

Desain Kontrol *Tracking* Laras Meriam 57MM S-60 dengan Menggunakan Kontrol Android Dan Proposional Integral Derivatif (PID)

¹ Moch Mashuda, ² Aries Boedi Setiawan ST.,MM., ³ Suprayogi, MT.

^{1,2}(Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang)

³ (Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Kodiklatad)
decaalbaa@gmail.com, [aries budi stiawan@unmer.ac.id](mailto:aries.budi.stiawan@unmer.ac.id)

Abstrak-Meriam 57mm S-60. Merupakan sistem senjata yang dimiliki oleh satuan Arhanud. Meriam ini adalah meriam sasaran udara 57 mm S- 60 bekerja atas dasar tekanan gas dan dapat ditembakkan secara otomatis dan tunggal dengan cara melepaskan pedal tembak karena tidak dilengkapi dengan tuas atur tembak (TAT). Laras meriam adalah salah satu bagian besar dari kontrol meriam 57mm S-60 dalam sistem senjata Arhanud, dimana laras berfungsi untuk memberikan arah jalannya proyektil serta memberikan gerakan berputarnya proyektil agar stabil. Meriam Arhanud kaliber 57mm S-60 masih menggunakan peralatan yang masih manual dan digerakkan oleh tenaga manusia dalam mengarahkan laras pada saat menghadapi arah datangnya pesawat (target).

Penelitian ini difokuskan untuk mewujudkan sebuah pengendali dengan menggunakan desain kontrol *tracking* pada laras meriam 57mm S-60 dengan menggunakan kontrol android. Dengan penerapan bluetooth sebagai kendali pada aplikasi android diharapkan dapat dipertahankan kestabilan arah laras meriam ketika laras bergerak menuju ke arah yang dikehendaki baik menuju arah azimuth maupun arah elevasi tanpa gangguan dan dapat digunakan lebih lanjut sebagai bahan riset tentang sistem kontrol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali gerak pada laras meriam 57mm S-60 dengan menggunakan desain kontrol android telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dimana gerak laras meriam pada posisi elevasi maupun azimuth telah sesuai dengan yang diharapkan yaitu tanpa menggunakan tenaga manusia untuk mengarahkan secara manual.

Kata kunci – Meriam 57mm S-60, Android, Bluetooth HC-05, ADC, PWM, Arduino Nano, Motor DC, LCD,

Kata Kunci — *Desain kontrol tracking laras meriam 57mm s-60*

Abstract- Combat vehicles owned by Army Cavalry units consist of various types of tanks. One type of tank is the AMX-13 tank which is still manual in filling and pushing the munitions to get into the shot room. The development of weapon technology at this time that is more advanced and developed then the need for a control system that can support the implementation of these activities. The AMX-13 tank operated three soldiers inside, namely as a driver, a vehicle commander and a canon shooter.

The problems faced today are where to carry out the shootings, filling the munitions and when pushing the incoming munitions on the canon still using manual power so that the time required is relatively long and can harm the soldiers in operation. So the making of this tool is expected to overcome problems or problems that exist and occur in the field. By using automatic munition booster using a control system so as to minimize the time required and reduce the risk of accidents that occur.

Test results show that with the manufacture of this tool can minimize the time of charging canon than using conventional way.

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi alutsista pada saat ini semakin maju dan berkembang. Ditinjau dari tugas dan fungsi operasional TNI AD maka diperlukannya suatu alutsista yang dapat mendukung terlaksananya kegiatan tersebut. Teknologi tersebut diantaranya terdapat suatu sistem kontrol yang terdapat pada alutsista sehingga memudahkan dan menunjang prajurit TNI AD dalam mengemban tugas yang diberikan. merancang sistem kontrol yang baik diperlukan analisis untuk mendapatkan gambaran tanggapan sistem terhadap aksi pengontrolan[1].

Meriam tempur yang dimiliki satuan ARHANUD TNI AD terdiri dari berbagai macam jenis Alutsista. Salah satu jenis dari tank tersebut yaitu Meriam 57mm yang masih manual dalam mengontrol laras meriam 57 mm

(Artileri Pertahanan Udara) bertugas menyelenggarakan pertahanan udara aktif untuk menghancurkan, meniadakan atau mengurangi daya guna dan hasil guna segala bentuk ancaman udara musuh dengan menggunakan meriam dan peluru kendali darat udara, dalam rangka Pertahanan Udara (Hanud) di medan operasi maupun Pertahanan Udara Nasional (Hanudnas). Laras meriam adalah salah satu bagian besar dari kontrol meriam 57mm S-60 dalam sistem senjata Arhanud, dimana laras berfungsi untuk memberikan arah jalannya proyektil serta memberikan gerakan berputarnya proyektil agar stabil. Meriam Arhanud kaliber 57mm S-60 masih menggunakan peralatan yang masih manual dan digerakkan oleh tenaga manusia dalam mengarahkan laras pada saat menghadapi arah datangnya pesawat (target).

