

# Sistem untuk Analisis Variasi Tindakan Pengereman Terhadap Hasil Pengukuran Rol Penguji Rem

**Riky Maulana Firdaus\*<sup>1</sup>, Bambang Supriyo<sup>2</sup>, Amin Suharjono<sup>3</sup>, Ida Udlihya<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

e-mail: \*<sup>1</sup>ricks.tronix@gmail.com, <sup>2</sup>bsupriyo7763@yahoo.com, <sup>3</sup>amin.suharjono@polines.ac.id, <sup>4</sup>idaudlihya23@gmail.com

## **Abstrak**

Untuk memastikan keamanan dari sistem pengereman kendaraan maka perlu dilakukan uji berkala pada kendaraan bermotor, salah satunya dengan menguji efisiensi dari gaya pengereman. Salah satu alat uji efisiensi sistem pengereman kendaraan bermotor adalah model statik rol penguji rem. Pada umumnya alat rol penguji rem hanya menggunakan sensor berat untuk mengukur berat sumbu kendaraan dan gaya rem saja, tidak dilengkapi dengan pengukuran perlambatan pada roda kendaraan saat dilakukan pengereman. Dalam penelitian ini telah ditambahkan sensor putaran roda pada alat rol penguji rem untuk menganalisis hubungan antara variasi tindakan pengereman terhadap besarnya pengukuran efisiensi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merancang sebuah sistem perangkat keras dan perangkat lunak, melakukan pengujian dan kalibrasi. Pengujian dan kalibrasi dilakukan dengan mengukur berat sumbu dan gaya rem, kemudian membandingkan variasi tindakan pengereman saat pengujian menggunakan rol penguji rem. Setelah dilakukan kalibrasi didapatkan hasil kesalahan maksimum untuk pengukuran berat sumbu sebesar 2.22%, untuk pengukuran gaya rem kanan sebesar 1.47% dan 1.1% untuk pengukuran gaya rem kiri. Setelah alat dikalibrasi kemudian dilakukan pengujian terhadap sampel kendaraan untuk menganalisis variasi tindakan pengereman. Dari analisis variasi tindakan pengereman didapatkan hasil efisiensi tertinggi diperoleh dengan cara tindakan pengereman hentakan sedangkan efisiensi terendah yaitu dengan tindakan pengereman tekan – lepas.

**Kata kunci**— rol penguji rem, sensor putaran roda, efisiensi gaya rem, pengujian kendaraan bermotor.

## **Abstract**

To ensure the safety of the vehicle braking system it is necessary to conduct periodic tests on motorized vehicles, one of which is by testing the efficiency of the braking force. One of the tools for motorized vehicle braking systems is static roller brake tester. In general, the roller brake tester only uses a weight sensor to measure the vehicle's axle weight and brake force, not equipped with a decelerate measurement on the vehicle's wheels when braking. In this research, wheel rotation sensor has been added to the roller brake tester to analyze the relationship between variations in brake force measurement and the magnitude of efficiency measurements. The method used in this research is to design a hardware and software system, test and calibrate it. Testing and calibration is done by measuring the axis weight and brake force, then comparing the variations in braking action when testing using roller brake tester. Based on the calibration tests, it was found that the results are very good with maximum percentage error of 2.22% for axle load meter, 1.47% for right brake force and 1.1% for left brake force. After calibration, vehicle sample testing is performed to analyze variations in braking actions. The results of this study indicate that the efficiency of the highest brake force occurs when sudden-braking is applied, while for the lowest brake force efficiency occurs when the loose-press braking is applied.

