

UJI TEKANAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE *ROLL TESTER* PADA *NOSE CONE* ROKET

Alfi Hendri, Anggraini Puspitasari dan Eko Kuncoro

Abstrak: Perkembangan teknologi yang semakin canggih dalam pembuatan roket yang pada saat sekarang ini, setiap negara sedang bersaing untuk menciptakan roket yang paling bagus. Dalam pembuatan roket banyak bagian yang harus diperhatikan seperti contoh dalam pembuatan *nose cone*. *Nose cone* merupakan bagian yang paling depan pada roket yang berfungsi sebagai pemecah udara sehingga *nose cone* mengalami tekanan yang kuat dan dapat mengalami keretakan karena kecepatan roket yang tinggi. Maka *nose cone* perlu melakukan pengukuran tekanan sehingga mendapatkan *nose cone* yang sesuai untuk roket. Untuk cara kerja alat apabila sensor yang terpasang pada *nose cone* mendapatkan tekanan maka sensor akan mendeteksi seberapa kuat tekanan yang didapat, sebelum output sensor force sensitive resistor yang berfungsi mendeteksi tekanan masuk ke arduino maka masuk terlebih dahulu ke IC LM358 yang sebagai buffer atau penyangga agar output sensor yang berupa data analog langsung masuk ke arduino sehingga dikonversikan menjadi data digital menggunakan ADC (analog to digital converter) yang sudah terintegrasi pada arduino. Dengan software IDE (Integrated Development Environment) data dikonversikan menjadikan suatu informasi berupa tampilan karakter huruf dan angka dari tekanan yang dihasilkan sensor.

Kata kunci: Arduino Mega2560, IC LM358, sensor force sensitive resistor

Pada saat ini negara-negara di dunia sedang berlomba untuk mengembangkan persenjataannya yang berbasis teknologi. Salah satu perkembangan teknologi yang dilaksanakan oleh banyak negara sekarang yaitu dalam bidang pembuatan roket. Roket adalah sebuah wahana dirgantara yang mampu digunakan untuk sebuah misi perdamaian maupun pertahanan pada setiap negara, contoh roket yang pada saat sekarang ini yang banyak dikembangkan oleh negara-negara lain yaitu roket peluncur satelit (RPS), roket penelitian cuaca, roket kendali, roket balistik dari darat ke darat, darat ke udara dan udara ke udara. Dengan pengertian lain roket juga berfungsi sebagai peralatan untuk menjaga kedaulatan dan pertahanan negara baik di darat, laut, maupun di udara hingga antariksa.

Dalam hal ini, tekanan angin dari depan pada *nose cone* menyebabkan dorongan yang sangat kuat yang mempengaruhi kecepatan roket sehingga bisa mengalami ketidakstabilan dan memperkecil jarak jangkauan pada roket. Maka perlu dilakukan pengukuran tekanan terhadap *nose cone* sehingga mendapatkan *nose cone* yang paling sesuai untuk roket. Di masa ini pengukuran tekanan belum dilaksanakan sehingga kualitas *nose cone* belum menjamin yang paling sesuai atau cocok dengan roket yang dibuat. Pada saat sekarang dalam menentukan *nose cone* pada roket masih manual yaitu dengan cara membandingkan dengan ukuran roket. Karena itu, permasalahan yang sering timbul pada *nose cone* yaitu terjadi keretakan pada saat roket meluncur sehingga menyebabkan roket tidak seimbang.

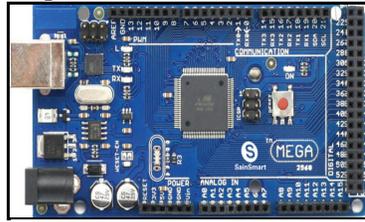
Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat tekanan yang diterima *nose cone* pada saat diberi tekanan angin dari depan menggunakan metode *roll tester*. Sedangkan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sensor FSR sebagai perangkat untuk mengukur tekanan pada *nose cone*.

2. Pengujian yang dilaksanakan adalah uji statik.
3. IC LM358 digunakan untuk *buffer* agar tegangan yang masuk tetap atau tidak berubah-ubah.
4. *Nose cone* yang digunakan model *ogive*.

