



## RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR GAYA TUMBUKAN SENJATA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 16

**Feri Annur Styawan**

Dosen Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer  
ferianurs@nikelektronikahan.akmil.ac.id

**Suparja**

Dosen Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Militer  
suparja@nikelektronikahan.akmil.ac.id

### ABSTRAK

Dalam bidang teknologi, baik kesenjataan maupun transportasi dan angkutan, terdapat banyak perkembangan yang sangat pesat. Berbagai macam senjata dan transportasi dibuat dengan spesialisasi ataupun keistimewaannya. Dewasa ini di Indonesia sendiri digunakan berbagai macam peralatan tempur dan kesenjataan sebagai upaya untuk menambah kekuatan pertahanan dalam rangka menjaga keutuhan NKRI. Kekuatan tumbukan yang dihasilkan dari setiap senjata pun bervariasi dan penting sekiranya untuk dipelajari. Untuk dapat mengetahui besar dan nilai tumbukan yang dihasilkan setiap senjata, maka dibuat sebuah replika aplikasi penerapannya dalam penelitian ini dengan menggunakan bantuan *sensor flexi force*. Kemudian agar pengamatan dapat dilakukan secara jauh maka ditambahkan pula seperangkat radio YS 1020 pada mikrokontroler ATmega16 dan terpasang pada sebuah laptop. Tujuannya adalah untuk menambah jarak jangkauan dari penerimaan data yang dihasilkan pada saat peluru menumbuk lesan dan dilengkapi dengan *sensor flexi force* sebagai pengukur besar gaya tumbukannya. Tumbukan yang terjadi ketika peluru mengenai lesan akan menyebabkan bekerjanya *sensor flexi force*. Gaya tumbuk yang semula berbentuk analog akan diubah dalam mikrokontroler ATmega16 menggunakan rangkaian ADC menjadi sebuah data digital. Perangkat radio YS1020 yang terhubung dengan ATmega16 berperan sebagai *transmitter* dan ditangkap oleh radio YS1020 lainnya pada laptop sebagai *receiver* sehingga menghasilkan sebuah nilai digital yang dapat diamati melalui laptop dengan menggunakan *software* pada pemrograman Delphi.

**Kata Kunci** : Mikrokontroler ATmega16, *Sensor Flexi Force*, Radio YS1020, Pemrograman Delphi.

### ABSTRACT

*In the field of technology, weaponry, transportation and transit are growing rapidly in development. A wide variety of weapons and transport is made with a specialization or its merits. Nowadays, Indonesia is using a variety of combat equipment and weaponry as attempt to increase the strength of the defense in order to maintain the integrity of the Republic. The resulting collision strengths of each weapon was varied and important to be studied. To be able to know the size and value collisions which produced by any weapons, then a replica of the application is made for application of this thesis with the help of flexi-force sensors. After that to increase the observations distance it also added by a set of radio YS 1020 on mikrokontroler ATmega16 and installed on a laptop. The goal is to increase the distance range of reception of data generated during the mashing lesan bullets and equipped with sensors measuring flexi force as large collision force. Collisions that occur when the bullet hit lesan will cause operation of flexi-force sensors. Style mashed original analog form will be changed in the ATmega16 microcontroller using an ADC circuit into a digital data. YS1020 radio device that is connected with ATmega16 acts as a transmitter and the other captured by YS1020 radio on a laptop as a receiver to produce a digital value that can be observed through a laptop using the software on Delphi programming.*

**Keywords:** *Microcontroller ATmega16, Flexi Force Sensors, Radio YS1020, Delphi Programming.*

**1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang.**

Dalam dunia kemiliteran, senjata merupakan faktor utama yang menentukan dalam suatu pertempuran dan pada dasarnya terdapat banyak faktor yang mempengaruhi dalam menembak. Salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah gaya tumbuk senjata.

Gaya tumbuk yang terjadi merupakan akibat yang ditimbulkan pada proses pelepasan proyektil dari senjatanya. Semakin besar gaya tumbuk yang terjadi maka semakin besar pula dampak atau efek yang ditimbulkan pada target atau sasaran.

Atas dasar adanya perbedaan tumbukan yang dihasilkan dari setiap senjata itu penulis berinisiatif untuk merancang dan membuat alat yang dapat mengukur besarnya gaya tumbuk peluru pada saat peluru mengenai sasaran. Hal itu mendorong penulis untuk membuat alat dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengukur Gaya Tumbukan Peluru Menggunakan Mikrokontroler Atmega16”.

**1.2 Rumusan Masalah.**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang dan membuat alat pengukur gaya tumbukan peluru dengan mikrokontroler ATmega16 ?
- b. Bagaimana cara pengukuran gaya tumbukan peluru dengan tampilan data di notebook atau laptop ?
- c. Bagaimana membuat software untuk menampilkan data hasil pengukuran gaya tumbukan peluru di komputer dengan bahasa pemrograman Delphi?

**1.3 Batasan Masalah.**

Dalam pembuatan penelitian, batasan masalah yang dipaparkan meliputi :

- a. Membahas tentang penggunaan *flexi force* sebagai sensor pengukur gaya tumbukan.

- b. Pemrograman Mikrokontroler ATmega16 dengan menggunakan BASCOM.

- c. Penggunaan *Delphi* sebagai bahasa pemrograman.

- d. Penggunaan senapan angin sebagai alat penguji.

**1.4 Tujuan.**

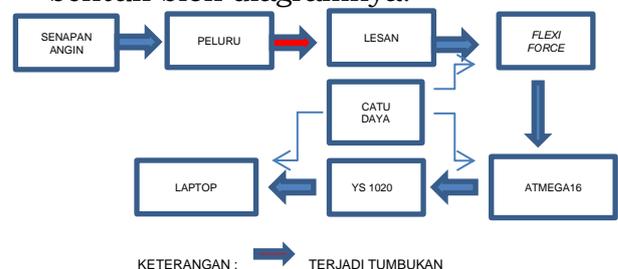
Tujuan penulisan penelitian adalah untuk merancang dan membuat alat pengukur gaya tumbukan peluru dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Umum.**

Komponen utama alat ini tersusun dari rangkaian lesan yang digabungkan dengan mikrokontroler ATmega16, Sensor Flexi Force, Modul RF YS-1020UA, dan USB to TTL. Kemudian dilengkapi dengan senapan angin sebagai alat uji dan laptop yang telah memiliki program Delphi sebagai alat kendali pengujiannya.

Modul YS1020UA digunakan untuk *transmitter* atau pengirim pada lesan dan *receiver* atau penerima pada laptop. Ketika gaya tumbuk terjadi pada lesan telah diubah menjadi data digital oleh mikrokontroler, selanjutnya YS1020 digunakan untuk menambah jangkauan pengiriman datanya sehingga dapat ditampilkan pada layar monitor. Berikut bentuk blok diagramnya.



Gambar 2.1 Blok Diagram Alat  
Sumber : Perancangan

**2.2 Gaya**

Gaya adalah dorongan atau tarikan yang diberikan pada suatu benda. Untuk melakukan suatu gaya, diperlukan tenaga. Besar gaya dapat diukur dengan alat yang disebut dinamometer. Satuan gaya dinyatakan dalam Newton (N). Gaya dapat memengaruhi gerak dan bentuk benda.