**Keywords**— roller brake tester, rotary encoder, brake force efficiency, vehicle testing

## 1. PENDAHULUAN

Untuk memastikan keamanan dari sistem pengereman kendaraan maka perlu dilakukan uji berkala pada kendaraan bermotor, salah satunya dengan menguji efisiensi dari gaya pengereman. Salah satu alat uji efisiensi sistem pengereman kendaraan bermotor adalah model statik rol pengujian rem. Pada alat rol pengujian rem mempunyai struktur yang sederhana dan membutuhkan daya dorong yang kecil dan cara pengoperasian yang aman karena pengereman diuji pada kecepatan rendah. Namun hasil antara pengujian dan sifat rem yang sebenarnya berbeda dikarenakan struktur dan bentuk dari peron pengujian. Pada umumnya alat rol pengujian rem hanya menggunakan sensor berat untuk mengukur berat sumbu kendaraan dan gaya rem saja, tidak dilengkapi dengan pengukuran perlambatan pada roda kendaraan saat dilakukan pengereman. Misalnya pada penelitian [1] membahas tentang restorasi sistem rol pengujian rem yang telah rusak dengan membuat sistem baru untuk menggantikan sistem lama dengan tampilan analog menggunakan motor listrik sebagai tampilan pengukurannya. Sistem yang dibangun menggunakan NI-6220 PCI Express DAQ Card produk dari National Instrument dan perangkat lunak menggunakan LabView yang sudah langsung pakai dalam bentuk modul jadi. Akan tetapi pada alat yang dibuat hanya mengukur berat sumbu dan gaya rem saja, tidak dilengkapi dengan sensor pembaca perlambatan roda, tidak bisa mencetak hasil pengukuran, dan modul untuk perangkat kerasnya relatif lebih mahal.

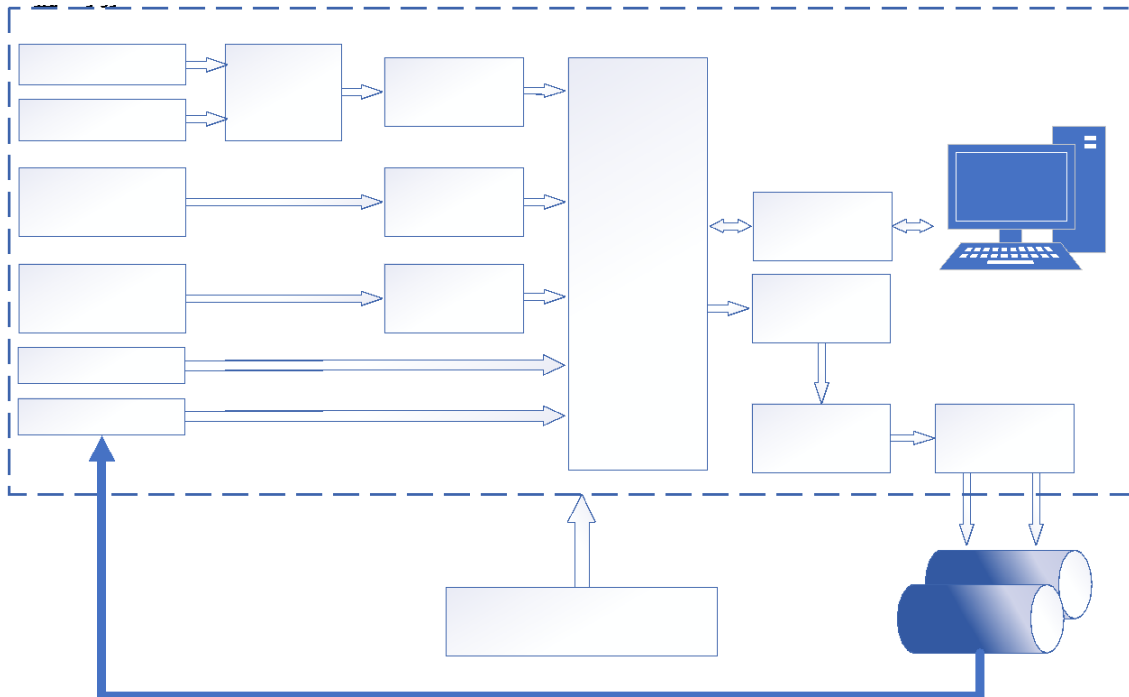
Penelitian [2] mengimplementasikan perangkat compactRio NI cRIO-9082 untuk akuisisi data dari sensor-sensor dengan perangkat lunak LabView. Sistem yang dibuat menggunakan banyak teknologi pemrosesan sinyal seperti spektrum, spektrum frekuensi-waktu, filter digital. Selain itu, informasi fitur lokal yang dapat diekstraksi dari frekuensi-waktu spektrum dan dianalisis secara terpisah meningkatkan fleksibilitas analisis data. Akan tetapi untuk pengambilan datanya sensor-sensor harus dipasangkan pada kendaraan yang sedang diuji, sehingga dalam proses pengujiannya membutuhkan waktu yang lama dan juga membutuhkan biaya yang lebih besar.

