

RANCANG BANGUN INSTRUMENTASI LOAD CELL STRAIN GAUGE HALF BRIDGE PADA DYNAMOMETER PRONY BRAKE DENGAN SISTEM MONITORING LCD 16X4 DISPLAY BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Abdul Majid*

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
e-mail: majidvj23@gmail.com

Althesa Androva

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
althesaandrova@upgris.ac.id

Agus Mukhtar

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
agusmukhtar@upgris.ac.id

ABSTRACT

Prony Brake is one of the absorption type dynamometers because its work depends on adjusting the pulling torque, converting mechanical energy into heat. This tool will convert the output power of the motor into heat energy due to friction between the rotor shaft and the clamps. This prony brake system has vertical and horizontal load torque settings to achieve the desired loading conditions. This research focuses on the use of the Load Cell sensor as a receiver for the Prony Brake braking power load. So the purpose of this research is to see the performance of the instrumentation on the circuit and sensor readings. In this study, we obtained a Prony Brake dynamometer using a Load Cell Strain Gauge based on the mass or load caused by braking power by displaying the value on the Arduino nano-based 16x4 LCD that the researchers designed was less than optimal in carrying out its function. And the results on the performance of the Load Cell Strain instrument The gauge is still not optimal, it is obtained that the error limit (Error) in the braking power of the tool against the target has an average of 2.76% according to the provisions of the error with an average of 2kg not more than 2%.

Keywords: Dynamometer, Prony Brake, Load Cell.

ABSTRAK

Prony Brake merupakan salah satu dynamometer berjenis penyerapan karena kerjanya bergantung pada pengaturan torsi tarikan, mengubah energi mekanik menjadi panas. Alat ini akan mengubah daya keluaran motor menjadi energi panas karena pergesekan antara poros rotor dengan capit kampas tersebut. Sistem prony brake yang dibuat ini memiliki pengaturan torsi beban secara vertikal dan horizontal untuk mencapai kondisi pembebanan yang diinginkan. Pada penelitian ini berfokus pada penggunaan sensor *Load Cell* sebagai penerima beban daya pengereman *Prony Brake*. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah melihat kinerja instrumentasi pada rangkaian dan pembacaan sensor. Pada penelitian ini didapat alat

dinamometer *Prony Brake* dengan menggunakan *Load Cell Strain Gauge* berdasarkan massa atau beban yang ditimbulkan oleh daya pengereman dengan menampilkan nilai pada LCD 16x4 berbasis Arduino nano yang peneliti rancang kurang maksimal dalam menjalankan sesuai fungsinya. Dan hasil pada kinerja instrumen *Load Cell Strain Gauge* masih belum maksimal, didapat batas kesalahan (*Error*) pada daya pengereman alat terhadap target memiliki rata-rata 2.76% dengan sesuai ketentuan error dengan rata-rata 2kg tidak lebih dari 2%.

Kata kunci: Dinamometer, *Prony Brake*, *Load Cell*.

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi bidang otomotif dan ilmu pengetahuan di bidang semikonduktor dan programming menyebabkan segala bidang mengalami digitalisasi dan automasi. Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat sangat banyak dampak terhadap pola kehidupan manusia. Teknologi pun menjadi bagian yang tidak bisa dipisahkan pada era modern ini. Salah satu model ilmu pengetahuan yang banyak digunakan adalah sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data merupakan salah satu bentuk teknologi dibidang instrumentasi dengan pengambilan dan pemrosesan data dari suatu besaran tertentu yang ingin diukur. (Djuniadi et al., 2011)