**a) Hukum I Newton :**

*Setiap benda akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan apabila pada benda tidak bekerja gaya.*

$$\sum F = 0 \dots\dots\dots (2.1)$$

**b) Hukum II Newton :**

*Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dan searah dengan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda.*

$$a = F / m \text{ atau } \sum F = m \cdot a \dots\dots\dots (2.2)$$

**Hukum III Newton :**

*Untuk setiap gaya aksi, akan selalu terdapat gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah.*

$$F_{aksi} = - F_{reaksi} \dots\dots\dots (2.3)$$

**2.3 Senapan Angin**

Senapan angin adalah senapan yang menggunakan prinsip pneumatik yang menembakkan proyektil dengan menggunakan tenaga udara atau sejenis gas tertentu yang dimampatkan. Beberapa tipe senjata, antara lain :

- a) Senapan tipe per/gas.
- b) Senapan angin yang memakai gas tabung yang termampatkan.
- c) Senapan tipe pompa.

Senapan angin juga merupakan tipe senapan dengan beberapa kaliber. selain kaliber yang disebutkan di atas senapan angin juga dikembangkan kaliber yang lebih besar lagi. Jenis jenis kaliber senapan angin :

- a. .177" (4.5 mm) - kaliber paling umum, digunakan juga di lomba menembak Olimpiade ISFF, peluru ini mempunyai lintasan yang paling datar sehingga menjadikannya paling

- akurat. Tidak memerlukan izin untuk memiliki senapan kaliber ini di Indonesia.
- b. .20" (5.0 mm) - banyak digunakan di Eropa dan senapan merek Sheridan (USA). Mempunyai lintasan yang rata mirip .177 tapi mengirim lebih banyak tenaga.
- c. .22" (5.5 mm & 5.6 mm) - kaliber paling umum untuk berburu, karena mempunyai energi yang cukup besar. Harus menggunakan izin untuk memiliki senapan kaliber ini di Indonesia.
- d. .25" (6.35 mm) - kaliber umum yang paling besar, mempunyai tenaga paling besar pada saat tumbukan tetapi lintasannya sangatlah melengkung (parabola) sehingga hanya digunakan pada senapan dengan tenaga yang besar.



Gambar 2.2 Contoh Senapan Angin  
Sumber :

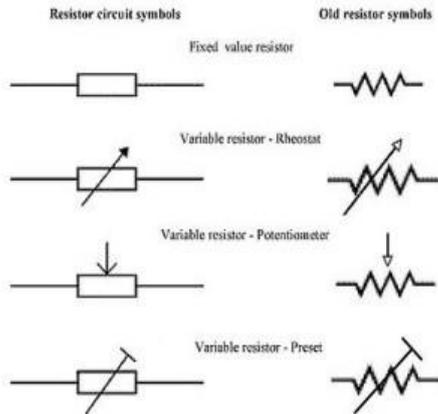
(<http://www.artileri.org/2011/12/senapan-angin-air-rifle-air-gun.html>)

**2.4 Resistor**

**Resistor** adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ).

**a) Simbol Resistor**

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar 2.3 yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.



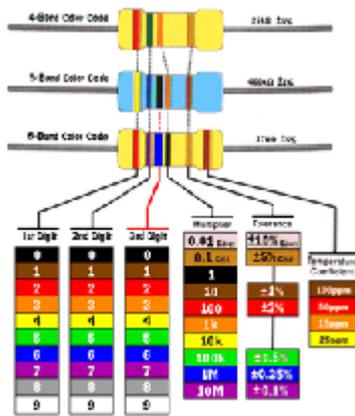
Gambar 2.3 Simbol Resistor

Sumber :

(<http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya.com>)

**b) Kode Warna Resistor**

Cicin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Dari cicin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 2.4 Kode Warna Resistor

Sumber: (<http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/kode-warna-resistor/>)

**2.5 Jenis- Jenis Kapasitor**

Kapasitor dalam rangkaian elektronika terbagi menjadi 2 macam, yaitu kapasitor polar dan kapasitor non polar. Yang di maksud kapasitor polar adalah jenis kapasitor yang memiliki dua kutub dan mempunyai polaritas positif/negatif. Kapasitor ini terbuat dari bahan elektrolit yang mempunyai nilai

kapasitansi yang besar di bandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik.

Sedangkan yang di maksud kapasitor non polar adalah jenis kapasitor tidak memiliki polaritas positif dan negatif pada kedua kutubnya. Kapasitor ini juga dapat kita gunakan secara berbalik. Kapasitor ini biasanya memiliki nilai kapasitansi yang kecil karena terbuat dari bahan keramik dan mika. Meskipun kedua jenis kapasitor ini banyak digunakan untuk menyimpan muatan listrik, tapi masih banyak perbedaan dari kedua jenis tersebut, di antaranya adalah bahan yang digunakan dan juga fungsi kegunaannya dalam sehari-hari.

Rumus Kapasitor :

$$Q = C.V.....(2.4)$$

**Penjelasan:**

Q = Muatan yang satuannya Coulumb

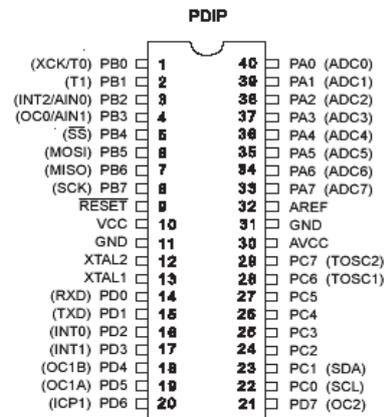
C = Kapasitas yang satuannya Farad

V = Tegangan yang satuannya Volt

(1 Coulumb = 6,3\*10<sup>18</sup> elektron).

**2.6 Mikrokontroler Atmega16**

Mikrokontroler merupakan suatu IC yang didalamnya berisi CPU, ROM, RAM dan port I/O yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam kepingan tunggal (*single chip microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri. Gambar konfigurasi pin ATMega 16 ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Konfigurasi Pin ATMega16. (Sumber : Datasheet Atmega 16)

**2.7 Sensor Flexi Force.**

Sensor *flexi force* merupakan salah satu jenis sensor yang digunakan untuk mengukur besarnya gaya tumbukan. Bentuknya kecil dan menyerupai sebuah penggaris namun dapat mengukur setiap bentuk tumbukan yang terjadi dengan presisi. Tahan terhadap tekanan dan fleksibel serta memiliki keunggulan yaitu tidak tertekuk ketika mendapat tekanan yang relatif besar. Umumnya digunakan sebagai sensor pengukur beban, tumbukan dan tekanan. Memiliki ukuran panjang mencapai 8,5 inchi . Bentuk dari sensor *flexi force* sendiri ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sensor *Flexi Force*

Sumber :

([www.parallax.com/product/30056](http://www.parallax.com/product/30056))

**2.8 Modul RF YS-1020UA.**

Modul RF YS-1020UA yang digunakan adalah YS 1020-UA merupakan produk dari Shenzhen Jizhuo Technology Co., Ltd. Jizhuo Technology Co., Ltd merupakan perusahaan yang mengkhususkan diri dalam pengembangan, pembuatan dan penjualan produk-produk komunikasi RF, termasuk antena dan pemancar FM.

Produk komunikasi data RF produk dari Jizhuo Technology Co., Ltd banyak digunakan dalam kereta api listrik, ladang minyak, meteorologi, keamanan, pemeliharaan air, kontrol otomatisasi, alat dan meteran. Beberapa fitur yang menjadi pertimbangan pemilihan modul RF YS-1020UA sebagai media pengirim data pada Rancang Bangun Launcher Elektra XIX bagian komunikasi data adalah sebagai berikut:

- a. Konsumsi daya yang dibutuhkan adalah sebesar : 10mW/10dBm.
- b. Konsumsi arus pada receiver sebesar : < 25mA.