Penelitian [3] menjelaskan tentang analisis variasi berat kendaraan dan gaya penekanan pada pedal rem terhadap efisiensi gaya rem kendaraan. Dalam kesimpulannya peneliti menyimpulkan hubungan antara besarnya penekanan pada pedal rem linier terhadap besarnya efisiensi gaya rem, kemudian berat kendaraan hanya sedikit mempengaruhi besarnya efisiensi yang dihasilkan. Kekurangan dalam penelitian ini yaitu peneliti tidak membandingkan antara variasi tindakan pengereman pada tiap kendaraan dan mengabaikan variabel perlambatan pada roda.

Pada penelitian ini membahas tentang perancangan sistem pada rol pengujian rem dengan penambahan sensor putaran untuk membaca perlambatan roda saat dilakukan pengereman. Dari penambahan sensor tersebut akan digunakan untuk menganalisis besarnya efisiensi gaya rem yang timbul dari variasi tindakan pengereman.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk menganalisis variasi tindakan pengereman pada roller brake tester dibuat suatu sistem untuk mengukur berat sumbu kendaraan, gaya rem kanan dan kiri, serta putaran roda, blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



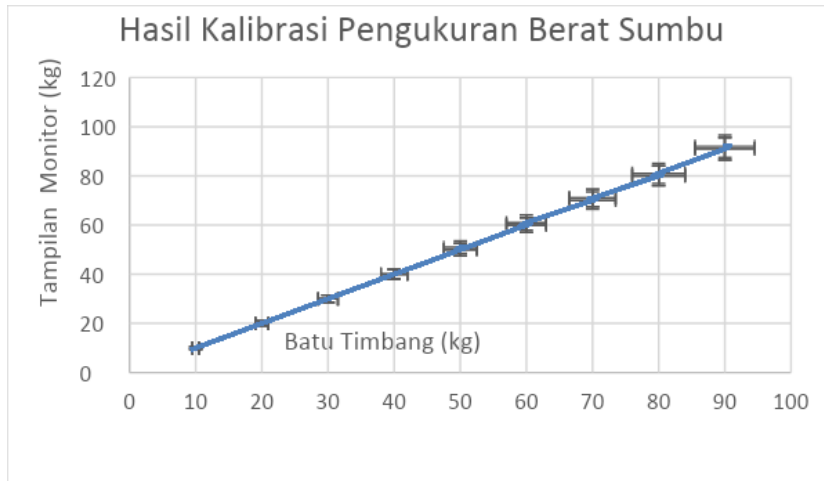
Gambar 1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Sistem mempunyai 4 jenis sensor yang digunakan dalam parameter pengujian pengereman. Saklar tekan digunakan untuk mendeteksi posisi roda kendaraan yang berada di atas rol, jika posisi belum benar maka pengujian tidak dapat dilanjutkan. Sensor bobot kendaraan berupa sensor berat digunakan untuk mengukur bobot dari tiap sumbu kendaraan. Sensor gaya rem yang digunakan prinsipnya sama dengan sensor bobot, hanya saja diterapkan untuk mengukur besarnya gaya saat dilakukan pengereman. Sensor putaran berupa *rotary encoder* yang berfungsi untuk mengukur perlambatan putaran roda saat dilakukan pengereman. Keluaran sensor berat sumbu dan gaya rem dengan kapasitas 10 ton dan 2 ton [4] dikuatkan menggunakan IC HX711 24-bit ADC [5]. Semua sensor dibaca dan diproses oleh mikrokontroler dan kemudian akan dikirimkan ke komputer melalui komunikasi *USB to Serial*. Driver relay dan kontaktor berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan motor untuk berputar atau berhenti. Relay ini dikendalikan oleh mikrokontroler ketika mendapat perintah dari program komputer.