Arduino Mega2560

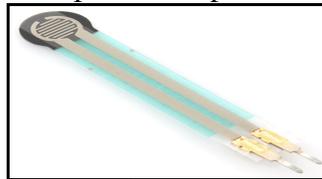
Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan Atmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 digital pin *input* dan *output* (yang 15 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 analog *input*, 4 UART (*hardware* port serial), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol *reset*. Bentuk dari Arduino Mega2560 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Mega2560

Sensor Force Sensitive Resistor (FSR)

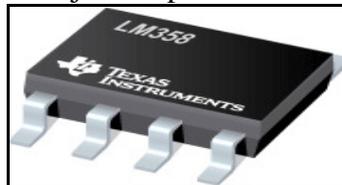
Sensor FSR adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi tekanan. Sensor FSR merupakan sebuah sensor tekanan yang akan memiliki resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan besarnya *pressure* atau tekanan yang diberikan pada area sensornya. Bentuk dari sensor FSR dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor Force Sensitive Resistor

IC LM358

LM358 adalah IC penguat operasional ganda. Komponen elektronika ini terdiri atas dua penguat operasional *high-gain* dengan kompensator frekuensi yang independen dirancang untuk beroperasi cukup dari satu catu daya tunggal dengan rentang tegangan yang lebar untuk fleksibilitas penuh dalam menerapkan rancangan rangkaian elektronika dan juga dapat menggunakan catu daya terpisah selama perbedaan tegangan antara kedua catu daya antara 3 volt hingga 32 volt dan V_{cc} setidaknya 1,5 volt lebih tinggi dibanding tegangan masukan (*input common-mode voltage*). Tarikan dari arus pasokan rendah (*low supply current drain*) bersifat independen dari besarnya tegangan catu daya. Gambar IC LM 358 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. IC LM358

LCD Dot-Matrix HD44780

LCD adalah *display* yang menggunakan pemantulan cahaya dari luar sebagai tampilannya. LCD Dot-Matrix HD44780 adalah salah satu jenis LCD Dot-Matrik dengan 4x20 karakter dan dikendalikan oleh kontroler hitachi HD44780. LCD Dot-Matrix HD44780 ini dapat menampilkan karakter angka nomor, huruf *alphabet*, huruf

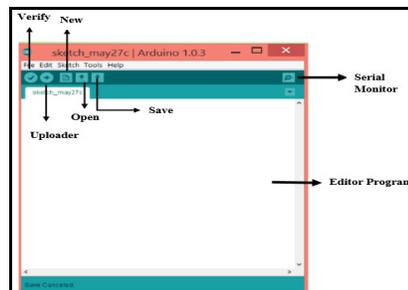
jepang dan simbol. Kedua komponen tersebut dikemas dalam suatu PCB sehingga membentuk satu modul yang dapat langsung digunakan. LCD Dot-Matrix HD44780 mempunyai delapan jalur data (DB0-DB7) dan tiga jalur *control* (RS, R/W, E). Modul ini menggunakan tegangan Vcc sebesar +5V. Bentuk dari LCD Dot-Matrix yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. LCD Dot-Matrix HD44780

Program Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE (*Integrated Development Environment*), walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. Bentuk tampilan dari program IDE dilihat pada Gambar 5.



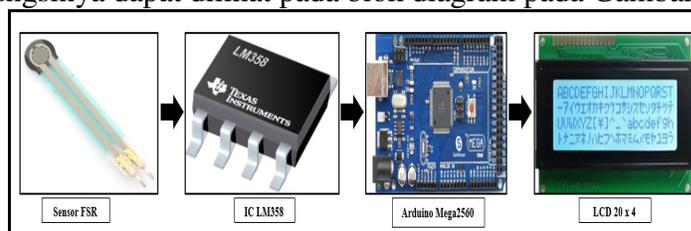
Gambar 5. Tampilan Toolbar Arduino

METODE

Skema Arsitektur Sistem

Perancangan dan pembuatan alat yang digabungkan menjadi suatu sistem kerja terdiri dari tiga bagian besar yaitu bagian *input* atau masukan, bagian proses atau pemrosesan, dan bagian *output* atau keluaran. *Input* merupakan bagian dari sistem alat yang bertugas menerima tekanan dan memberikan *input* atau masukan berupa tegangan kepada mikrokontroler Arduino Mega2560. Proses adalah bagian dari sistem alat Arduino Mega2560 yang bertugas memproses dan mengeksekusi perintah program yang sesuai *input* yang diterima. *Output* merupakan bagian dari sistem yang bertugas menjalankan sistem sesuai fungsi alat.

