

RANCANG BANGUN DETEKSI TEMPERATUR GAS BUANG TEKANAN GAS DAN GAYA DORONG ROKET PADA ALAT UJI THRUST ROKET BERBASIS ARDUINO UNO

Triyoso¹, Imam Azhar², Desyderius Minggu³
Jurusan Teknik Telekomunikasi Poltekad Kodiklatad
Kesatrian Artileri Junrejo Batu
Email : tiyosso173@gmail.com

Abstrak

Telemetri adalah sebuah proses pengukuran parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam) yang hasil pengukurannya di kirim ke tempat lain melalui kabel maupun tanpa menggunakan kabel (wireless). Telemetri diharapkan dapat memberi kemudahan dalam pengukuran, pemantauan dan mengurangi hambatan untuk mendapatkan informasi. Penelitian ini ini merancang suatu sistem telemetri wireless yang digunakan untuk mengukur gaya dorong dari tekanan roket pada load cell yang dilengkapi dengan perekam data berupa program database, hasil pengukuran tersebut akan ditampilkan melalui laptop berupa grafik dan dalam bentuk tabel. Sistem alat terbagi dua bagian yaitu unit pengirim terdiri dari load cell, Op Amp, Mikrokontroler Arduino Uno, modul bluetooth HC-05, accu 12 V dan driver relay. Unit penerima terdiri dari modul RX Bluetooth, laptop, Embarcadero Xe studio 7. Dengan memberikan propelan dengan berat 200 gram, kemudian antara unit pengirim dengan unit penerima berjarak 20 m. Pengujian pengiriman data berkondisi tanpa halangan dan alat berkeadaan statis. Hasil penelitian yang didapat yaitu alat dapat bekerja dengan baik dengan pengujian berat propelan 200 gram gaya dorong yang didapat yaitu 340 newton.

Kata kunci : Sensor load cell, Telemetri, Arduino Uno

PENDAHULUAN

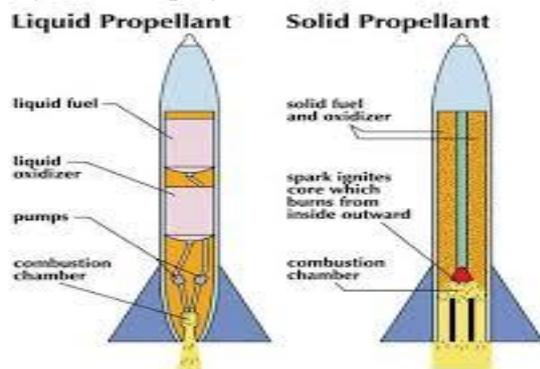
Pengembangan teknologi roket di Indonesia dikembangkan oleh LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa), mempunyai tugas pokok salah satunya melakukan penelitian dan pengembangan teknologi peroketan, diantaranya roket jenis balistik dan roket kendali. Selain dapat digunakan sebagai wahana untuk keperluan komersial, seperti pengukur cuaca, peluncur satelit, roket dapat juga berfungsi sebagai alat pertahanan dan keamanan. Penguasaan teknologi roket secara mandiri, selain untuk keamanan wilayah negara, juga untuk mengurangi ketergantungan dari negara-negara yang sudah maju. Salah satu bagian dari roket kendali adalah turbojet engine/propelan sebagai motor penggerak wahana terbang roket menuju arah sasaran

yang diinginkan. Proses pembakaran adalah ekuivalen dengan proses pemasukan kalor pada siklus Brayton. Siklus Brayton adalah siklus pembangkit energi listrik dengan menggunakan udara. Proses pembakaran diharapkan terjadi pada tekanan konstan dan menghasilkan gas pembakaran yang bertemperatur tinggi. Tekanan secara konstan inilah yang harus diatur agar roket dapat terbang dengan stabil dan menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi. Adapun kendala pada saat peluncuran sebuah roket, salah satunya roket menghasilkan pembakaran yang tidak konstan, tentunya hal ini dapat mempengaruhi daya dorong roket (thrust). Proses pembakaran yang tidak konstan inilah yang mempengaruhi sebuah roket pada saat diluncurkan tidak dapat mencapai jarak yang maksimal.

LANDASAN TEORI

2.1 Roket.

Roket merupakan wahana luar angkasa, peluru kendali, atau kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan nosel pengembang, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar untuk roket (sebanding dengan reaksi balasan sesuai dengan hukum pergerakan newton).