Sistem yang digunakan untuk menganalisis pengujian efisiensi gaya rem terhadap variasi tindakan pengereman ini telah terkalibrasi dengan metode seperti pada penelitian [6][7][8]. Pengambilan data analisis digunakan kendaraan jenis truk dengan bobot 3500 Kg sistem pengereman bukan ABS dengan tiga variasi tindakan pengereman, yaitu hentakan, pelan-pelan, dan tekan-lepas.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pengukuran berat sumbu kendaraan dilakukan dengan cara membandingkan langsung dengan standar massa acuan atau biasa disebut batu timbang sebagai referensi berat. Standar massa yang digunakan untuk mengkalibrasi harus tertelusur ke satuan SI, dan memiliki ketidakpastian yang lebih kecil dari 1/3 kesalahan maksimum yang diperbolehkan (MPE) dari timbangan yang dikalibrasi [8] [9] [10].



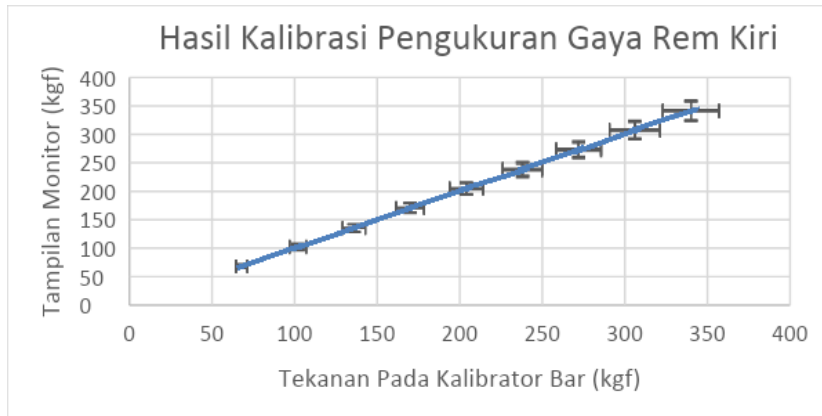
Gambar 2 Hasil Kalibrasi Pengukur Berat Sumbu

Kalibrasi pengukuran berat sumbu dilakukan menggunakan standar batu timbang 10 Kg sampai 90 Kg dengan kelipatan tiap 10 Kg dengan perulangan sebanyak 3 kali pengujian. Hasil kalibrasi pengukuran berat sumbu ditunjukkan pada Gambar 2 dengan toleransi kesalahan sebesar 10%, didapatkan hasil dengan kesalahan maksimum sebesar 2.22% pada pengujian dengan batu timbang 90 Kg.