Pada sistem kerja alat, keseluruhan rangkaian yang sudah dirangkai menjadi satu rangkaian sistem yang saling mendukung sehingga peralatan yang dirancang dapat bekerja sesuai fungsinya dapat dilihat pada blok diagram pada Gambar 6.



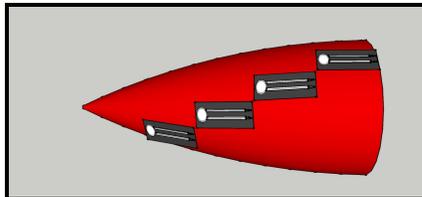
Gambar 6. Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui sistem kerja dari alat adalah sebagai berikut :

1. Ketika *nose cone* mendapat tekanan dari depan maka sensor FSR yang terpasang pada *nose cone* akan mendeteksi seberapa kuat tekanan. Besarnya tekanan pada sensor FSR tergantung pada besarnya gayadorongan yang diberikan. Sehingga resistansi sensor akan berubah-ubah tergantung kuatnya tekanan pada *nose cone* dari nilai yang terdeteksi. Perubahan nilai resistansi digunakan sebagai acuan dalam menentukan *output* tegangan dari sensor.
2. Sebelum *output* sensor masuk ke Arduino maka hasil *output* sensor masuk ke IC LM358 sebagai *buffer* agar *output* sensor stabil.
3. Hasil data yang diperoleh dari *output* sensor masih berupa data analog, sehingga untuk mengkonversikan menjadi data digital menggunakan ADC yang telah terintegrasi pada Arduino Mega2560.
4. Dari ADC data analog akan diolah menjadi digital dan disimpan dalam program Arduino Mega2560. Dengan *software* IDE maka data akan dikonversikan menjadi suatu informasi berupa tampilan karakter huruf dan angka pada LCD 20x4 dari tekanan yang dihasilkan sensor.
5. Kemudian melalui proses inialisasi di LCD, maka hasil proses tersebut akan ditampilkan di LCD berupa angka dan huruf.

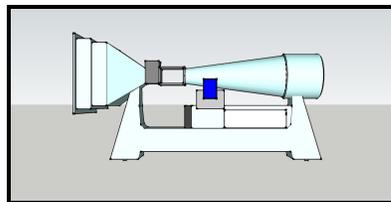
Perancangan Mekanik

Perancangan perangkat keras (*hardware*) merupakan perancangan desain bentuk alat keseluruhan. Sensor FSR dipasang pada *nose cone* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



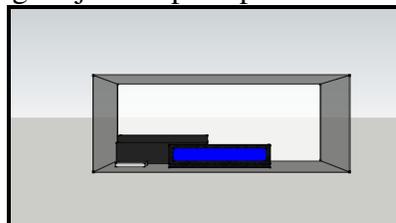
Gambar 7. Peletakan Sensor FSR

Nose cone yang telah dipasang sensor FSR di uji pada *wind tunnel* dengan diberikan tekanan angin yang di atur pada *wind tunnel* yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. wind tunnel

Hasil tekanan akan ditampilkan di LCD yang sudah dihubungkan pada arduino yang dirakit dalam 1 *box* yang tunjukkan pada pada Gambar 9.

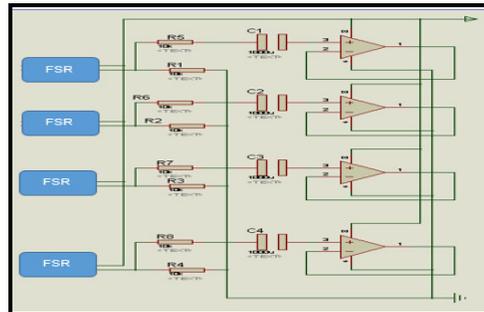


Gambar 9. Spesifikasi Perancangan Alat

Pada perancangan perangkat keras sensor FSR terletak pada *nose cone* yang disusun secara berbanjar karena setiap diameter *nose cone* memiliki tekanan yang berbeda-beda. *Nose cone* dimasukkan ke dalam *wind tunnel* agar diberikan tekanan angin untuk mengetahui tekanan dan hasil tekanan ditampilkan pada LCD yang sudah dirakit di dalam *box*.