Adapun produk perkembangan teknologi automasi yang dapat diterapkan pada bidang otomotif adalah dinamometer. Dinamometer adalah sebuah alat untuk mengukur gaya, torsi, atau daya suatu mesin, motor, atau penggerak lain, baik itu elektrik atau mekanik. Pengukuran menggunakan dinamometer dilakukan untuk menentukan seberapa besar daya yang dihasilkan oleh suatu mesin/penggerak. Selain digunakan untuk pengukurantorsi dan tenaga mesin bakar yang sederhana, dinamometer berperan penting sebagai bagian dari pengujian untuk pengembangan prototype mesin bertenaga listrik ataupun lainnya. Sebagai contoh pengembangan motor listrik dengan berbagai jenis variasi komponen untuk mengetahui seberapa besar torsi atau tenaga yang dihasilkan. Dinamometer dapat mengukur gaya, torsi, atau tenaga yang dihasilkan dari berbagai variasi komponen tersebut. (Irawansyah & Ansyah, 2019)

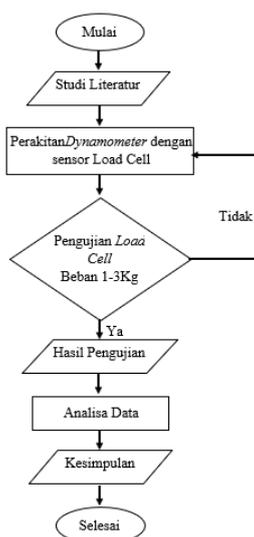
Untuk mendapatkan performa mesin yang diharapkan, perlu dilakukan pengukuran dengan sebuah alat ukur yang dapat membaca spesifikasi atau kapasitas sebuah mesin. Salah satu komponen utama pada perancangan sebuah dinamometer adalah Sensor Load Cell. Load Cell merupakan alat electromekanik yang biasa disebut Transducer, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan

deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau Strain Gauge. (Pambudi, 2018)

Pada penelitian ini sesuai dengan permasalahan yang terjadi memiliki tujuan penelitian yaitu peneliti merancang alat *dynamometer prony brake* menggunakan *Load Cell Strain Gauge Half Bridge* dan mengetahui unjuk kerja instrumentasi *Load Cell Strain Gauge Half Bridge* pada *dynamometer prony brake* dengan dengan sistem monitoring LCD 16x4.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah R&D (*Research and Development*). Metode *Research and Development* adalah metode yang dipakai untuk menghasilkan dan mengembangkan suatu produk kemudian menguji efektivitasnya. Menurut (Reesnes, 2015), *Research and Development* merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produknya. Untuk menghasilkan produk yang akan dibuat diperlukan berbagai tahapan dan validasi. Peneliti akan melakukan penelitian terlebih dahulu untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan kemudian dilakukan pengujian dan evaluasi terhadap sistem yang telah ditentukan.



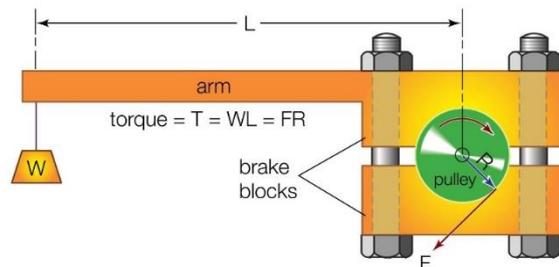
Gambar 2. Kerangka Penelitian

Pada suatu penelitian terdapat sebuah teknik analisis data bertujuan menguraikan dan memecahkan masalah yang berdasarkan data yang diperoleh. Teknik analisis data yang digunakan menggunakan Metode Analisis Deskriptif. Analisis Deskriptif adalah sebuah metode yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih tanpa membuat perbandingan dan mencari hubungan variabel itu dengan variabel yang lain.

