

## ESTIMASI JARAK DAN KECEPATAN PADA ALAT UJI STATIS ROKET LATIH *EXPERIMENT* DENGAN PEDEKATAN GAYA DORONG OPTIMAL

Erik Roma Hurmuzi<sup>1\*</sup>, Dwi Arman Prasetya<sup>1</sup>, Suprayogi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang  
Jl. Terusan Raya Dieng No. 62-64, Malang 65146

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat  
Jl. Ksatrian Pusdik Arhanud, Kota Batu 65324

\*E-mail : erik\_muzzi@yahoo.com

### Abstrak

Dalam proses pengujian kerja roket, salah satu cara dapat dilakukan dengan uji statis roket. Istilah “uji statis” mengandung pengertian pengujian dalam keadaan statis/diam. Hasil yang didapat dari proses pengujian tersebut salah satunya adalah gaya dorong roket (*thrust*). Sehingga perlu dirancang sebuah alat ukur tekanan gaya dorong (*thrust*) dengan menggunakan sensor loadcell yang kemudian ditampilkan ke laptop berupa data grafik dan tabel yang dapat dilihat secara *realtime*, sehingga bisa dihitung estimasi atau perkiraan jarak dan kecepatan roket menggunakan metode pendekatan gaya dorong optimal, kemudian data tersebut disimpan didalam database menggunakan *microsoft access* dan juga tersimpan pada *micro SD* agar memudahkan dalam fleksibilitas pemindahan data ke perangkat lain

**Kata kunci:** *sensor loadcell, thrust, uji statis*

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya zaman yang didukung dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat dan teknologi militer yang berkembang semakin mutakhir. Salah satu contohnya perkembangan roket di Indonesia sendiri, telah mempunyai lembaga yang berhasil membuat dan meluncurkan roket-roket yang produksinya. Hal ini didukung oleh perkembangan sistem telemetri, sistem navigasi, dan sistem aktuatornya. Dalam proses pengujian kerja roket, salah satu cara dapat dilakukan dengan uji statis roket. Istilah “uji statis” mengandung pengertian pengujian dalam keadaan statis. Hasil yang didapat dari proses pengujian statis roket salah satunya adalah gaya dorong roket (*thrust*)

Untuk pengukuran gaya dorong roket harus memenuhi syarat-syarat untuk mendapatkan data yang akurat dan presisi. Apabila tidak memenuhi syarat, akan menyebabkan tidak akan mendapatkan suatu nilai yang ideal untuk menjadi patokan nilai sebuah roket. Salah satu analisa parameter pada pengujian statis ini adalah besarnya nilai gaya dorong (*thrust*) sebuah roket dengan massa propelan yang telah ditentukan. Besarnya nilai tersebut diukur menggunakan sensor berat yaitu sensor loadcell. Pengukuran yang dilakukan Angkatan Darat selama ini masih menggunakan sistem analog. Sehingga nilai yang didapatkan tidak akurat dan tidak praktis. Oleh karena itu diperlukan pengukuran digital yang bisa menampilkan nilai gaya dorong secara *realtime*, akurat dan presisi. Kita juga bisa menentukan sebuah estimasi jarak dan kecepatan berdasarkan data yang sudah diperoleh dengan tingkat keakuratan dan presisi yang baik.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan sebuah metode pendekatan untuk menganalisa hasil gaya dorong yang diperoleh dari pengukuran. Gaya dorong roket merupakan hasil reaksi massa terhadap momentum yang berasal dari gas buang hasil pembakaran propelan. Metode pendekatan gaya dorong optimal menggunakan nilai puncak dari gaya dorong yang diperoleh tiap perubahan waktu. Dari nilai puncak itu bisa dihitung estimasi jarak capai roket dan juga estimasi kecepatan roket. Berdasarkan estimasi-estimasi tersebut maka bisa ditentukan sebuah konfigurasi yang optimum untuk sebuah roket.

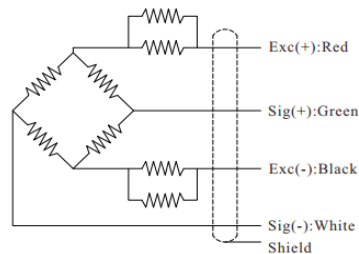
### 2.3 Pembuatan Rangkaian Sensor Loadcell

Dalam penelitian ini perancangan rangkaian sensor loadcell menggunakan gabungan dari

modul ADC HX711 dan sensor loadcell.