Perancangan Sensor FSR

Sensor yang digunakan adalah sensor FSR merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi tekanan yang memiliki resistansi yang berubah-ubah. Sensor FSR dipilih karena memiliki beberapa kelebihan yaitu sangat *sensitive* bila mendapat tekanan. Kaki-kaki yang dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem ditunjukkan dalam Gambar 10.

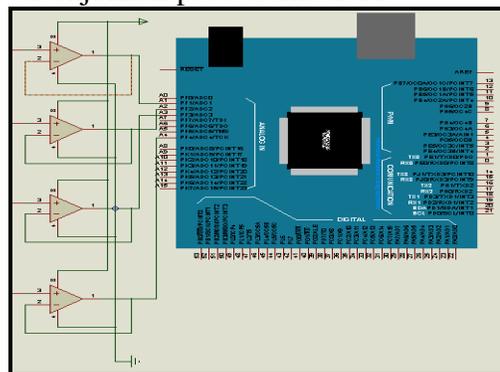


Gambar 10. Rangkaian Sensor FSR

Perancangan Ic LM358

Ic yang digunakan adalah IC LM358 yang berfungsi sebagai penguat pada rangkaian ini digunakan sebagai *buffer* atau penyangga yaitu rangkaian yang menghasilkan tegangan *output* sama dengan tegangan *input*.

Rangkaian *buffer* yang dibangun dari sebuah op-amp dengan menghubungkan jalur *input* inverting ke jalur *output* op-amp maka rangkaian *buffer* akan memberikan kemampuan mengalirkan arus secara maksimal sesuai kemampuan maksimal op-amp mengalirkan arus *output* ditunjukkan pada Gambar 11.

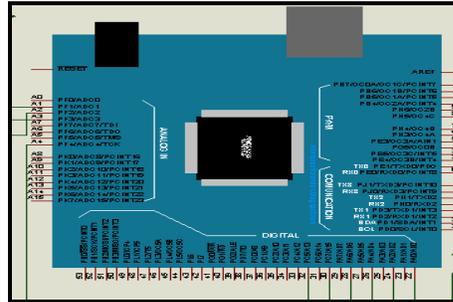


Gambar 11. Rangkaian IC LM358

Perancangan Arduino Mega2560

Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega2560 yang merupakan produk *Atmel AVR*. Arduino merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai pusat pengolah data dan pengontrol alat. Arduino Mega2560 dipilih karena memiliki beberapa kelebihan yaitu sangat mudah digunakan karena telah didukung oleh *software* arduino pada IDE dengan bahasa pemrograman Bahasa C yang cukup lengkap *library* nya, terdapat modul yang siap pakai yang bisa langsung dipasang pada *board* arduino. Sebagai otak dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin yang dihubungkan

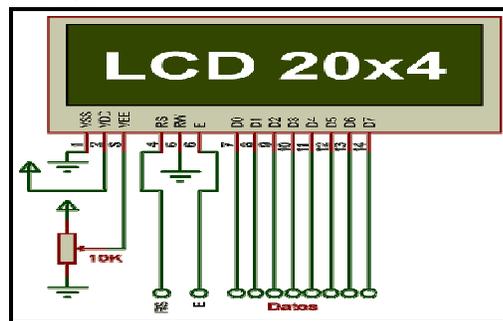
pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem yang ditunjukkan dalam Gambar berikut.



Gambar 12. Rangkaian Arduino Mengolah Data Dari Sensor

Perancangan Rangkaian LCD

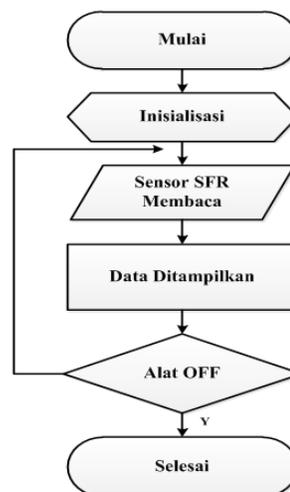
LCD yang digunakan adalah LCD Dot-Matrix HD44780 yang mempunyai 4 baris tampilan dan setiap baris dapat menampilkan hingga 20 kolom karakter. LCD berfungsi menampilkan data berupa angka sebagai masukan yang diinginkan. Rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 13.