Gambar 2.1 bagian – bagian roket

2.2 Isian dorong (propellant). Isian dorong (propellant) adalah campuran senyawa kimia, yang berupa serbuk berwarna hitam (black powder) yang memiliki tekanan rendah dan digunakan sebagai bahan isian dorong pada roket maupun munisi yang apabila mendapat rangsangan yang tepat akan menghasilkan atau menimbulkan gaya dorong. Isian dorong atau propellant, bentuknya dapat berupa cair maupun padat. Isian dorong berbentuk padat sering digunakan untuk bahan pendorong munisi kaliber kecil dan munisi kaliber besar.



Gambar 2.2 isian dorong(propellant)

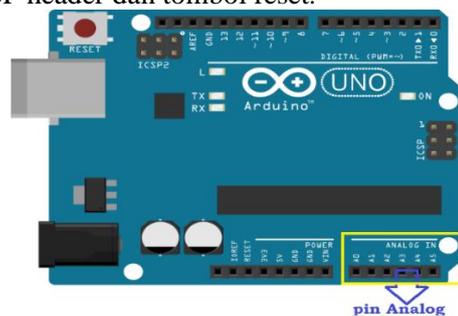
2.3 Sensor Load Cell. Load cell merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital, bahkan tingkatan keakuratan suatu

timbangan digital bergantung pada jenis load cell apa yang digunakan. Load cell merupakan sensor beban, apabila load cell diberikan pada inti besinya maka nilai resentasinya distrain gauge akan berubah. Umumnya load cell terdiri dari 4 buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran.



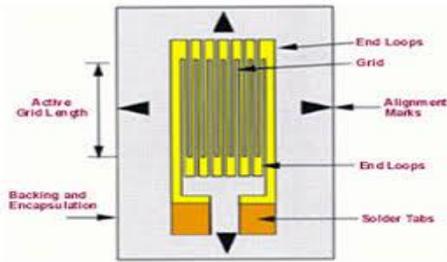
Gambar.2.3 sensor Load cell

2.4 Arduino Uno. Arduino Uno R3 adalah board sistem minimum berbasis mikrokontroler Atmega328P jenis AVR. Arduino unip R3 memiliki 14 digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan untuk PWM output), 6 analog input, 16 Mhz osilator kristal, USB conection, power jack, ICSP header dan tombol reset.



Gambar. 2.4 Arduino Uno

2.5 Sensor Strain Gauge. Strain gauge adalah suatu komponen elektronika yang dipakai untuk mengukur suatu tekanan (deformasi atau strain). Alat ini berbentuk foil logam atau kawat logam yang bersifat insulatif (isolasi) yang ditempel pada benda yang diukur tekananya dan tekanan berasal dari pembebanan prinsipnya adalah jika tekanan pada benda maka foil atau kawat akan terdeformasi dan tahanan listrik alat ini akan berubah, perubahan tahanan listrik ini akan dimasukan kedalam rangkaian jembatan whetstone yang kemudian akan diketahui berapa besar tahanan pada strain gauge.



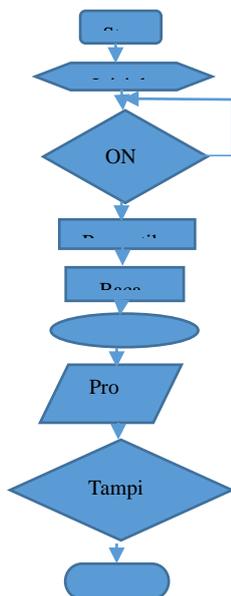
Gambar.2.5 sensor strain gauge

2.6 Sensor Thermocouple. Thermocouple adalah suatu sensor suhu yang bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengukur suhu melalui jenis logam konduktor digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek *thermo electric*. Dimana sebuah logam konduktor memiliki perbedaan panas secara gradien yang akan menimbulkan tegangan listrik. Termocoupelel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termocoupelel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 3000°C . Selain respon yang cepat rentang suhu yang luas.