Gambar 3 Hasil Kalibrasi Pengukuran Gaya Rem-Kanan

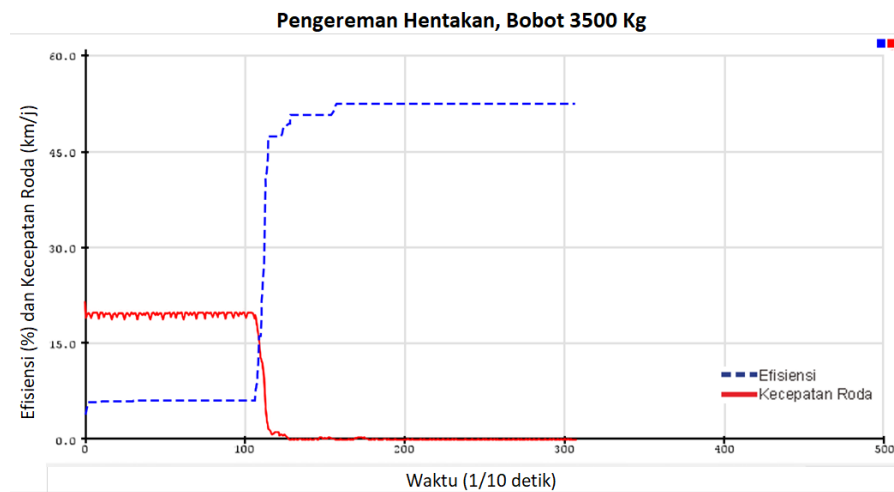
Untuk kalibrasi pengukuran gaya rem sudah pernah dibahas pada penelitian [6] dan [11]. Kalibrasi gaya rem menggunakan sebuah *brake force calibration bar*. *Calibration bar* ini terdapat sebuah sensor berat yang terhubung ke penampil tekanan sebagai gaya referensi yang akan dibandingkan dengan hasil pembacaan gaya rem pada tampilan monitor. Hasil kalibrasi pengukuran gaya rem kanan ditunjukkan pada Gambar 3 dengan pengujian sebanyak 27 kali didapatkan hasil dengan kesalahan maksimum pada pengukuran gaya rem kanan sebesar 1.47% pada tekanan 68 Kgf.



Gambar 4 Hasil Kalibrasi Pengukuran Gaya Rem-Kiri

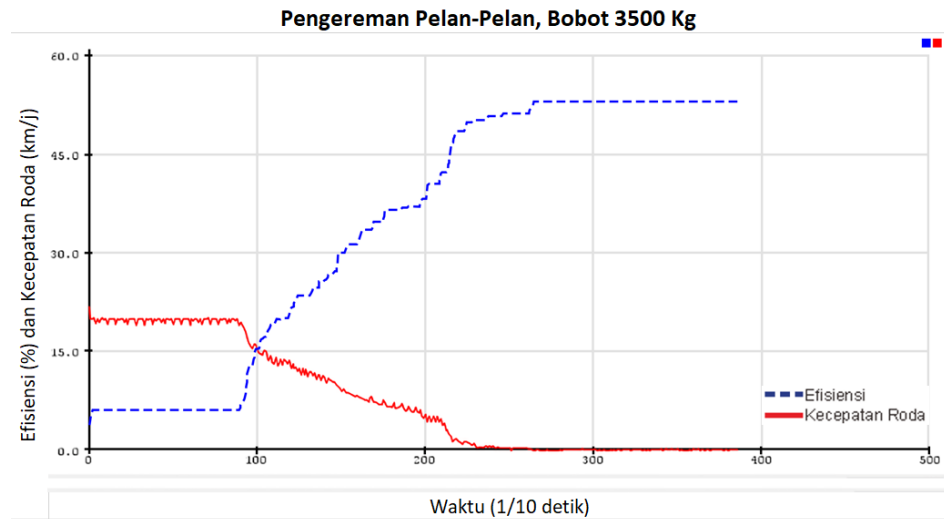
Sedangkan untuk kalibrasi pengukuran gaya rem kiri ditunjukkan pada Gambar 4 didapatkan hasil dengan kesalahan maksimum sebesar 1.1% pada tekanan yang diberikan pada *calibration bar* sebesar 272 Kgf.

Setelah semua parameter pada alat dilakukan kalibrasi, kemudian pengambilan data pada kendaraan dengan variasi tindakan pengereman. Hasil pengujian variasi tindakan pengereman ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.