HASIL

A. Dynamometer

Prony brake adalah sebuah tipe sederhana dari dynamometer yang digunakan untuk mengukur jumlah torsi yang ditimbulkan oleh sebuah kendaraan bermotor atau mesin dalam rangka untuk memutuskan rem bertenaga besar. Dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan untuk mengukur torsi dari mesin-mesin besar seperti pada mobil. Meskipun begitu, alat ini tidak cocok digunakan untuk mengukur torsi pada mesin-mesin kecil seperti vacuum cleaner, gergaji mesin, dan mesin cuci. (Yahya et al., 2016)



Gambar 2. Dynamometer

B. Sensor Load Cell Strain Gauge Half Bridge

Load cell adalah perangkat yang mengubah gaya atau beban menjadi output yang terukur. Strain gauge load cell adalah yang paling umum dan didefinisikan sebagai sebuah perangkat yang mengkonversi gaya atau beban menjadi sinyal elektrik yang setara. Strain gauge load cell dirancang untuk mengukur secara tepat terkait berat statis. Gaya yang diberikan pada load cell akan dikonversi ke dalam tegangan sesuai dengan perubahan resistansi pada strain gauge. Banyak load cell yang menggunakan strain gauge dengan konfigurasi jembatan Wheatstone empat lengan.



Gambar 3. Load Cell

Cara kerja sensor load cell jenis half-bridge apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi pada strain gauge -nya akan berubah yang dikeluarkan melalui tiga buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabelnya lagi sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Spesifikasi

Half-Bridge Weight Sensor dapat dilihat pada Tabel 2.9 Spesifikasi Half-Bridge Weight Sensor.

C. Hasil Penelitian

1. Pengujian Aktifasi Sensor *Load Cell*

Pengujian *Load Cell* bertujuan untuk mengetahui bahwa *load cell* dapat melakukan pengukuran massa dengan baik. Sebelum melakukan pengukuran massa, diperlukan kalibrasi *load cell* terlebih dahulu agar massa yang terukur ketika beban yang terpasang di atas *load cell* tidak diberikan beban akan menunjukkan nilai massa 0kg. Pengkalibrasian menggunakan program untuk kalibrasi *load cell*, dengan demikian kalibrasi dan pengujian ini harus mengintegrasikan *load cell* dan modul HX711 dengan Arduino. Adapun proses pengujian *load cell* dapat diperlihatkan pada Gambar 4. dan tabel hasil pengujian *load cell* ditunjukkan pada Tabel 1.

COM5	COM5	COM5
Massa Terbaca = 250,13 g	Massa Terbaca = 541,88 g	Massa Terbaca = 1081,10 g
Massa Terbaca = 250,28 g	Massa Terbaca = 532,23 g	Massa Terbaca = 1043,55 g
Massa Terbaca = 250,94 g	Massa Terbaca = 522,51 g	Massa Terbaca = 1051,22 g
Massa Terbaca = 250,69 g	Massa Terbaca = 512,30 g	Massa Terbaca = 1032,38 g
Massa Terbaca = 250,35 g	Massa Terbaca = 534,82 g	Massa Terbaca = 1011,25 g
Massa Terbaca = 250,50 g	Massa Terbaca = 513,13 g	Massa Terbaca = 1034,36 g
Massa Terbaca = 250,98 g	Massa Terbaca = 522,45 g	Massa Terbaca = 1025,05 g
Massa Terbaca = 250,32 g	Massa Terbaca = 503,62 g	Massa Terbaca = 1029,38 g

Gambar 4. Proses Pengujian *LoadCell*

Tabel 1. Hasil Pengujian *Load Cell*

No.	Beban Target (Kg)	Hasil Pembacaan LCD (Kg)	Error (%)
1	1	1.01	0,01
2	2	2.10	0,05
3	3	2.97	0,01
4	4	3.88	0,03
5	5	5.58	0,12
6	6	6.11	0,02
7	7	7.22	0,03
8	8	8.22	0,03
9	9	9.14	0,02
10	10	10.05	0,01