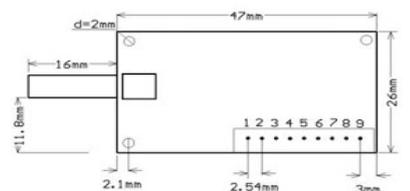
- c. Konsumsi arus pada transmitter sebesar : < 40mA.
- d. Catu daya tegangan yang dibutuhkan sebesar : 5Vdc.
- e. Sensitifitas penerimaan data sebesar : -115 dBm dengan menggunakan baudrate 1200, 2400, 4800, 9600, 19600, dan 38400 bps.
- f. Mempunyai 16 kanal untuk pengiriman/ penerimaan data.
- g. Frekuensi pembawa sebesar 433/450/868Mhz, tipe modulasi yang dipakai adalah *Gaussian Frequency Shift Keying* (GFSK). Modul ini memiliki tingkat anti gangguan tinggi dan nilai error bit yang rendah.
- h. Dapat menggunakan level tegangan *Transistor-Transistor Logic* (TTL) dan RS232.
- i. Jarak transmisi maksimal 500 m pada *open area*.
- j. Integrasi antara *receiver* dan *transmitter* memerlukan waktu 10 ms antara pengiriman dan penerima. Bentuk fisik dari segi ukuran modul RF YS-1020UA ditunjukkan dalam Gambar 2.7 dan Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Bentuk dari segi ukuran modul RF YS-1020UA.

Sumber: (<http://elkakom.blogspot.com/2011/07/ys-1020-ua-data-transceiver.html>)

(<http://elkakom.blogspot.com/2011/07/ys-1020-ua-data-transceiver.html>)



Gambar 2.8 Bentuk dari segi ukuran modul RF YS-1020UA.

Sumber: (<http://elkakom.blogspot.com/2011/07/ys-1020-ua-data-transceiver.html>)

(<http://elkakom.blogspot.com/2011/07/ys-1020-ua-data-transceiver.html>)

## 2.9 PL 2303 USB to TTL Module.

*PL 2303 USB To TTL module* bekerja sebagai jembatan antara *port USB* dan *port serial to TTL standart*. Terdapat *buffer* yang cukup besar dengan menggunakan tipe *USB*, sehingga transfer data secara serial dapat dilakukan dengan kecepatan yang cukup tinggi. *Serial port* ini dapat terkoneksi secara *plug and play* dan dapat diatur dengan *band rate* yang cukup tinggi.

Perangkat ini juga dilengkapi dengan *power* sehingga dapat diatur untuk memperkecil daya yang terpakai pada saat *stand by*. Karena komponen IC dalam bentuk *SOIC (Small Outline Integrated Circuit)*, maka rangkaian dikemas dalam bentuk yang *compact* (kecil). Bentuk fisik dari *PL2303 USB To TTL module* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *PL2303 USB To TTL module*.

Sumber :

(<http://www.southtrader.co.za/shop/pl2303-usb-to-ttl-module/>).

## 2.10 Pemrograman BASCOM AVR.

Beberapa hal yang perlu dipelajari dalam pemrograman *BASCOM AVR* antara lain :

- Karakter dalam *BASCOM*. Karakter dasar pada program *BASCOM* terdiri atas karakter alphabet (A-Z dan a-z), karakter *numeric* (0-9) dan beberapa karakter spesial.
- Tipe Data. Setiap variabel dalam *BASCOM* memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampungnya. Hal ini berhubungan dengan penggunaan memori mikrokontroler.
- Variabel. Variabel dalam sebuah program berfungsi sebagai tempat penyimpanan data atau penampung data sementara, misalnya menampung hasil perhitungan, menampung data hasil pembacaan *register* dan lain lain.

- Kontrol Program. Keunggulan sebuah program terletak pada kontrol program. Kontrol program merupakan kunci dari keandalan program. Kontrol program dapat mengendalikan alur dari sebuah program dan menentukan apa yang harus dilakukan oleh sebuah program ketika menemukan suatu kondisi tertentu. Kontrol program meliputi kontrol pertimbangan kondisi dan keputusan, kontrol pengulangan serta kontrol alternatif. *BASCOM* menyediakan beberapa kontrol program yang sering digunakan untuk menguji sebuah kondisi, perulangan dan pertimbangan sebuah keputusan.

## 2.11 Pemrograman Borland Delphi 7.0

*Borland Delphi 7.0* merupakan suatu bahasa pemrograman yang memberikan berbagai fasilitas pembuatan aplikasi visual. Keunggulan bahasa pemrograman ini terletak pada produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan pemrograman yang terstruktur. Keunggulan lain dari *Delphi 7.0* adalah dapat digunakan untuk merancang program aplikasi yang memiliki tampilan seperti program aplikasi lain yang berbasis *Windows*.

Lingkungan pengembangan terpadu atau *Integrated Development Environment (IDE)* dalam program *Delphi 7.0* terbagi menjadi tujuh bagian utama, yaitu *Main Windows*, *ToolBar*, *Component Palette*, *Form Designer*, *Code Editor*, *Object Inspector*, dan *Object Tree View*.

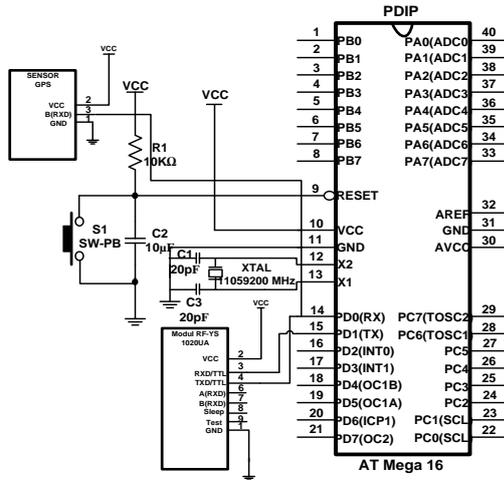
## 3. PERANCANGAN

### 3.1 Perancangan Hardware

- Perangkat Mikrokontroler *ATMega16*.

Sistem perancangan alat menggunakan mikrokontroler *ATMega16* yang berfungsi sebagai pengolah data, pengontrol sistem dan pengontrol alat. *Port-port* pada mikrokontroler *Atmega16* dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu rangkaian

mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 3.1:

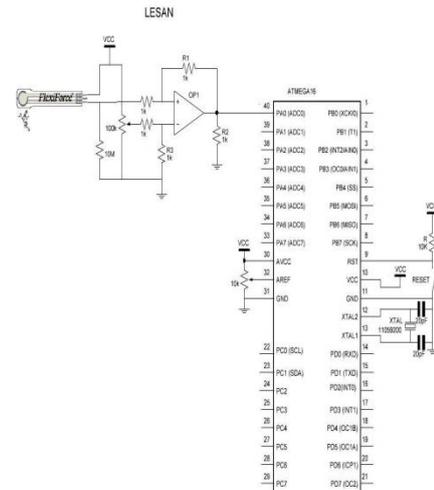


Gambar 3.1 Rangkaian minimum sistem Mikrokontroler ATMega16. Sumber: Perancangan

Gambar 3.1 menunjukkan Rangkaian minimum sistem Mikrokontroler ATMega16 yang menjelaskan port-port yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- a. Port PD0 (RX). Port PD0 digunakan sebagai penerima data RX yang ditransfer dari Modul RF YS-1020UA.
- b. Port PD1 (TX). Port PD1 digunakan sebagai pengirim data TX yang menuju Modul RF YS-1020UA
- c. VCC. Port VCC digunakan sebagai masukan sumber tegangan sebesar +5 Volt.
- d. Ground. Port Ground digunakan sebagai ground catu daya.
- e. AVCC. Port AVCC dihubungkan dengan VCC.
- f. RESET. Port RESET dihubungkan ke rangkaian reset untuk mereset mikrokontroler secara otomatis pada saat rangkaian dihidupkan dan dapat di reset secara manual apabila diharapkan kembali ke kondisi awal saat mikrokontroler bekerja. Rangkaian reset bertujuan agar mikrokontroler dapat menjalankan proses dari awal. Rangkaian reset untuk mikrokontroler dirancang agar mempunyai kemampuan Power On Reset, yaitu reset yang menjadi pada saat sistem dinyalakan untuk pertama kalinya.