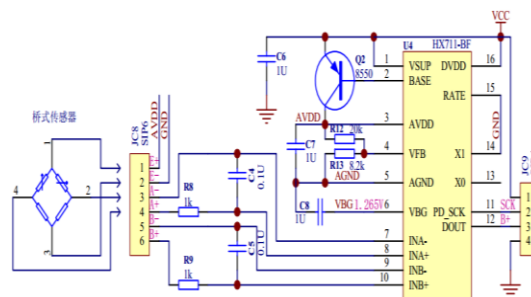
### 2.1.1 Rangkaian Sensor Loadcell

Prinsip kerja dari loadcell adalah menggunakan perlawanan listrik ke tegangan logam foil yang saling berhubungan, dititik maksimum tegangan elemen tersebut diukur kemudian dikonversi mejadi tegangan listrik proporsional. Rangkaian sensor ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sensor

Keluaran sinyal yang diperoleh akan menjadi sinyal masukan untuk Arduino. Untuk mendukung rangkaian sensor, diperlukan rangkaian penunjang berupa rangkaian ADC menggunakan IC HX711 sebagai pengkonversi perubahan terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversikannya kedalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Rangkaian ADC HX711 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian ADC (Analog to Digital Converter) HX711

Di dalam HX711, ADC yang disediakan adalah ADC 24 bit sehingga *range output* yang dihasilkan adalah  $2^{24}$  atau sama dengan 16.777.216. Untuk mencari tegangan output dari yang terbaca oleh ADC, didapat dari Persamaan 1.

$$Konversi\ ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 16.777.215 \tag{1}$$

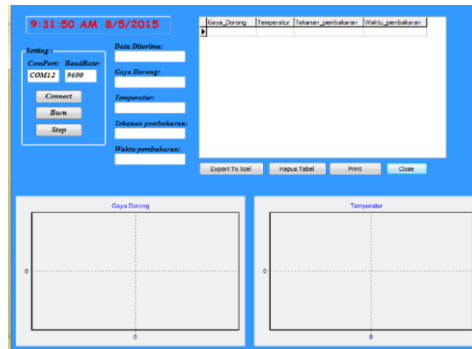
Rentang pengukuran nilai tekanan loadcell yang dibuat mulai dari 0 mV sampai 10 mV. Untuk mendapatkan kenaikan nilai tekanan loadcell setiap 1 bit dengan Persamaan 2.

$$Step\ loadcell = \frac{Range}{Total\ bit} = \frac{10}{16.777.215} = 0,000000596 \tag{2}$$

### 2.4 Pembuatan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 adalah suatu mikrokontroler dengan ATMEGA 2560 yang mempunyai 54 input output digital dimana 16 pin digunakan sebagai PWM, 16 input analog, dan lainnya.

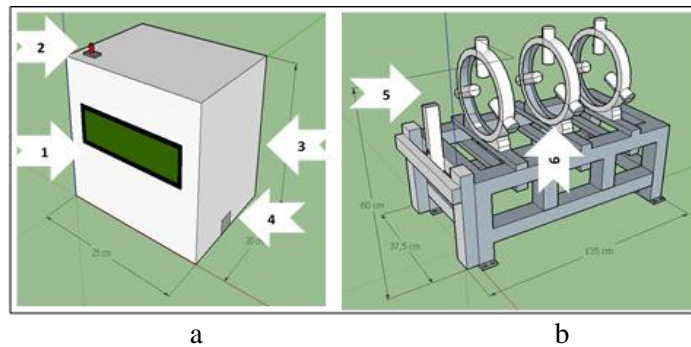
Program dibuat menggunakan *software* Arduino IDE. Selanjutnya, di *upload* ke Arduino. Untuk simulator data grafik menggunakan *software* Delphi seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4. Simulator Pengolahan Data**

**2.5 Instalasi dan Pengujian**

Setelah rangkaian sensor loadcell dan program selesai dibuat, kemudian dipasang pada instrumen pengujian gaya dorong. Gabungan rangkaian sensor loadcell, Arduino, LCD, IC HX711 dan modul micro SD ditunjukkan pada Gambar 5a dan 5b. Selanjutnya data ditampilkan ke dalam layar LCD dan diinterfacekan ke laptop untuk mendapatkan grafik.

