

ID: 17

Sistem Monitoring Berat Muatan Truk Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Truck Weight Monitoring System Based on IoT (Internet of Things)

Berri Mexico Fransiscus Sihombing^{1*}, Augustinus Bayu Primawan²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia, 0274-562383
berrimexico.bm@gmail.com^{1*}, bayu@dosen.usd.ac.id²

Abstrak – Dalam kehidupan sehari-hari, truk digunakan untuk mengangkut barang. Tak jarang kelihatan banyak penggunaan truk yang melebihi daya angkutnya. Kecelakaan di jalan raya termasuk dampak yang ditimbulkan truk yang kelebihan muatan atau overloading. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi resiko kecelakaan karena beban berlebih atau overloading. Sistem monitoring berat muatan truk bertujuan untuk memudahkan pengguna truk untuk melihat berat muatan truk secara langsung melalui smartphone dengan aplikasi. Selain itu, pengguna juga dapat melihat berat muatan yang berlebih serta terdapat indikator kelebihan berat berupa buzzer. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat mengurangi resiko kecelakaan pada kendaraan mereka. Sistem ini terdiri dari sensor load cell dan modul HX711 sebagai pendeteksi berat, NodeMCU sebagai mikrokontroler dan pengiriman data, firebase sebagai database, dan android studio sebagai wadah untuk membuat aplikasi. Data berat muatan dapat dilakukan monitoring jarak jauh maupun dekat sesuai prinsip Internet of Things (IoT). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dengan tingkat keakuratan sensor pada prototipe truk 1 dan prototipe truk 2 diatas 95%. Penulisan data pada firebase, pembacaan firebase melalui aplikasi dan pengujian buzzer memiliki persentase tingkat keberhasilan sebesar 100%. Waktu pengiriman tidak terlihat perbedaan antara serial monitor dan firebase.

Kata Kunci: Overloading, NodeMCU ESP8266, Internet of Things, Sensor Load Cell, Sistem Monitoring.

Abstract – In everyday life, trucks are used to transport goods. Not infrequently seen a lot of use of trucks that exceed the carrying capacity. Accidents on the highway include the impact caused by trucks that are overloaded or overloading. The purpose of this study is to reduce the risk of accidents due to overloading or overloading. The truck load monitoring system aims to make it easier for truck users to see the truck load weight directly through a smartphone with an application. In addition, users can also see the excess weight of the load and there is an overweight indicator in the form of a buzzer. With this system, users can reduce the risk of accidents on their vehicles. This system consists of a load cell sensor and HX711 module as a weight detector, NodeMCU as a microcontroller and data transmission, firebase as a database, and android studio as a container for creating applications. Payload weight data can be monitored remotely or close according to the principles of the Internet of Things (IoT). The results of this study indicate that the system works well with the sensor accuracy level on the prototype truck 1 and truck prototype 2 above 95%. Writing data on firebase, reading firebase through the application and testing the buzzer has a 100% success rate percentage. There is no difference transmission delay between serial monitor and firebase.

Keywords: Overloading, NodeMCU ESP8266, Internet of Things, Sensor Load Cell, Monitoring System.

4. Pendahuluan

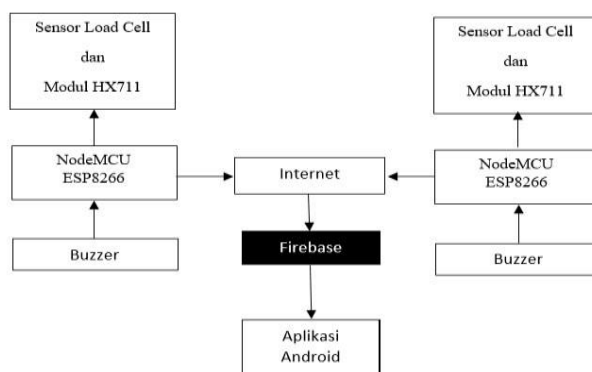
Truk merupakan sebuah kendaraan bermotor untuk mengangkut barang. Ada banyak jenis truk semisal nya, truk trailer, truk tronton, truk tangki, dan truk yang memiliki bak terbuka. Daya angkut truk tergantung pada beberapa variabel semisal nya jumlah ban, jumlah sumbu, kekuatan ban, dan daya dukung jalan. Tak jarang kelihatan banyak penggunaan truk yang melebihi daya angkutnya. Bahaya dan efek buruk membawa muatan berlebih bagi kendaraan juga harus diperhatikan.