### 3.2 Perancangan Sensor Flexi Force pada Mikrokontroler.

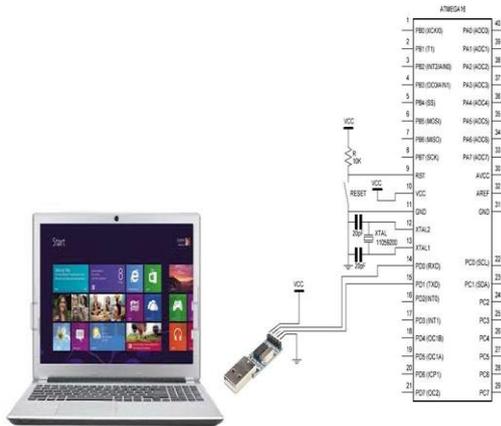


Gambar 3.2 Rancangan Sensor Flexi Force pada Mikrokontroler Sumber : Perancangan

Berikut penjelasan gambar 3.3 pada skema rangkaian minimal ATmega16 yang terhubung dengan sensor Flexi Force :

- 1) Sistem bekerja pada tegangan 5 Volt di mana kaki VCC dan VCC diberi tegangan 5Volt GND dan GND diberi ground.
- 2) Kaki RESET diberi resistor (R) sebesar 10k yang terhubung dengan kapasitor agar berfungsi sebagai filter.
- 3) Terdapat kristal osilator pada kaki xtall dan xtal 2 dengan frekuensi 11059200 Hz yang berfungsi sebagai sumber clock.
- 4) Pada kaki xtal diberi kapsistor yang berfungsi sebagai filter di ground.
- 5) Port yang terhubung dengan sensor flexi force, antara lain : Port0, Port1 dan Port2 atau ADC 0, ADC 1 dan ADC 2.
- 6) Di mana VCC sensor akan ke ground dan sumbu X,Y Z sebagai sabagai kaki yang terhubung dengan Port pada mikrokontroler ATMega16.

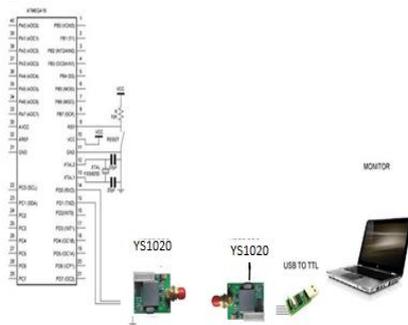
**3.3 Perancangan Rangkaian Komunikasi dengan Laptop.**



Gambar 3.3 Rancangan Rangkaian Komunikasi Dengan Laptop  
Sumber : Perancangan

Gambar 3.3 memberi penjelasan mengenai rancangan kerja dari rangkaian. Sistem minimum mikrokontroler ATmega16 akan bekerja sesuai dengan fungsinya. Kemudian pada bagian kaki-kaki yang terhubung dengan kaki-kaki pada USB TO TTL . PD 0 ( Rxd) dan PD 1 (Txd) terhubung dengan system input pada USB TTL yang mana dari sismin ATmega16 akan mengirimkan data menuju PD 0 dan PD 1 menuju system input USB TTL dan outputnya akan terhubung menuju laptop. Pada akhirnya data akan ditampilkan pada layar destop dengan menggunakan pemrograman DELPHI dan BASCOM.

**3.4 Perancangan Komunikasi Data dengan YS1020 pada Sismin ATmega16.**

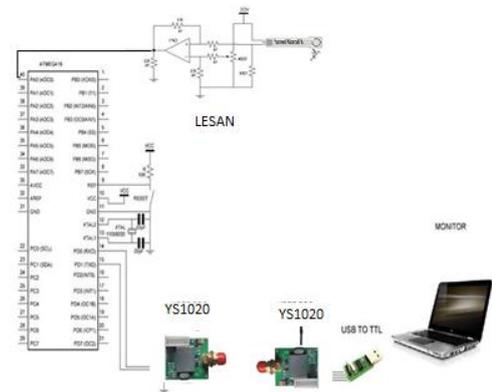


Gambar 3.4 Rancangan Komunikasi Data dengan YS1020 pada Sismin ATmega16.  
Sumber : Perancangan

Pada gambar rancangan 3.4 ditunjukkan bahwa proses pengiriman data terjadi dari beberapa komponen utama yang berperan dalam pengiriman data atau informasi. Berikut adalah penjelasan tentang gambar 3.4 :

- 1). Rangkaian dapat bekerja setelah mendapat tegangan sebesar 5 volt pada bagian VCC dan VCC terhubung langsung dengan pin GND pada mikrokontroler.
- 2).Tegangan yang masuk pada VCC akan menghidupkan rangkaian mikrokontroler sehingga YS1020 akan menjadi aktif.
- 3). YS1020 sebelumnya harus terhubung dengan bagian mikrokontroler pada bagian PD0 (RXD) sebagai penerima data atau *receiver* dan PD1 (TXD) sebagai pengirim data atau *transmitter*.
- 4). Agar sambungan komunikasi dan tukar menukar data dapat berjalan, maka YS1020 lain harus dihubungkan pada laptop dengan menggunakan USB to TTL sebagai komponen pendukungnya.
- 5).Kedua buah YS1020 yang telah terpasang pada setiap rangkaian, yaitu rangkaian mikrokontroler dan perangkat laptop dapat melakukan proses pertukaran data atau informasi yang hasilnya dapat diamati pada laptop.

**3.5 Perancangan Sistem Secara Keseluruhan.**



Gambar 3.5 Rancangan Sistem Secara Keseluruhan  
Sumber : Perancangan

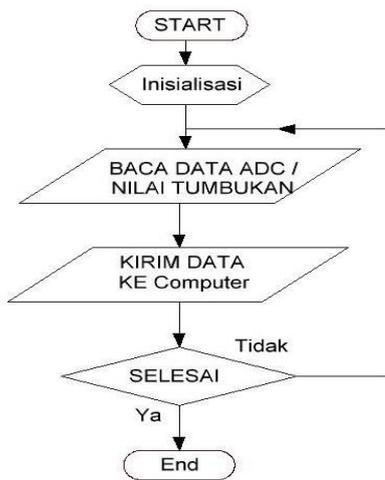
Proses kerja pada rancangan pada gambar 3.5 di mana system input sensor *flexi force* akan menangkap gaya

tumbukan kemudian diteruskan melalui system output sensor yang terhubung dengan kaki Port 0, Port 1 dan Port 2 pada Sismin ATmega16. Kemudian akan diolah pada Sismin, setelah itu diteruskan menuju PD 0 dan PD 1 yang sudah terhubung dengan komponen Xbee - Pro pengirim (*transmitter*). Setelah itu YS1020 yang dihubungkan pada laptop akan bertindak sebagai penerima data (*receiver*) sehingga data akan ditampilkan pada Laptop dengan menggunakan pemrograman DELPHI dan BASCOM. Melalui data tersebut akan terbaca besarnya nilai tumbukan yang terjadi dalam bentuk data dan grafik.

**3.5 Perancangan Software.**

Tujuan dari perancangan software adalah untuk mendukung perangkat keras agar berfungsi sesuai dengan perencanaan yang dibuat. Tahapan ini adalah merancang suatu program dengan menggunakan *software Basic Compiler AVR* dan DELPHI yang bertujuan untuk mengendalikan output dari ATmega16. Pemrograman ini dibuat dengan menggunakan Bahasa BASCOM dan DELPHI, adapun cara kerja dari alat pengukur gaya tumbukan senjata seperti yang dijelaskan pada *flowchart*.

a. *Flowchart* Perancangan Pemrograman Mikrokontroler dengan BASCOM .