2. Pengujian LCD 16x4 i2c

Pengujian rangkaian LCD 16x4 bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat dikendalikan oleh Arduino Nano untuk menampilkan karakter. Sebelum pengujian, perlu diintegrasikan rangkaian LCD dengan Arduino Nano. Pengujian dilakukan dengan menampilkan

karakter LCD sesuai program pada Arduino IDE. Sama halnya dengan menggunakan LCD 16x2, LCD 16x4 juga menggunakan *library* yang sama “LiquidCrystal.h” pada Arduino IDE. Tabel hasil pengujian LCD ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian LCD

Kondisi LCD	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
Aktif	<p>LCD dapat menampilkan karakter sesuai program pada Arduino</p> <pre data-bbox="496 786 791 1227"> void loop() { lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("RPM : "); lcd.print(RPMfix); lcd.print(" RPM "); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Berat : "); lcd.print(m); lcd.print(" Kg "); lcd.setCursor(-4, 2); lcd.print("Torsi : "); lcd.print(T); lcd.print(" Kgm "); lcd.setCursor(-4, 3); lcd.print("Daya : "); lcd.print(D); lcd.print(" HP "); } </pre>	

3. Pengujian Kelayakan Sistem Dinamometer *Prony Brake* dengan *Load Cell Strain Gauge Half Bridge*

Pengujian sistem kelayakan adalah pengujian tahap akhir yang bertujuan untuk mengetahui bahwa alat *Dinamometer Prony Brake* berdasarkan massa atau daya pengereman yang dihasilkan oleh rem cakram dengan sensor pembaca *Load Cell* berbasis Arduino nano dapat berfungsi dengan baik. Kriteria alat kurang berfungsi dengan baik dalam pengukuran daya pengereman dan belum sesuai dengan beban sebenarnya.

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan lima kali percobaan daya pengereman pada setiap ukuran target. Ke-lima percobaan disetiap ukuran target ini akan menjadi sampel data yang akan di analisis. Data yang diambil pada setiap percobaan adalah beban daya pengereman alat yang ditunjukkan pada LCD dan nilai pengukuran alat oleh alat ukur pembanding. Setelah percobaan selesai dilaksanakan, peneliti menghitung nilai Error dalam persen dari hasil

ukur alat *prony brake* dengan alat ukur pembandingan (timbangan). Pada analisis data penelitian akan dicatat dan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya Pengereman 1Kg

No.	Massa 1 (Gram)	Massa 2 (Gram)	Error Am (%)	Error Bm (%)	Error Cm (%)
1	1023	1016	0,69	2,30	1,60
2	1034	1023	1,08	3,40	2,30
3	1065	1042	2,21	6,50	4,20
4	1103	1032	6,88	10,30	3,20
5	1084	1020	6,27	8,40	2,00
Rata - rata			3,43	6,18	2,66

Tabel 4. Hasil Pengujian Daya Pengereman 2Kg

No.	Massa 1 (Gram)	Massa 2 (Gram)	Error Am (%)	Error Bm (%)	Error Cm (%)
1	2130	2049	3,95	6,50	2,45
2	2080	2028	2,56	4,00	1,40
3	2138	2034	5,11	6,90	1,70
4	2058	2028	1,48	2,90	1,40
5	2049	2041	0,39	2,45	2,05
Rata - rata			2,70	4,55	1,80

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Pengereman 3Kg

No.	Massa 1 (Gram)	Massa 2 (Gram)	Error Am (%)	Error Bm (%)	Error Cm (%)
1	3125	3035	2,97	4,17	1,17
2	3064	3042	0,72	2,13	1,40
3	3085	3033	1,71	2,83	1,10
4	3192	3037	5,10	6,40	1,23
5	3028	3019	0,30	0,93	0,63
Rata - rata			2,16	3,29	1,11

Keterangan:

Massa 1 : Beban daya pengereman pada *Prony Brake* (Nilai Massa pada LCD dalam satuan gram).

Massa 2 : Beban daya pengereman alat pada timbangan digital (dalam satuan gram).