Menteri Perhubungan Budi Karya Sumadi mengatakan, dari berbagai kejadian kecelakaan di jalan raya selama ini, sebanyak 63 persen di antaranya dipicu oleh kendaraan yang membawa muatan berlebihan, melampaui ketentuan alias overload. Budi Karya mengatakan, akibat dari overload kendaraan berat tersebut menyebabkan kecepatan kendaraan hanya dapat ditempuh 30 km/jam sehingga berpengaruh pada waktu tempuh Jakarta-Bandung yang harus menghabiskan waktu sekitar 5-6 jam (waktu tempuh normal sekitar 3 jam) (Bus-Truck.id).

Oleh karena itu diperlukan pengembangan sistem untuk menghitung beban berlebih pada prototipe truk melalui smartphone. Sistem akan mendeteksi berat pada truk menggunakan sensor load cell lalu data yang terdeteksi dikirim ke smartphone melalui nodemcu esp8266. Jika terjadi kelebihan muatan pada truk, maka sistem akan mengirimkan notifikasi dan mengaktifkan alarm pada buzzer. Dengan adanya notifikasi pengguna akan mengetahui bahwa telah terjadi kelebihan muatan dan pengguna harus mengurangi beban pada muatan agar tercipta kenyamanan dalam berkendara. Poses pengiriman informasi berbasis IoT sebagai sistem pendeteksi dan monitoring yang bisa mengirim data terus-menerus secara real time. Hal ini juga searah dengan perkembangan zaman yang sudah serba digital atau melalui jaringan internet.

5. Metode Penelitian

Perancangan alat ini terdiri dari beberapa bagian yaitu perancangan perangkat keras berupa model truk pengangkut barang, pengkabelan NodeMCU, sensor load cell, modul HX711 dan buzzer. Perancangan perangkat lunak meliputi perancangan aplikasi android sebagai tampilan informasi yang sudah diproses dan perancangan pendeteksi berat muatan yang berlebih. Diagram sistem monitoring berat muatan truk pada penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem monitoring berat muatan truk

Sensor load cell adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan dari satu sistem ke sistem lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan dan energi dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik. Pada strain gauge (load cell) atau biasa disebut dengan deformasi strain gauge. Strain gauge mengukur perubahan yang berpengaruh pada strain sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik.

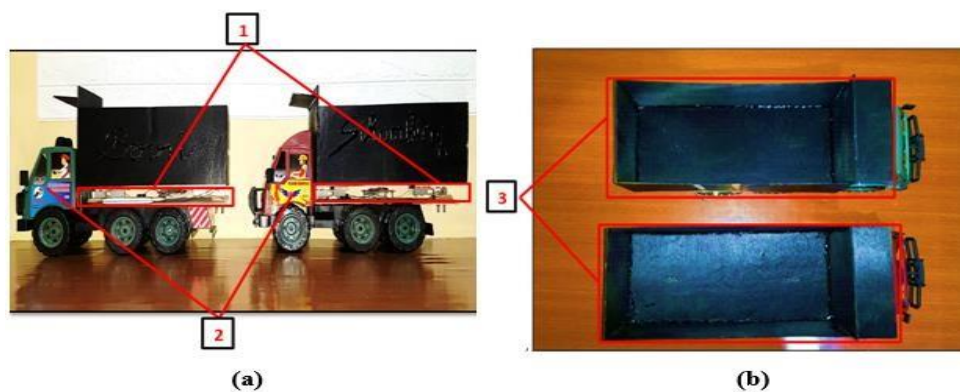
HX711 merupakan sebuah modul amplifier atau penguat sinyal untuk sebuah sensor loadcell/beban berat. Dengan adanya modul ini maka mikrokontroller dapat membaca sebuah sinyal dari sensor beban tersebut. Karena load cell sensor hanya mampu memberikan sebuah sinyal tegangan yang sangat kecil sehingga membutuhkan sebuah amplifier untuk menguatkan sinyalnya menjadi batas minimum sebuah mikrokontroller 0V-5V. HX711 adalah sebuah presisi analog 24-bit ke digital konverter (ADC). Tidak pemrograman yang dibutuhkan untuk register internal. Semua kontrol pada modul HX711 dilakukan melalui pin.

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat open source. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan espressif system. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selanjutnya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB.