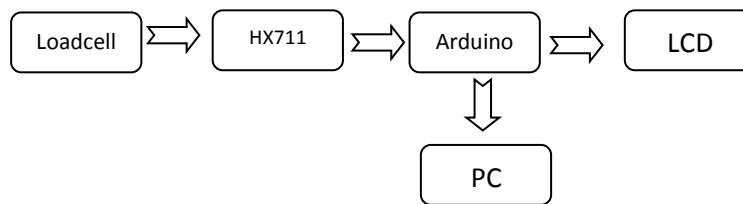


**Gambar 5. Desain Mekanik Instrumen Uji Gaya Dorong**

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 . Hasil Perancangan Penelitian**

Blok diagram dari hasil perancangan seperti Gambar 6 berikut :



**Gambar 6. Blok Diagram Perancangan**

Prinsip kerja alat pengujian gaya dorong ini adalah memonitor gaya dorong yang dihasilkan oleh roket, sehingga bekerja jika sensor membaca gaya dorong dari roket uji. Untuk mendapatkan keluaran tegangan ADC yang sesuai, diperlukan rangkaian ADC yang dibuat dari IC HX711. Hal ini untuk mengatur keluaran tegangan ADC yang masuk pada Arduino.

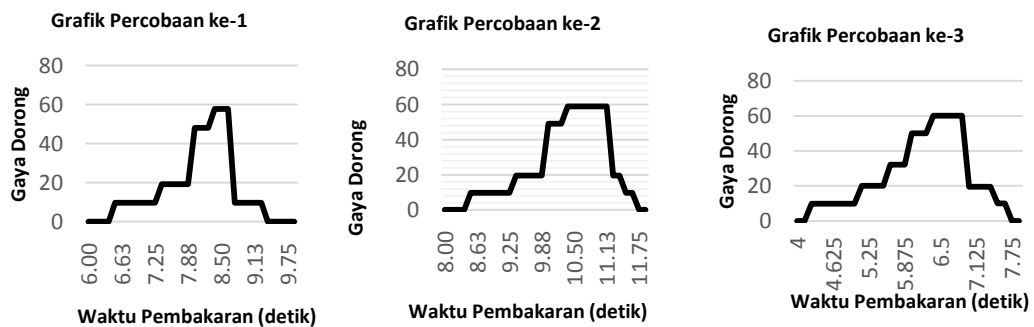
**3.2. Hasil dan Pembahasan**

Hasil pengujian diperoleh bahwa rangkaian sensor loadcell dapat bekerja dengan baik. Pengujian pertama menggunakan propelan 200 gram dilakukan sebanyak 3 kali dengan komposisi bahan yang sama dan diperoleh hasil pengukuran sensor berupa data nilai gaya dorong yang tertampil pada aplikasi monitoring seperti pada Tabel 1 (percobaan ke-2).

**Tabel 1. Hasil pengukuran gaya dorong dengan propelan 200 gr**

Waktu Pembakaran (detik)	Gaya Dorong (N)
8	0
8,125	0
8,25	0
8,375	0
8,5	9,8125
8,625	9,8125
8,75	9,8125
8,875	9,8125
9	9,8125
9,125	9,8125
9,25	9,8125
9,375	19,625
9,5	19,625
9,625	19,625
9,75	19,625
9,875	19,625
10	49,0625
10,125	49,0625
10,25	49,0625
10,375	58,875
10,5	58,875
10,625	58,875
10,75	58,875
10,875	58,875
11	58,875
11,125	58,875
11,25	19,625
11,375	19,625
11,5	9,8125
11,625	9,8125
11,75	0
11,875	0

Dari Tabel 1 maka akan didapatkan grafik gaya dorong terhadap waktu pembakaran propelan yang kita uji seperti pada Gambar 7.



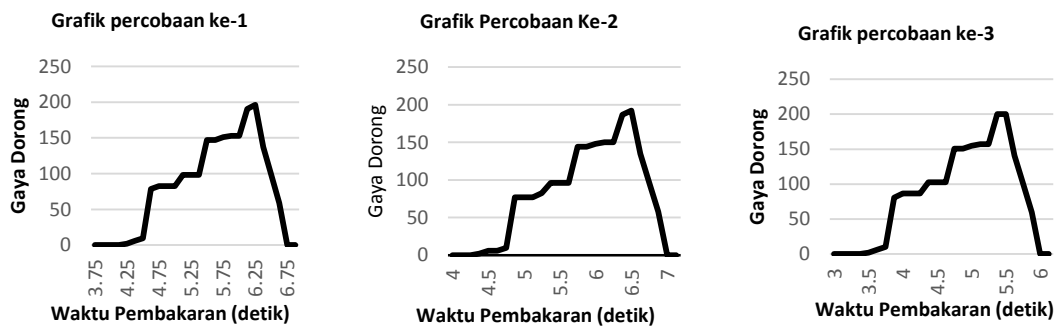
**Gambar 7. Grafik Perbandingan pada propelan 200 gr**

Pada pengujian selanjutnya menggunakan propelan 300 gram dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan komposisi bahan yang sama dan diperoleh hasil pengukuran sensor berupa data nilai gaya dorong yang tertampil pada aplikasi monitoring seperti pada Tabel 2 (percobaan ke-1).