Gambar 13. Rangkaian LCD

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak ini berfungsi untuk mengendalikan semua sistem pada alat. Perancangan yang berisi program yang nantinya disimpan pada Arduino Mega2560. *Software* yang digunakan dalam pemrograman ini adalah *software* IDE. Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan program yaitu membuat *flowchart* dari sistem alat yang akan dibuat. *Flowchart* dari program yang akan dibuat dapat ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. *Flowchart* Program

Alir program yang dirancang untuk menampilkan pada LCD berapa kuat tekanan yang diterima sensor. Adapun urutan penjelasan diagram alir sebagai berikut:

1. Pada saat program dimulai yaitu start menghidupkan alat, Mikrokontroler akan menginisialisasikan atau pemberian nilai awal pada LCD dan ADC.
2. Proses selanjutnya pembacaan ADC yang berasal dari input sensor yaitu pada saat sensor FSR mendapatkan tekanan.
3. Pada arduino menggunakan data ADC yang udah terintegrasi pada arduino maka dikonversikan.
4. Setelah dikonversikan maka ditampilkan pada LCD.
5. Kemudian bila alat ingin dimatikan maka alir program akan menuju proses penghentian lalu selesai jika tidak akan kembali membaca ADC.

PENGUJIAN

Hasil Pengujian FSR

Pada pengujian sensor FSR dilakukan dengan mengukur nilai resistansi dan nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor dari seberapa kuat tekanan yang diterima sensor FSR. Pengukuran nilai resistansi pada sensor menggunakan alat ukur multimeter digital, dengan cara menghubungkan *positif* dan *negatif* multimeter pada sensor dengan memutar selektor 20K Ω dan pengukuran nilai tegangan dengan memutar selektor pada 20V. Hasil dari pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Nilai Resistansi dan Nilai Tegangan pada Sensor

No	Beban (gram)	Resistansi (K Ω)	Alat Ukur (V)	Perhitungan (V)
1	20	8.1	3.40	2.23
2	17	8.8	3.64	2.34
3	13	8.9	3.92	2.35
4	10	9.4	3.96	2.42

Hasil Pengujian IC LM358

Berdasarkan pengujian IC LM358 didapat keluaran dari *output* sensor dan *output* pada IC LM358 berupa nilai tegangan yang sama karena IC LM358 pada rangkaian ini berfungsi sebagai *buffer* atau penyangga.

Pengukuran tegangan dilakukan pada keluaran sensor sebelum masuk ke Ic Lm358 yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengujian Tegangan Keluaran Sensor

Pengukuran tegangan pada saat keluaran IC LM358 harus sebanding dengan keluaran tegangan pada sensor yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian Tegangan Keluaran IC LM358

Hasil Pengujian pada *Nose cone*

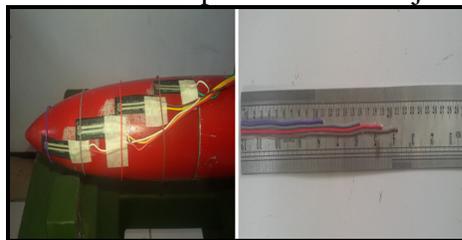
Pada pengujian tekanan pada *nose cone* dapat dilakukan dengan menggunakan *wind tunnel* dan menggunakan beban. Pada percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan *wind tunnel* dengan memberi tekanan angin yang sebenarnya, untuk *wind tunnel* yang harus digunakan yaitu yang mempunyai kapasitas *supersonic* karena pada percobaan ini dilakukan dengan *wind tunnel* yang berkapasitas *subsonic* sehingga sensor tidak membaca maka dilakukan pengujian menggunakan beban. Pengujian menggunakan *wind tunnel* yang berkapasitas *subsonic* ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengujian *Wind Tunnel*

Pada pengujian yang menggunakan beban dapat dilakukan dengan memberi beban pada sensor FSR, setiap sensor akan diuji dengan beban yang sama tetapi memiliki tekanan yang berbeda-beda karena disebabkan peletakan sensor pada *nose cone*.