Android studio adalah Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi android. Firebase adalah Backend as a Service (BaaS) yang saat ini dimiliki oleh Google. Firebase merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempermudah pengembangan aplikasi mobile. Firebase Database merupakan penyimpanan basis data nonSQL yang memungkinkan untuk menyimpan beberapa tipe data. Tipe data itu antara lain String, Long, dan Boolean. Data pada Firebase Database disimpan sebagai objek JSON tree. Tidak seperti basis data SQL, tidak ada tabel dan baris pada basis data non-SQL. Ketika ada penambahan data, data tersebut akan menjadi node pada struktur JSON. Node merupakan simpul yang berisi data dan bisa memiliki cabang-cabang berupa node lainnya yang berisi data pula.

Pengguna perlu menghubungkan perangkatnya (smartphone) dengan access point sistem monitoring berat muatan truk. Pemilik truk dapat mengakses aplikasi yang ada di android untuk mendapatkan informasi mengenai berat muatan truk pada saat itu. Aplikasi menampilkan informasi berat muatan truk dan kelebihan berat muatan jika berlebih. Pada saat terjadi kelebihan muatan buzzer menyala sampai muatan pada truk dikurangi hingga normal dan buzzer juga dapat di matikan dengan menekan tombol OFF pada aplikasi.

Prototipe sistem monitoring berat muatan truk pada penelitian ini dibuat dengan miniatur truk dan bak truk yang terbuat dari triplek. Bentuk fisik prototipe sistem monitoring berat muatan truk pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2 dan setiap bagian dari alat ditunjukkan pada tabel 1.

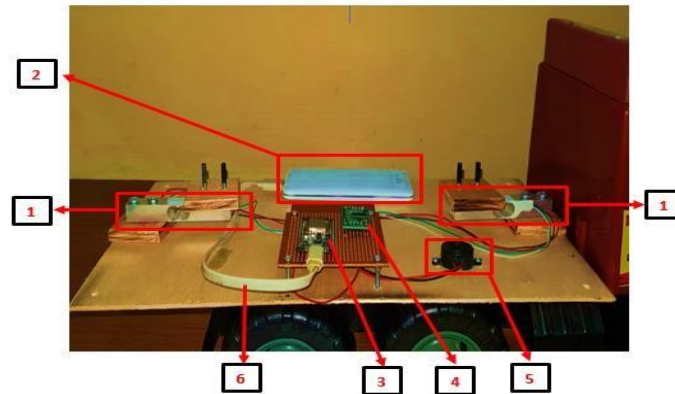


Gambar 2. Bentuk fisik prototipe truk (a) Tampak samping (b) Tampak atas

Tabel 1. Keterangan bentuk fisik prototipe truk

No	Keterangan
1	Tempat rangkaian sistem alat
2	Miniatur truk
3	Wadah pengukuran berat

Rangkaian sistem monitoring berat muatan truk dapat dilihat pada gambar 3 dan setiap komponen dari alat ditunjukkan pada tabel 2.



Gambar 3. Rangkaian Sistem Alat

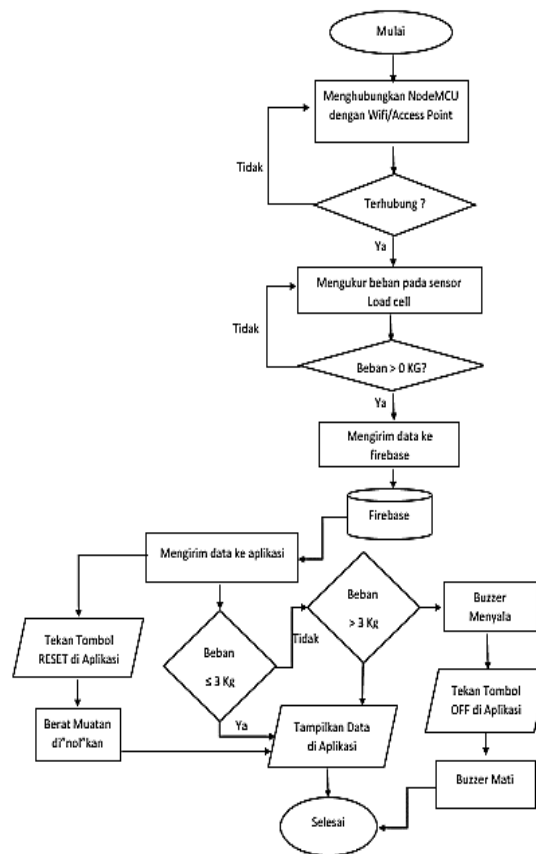
Tabel 2. Keterangan Rangkaian Sistem Alat