Gambar 3.6 BASCOM *Flowchart*  
Sumber : Perancangan

Berikut penjelasan perancangan pemrograman pada gambar 3.6 BASCOM *Flowchart* di atas :

1) Pada saat program dimulai, akan dilakukan inisialisasi untuk menunjang kerja program.

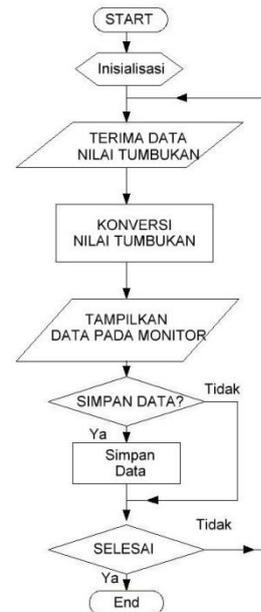
2) Saat terjadi tumbukan, besarnya tumbukan yang terjadi akan dibaca oleh sensor *flexi force* kemudian diteruskan ke mikrokontroler ATmega16. Data yang diterima masih berupa data analog.

3) Data analog ini akan diubah menjadi data digital oleh ADC (*Automatic to Digital Converter*) selanjutnya dikonversikan menjadi nilai analog kembali dengan menggunakan pemrograman *Basic Compiler*.

4) Data yang sudah dikonversikan akan ditransfer menuju *master system*. Dan *master system* juga meminta data pada ATmega16.

5) Data dikirim ke *master system*. Dalam hal ini kemampuan meminta data dilakukan dalam satu satuan detik. Sehingga setiap saat ada data baru yang masuk. Seterusnya proses akan berlanjut seperti itu dan selesai apabila tidak ada input yang berupa gaya tumbukan yang mengenai sensor.

b. *Flowchart* Perancangan Tampilan pada Laptop dengan Delphi.



Gambar 3.7 *Flowchart* Perancangan Tampilan pada Laptop dengan *Delphi*.  
Sumber : Perancangan

Berikut penjelasan mengenai gambar 3.7 di atas :

- 1) Pada saat program dimulai terlebih dahulu dilakukan inisialisasi dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega16 untuk menunjang kerja alat.
- 2) Tumbukan terjadi dan besarnya nilai sebagai data analog terinisialisasi dan masuk ke tahap proses pengubahan data dari analog ke digital menggunakan rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*).
- 3) Data yang berupa digital tersebut setelah melalui beberapa proses diubah kembali menjadi berupa data analog menggunakan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*).
- 4) Data analog selanjutnya akan dapat ditampilkan pada laptop sehingga dapat dibaca besar nilainya.
- 5) Nilai yang didapat diberi 2 alternatif pilihan, yaitu untuk disimpan (*save*) atau tidak . Apabila disimpan, maka nilainya akan disimpan pada *harddisk*, apabila tidak disimpan (*unsave*) maka proses akan langsung dilanjutkan pada tahap akhir.
- 6) Pada tahap akhir dari pemrograman akan diberi 2 alternatif pilihan, yaitu untuk melanjutkan program atau untuk menghentikan program. Apabila proses ingin diulang maka program tidak akan berhenti dan akan mengulang kembali (*loop*) pada saat setelah proses tumbukan terjadi, jika tidak maka program akan berhenti (*stop*).

#### 4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada Bab IV dibahas tentang pengujian dan analisa alat yang telah dirancang dengan tujuan supaya perancangan perangkat keras maupun lunak sudah sesuai dengan apa yang diinginkan. Pengujian terlebih dahulu dilakukan secara terpisah pada masing-masing unit rangkaian dan kemudian dilakukan dalam sistem yang telah terintegrasi.

##### 4.1 Pengujian Minimum system ATmega16 sebagai I/O.

Pengujian *minimum system* ATmega16 sebagai input/output bertujuan untuk mengetahui kondisi mikrokontroler apakah sudah sesuai dengan perencanaan dan bisa bekerja sesuai dengan program.

##### 4.1.1 Pengujian fungsi Port sebagai Output.

Data pengujian minimum sistem sebagai Output ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Pengujian Minimum Sistem sebagai output.

NO	DATA PEMROGRAMAN	NYALA LED Port C.								KET
		0	1	2	3	4	5	6	7	
1	&B11111111	1	1	1	1	1	1	1	1	0 = NYALA 1 = MATI
2	&B11111100	1	1	1	1	1	1	0	0	
3	&B11111001	1	1	1	1	1	0	0	1	
4	&B11110011	1	1	1	1	0	0	1	1	
5	&B11100111	1	1	1	0	0	1	1	1	
6	&B11001111	1	1	0	0	1	1	1	1	
7	&B10011111	1	0	0	1	1	1	1	1	
8	&B00111111	0	0	1	1	1	1	1	1	

Sumber : *Pengujian*

Keterangan :

1. 1 = Led Mati
2. 0 = Led Nyala

Hasil pengujian disimpulkan, bahwa LED akan padam secara keseluruhan selama satu detik, kemudian 2 buah LED akan menyala sesuai dengan program yang dibuat tanpa ada kesalahan, hasil analisa dan pengujian menunjukkan bahwa *Port output* pada mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik.

##### 4.1.2 Pengujian minimum sistem sebagai input.

Pengujian fungsi port sebagai input bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi pin pada port dalam hal ini port yang dipakai adalah port D dapat berfungsi sebagai pin input. Port D dihubungkan dengan saklar push button agar dapat diketahui apakah pin pada port D dapat berfungsi secara maksimal. Tabel 4.2 menunjukkan skematik rangkaian untuk melakukan pengujian port sebagai input.

Tabel 4.2 Data Pengujian Minimum Sistem sebagai input .

NO	BUTUN SWITCH Port D.							NYALA LED Port C.							KET		
	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5		6	7
1	X	V	V	V	V	V	V	0	1	1	1	1	1	1	1	1	X=TEKAN V=LEPAS
2	V	X	V	V	V	V	V	1	0	1	1	1	1	1	1		
3	V	V	X	V	V	V	V	1	1	0	1	1	1	1	1		
4	V	V	V	X	V	V	V	1	1	1	0	1	1	1	1		
5	V	V	V	V	X	V	V	1	1	1	1	0	1	1	1	0=NYALA 1=MATI	
6	V	V	V	V	V	X	V	1	1	1	1	1	0	1	1		
7	V	V	V	V	V	V	X	1	1	1	1	1	1	0	1		
8	V	V	V	V	V	V	X	1	1	1	1	1	1	1	0		

Sumber : Pengujian

Hasil pengujian disimpulkan bahwa LED akan menyala apabila *button switch* ditekan dan LED akan mati apabila *button switch* tidak ditekan, dalam beberapa kali pengujian penekanan *button switch* baik satu persatu maupun penekanan beberapa *button switch* secara bersamaan tidak terjadi kesalahan, hasil analisa dan pengujian menunjukkan bahwa *Port Input* pada mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengujian minimum sistem sebagai input berjalan dengan baik.

**4.2 Pengujian Komunikasi Serial Mikrokontroler dengan Laptop.**

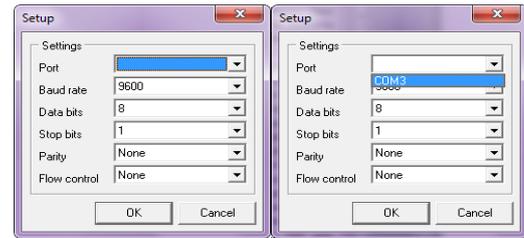
Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan bahwa mikrokontroler dapat berkomunikasi melalui modul wireless. Pengujian dilaksanakan dengan hasil yang baik.