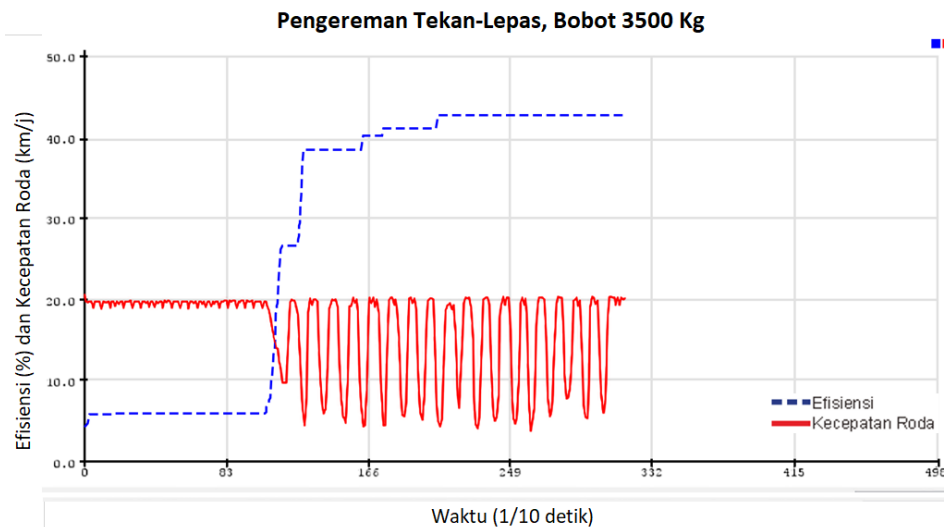
Gambar 5 Grafik Respon Tindakan Pengereman Hentakan

Tindakan pengereman dengan hentakan untuk kendaraan dengan bobot 3500 Kg ditunjukkan pada Gambar 5. Saat pertama kali roler berputar sudah muncul nilai efisiensi sebesar 7% ini dikarenakan adanya hentakan saat roler mulai berputar, kemudian saat putaran roler sudah stabil di 20 Km/jam menunggu indikator mulai pengereman menyala dilakukan pengereman dengan cara dihentakkan, terlihat pada Gambar 5 efisiensi gaya rem seketika naik dan putaran roda seketika berhenti dalam waktu 2 detik. Dan juga terlihat dalam grafik sebelum mencapai garis nilai efisiensi maksimalnya tidak langsung lurus akan tetapi ada 2 kali tahapan, hal ini dikarenakan terjadi slip pada ban kendaraan. Nilai efisiensi gaya rem maksimal untuk tindakan pengereman dengan cara hentakan pada kendaraan dengan bobot 3500 Kg didapatkan hasil sebesar 50%.



Gambar 6 Grafik Respon Tindakan Pengereman Pelan-Pelan

Tindakan pengereman dengan pelan – pelan ditunjukkan pada Gambar 6 tindakan pengereman dilakukan dengan cara menekan pedal rem pelan – pelan berangsur sampai tekanan maksimal, terlihat pada Gambar 6 efisiensi gaya rem berangsur naik dan putaran roda berangsur turun sampai berhenti dengan waktu sekitar 12 detik dari saat penekanan pada pedal rem. Nilai efisiensi gaya rem maksimal untuk tindakan pengereman dengan cara pelan – pelan pada kendaraan dengan bobot 3500 Kg didapatkan hasil sebesar 48%.



Gambar 7 Grafik Respon Tindakan Pengereman Tekan-Lepas

Tindakan pengereman dengan tekan – lepas untuk kendaraan dengan bobot 3500 Kg ditunjukkan pada Gambar 7 tindakan pengereman dilakukan dengan cara menekan pedal rem kemudian melepaskannya berulang-ulang terlihat pada Gambar 7 efisiensi gaya rem berangsur naik sedangkan putaran roda naik turun, pencapaian nilai efisiensi gaya rem maksimal untuk tindakan pengereman dengan cara tekan - lepas pada kendaraan dengan bobot 3500 Kg didapatkan hasil sebesar 43%. Nilai efisiensi ini paling kecil dari tindakan pengereman yang telah diuji sebelumnya.