No	Keterangan
1	Sensor <i>load cell</i>
2	Power bank 5V
3	NodeMcu ESP 8266
4	Modul HX711
5	Buzzer
6	Kabel <i>micro</i> USB

Perancangan perangkat lunak sesuai dengan diagram alir pada gambar 4. Saat pertama kali dihidupkan, NodeMCU melakukan inisialisasi pada tiap port yang digunakan. Setelah melakukan inisialisasi, NodeMCU akan mencoba menghubungkan dengan jaringan atau access point yang ada.

Sensor load cell mulai melakukan deteksi objek (muatan) setelah NodeMCU terhubung dengan access point. Data yang didapat dari sensor langsung diproses oleh NodeMCU. Jika data yang sudah diproses menghasilkan status ada muatan, NodeMCU mengirimkan data tersebut ke firebase.

Jika status yang dihasilkan adalah tidak ada muatan, maka data tersebut langsung dikirim ke firebase. Setelah semua data sudah dikirim ke firebase, program pada NodeMCU melakukan looping. NodeMCU kembali melakukan deteksi objek pada bak truk. Proses ini terjadi terus menerus selama NodeMCU memiliki koneksi ke internet. Sensor load cell diatur untuk melakukan pengukuran secara terus-menerus dengan ketentuan tertentu. Setelah data dikirimkan ke firebase, firebase mengirim data tersebut ke aplikasi android. Aplikasi menampilkan data berat muatan dan jumlah kelebihan berat muatan. Pada sistem aplikasi, berat muatan truk juga dapat di”nol”kan dengan cara menekan tombol RESET pada aplikasi. Muatan truk ditampilkan di aplikasi. Apabila terjadi kelebihan muatan yaitu muatan yang lebih dari 3 Kg, maka buzzer menyala. Sistem buzzer juga dapat dimatikan dengan menekan tombol OFF pada aplikasi. Pengguna dapat melakukan monitoring melalui tampilan aplikasi pada android.



Gambar 4. Diagram alir utama

Pengguna perlu mengakses aplikasi yang ada pada android untuk melihat informasi mengenai muatan truk pada saat itu dan kelebihan muatan truk pada sistem monitoring berat muatan truk. Aplikasi menunjukkan jumlah muatan truk pada saat itu dalam kilogram (Kg) dan kelebihan berat muatan yang dialami truk apabila overload dalam kilogram (Kg). Hasil dari tampilan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 5 dan juga terdapat ikon aplikasi untuk mempermudah pengguna dalam menemukan aplikasi di smartphone pengguna pada Gambar 6.



Gambar 5. Tampilan aplikasi



Gambar 6. Ikon aplikasi di smartphone

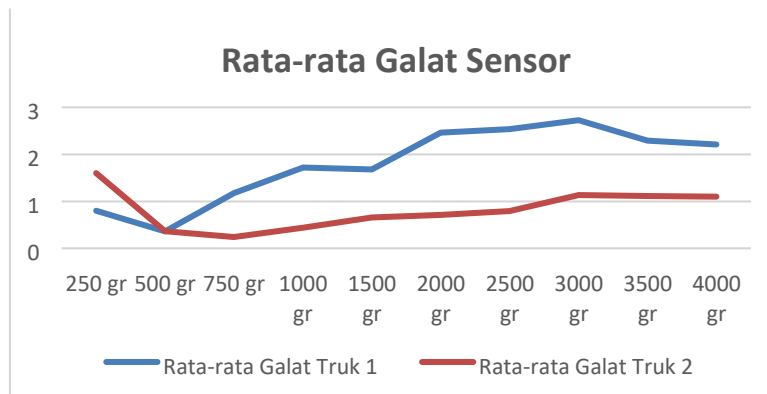
6. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem monitoring berat muatan truk. Pengujian sistem dilakukan untuk beberapa bagian yaitu pengujian kemampuan sensor load cell mendeteksi berat muatan yang berada di bak truk, pengujian terhadap buzzer menyala jika berat lebih dari 3 KG serta buzzer akan mati jika berat muatan dikurangi, dan pengujian pengiriman data ke aplikasi.

