebabkan prototipe jembatan timbang kurang bekerja secara maksimal dikarenakan mekanik jembatan timbang yang belum sempurna yang menyebabkan berubahnya nilai pembacaan apabila mekanik terkena sedikit guncangan, kabel sambungan yang rentan terhadap getaran sehingga diperlukan peredam untuk meningkatkan stabilitas pengukuran dan pemilihan material untuk mekanik jembatan timbang. Kemudian untuk pengemudi dan admin harus memiliki koneksi internet untuk mengakses Bot Telegram yang sudah dibangun, dan juga waktu proses pengiriman data dan perintah bergantung pada kecepatan internet yang tersedia, karena beberapa perangkat yang digunakan pada penelitian ini harus terkoneksi dengan jaringan internet [22].

4. Simpulan

Berdasarkan pembangunan dan pengujian Prototipe sistem tilang otomatis jembatan timbang menggunakan NodeMCU ESP8266 menghasilkan kesimpulan sebagai berikut: Prototipe sistem jembatan timbang menggunakan *Load Cell* dan NodeMCU ESP8266 berhasil dibangun dengan persentase error tidak melebihi 1%. Data hasil pembacaan dari sensor *Load Cell* berhasil dikirimkan dan ditampilkan pada website. Sistem berhasil mengambil keputusan untuk mengirim notifikasi tilang apabila beban truk melebihi batas JBI. Notifikasi tilang Telegram berhasil dibuat dan dikirimkan kepada pengemudi dan juga admin jembatan timbang. Pengembangan lebih lanjut dibangun website yang lebih baik dan fitur yang lebih banyak dengan database yang sudah terintegrasi dengan data yang terdapat pada SAMSAT. Dibangun sistem pembacaan otomatis plat nomor menggunakan image processing agar tidak lagi membutuhkan admin untuk menginput data kendaraan. Penambahan sensor *Load Cell* agar pembacaan beban lebih akurat dan lebih.

Daftar Pustaka

- [1] F. P. Hadi Ardyah Eko, "Analisis Pemandangan Moda Angkutan Barang di Jalan Raya Pantura Pulau Jawa (Studi Kasus: Koridor Surabaya-Jakarta)," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. Vol 2, No 1 (2013), pp. E17–E22, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/2528>.
- [2] M. A. A. G and B. H. Susilo, "Nilai Kerusakan Dan Biaya Pemeliharaan Jalan Ruas Cikampek-Pamanukan," *CESD*, vol. 01, no. 02, pp. 82–94, 2018.
- [3] E. K. I. Afrizal, J. Teknik, S. Dan, U. Bung, and H. Padang, "Analisa pengaruh muatan berlebih terhadap umur rencana perkerasan jalan," *J. Tugas Akhir Jur. Tek. Sipil*, vol. 02, no. 02, 2014.
- [4] W. Wahyudi, A. T. Mulyono, and W. Santosa, "Pengaruh Muatan Lebih Beban Gandar Kendaraan Berat Angkutan Barang Terhadap Peningkatan Oksida Karbon," *Transportasi*, vol. 13, no. 2, pp. 85–92, 2013.
- [5] R. Handry, W. Sartono, and H. C. H, "Sistem Informasi Pengawasan Kendaraan Angkutan Barang Pada Jembatan Timbang Untuk Penentuan Pelanggaran Muatan Lebih Dan Damage Factor (Studi Kasus Daerah Istimewa Yogyakarta)," *Forum Tek. Sipil No.*, vol. 2, no. 18, pp. 822–831, 2008.
- [6] S. Wibawa, A. Fauzy, and D. A. Habibah, "Efektivitas Pengawasan Pungutan Liar di Jembatan Timbang," *J Ilmu Adm. Negara*, vol.12,no.2, pp.74–85, 2013, [Online]. Available: <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=129520&val=2287>.
- [7] N. A. Fauzi, G. I. Hapsari, and M. Rosmiati, "Prototipe sistem monitoring berat muatan truk," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 2433–2440, 2019.
- [8] J. Marpaung and E. Warman, "Perancangan Sistem Pengontrolan Pengukuran Berat Pada Timbangan Kendaraan Secara Otomatis," *singuda ensikom*, vol. 10, no. 27, pp. 659–669, 2015, doi: 10.4324/9781315621685-74.
- [9] G. D. Yurista Nugraha, R. C. Prayogo, A. K. Nugraheni Syafitri, I. N. Berlian, R. J. Azis Pratama, and E. D. Widiyanto, "Sistem Identifikasi Beban Angkutan Barang yang Terintegrasi pada Jembatan Timbang Menggunakan Kartu RFID," *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 18, no. 2, p. 77, 2017, doi: 10.30595/techno.v18i2.1958.
- [10] S. Bahri, "Identifikasi jenis dan berat kendaraan melalui jembatan timbang," *J. Inersia*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2011.
- [11] M. S. Wibawa, S. A. Putra, A. Syahrina, and M. Sc, "Pengembangan Purwarupa Sistem Pengawasan Kondisi Kesehatan Jembatan Single Degree Of Freedom Menggunakan Respon Dinamik Prototype Development Of A Single Degree Of Freedom Bridge Health Condition Monitoring System Using Dynamic Responses," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2155– 2169, 2020.
- [12] Susanti Erma and Triyono Joko, "Prototype Alat IOT (Internet Of Things) Untuk Pengendali Dan Pemantau Kendaraan Secara Realtime," *Simp. Nas. RAPI XV*, vol. 15, no. May, pp. 401–407, 2017.
- [13] M. Tarigan and D. Handayani, "Prototype Pengembangan Sistem Pencatatan Stok Barang Dengan Teknologi RFID," *J. Bit*, vol. 16, no. 2, pp. 42–46, 2020.
- [14] M. Kusriyanto and A. Saputra, "Rancang Bangun Timbangan Digital Terintegrasi Informasi Bmi Dengan Keluaran Suara Berbasis Arduino Mega 2560," *Teknoin*, vol. 22, no. 4, pp. 269–275, 2016, doi: 10.20885/teknoin.vol22.iss4.art4.
- [15] D. Yoga Widagdo, Koesmariyanto, and F. Arinie, "SISTEM PENCATATAN HASIL TIMBANGAN MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL MELALUI DATABASE BERBASIS ARDUINO UNO," *J. JARTEL*, vol. 10, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [16] F. Putri, "Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Load Cell," *J. Fis. Unand*, vol. 9, no. 1, pp. 134–141, 2020.
- [17] Hanafi, "Konsep Penelitian R & D Dalam Bidang Pendidikan," *J. Kaji. Keislam.*, vol. 4, no. 2, pp. 129–150, 2017.
- [18] Wahyudi, A. Rahman, and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manua," *J. ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 1–14, 2017.
- [19] S. S. Laksono and Nurgiyatna, "Sistem Pengukur Curah Hujan Sebagai Deteksi Dini Kekeringan Pada Pertanian Berbasis Internet of Things," *J. Emit.*, vol. 20, no. 02, pp. 131–135, 2020.
- [20] R. B. Afrianto, "TIMBANGAN DIGITAL OTOMATIS," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 12, pp. 1–15, 2020.
- [21] A. Cokrojoyo, J. Andjarwirawan, and A. Noertjahyana, "Pembuatan Bot Telegram Untuk Mengambil Informasi dan Jadwal Film Menggunakan PHP," *Tek. Inform. Univ. Kristen Petra*, vol. 2, no. 14, pp. 3–6, 2013.