**4.3 Pengujian ADC pada Mikrokontroler ATmega16 menggunakan Sensor Flexi Force.**

Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan bahwa mikrokontroler dan sensor *flexi force* dapat berkomunikasi serial dengan laptop.

**4.4 Pengujian Keamanan Software**

Tujuan pengujian ini adalah untuk menjaga keamanan data dan membuktikan sistem perlindungan dan manipulasi data dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4.1 Pengisian Menu Setup Setting Port Awal.

Sumber : Pengujian

**4.5 Pengujian Form Login**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membatasi *user* agar hanya dapat digunakan oleh sebagian orang tertentu saja.

Pada *software* ini dibuat suatu *form login* yang mempunyai syarat pengisian *password* terlebih dahulu sebelum masuk ke *form* selanjutnya, sehingga hanya operator yang berwenang saja yang dapat mengoperasikan *software* ini.

Pada *form login* operator harus memasukan *username* dan *password* terlebih dahulu pada kolom yang tersedia sebagai syarat untuk dapat masuk ke *form* selanjutnya. Apabila *username* atau *password* yang dimasukkan belum benar, maka akan tampil pesan peringatan.

Setelah proses pengisian *username* dan *password* pada *form login* sudah dilakukan secara benar, maka yang akan tampil selanjutnya adalah *form* menu utama yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan Form Menu Utama Setelah Proses Login.

Sumber : Pengujian

**4.6 Analisis Data**

Berikut adalah hasil analisis data yang dilakukan pada saat pengujian *form login* sebagai pengujian awal menu *software Delphi*.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada *Form Login*.

Tombol	Jumlah Percobaan (x)	Berhasil	Gagal (%)	Ket
OK	50	100	0	Berfungsi
Cancel	50	100	0	Berfungsi

Sumber : *Pengujian*

Berdasarkan data analisis yang diperoleh dari pengujian *form login* diatas dapat disimpulkan bahwa tombol perintah *OK* dan *CANCEL* pada *form login* dapat berfungsi dengan persentase keberhasilan 100%.

#### 4.7. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Proses pengujian alat secara keseluruhan tentunya melibatkan pemeriksaan dan penggunaan seluruh komponen alat dari mulai pengujian *hardware* hingga *softwarena*. Berikut adalah contoh pengujian bagian *hardware* sistem alat pengukur gaya tumbukan senjata secara keseluruhan :

a. Pengecekan Lesan sebagai Sasaran Tumbuk

Tujuannya adalah untuk mengetahui agar lesan yang akan diujikan dalam kondisi yang baik sehingga mampu memberikan nilai bagi tumbukan yang terjadi.

Lesan yang digunakan pada sistem pengujian kali ini merupakan lesan yang terbuat dari bahan triplek setebal 1 cm dengan ukuran 60 cm x 60 cm. Lesan ini terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu bagian sasaran, bagian lengan, dan bagian dasar yang digunakan sebagai dudukan. Contoh lesan dapat diamati pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Lesan atau Sasaran Tembak  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

b. Pengecekan Bagian Rangkaian Sensor *Flexi Force*

Tujuannya adalah untuk mengetahui agar *sensor flexi force* dapat bekerja dengan baik dan dapat dipadukan dengan menggunakan laptop.

Sensor *flexi force* merupakan bagian utama yang terletak tepat di bagian lengan lesan. Pada bagian rangkaian *flexi force* ini, terdapat beberapa bagian penting, diantaranya meliputi : dudukan sensor *flexi force*, *PCB*, led merah, *USB to TTL*, baterai, dan *YS1020*. Bagian ini merupakan bagian utama yang langsung menerima gaya tumbukan yang dihasilkan ketika lengan lesan bergerak mengenai sensor *flexi force*. Rangkaian sensor *flexi force* dapat diamati di bawah ini.



Gambar 4.4 Rangkaian Dudukan Sensor *Flexi Force*.

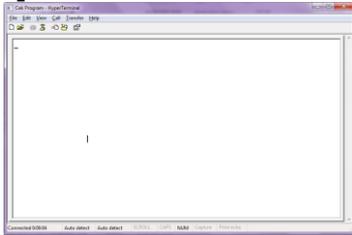
Sumber : Dokumentasi Pribadi

c. Pengujian Laptop.

Tujuannya adalah untuk mengetahui agar laptop yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.

Laptop yang digunakan untuk pengujian alat, diharuskan sudah memiliki *software* yang mendukung komponen rangkaian alat tersebut. Mulai dari *software* yang digunakan sebagai piranti tambahan perangkat *USB to TTL*, hingga *software* yang digunakan sebagai *driver* bagi *YS1020*. Agar perangkat pada komponen rangkaian sensor dapat terhubung dengan laptop, maka sebelum pengujian alat haruslah dilakukan pengecekan koneksi dengan menggunakan *hyperterminal*. Caranya :  
1) Menekan tombol *search* pada menu – ketik “*Hyperterminal*”.

- 2) Mengikuti langkah pengerjaannya hingga muncul gambar 4.5
- 3) Mengamati koneksi yang terjadi antara *hardware* pada laptop dengan dudukan pada sensor.



Gambar 4.5 Contoh Penggunaan *Hyperterminal*.  
Sumber : Pengujian

Apabila tidak terjadi perubahan nominal di dalam program tersebut, maka hal itu menunjukkan bahwa pemrograman tidak berjalan atau program tidak berfungsi. Sedangkan bilamana terjadi perubahan nominal ke bawah secara terus menerus, maka dapat dipastikan bahwa program berjalan dan alat sudah terhubung satu sama lain.

d. Pengujian Sistem Menggunakan *Delphi*

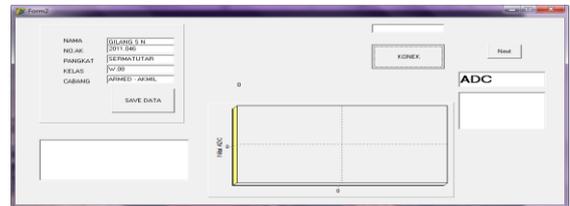
Tujuannya adalah untuk mengetahui bahwa software delphi dapat digunakan untuk mengukur besarnya tumbukan yang terjadi ketika peluru mengenai lesan dan mampu memberikan gambaran mengenai besar dari nilai tumbukan yang terjadi.

Setelah rangkaian hardware dinyatakan dapat berjalan dan terhubung dengan baik, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem menggunakan *Delphi*. Pengujian sistem secara keseluruhan tentunya harus diawali dengan memasukan *username* dan *password* pada *form login*. Setelah *form login* diyakinkan tidak terjadi kesalahan dalam penggunaannya, langkah selajutnya adalah melakukan pengujian pada *form menu*. Langkah pertama, yaitu pengisian biodata diri seperti contoh pada gambar 4.6

NAMA	GILANG S N
NO.AK	2011. 046
PANGKAT	SERMATUTAR
KELAS	W. 08
CABANG	ARMED - AKMIU
SAVE DATA	

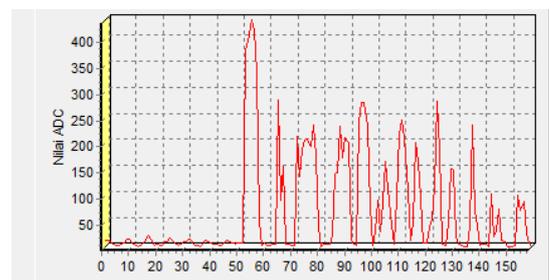
Gambar 4.6 Pengisian biodata diri  
Sumber : Pengujian

Proses selanjutnya setelah melakukan pengisian biodata diri adalah melakukan koneksi antara laptop dengan alat yang diuji melalui tombol “KONEK” yang terdapat pada *form log in* seperti pada contoh gambar 4.7.