Untuk analisis data tekanan pada sensor FSR tergantung pada peletakkannya di *nose cone* dengan menggunakan analisis perumusan ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Pengukuran Lingkaran *Nose Cone* pada Peletakan Sensor

Luas penampang pada sensor juga dipengaruhi oleh peletakan sensor pada *nose cone*. Hasil perhitungan luas penampang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Luas Penampang

No	Sensor	Luas Penampang (m ²)
1	P1	0,0013
2	P2	0,0020
3	P3	0,0023
4	P4	0,0026

Hasil pengujian menggunakan beban pada setiap sensor dengan menggunakan beban yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Keseluruhan

No	Mur Beban (gram)	Sensor	Gaya (Newton)	Tekanan		
				Perhitungan (N/m ²)	Alat (N/m ²)	Selisih (N/m ²)
1	20	P1	0,19	146,15	146,15	0,01
		P2	0,16	95	94,98	0,02
		P3	0,12	82	81,98	0,02
		P4	0,09	73,07	73,08	0,01

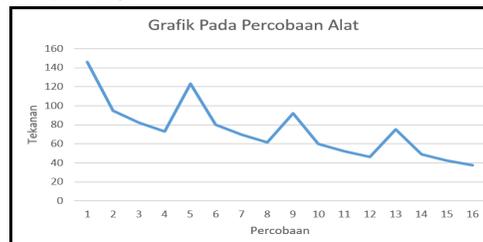
No	Mur Beban (gram)	Sensor	Gaya (Newton)	Tekanan		
				Perhitungan (N/m ²)	Alat (N/m ²)	Selisih (N/m ²)
2	17	P1	0,19	123,07	123,05	0,02
		P2	0,16	80	89,98	0,02
		P3	0,12	69,56	96,57	0,01
		P4	0,09	61,53	61,54	0,01
3	13	P1	0,19	92	91,98	0,02
		P2	0,16	60	60,02	0,02
		P3	0,12	52,17	52,15	0,02
		P4	0,09	46	45,99	0,01
4	10	P1	0,19	75	74,99	0,01
		P2	0,16	49	49,02	0,02
		P3	0,12	42,60	52,59	0,01
		P4	0,09	37,69	37,68	0,01

Dari tabel 4.3 maka akan didapatkan grafik tekanan dari perhitungan dan hasil dari alat. Grafik pada perhitungan yang ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Tekanan Pada Perhitungan

Grafik pada percobaan alat akan berbanding tipis dengan grafik pada perhitungan yang ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Tekanan Pada Percobaan

Dari hasil pengujian keseluruhan maka didapat tekanan dan dapat dibandingkan dengan hasil dari perhitungan sehingga diketahui berapa selisih antara perhitungan dengan alat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan, pembuatan dan pengujian, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setiap tekanan pada *nose cone* akan berbeda-beda karena bentuk *nose cone* tidak *flat* atau tidak tabung maka tekanan yang paling besar pada bagian depan.
2. Sensor FSR dapat digunakan untuk mengukur tekanan karena memiliki tingkat kesensitifannya.
3. Tekanan tidak terbaca dengan menggunakan tekanan angin dari *wind tunnel* yang berkapasitas sub sonic.

SARAN

Dari hasil penelitian yang telah diuji pada pengujian alat, untuk lebih meningkatkan kinerja dan kemampuan alat di masa yang akan datang, disarankan dalam

penyempurnaan alat ini dengan menggunakan arduino yang sudah ada slot memory yang berfungsi menyimpan data langsung.

DAFTAR RUJUKAN

- Lembaga Antariksa dan Penerangan Nasional. 2016, *Buku Panduan Kompetisi Muatan Roket Dan Roket Indonesia*, Kompetisi Muatan Balon Atmosfer, Jakarta Timur
- Penerbit USA Department Of Defense 1990, *Design Of Aerodynamically Stabilized Free Rockets*, United States Of America
- Prnomo, Sigit, *Perancangan Sistem Keamanan Rumah Berbasis Sms Gateway Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega2560*, Jurnal Jurusan Teknik Elektro Fakultas Umrah
- Syahwil, Muhammad, *Panduan Mudah Simulasi Dan Praktek Mikrokontroller Aduino* Jakarta, Penerbit Andi Publisher, 2013
- Waslaludin, *Sistem Pendeteksi Kadar Alkohol Berbasis Mikrokontroller Minuman Beralkohol Dengan Tampilan Lcd*, Jurnal Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia, 2014
- Riyadi, Muhammad, *Pendeteksi Posisin Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Mikrokontroller Atmega 32*, Jurnal Jurusan Elektro Universitas Diponegoro