2.1. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor yang didapat dari serial monitor NodeMCU dengan timbangan komersial. Serial monitor dilihat melalui aplikasi arduino IDE pada laptop yang terhubung dengan NodeMCU menggunakan kabel micro USB. Dalam pengujian ini terdapat 10 variasi pengukuran beban mulai dari 250 gram sampai dengan 4 kilogram. Pengujian tiap variasi dilakukan sebanyak 5 kali. Dari 5 data yang didapat, data dirata-rata untuk mendapatkan nilai rata-rata galat pengukurannya.

Dari data hasil pengujian dapat diperoleh tingkat keakuratan sensor load cell mendeteksi berat muatan pada setiap prototipe dan besar galat sensor load cell pada setiap prototipe. Hasil perbandingan nilai pengukuran sensor load cell dengan timbangan komersial dapat dilihat pada gambar 7, dan tabel 3.



Gambar 7. Galat sensor

Tabel 3. Hasil pengujian ketepatan berat sensor *load cell*

Pembacaan Berat Beban Timbangan Komersial (Gram)	Jumlah Percobaan	Prototipe Truk 1		Prototipe Truk 2	
		Rata-rata Galat (%)	Rata-rata Tingkat Keberhasilan (%)	Rata-rata Galat (%)	Rata-rata Tingkat Keberhasilan (%)
250	5	0.8	99.2	1.6	98.4
500	5	0.36	99.64	0.36	99.64

Pembacaan Berat Beban Timbangan Komersial (Gram)	Jumlah Percobaan	Prototipe Truk 1		Prototipe Truk 2	
		Rata-rata Galat (%)	Rata-rata Tingkat Keberhasilan (%)	Rata-rata Galat (%)	Rata-rata Tingkat Keberhasilan (%)
750	5	1.173333	98.82667	0.24	99.76
1000	5	1.72	98.28	0.44	99.56
1500	5	1.68	98.32	0.653333	99.34667
2000	5	2.46	97.54	0.71	99.29
2500	5	2.536	97.464	0.792	99.208
3000	5	2.726667	97.27333	1.133333	98.86667
3500	5	2.291429	97.70857	1.114286	98.88571
4000	5	2.21	97.79	1.1	98.9
Tingkat keakuratan keseluruhan (%)		98.20426		99.18571	

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel 3, rata-rata galat sensor load cell terbesar terdapat pada beban 3000 gram dengan nilai 2,726667% untuk truk 1 dan beban 250 gram dengan nilai 1,6% untuk truk 2. Rata-rata galat sensor load cell terkecil terdapat pada beban 500 gram dengan nilai 0,36% untuk truk 1 dan beban 500 gram dengan nilai 0,36% untuk truk 2. Sistem sudah berhasil mengidentifikasi berat muatan prototipe dengan cukup baik. Rata-rata tingkat keakuratan sistem mendeteksi berat muatan sebesar 98.20426% pada truk 1 dan 99.18571% pada truk 2. Tingkat keakuratan tertinggi terdapat pada beban 500 gram dengan nilai 99,64% untuk truk 1 dan beban 750 gram dengan nilai 99,76% untuk truk 2. Sedangkan untuk tingkat keakuratan terendah terdapat pada beban 3000 gram dengan nilai 97,27333% untuk truk 1 dan beban 250 gram dengan nilai 98,4% untuk truk 2.

Pada gambar 7 terdapat grafik yang menunjukkan tingkat galat sensor dan tingkat keakuratan sensor pada setiap prototipe. Gambar 7 menunjukkan galat pada sensor untuk setiap prototipe. Galat pada sensor cenderung meningkat dengan berat yang juga semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat keakuratan sensor pada setiap prototipe yang cenderung menurun, berbanding terbalik dengan galat sensor.

Tiap truk memiliki tingkat keakuratan yang berbeda-beda, namun persentasi keakuratan tiap truk berada diatas 90%. Persentasi keakuratan sensor sudah cukup stabil. Pada percobaan ini galat dapat terjadi karna perbedaan gelombang yang dideteksi oleh masing-masing sensor. Selain itu, perbedaan galat pada tiap truk berbeda karena luas permukaan penopang yang berbeda pada setiap truk. Luas penopang pada setiap truk mempengaruhi kinerja sensor load cell karena sensor load cell mendeteksi tekanan yang terjadi pada prototipe truk.