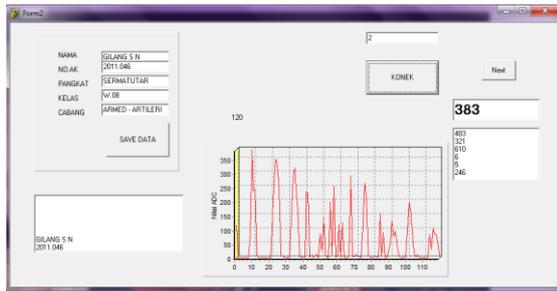
Gambar 4.7 Menghubungkan antara *Software* dan Alat.  
Sumber : Pengujian

Maka akan muncul grafik yang menunjukkan nilai yang dihasilkan dari ADC sebagai nilai yang dihasilkan dari sensor atau nilai uji dengan perbandingan kuantitas waktu seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik antara Nilai ADC dengan Waktu.  
Sumber : Pengujian

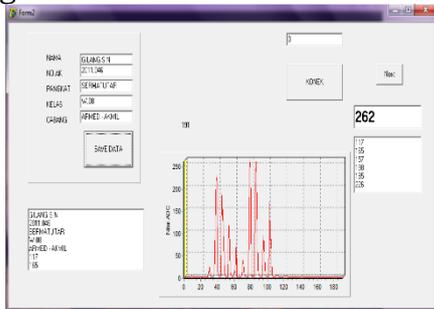
Setelah itu klik tombol “NEXT” pada *form menu* untuk melakukan pengulangan pada proses hingga mendapatkan nilai uji yang sesuai dengan yang diharapkan ditunjukkan pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Nilai yang Dihasilkan pada Alat.

Sumber : Pengujian

Apabila semua langkah telah dilakukan, maka selanjutnya lakukan penyimpanan data yang telah di dapat dengan menekan tombol “SAVE DATA” pada *form menu* seperti yang terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Melakukan *Save Data*.

Sumber : Pengujian

Pada tahap berikutnya, *Delphi* dibuat seperti pada gambar 4.11. Program ini dibuat untuk menentukan gaya tumbukan peluru yang dihasilkan oleh senapan dari jenis apapun. Di dalamnya memuat tentang menu tambahan berupa nilai ADC yang dihasilkan bilamana terjadi tembakan berulang dengan berpatokan pada tetapan gaya tumbuk yang dimiliki oleh masing – masing senjata.

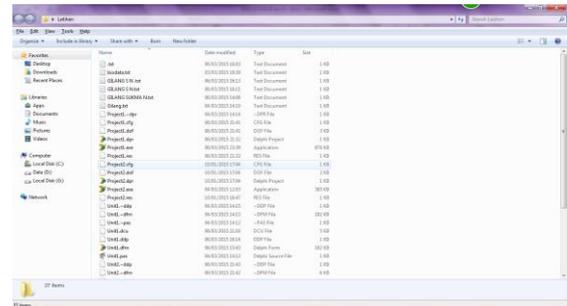


Gambar 4.11 Program Pengukur Gaya Tumbukan Peluru.

Sumber : Pengujian

Nilai gaya 1 dan 2 diisi oleh tetapan gaya pada 2 senjata berbeda yang telah diketahui sebelumnya. Setelah itu lakukan proses tembakan pada lesan hingga menyebabkan ADC menghasilkan suatu nilai tertentu. Kemudian nilai tersebut akan dikonversikan menggunakan perbandingan kedua gaya yang telah ada sebelumnya sehingga menghasilkan suatu nilai baru pada grafik dan tertera pada memo. Itulah yang pada akhirnya menghasilkan suatu nilai besaran tumbukan gaya sebesar (*F*) *Newton* dan dijadikan sebagai acuan atau patokan untuk mengukur besarnya gaya tumbukan pada senjata.

Untuk melihat hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat melakukan pencarian *file* pada *folder* yang telah ditentukan sebelumnya dengan format “.txt” seperti pada gambar 4.12 di bawah ini :



Gambar 4.12 Folder Latihan Tempat Penyimpanan Program *Delphi*.

Sumber : Pengujian

e. Perhitungan Besarnya Nilai Tumbukan yang Terjadi dihubungkan dengan Menggunakan Software *Delphi*

Tujuannya adalah untuk dapat memberikan data yang akurat mengenai besarnya gaya tumbukan yang terjadi pada saat peluru mengenai lesan.

Dalam pelaksanaan pengujian alat besarnya nilai tumbukan yang terjadi sebenarnya tidak dapat diamati secara eksplisit. Diperlukan adanya korelasi antara alat dan *software delphi* yang digunakan. *Software delphi* sendiri hanya dapat digunakan apabila terdapat rumus atau perhitungan yang dapat dijadikan sebagai patokan atau acuan dalam penggunaannya. Hal ini terjadi

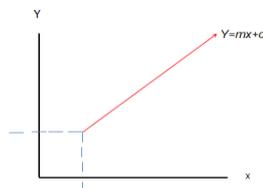
karena besarnya nilai tumbukan yang terjadi harus dikonversikan terlebih dahulu dari dengan menggunakan mikrokontroler yakni pada bagian ADC, dari nilai analog ke nilai yang berbentuk digital sehingga dapat ditampilkan hasilnya pada layar monitor atau laptop. Rumus yang digunakan yaitu :

$$y = mx + c.....(4.1)$$

dimana :

- a)  $y$  = besarnya nilai tumbukan yang terjadi
- b)  $m$  = koefisien yang digunakan pada setiap senjata yang digunakan (nilainya bervariasi tergantung senjata yang digunakan)
- d)  $x$  = merupakan variabel waktu ( $t$  dalam  $ms$ )
- c)  $c$  = variabel yang memuat besarnya nilai gaya tumbukan pada senjata (dijadikan sebagai acuan atau patokan)

Rumus yang digunakan merupakan sebuah rumus persamaan garis yakni sebuah gradien garis lurus yang mana digunakan dengan perbandingan nilai yang terjadi antara 2 gaya tumbuk pada senjata yang berbeda sehingga diharapkan dapat memberikan grafik lurus secara linier. Artinya ialah semakin besar nilai koefisien  $m$  yang merupakan konstanta dari setiap senjata yang digunakan. Gambar 4.61 di bawah ini menunjukkan harapan yang dimungkinkan ketika tumbukan tersebut terjadi.

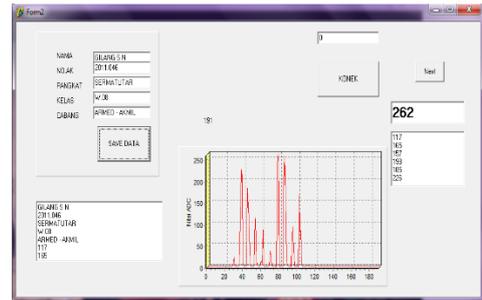


Gambar 4.13 Grafik Persamaan Linier  $y=mx+c$

Sumber : *Pengujian*

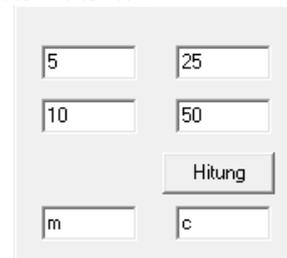
Apabila diteliti pada hasil percobaan dengan bahasa pemrograman di delphi, ternyata hasil yang terjadi adalah tidak terjadi proses perubahan atau kenaikan yang signifikan seperti

yang diharapkan pada grafik. Namun data tetap dapat dikatakan valid karena nilai tumbukan yang dihasilkan merupakan proses perbandingan yang didapatkan melalui rumus yang telah diperhitungkan sebelumnya. Contohnya dapat diamati pada gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Hasil Pengujian Tumbukan  
Sumber : *Pengujian*

Dari pengujian yang telah dilakukan didapat nilai tumbukan yang terjadi adalah 262. Artinya hal tersebut membuktikan bahwa gaya tumbukan yang dihasilkan ketika peluru mengenai lesan adalah sebesar 262N (*Newton*). Nilai tersebut didapatkan berdasarkan serangkaian proses pada *software delphi* yang telah dirancang sebelumnya. Gambar 4.15 ini menunjukkan proses perbandingannya hingga menghasilkan nilai ADC tumbukan.