**Tabel 2. Hasil pengukuran gaya dorong dengan propelan 300 gr**

Waktu Pembakaran (detik)	Gaya Dorong (N)
3,75	0
3,875	0
4	0
4,125	0
4,25	1,962
4,375	5,887
4,5	9,812
4,625	78,5
4,75	82,425
4,875	82,425
5	82,425
5,125	98,125
5,25	98,125
5,375	98,125
5,5	147,187
5,625	147,187
5,75	151,112
5,875	153,075
6	153,075
6,125	190,326
6,25	196,25
6,375	137,375
6,5	9,8125
6,625	5,8875
6,75	0
6,875	0

Dari Tabel 2 maka akan didapatkan grafik gaya dorong terhadap waktu pembakaran propelan yang kita uji seperti pada Gambar 8.



**Gambar 8. Grafik Perbandingan pada propelan 300 gr**

Dari pengujian tersebut kita bisa mencari estimasi jarak dan kecepatan sebuah roket. Untuk menghitung estimasi jarak dan kecepatan menggunakan persamaan berikut :

$$F = m \times a \tag{3}$$

$$v = a \times t_{\max} \tag{4}$$

$$s = v \times \Delta t \tag{5}$$

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Gaya Dorong Propelan 200 gr**

Percobaan	1	2	3
Gaya dorong maksimal (N)	57,6975	58,8750	60,0525
Rata-rata gaya dorong (N)		59,0325	
Rata-rata waktu maksimal (detik)		9,875	
Estimasi jarak capai roket (meter)		376,48	
Estimasi kecepatan roket (m/s)		97,158	

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Gaya Dorong Propelan 300 gr**

Percobaan	1	2	3
Gaya dorong maksimal (N)	196,25	192,325	200,05
Rata-rata gaya dorong (N)		196,208	
Rata-rata waktu maksimal (detik)		6,708	
Estimasi jarak capai roket (meter)		786,04	
Estimasi kecepatan roket (m/s)		219,36	

#### 4. KESIMPULAN

1. Telah dibuat monitoring alat uji gaya dorong secara digital.
2. Alat ini mampu menampilkan data gaya dorong secara akurat dan menampilkannya di aplikasi monitoring dalam bentuk grafik.
3. Untuk propelan 200 gr diperoleh nilai ideal estimasi jarak sebesar 376,48 m dan estimasi kecepatan sebesar 97,158 m/s.
4. Untuk propelan 0,3 kg diperoleh nilai ideal estimasi jarak sebesar 786,04 m dan estimasi kecepatan sebesar 219,36 m/s.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini Nenny, *Koneksi Jaringan Antara Dua Komputer Menggunakan Kabel USB Network/Bridge dengan Chip Bridge PL 2501*, Jurnal Teknik Informatika, 2015.
- Budiman Haris, *Analisis Pengujian Tarik pada Baja ST37 dengan Alat Bantu Ukur Loadcell*, Jurnal J-Ensatec Vol. 03, No. 01, November 2016.
- Kadir Abdul, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, Jakarta : Penerbit Andi Publisher, 2013
- Satrya Errya, *Kajian Tentang Rancangan Motor Roket RX 100 Menggunakan Pendekatan Gaya Dorong Optimal*, Jurnal Mat Stat Vol. 13, No.1, Januari 2013.
- S. S. M. Chung, "Parametric Simulation on Reduction of \$\$\$ -Band Rear Bistatic Radar Cross Section of Jet Engine With Vector Thrust Nozzle via Plasmatized Exhaust," in *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 45, no. 3, pp. 388-404, March 2017.
- Sutrisno, *Evaluasi Kinerja Insuliner Berbasis Epoksi melalui Uji Statik Motor Roket Case Bonded*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 11, No. 1, Juni 2013.
- Syahwil Muhammad, *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*, Jakarta : Penerbit Andi Publisher, 2013.
- Taufiq Aris, *Pengontrol Sistem Digital pada Laboratorium Elektronika Berbasis Pemrograman Delphi dengan Mikrokontroler*, Jurnal Paradigma Vol.X, No. 2, Desember 2009.
- Y. Fujioka, J. Sun and T. Ono, "High accurate weighing system used under the vibration-like moving conditions - on estimation of angular velocities," *Proceedings of the 41st SICE Annual Conference. SICE 2002.*, 2002, pp. 483-488 vol.1.