Error Am: Error massa hasil daya pengereman terhadap timbangan digital (%)

Error Bm: Error massa hasil daya pengereman terhadap massa target (%)

Error Cm: Error massa hasil timbangan digital terhadap massa target (%)

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil Pengujian *Load Cell* menyatakan bahwa tingkat

kepresisian *load cell* yang digunakan masih kurang akurat. Terlihat di setiap pengujian pada masing-masing pengujian, pada pengujian 250gram akurasi sensor bagus dan akurat tetapi ketika sensor menerima beban lebih dari itu seperti pada tabel dengan beban 500gram dan 1000gram memiliki selisih yang sangat tinggi.

Pada pengujian LCD 16x4 yang ditunjukkan pada Tabel 2. sebagai komponen keluaran lainnya menunjukkan hasil pengujian yang telah memenuhi kriteria pengujian, yakni dapat menampilkan karakter sesuai program pada Arduino IDE.

Pengujian kelayakan sistem dinamometer *prony brake* dengan sensor *load cell strain gauge half bridge* ditunjukkan pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5. Pada ukuran berdasarkan massa, analisis dilakukan terhadap tiga aspek yaitu:

1. Nilai error ukuran hasil daya pengereman yang ditunjukkan alat terhadap pengukuran pada alat ukur pengujian (Error A)
2. Nilai error ukuran hasil daya pengereman terhadap massa target (Error B)
3. Nilai error massa hasil pengukuran pada alat ukur terhadap massa target (Error C)

PENUTUP

Setelah menyelesaikan proses penelitian alat Dinamometer *Prony Brake* dengan berdasarkan massa (Daya Pengereman) menggunakan *Load Cell Strain Gauge Half Bridge* berbasis Arduino Nano dapat dikatakan bahwa penelitian telah menjawab rumusan masalah dan dapat disimpulkan bahwa alat dinamometer *Prony Brake* dengan menggunakan *Load Cell Strain Gauge* berdasarkan massa atau beban yang ditimbulkan oleh daya pengereman dengan menampilkan nilai pada LCD 16x4 berbasis Arduino nano yang peneliti rancang kurang maksimal dalam menjalankan sesuai fungsinya. Dan hasil pada kinerja instrumen *Load Cell Strain Gauge* masih belum maksimal, didapat batas kesalahan (*Error*) pada daya pengereman alat terhadap target memiliki rata-rata 2.76% dengan sesuai ketentuan error dengan rata-rata 2kg tidak lebih dari 2%.

Adapun dalam sistem yang dibuat dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, untuk itu peneliti memberikan saran untuk pengembangan dari penelitian ini yaitu Untuk penelitian selanjutnya perlunya mengganti sensor beban dan mencari referensi baru agar akurasi daya pengereman lebih maksimal dan perlu merancang ulang mekanisme *Prony Brake* dikarenakan adanya getaran yang tinggi dari mesin diesel terhadap kerangka dapat mempengaruhi hasil pembacaan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Djuniadi, Anis, S., & Pribadi, F. S. (2011). *Sistem akuisisi data berbasis telemetri*. 79–88.
- Irawansyah, H., & Ansyah, P. R. (2019). *Pengujian Dinamometer Prony Brake Untuk Praktikum Prestasi Mesin Motor Diesel*. 07, 9–12.
- Pambudi, G. W. (2018). *Cara Menggunakan modul sensor berat / loadcell hx711 dengan Arduino*. [Www.Cronyos.Com](http://www.cronyos.com).
<https://www.cronyos.com/cara-menggunakan-modul-sensor-berat-loadcell-hx711-dengan-arduino/>
- Yahya, M., Sukmadi, T., & Winardi, B. (2016). *PERANCANGAN MODUL PRONY BRAKE UNTUK PENENTUAN KARAKTERISTIK MEKANIK (TORSI TERHADAP KECEPATAN) DAN EFISIENSI MOTOR INDUKSI 3 FASA*. Vol.5, No.4.