Gambar 4.15 Menu Penghitung Tumbukan  
Sumber : *Pengujian*

Bila tombol hitung ditekan maka akan menghasilkan nilai  $m=5$  dan  $c=0$ , proses tersebut di dapatkan melalui listing program pada delphi sebagai berikut :

```

procedure TForm2.Button3Click(Sender:
TObject);
begin
  em.Text:=floattostr((strtoint(Egaya1.Text)-
strtoint(Egaya2.Text))/(strtoint(eadc1.Text)
-strtoint(eadc2.Text)));
  ec.Text:=floattostr(strtoint(Egaya1.Text)-
(strtfloat(em.Text)*(strtoint(eadc1.Text))));
end;
    
```

Penjelasannya sebagai berikut :

- a) Diperanggapkan bahwa untuk  $em = m$ , dan  $ec = c$
- b)  $Eadc1 = 5$  (Nilai ADC pada pengujian senjata jenis kesatu)
- c)  $Eadc2 = 10$  (Nilai ADC pada pengujian senjata jenis kedua)
- d)  $Egaya1 = 25$  (Nilai gaya tumbuk senjata jenis kesatu)
- e)  $Egaya2 = 50$  (Nilai gaya tumbuk senjata jenis kedua)

Berdasarkan pada data tersebut, maka untuk mendapatkan nilai  $em$ , antara lain :

$$em = \frac{(Egaya1 - Egaya2)}{(Eadc1 - Eadc2)} \dots \dots \dots (5.2)$$

$$em = \frac{(25 - 50)}{(5 - 10)}$$

$$em = 5$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai  $ec$ , antara lain :

$$ec = Egaya1 - (em \times Eadc1) \dots \dots \dots (5.3)$$

$$ec = 25 - (5 \times 5)$$

$$ec = 0$$

Untuk selanjutnya masuk pada perhitungan untuk mencari besarnya nilai gaya tumbukan yaitu sebesar 262N (*Newton*) pada saat peluru mengenai lesan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

Pada saat peluru mengenai lesan didapatkan nilai ADC yaitu sebesar 52,4. Nilai ADC tersebut dimasukkan dalam variabel  $x$ , sehingga  $x = 52.4$  *Newton* masukkan ke dalam rumus :

$$y = mx + c$$

$$y = em(x) + c$$

$$y = 5(52,4) + 0$$

$$y = 262 \text{ Newton}$$

Dari hasil tersebut didapatkan hasil gaya tumbukan sebesar

$y = 262$  *Newton*. Nilai tersebut merupakan sebuah data yang valid karena merupakan hasil dari perhitungan rumus secara empiris.

**5. PENUTUP**

**5.1 Kesimpulan.** Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat disertai dengan pengujian dan pembahasan alat pengukur gaya tumbukan senjata, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Alat pengukur gaya tumbukan senjata dapat bekerja dengan baik.
- b. Rancang bangun alat pengukur gaya tumbukan senjata ini terdiri atas rangkaian modul YS1020 untuk komunikasi serial, mikrokontroler ATmega16 untuk mengolah dan meneruskan sinyal masukan, serta sensor *flexi force* sebagai alat untuk mengukur besarnya gaya tumbukan yang terjadi pada saat peluru mengenai lesan.
- c. Sistem bekerja pada saat peluru mengenai lesan yang kemudian lesan akan menumbuk sensor *flexi force* hingga menghasilkan sebuah nilai analog yang kemudian diproses dan diteruskan menuju YS1020 lalu ditampilkan hasilnya pada laptop.
- d. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Delphi, karena mudah dimengerti dan memiliki tampilan yang menarik serta kompatibel bila digunakan dengan mikrokontroler jenis AVR.

**5.2 Saran.** Setelah melakukan penelitian ini diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran dan masukan untuk dapat melakukan penelitian yang lebih baik, yaitu :

- a. Perlu diadakan pengkajian ulang tentang gerakan lengan pada lesan ketika menumbuk sensor sehingga dapat memberikan data atau keterangan tentang nilai yang dihasilkan secara tepat dan akurat.
- b. Bila ditembakkan pada sudut yang berbeda namun pada jarak yang sama, ternyata menghasilkan nilai yang jauh berbeda dengan bila ditembakkan langsung 180<sup>0</sup> tepat pada sasaran, sehingga dibutuhkan pengkajian dalam

perumusan data atau nilainya secara lebih terperinci.

c. Proses tumbukkan berjalan kurang maksimal karena gaya tumbuk peluru yang mengenai lesan tidak langsung menumbuk sensor, melainkan diteruskan terlebih dahulu melalui lengannya sehingga disarankan pada penelitian berikutnya perlu dibuat perancangan khusus dengan menggunakan lesan yang lebih fleksibel atau dapat pula mengganti cara penempatan sensornya.

d. Terdapat kendala jarak dalam pengiriman data dari YS1020 (*transmitter*) dan YS1020 (*receiver*) yang menyebabkan data tidak sepenuhnya terkirim sehingga tidak dapat ditampilkan di laptop.

#### DAFTAR PUSTAKA

Bueche, Frederick J. (1989). *Theory and Problems of College Physics (8th ed)*. Singapore.

Halliday, David and Robert Resnick. (1978). *Physics parts 1 and 2.(3rd ed)*. United States.

Smith, W.H.B. (1957). *A Basic Manual of Military Small Arms. (5th ed)*. Military Service Publishing Company.

Oktora, Franciscus. "Hukum-hukum Newton tentang Gerak". [https://www.academia.edu/4907196/HUKUM\\_-HUKUM\\_NEWTON.htm](https://www.academia.edu/4907196/HUKUM_-HUKUM_NEWTON.htm). Diakses pada tanggal 4 Oktober 2014

--,--, "Datasheet Atmega16. <http://www.atmel.com/images/doc/2466.pdf> (pdf), diakses pada tanggal 6 September 2014.

--,--, "Integrated Circui (IC)". <http://www.ebay.com.au/sch/sis.html>, diakses pada tanggal 19 Maret 2015.

--,--, "Kapasitor". <http://komponenelektronika.biz/kapasitor>, diakses pada tanggal 19 Maret 2015.

--,--, "Light Emitting Dioda (LED)". [http://teknikelektronika.com/pengetahuan-led-light-emitting-diode-cara-](http://teknikelektronika.com/pengetahuan-led-light-emitting-diode-cara-kerja)

[kerja](#), diakses pada tanggal 19 Maret 2015.

--,--, "Mikrokontroler". <http://www.repository.usu.ac.id> (pdf), diakses pada tanggal 6 September 2014.

--,--, "Mikrokontroler ATmega16". <http://www.ATMEL.com/data-sheet/ATMega16> (pdf), diakses pada tanggal 1 Maret 2015.

--,--, "Pengertian Senjata Api.", <http://www.insw.go.id/images/library/48.pdf>, diakses pada tanggal 6 September 2014.

--,--, "Resistor". <http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya>, diakses pada tanggal 19 Maret 2015.

--,--, "Senapan Angin". <http://www.artileri.org/2011/12/senapan-angin-air-rifle-air-gun.html>, diakses pada tanggal 1 Maret 2015.