2.2. Pengujian Penulisan dan Pembacaan Firebase

Pengujian penulisan data pada *firebase* dilakukan dengan mengirimkan data untuk memasukkan/menulis data pada *firebase*. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap indikator muatan. Jika data masuk ke dalam *firebase*, percobaan dinyatakan berhasil. Jika data yang dikirim tidak masuk ke dalam *firebase*, percobaan dinyatakan gagal. Hasil percobaan penulisan pada *firebase* dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Hasil percobaan penulisan data pada *firebase*

Muatan (Gram)	Percobaan Pengiriman Berhasil	Percobaan Pengiriman Berhasil
	(Truk 1)	(Truk 2)
250	5	5
500	5	5
750	5	5
1000	5	5
1500	5	5
2000	5	5
2500	5	5
3000	5	5
3500	5	5
4000	5	5
Persentase Tingkat Keberhasilan	100%	100%

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 4 menyatakan bahwa dalam 5 kali percobaan penulisan pada *firebase* semua percobaan berhasil. Penulisan data pada tiap prototipe truk berhasil dilakukan dengan baik. Persentase tingkat keberhasilan penulisan data pada tiap prototipe truk adalah 100%. Tingkat keberhasilan penulisan data pada sistem adalah sebesar 100%.

Tabel 5. Pembacaan *firebase* melalui aplikasi

Muatan (Gram)	Percobaan Pembacaan Data	Percobaan Pembacaan Data
	(Truk 1)	(Truk 2)
250	5	5
500	5	5
750	5	5
1000	5	5
1500	5	5
2000	5	5
2500	5	5
3000	5	5
3500	5	5
4000	5	5
Persentase Tingkat Kesesuaian data	100%	100%

Pada tabel 5 ditunjukkan data hasil percobaan pembacaan *firebase* melalui aplikasi. Dilakukan percobaan pembacaan sebanyak 5 kali pada tiap muatan. Tujuan percobaan ini adalah untuk memastikan kesesuaian data yang ditampilkan pada aplikasi dengan *firebase*. Persentase tingkat kesesuaian data yang didapat pada tiap prototipe truk bernilai 100%. Tiap percobaan pembacaan *firebase* berhasil dilakukan dengan baik. Tingkat kesesuaian data untuk sistem adalah sebesar 100%.

2.3. Pengujian Buzzer

Pengujian dilakukan dengan melihat keadaan *buzzer* menyala atau mati yang didapat dari serial monitor. Serial monitor dilihat melalui aplikasi arduino IDE pada laptop yang terhubung dengan NodeMCU menggunakan kabel *micro* USB. Dalam pengujian ini terdapat 10 variasi pengukuran beban mulai dari 250 gram sampai dengan 4 kilogram. Keadaan *buzzer* terlihat pada serial monitor beserta hasil timbangan muatan yang diberikan pada truk. Sistem mendeteksi muatan yang berlebih dengan batas muatan 3KG.

Tabel 6. Hasil percobaan terhadap *buzzer*

Pembacaan Berat Beban Timbangan Komersial (Gram)	Prototipe Truk 1		Prototipe Truk 2	
	Pembacaan Sensor (Gram)	Keadaan <i>Buzzer</i>	Pembacaan Sensor (Gram)	Keadaan <i>Buzzer</i>
250	252	Mati	247	Mati
500	502	Mati	499	Mati
750	760	Mati	749	Mati
1000	1016	Mati	1002	Mati
1500	1524	Mati	1508	Mati
2000	2046	Mati	2014	Mati
2500	2560	Mati	2519	Mati
3000	3076	Menyala	3034	Menyala
3500	3585	Menyala	3539	Menyala
4000	4092	Menyala	4040	Menyala
Keterangan	Berhasil		B erhasil	

Pada tabel 6 ditunjukkan data hasil percobaan terhadap *buzzer*. Dilakukan percobaan terhadap *buzzer* dengan memberi 10 variasi muatan. Pada kedua prototipe truk, *buzzer* sudah berfungsi dengan baik dan menyala jika mengalami kelebihan muatan yaitu muatan yang melebihi 3 Kg. Pada muatan 3 Kg *buzzer* menyala karena sensor mendeteksi berat muatan melebihi 3 Kg yaitu 3076 gram pada prototipe 1 dan 3034 gram pada prototipe 2.