Gambar.2.6 sensor thermocouple

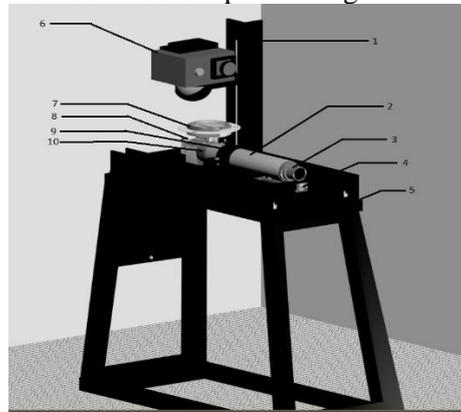
Flowchart



Dari gambar flowchart diatas di mulai dari inialisasi pembakaran isian dorong pada *chamber* akan menghasilkan panas dan tekanan gas. Selanjutnya panas tersebut ditangkap oleh sensor dan sensor akan menangkap seberapa panas yang timbul. *Inputan* pada sensor berupa panas akan dikeluarkan *outputnya* berupa dalam bentuk tegangan, tegangan yang berasal dari sensor masih sangat kecil sekitar 0,05mv kemudian dikuatkan dengan menggunakan rangkain IC MAX6675 maka tegangan nya akan menjadi 3V, tegangan yang telah dikuatkan dilanjutkan untuk dijadikan input bagi mikrokontroller *arduino uno*. Semua *inputan* diproses pada mikrokontroller dan selanjutnya hasilnya akan dikirimkan menggunakan media telemetri bluetooth ke laptop. Hasilnya akan ditampilkan pada monitor dengan bantuan program database Embarcadero Ex 7. Tampilan pada monitor berupa grafik panas pembakaran isian dorong.

Perancangan

Berikut adalah sistem perancangan alat



Keterangan

1. Dudukan Kamera
2. Chamber Roket
3. Nosel Roket
4. Dudukan sensor thermocouple
5. Dudukan Alat Uji
6. Kamera
7. Sensor strain gauge
8. Sensor Load cell
9. Clam chamber Roket
10. Cap/Nose Roket

Pada perancangan alat ujicoba dilakukan mengetahui kinerja alat yang dirancang, apakah sudah dapat dijalankan sesuai teori dan aplikasi yang semestisnya.

Pengujian Load Cell

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tegangan keluaran dari load cell yang digunakan. Karena setiap beban yang diberikan load cell memiliki perbedaan keluaran.

HASIL PENGUJIAN

Tabel 4.1 hasil pengujian Tegangan keluaran Load cell

No	Beban (KG)	V.keluaran (Mv)
1	1	41
2	3	90
3	5	155
4	7	184
5	9	260

Tabel 4.2 hasil Pengujian Penguat

No	V.masukan (Mv)	V.keluaran (Mv)	V.perhitungan (Mv)	Error
1	260	2530	2548	0,706
2	184	1798	1803,2	0,288
3	155	1515	1519	0,263
4	90	881	882	0,113
5	41	408	401,8	1941

Menurut perhitungan, penguat instrumentasi ini memiliki penguatan sebesar 9,8 kali. Maka apabila tegangan masukan 155 mV, sedangkan pada pengukurannya ketika tegangan masukan 155 mV, tegangan keluarannya adalah 1519 mV, maka perhitungan *error*nya adalah

Tabel 4.3 hasil Pengujian pin pada Mikrocontroller

Pin	Logic masukan (Bit)	Tegangan keluaran (Volt)
D.0	1	4,97
D.1	1	4,96
D.2	1	4,97
D.3	1	4,97
D.4	0	0,01
D.5	0	0
D.6	0	0

D.7	0	0
-----	---	---

Pengujian Keseluruhan Alat

Setelah melakukan pengujian terhadap masing-masing blok rangkain, selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh blok rangkain menjadi satu, sehingga sistem dapat diuji secara lengkap.

Tabel 4.4 Tabel Gaya Dorong

	Gaya dorong	Waktu pembakaran
1	90	1,073
2	94	1,36
3	96	1,573
4	194	1,83
5	209	2,089
6	195	2,461
7	193	2,715
8	99	2,963
9	97	3,347
10	150	66,275
11	151	66,275
12	151	66,275
13	151	66,275
14	152	66,275
15	151	66,275
16	152	66,275
17	152	66,275

Pengujian yang didapatkan pada pengukuran dengan berat propelan 200 gram, data dapat terkirim dengan lama waktu 66,275 detik. Data yang telah tersimpan didalam database dihasilkan

gaya dorong maksimal yaitu 340 newton pada waktu 2,089 detik dan gaya dorong minimal diperoleh 90 newton pada waktu 1,073 detik.

Impuls Spesifik Roket

Impuls spesifik (Isp) adalah suatu ukuran untuk menilai kinerja propelan. Yang dinilai adalah kinerja dari sumber tenaga kemudian akan diubah menjadi kinetis oleh nosel. Spesifik Impuls merupakan parameter yang mencakup reaksi pembakaran dan ekspansi data nosel.