Dari ketiga tindakan pengereman yang dilakukan pada kendaraan dengan bobot 3500 Kg, nilai efisiensi maksimal yang terbesar diperoleh dengan cara tindakan pengereman hentakan,

dan nilai efisiensi maksimal yang terkecil diperoleh dengan cara tindakan pengereman tekan – lepas.

#### 4. KESIMPULAN

1. Dengan menambahkan sensor pembacaan putaran roda, dapat dihasilkan sebuah sistem yang dapat menganalisis variasi tindakan pengereman terhadap besarnya efisiensi gaya rem yang dihasilkan pada pengujian rol penguji rem.
2. Setelah dilakukan kalibrasi alat yang dibuat mendapatkan hasil kesalahan maksimum pengukuran untuk pengukur berat sumbu sebesar 2.22%, untuk pengukur gaya rem kanan sebesar 1.47% dan untuk pengukur gaya rem kiri sebesar 1.1%.
3. Dari analisis tindakan pengereman didapatkan hasil efisiensi tertinggi diperoleh dengan cara tindakan pengereman hentakan sedangkan efisiensi terendah yaitu dengan tindakan pengereman tekan – lepas.

#### 5. SARAN

Pengujian dengan jenis kendaraan yang mempunyai bobot berbeda dan mempunyai sistem pengereman ABS dapat menjadi parameter dalam penelitian selanjutnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi berdasarkan Surat kontrak No: 040/SP2H/LT/DPRM/2019 yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Boć, A. Vučetić, P. Ilić, dan Z. Lulić, “Retrofit of a roller brake tester at famena,” *Trans. Famena*, vol. 38, no. 3, hal. 95–102, 2014.
- [2] X. Wang, C. Liu, Z. M. Xiao, dan X. Wu, “Study and implementation of vehicle brake test system,” *2015 IEEE Int. Conf. Inf. Autom. ICIA 2015 - conjunction with 2015 IEEE Int. Conf. Autom. Logist.*, no. August, hal. 1524–1527, 2015.
- [3] V. Surblyls dan E. Sokolovskij, “Research of the Vehicle Brake Testing Efficiency,” *Procedia Eng.*, vol. 134, hal. 452–458, 2016.
- [4] Z. E. B. V, “Type L6B Load Cell Type L6B Load Cell,” *Data Sheet*, hal. 39480–39482, 2013.
- [5] Avia Semiconductor, “24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales,” *Hx711*, vol. 9530, no. 592, hal. 1–9, 2016.
- [6] J. S. Galvarro, “Calibration of roller brake testers transmission and use of reference brake force,” Norway, 2011.
- [7] R. Hayu, “Analisis Ketidakpastian Kalibrasi Timbangan Non-Otomatis Dengan Metoda Perbandingan Langsung Terhadap Standar Massa Acuan,” *J. Stand.*, vol. 12, no. 1, hal. 64, 2010.
- [8] Euramet, “Guidelines on the calibration of non-automatic weighing instruments,” *Euramet*, vol. 02, 2009.
- [9] Joint Committee For Guides In, “Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement,” *Int. Organ. Stand. Geneva ISBN*, vol. 50, no. September, hal. 134, 2008.

- [10] International Recommendation, “Organisation Internationale de Métrologie Légale Nonautomatic weighing instruments,” vol. 1, hal. 1–51, 1994.
- [11] G. Xu, J. Su, R. Chen, H. Pan, L. Zhang, dan X. Wang, “Measurement performance assessment: Dynamic calibration compared with static calibration method for roller tester of vehicle brake force,” *Adv. Mech. Eng.*, vol. 2014, 2014..