2.4. Pengujian Jangkauan Wi-Fi

Pengujian jangkauan Wi-Fi digunakan untuk mengetahui jarak dari NodeMCU ESP 8266 ke *access point*. Jangkauan jarak pancar Wi-Fi sangat dipengaruhi oleh lokasi tempat pengambilan data. Pada lokasi pengambilan data dilakukan pengambilan data pada ruang terbuka tanpa ada hambatan dinding atau yang lain. Jangkauan Wi-Fi dilakukan hingga jarak 60 meter. Hasil pengujian jangkauan Wi-Fi ditunjukkan oleh tabel 7.

Tabel 7. Hasil Jangkauan Jarak Wi-Fi

No	Jarak (Meter)	Data Kirim	Sinyal
1	5	Data diterima	4
2	10	Data diterima	4
3	15	Data diterima	4
4	20	Data diterima	3

No	Jarak (Meter)	Data Kirim	Sinyal
5	25	Data diterima	3
6	30	Data diterima	3
7	35	Data diterima	3
8	40	Data diterima	2
9	45	Data diterima	2
10	50	Data diterima	2
11	55	Data diterima	1
12	60	Data tidak diterima	0

7. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian prototipe “Sistem Monitoring Berat Muatan Truk berbasis IoT (Internet of Thing)” diambil kesimpulan bahwa sistem sudah mampu melakukan proses pengukuran berat muatan truk dengan tingkat keakuratan 98.20426 % pada truk 1 dan 99.18571 % pada truk 2. Sistem berhasil mendeteksi berat muatan yang melebihi 3 KG, indikator kelebihan berat berupa buzzer sudah berfungsi dengan baik, serta fungsi tombol “OFF” untuk mematikan buzzer dan tombol “RESET” untuk meng”nol”kan berat muatan sudah berfungsi dengan baik juga. Tampilan aplikasi bekerja dengan benar sesuai dengan fungsi masing-masing. Pengiriman data dari NodeMCU ke firebase dan dari firebase ke aplikasi berjalan baik dengan tingkat keakuratan pengiriman data 100%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Keluarga besar Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Referensi

- [1] Fauzi1,N.A., Hapsari, G.I., Rosmiati, M., 2019. Prototipe Sistem Monitoring Berat Muatan Truk. e-Proceeding of Applied Science, Vol. 5(3), 2433-2440.
- [2] Bus-Truck.id. 2018. Menhub: 63 Persen Kecelakaan di Jalan Raya karena Kendaraan Overload,<https://bus-truck.id/berita/menhub-63-persen-kecelakaan-di-jalan-raya-karena-kendaraan-overload>, diakses 10 November 2020.
- [3] Arifin, J., Sumardi, Setiawan, 2011. Model Timbangan Digital Menggunakan Load Cell.
- [4] Adzani, M.R., 2014. Prototipe Sistem Monitoring Berat dan Posisi Kendaraan Bermuatan Dengan Menggunakan PC.
- [5] Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta, 2010. Perda DIY No. 4 Tahun 2010 ttg Kelebihan Muatan Angkutan Barang.
- [6] Robotshop, 2011. Datasheet. 3133 - Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635, <http://yourduino.com/docs/Loadcell-datasheet-3133.pdf>, diakses pada 15 November 2020.
- [7] Avia semiconductor Datasheet: 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales. Pp.1-9.
- [8] Nugraha, Agung, D., 2017. Timbangan Gantung Digital dengan Sensor HX711 (Load Cell) Berbasis Arduino Uno.
- [9] Espressif. (2015). ESP8266EX Datasheet. Espressif Systems Datasheet, pp. 1-31. Diakses dari https://www.adafruit.com/images/productfiles/2471/0AESP8266_Datasheet_EN_v4.3.pdf pada 20 November, 13.45 WIB.

- [10] Darmawan, C. W., Sompie, S. R. U. A., Kambey, F. D., 2020. Implementasi Internet of Things Pada Monitoring Kecepatan Kendaraan Bermotor. Jurnal Teknik Informatika, Vol. 1(1), 1-10.
- [11] Dicoding, 2019. Apa itu Android Studio dan Android SDK?. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-android-studio-dan-android-sdk/> , diakses pada 10 Desember 2020.
- [12] Sandy, L. A., Januar, R., Hariadi, R. R., 2017. Rancang Bangun Aplikasi Chat pada Platform Android dengan Media Input berupa Canvas dan Shareable Canvas untuk Bekerja Dalam Satu Canvas secara Online. Jurnal Teknik ITS, Vol. 6 (2), 2337-