Dari hasil uji coba static Isp ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$F = C_f \cdot P_c \cdot A_t$$

$$I_{sp} = F / \dot{m}$$

Keterangan

5.1 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada tugas akhir ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Pada saat pengujian dari hasil pembakaran *propellant* dapat diukur dan diketahui besar tekanan gaya dorong melalui sensor *Load cell*, besar tekanan gas ruang bakar pada chamber roket melalui sensor strain gauge, dan dapat mengukur temperatur hasil pembakaran propellant pada chamber sampai dengan 1300 °C dengan keluaran sinyal digital dikirimkan ke laptop melalui bluetooth.
- b. Sistem telemetri yang digunakan telah dapat mengirimkan data dari sensor yang diinputkan ke ADC, dikomunikasikan secara realtime melalui bluetooth dan diterima oleh laptop yang nantinya diolah menjadi data grafik dan data angka.
- c. Data yang dihasilkan pada pengujian adalah mengetahui besar tekanan gaya dorong, besar tekanan gas pada ruang pembakaran *propellant* pada chamber roket dan mengukur temperatur/suhu pembakaran *propellant*. Dapat diolah oleh program Embarcadero Ex 7 menjadi data grafik, disimpan secara numerik dalam bentuk tabel menggunakan database Microsoft Access, yang selanjutnya dapat di *print out* dalam bentuk laporan uji coba.

Saran

F = Gaya dorong

P_c = Tekanan ruang bakar (Kg/cm²)

A_t = Ruas kerongkongan nosel (cm²)

C_f = Koef gaya dorong

\dot{m} = Laju propelan

Dengan W adalah laju aliran massa gas yang keluar nosel. Dari persamaan tersebut terlihat bahwa untuk memperoleh gaya dorong yang besar, dibutuhkan propelan yang mempunyai Isp yang tinggi. Sebaiknya jika diinginkan suatu gaya dorong tertentu dan menggunakan propelan yang berkualitas baik (nilai Isp-nya tinggi), maka berat propelan yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Hal ini menghemat berat dan volume motor roket.

1. Pada sistem database hendaknya menambah data logger berupa media penyimpanan mikro SD dan RTC (Real Time Clock) yaitu penentuan waktu dan proses penyimpanan data agar adanya alat pembanding data yang dikirim melalui wireless dan datalogger berupa mikro SD.
2. Menggunakan media telemetri yang memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh, agar faktor keamanan dapat lebih terjamin dan data dikirim tetap spesifik.
3. Sensor thermocouple yang digunakan sebaiknya sensor yang memiliki spesifik panas diatas 3000 °C agar temperatur yang diukur dapat lebih besar dan efektif.

Daftar Pustaka

- [1] Avinda Tria Vandhita, Dedy Hamdani. (2018). Rancang Bangun Sistem Telemetri Pengukuran Ketinggian Gelombang Pasang Surut Air Laut Secara Realtime Menggunakan Arduino Uno. Universitas Bengkulu.
- [2] Heri Budi Wibowo. (2018) Kajian Program Peningkatan Kinerja Propelan Komposit. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).
- [3] Munzir Qadri dan Indra Setiawan. (2018). Perancangan Sistem Propulsi Motor Roket Untuk Gaya Dorong 1 Ton. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta
- [4] Supartono soediatno, (2011). Sistem pendeteksi ketinggian muatan roket, universitas maranatha.
- [5] Khamdan, amin, biysri, (2012), rancang bangun komunikasi data wireless

mikrokontroler menggunakan modul XBEE ZIGBEE (IEEE 802.15.4). institut pertanian bogor

- [6] Wibowo, H.B., (2016). Polimer HTPB Pengembangan *Binder* Propelan Komposit Di Indonesia, *Penerbit Indonesia Book Project*, pp. 120-129.
- [7] Hartaya,K., (2015). Penyempurnaan Proses Pembuatan *Propelan* Komposit Lapan Berdasar Hasil Penelitian dari India, *Jurnal Teknologi Dirgantara* Vol. 13 No. 2 Desember 2015, pp. 121-130.
- [8] Wibowo, H.B., (2016). Kontrol Kualitas Bahan Baku Propelan, *Penerbit Indonesia Book Project*, pp. 134-139.
- [9] Wibowo, H.B., (2017), Teknologi Propelan Untuk Penguasaan Teknologi Roket, *Bahan Orasi Profesor Riset, LIPI*, pp. 78-80.
- [10] Abusaidi, H., Ghaieni, H. R., & Ghorbani, M., (2017). Influences of NCO/OH and triol/diol ratios on the mechanical properties of nitro-HTPB based polyurethane elastomers. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 36(5), 55–63.