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu adanya suatu perangkat / sistem yang dapat membantu tugas penembak meriam dalam hal mengarahkan kedudukan laras sesuai dengan yang dikehendaki. Oleh karena itu dalam penelitian ini, yang menjadi pokok bahasan adalah membuat suatu sistem kontrol yang dapat mengarahkan laras meriam Arhanud kaliber 57mm S-60 pada posisi azimuth atau elevasi yang diinginkan. Dengan kondisi tersebut, diperlukan perancangan suatu alat serta suatu metode pengendalian. Dalam suatu sistem kontrol

II. Metode Penelitian

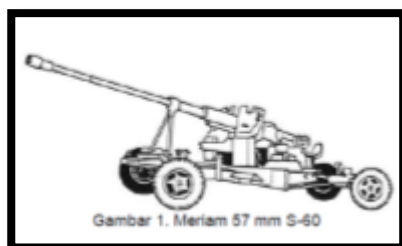
A. Metode

Sesuai dengan judul yang diajukan desain *Tracking* laras meriam 57mm menggunakan android dan PID 13 Menggunakan *Proportional Integral Derivatif* (PID)". Dalam penelitian ini digunakan beberapa perangkat elektronik yang akan mendukung sistem ini bekerja diantaranya yaitu Arduino Uno, sensor *proximity*, motor DC, program Arduino (*Integrated Development Environment*) dan LCD.

B. Gambar dan Tabel

a. Meriam 57 mm S-60

Meriam yang dimiliki Angkatan Darat yakni 57 mm S-60 termasuk dalam Meriam jenis tua yaitu kisaran 50 tahun tetapi masih digunakan satuan Arhanud TNI-AD sampai saat ini. Meriam 57mm s60 banyak digunakan di

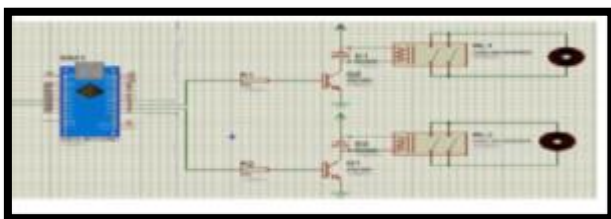


Gambar 1. Meriam 57 mm S-60

Indonesia sehingga dikatakan jenis tank utama karena ju

Gambar 1. Meriam 57 mm S-60

rangkain pengontrol/pengendali yang digunakan pada sistem kontrol otomatis pada saat menentukan sudut tracking azimuth dan elevasi pada laras meriam kaliber 57mm S-60 dan dapat di tampilkan pada LCD. Agar pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini tidak meluas sistem konvensional seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Meriam 57mm S60

Tank AMX-13 masih menggunakan sistem konvensional yaitu dengan cara menjatuhkan munisi dari kamar menuju jalur kemudian didorong oleh seorang penembak sampai mendekati baji tutup.

b. Arduino Uno.

Arduino Uno adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328. Arduino merupakan salah satu sistem mikrokontroler yang berbasis *open source*. Modul ini berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Mikrokontroler ini memiliki 14 kaki digital input/output, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM)[1]. Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog input, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program. Hal tersebut yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Dengan dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB, adaptor atau baterai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno.

Sistem arduino merupakan sebuah sistem open source baik secara hardware maupun software. Perkembangan sistem software arduino disesuaikan dengan perkembangan hardware. Dengan metode open source, maka semua peneliti khususnya dibidang mikrokontroler dapat berkreasi secara luas dengan komunitas yang ada[2].

c. Motor Direct Current (DC).

Motor *Dirrect Current* (DC) adalah motor searah yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Sebuah motor listrik memiliki fungsi untuk mengubah dari daya listrik menjadi daya mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor dc terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan

megan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl)[3].

Penulisan tugas akhir ini menggunakan 2 jenis motor DC digunakan sebagai pendorong munisi dan pendorong baji tutup seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4a dan b.



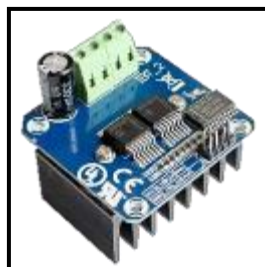
Gambar 4. (a) Motor DC MY1025 dan (b) Motor DC Motor Stepper Nema 23.

Untuk dapat meningkatkan tenaga mekanik penelitian ini dilengkapi dengan sistem gearbox 1 : 50.000 sehingga mengurangi besar kecepatan tanpa mengurangi besar torsi motor DC.

d. Driver Motor.

Rangkaian *H-Bridge* adalah sebuah perangkat keras berupa rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan motor. Driver ini mengatur perputaran dari motor DC, kecepatan motor dan melakukan brake. *Driver H-Bridge* ini juga memiliki sistem *brake*, yaitu menggabungkan kedua kutub motor untuk memberikan *event brake* untuk menghentikan perputaran motor secara paksa dan menguncinya untuk tidak berputar.

Rangkaian ini terdiri dari dua buah MOSFET kanal P dan dua buah MOSFET kanal N. Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah dengan mengatur jalannya ke empat MOSFET tersebut. Huruf M adalah motor DC yang dikendalikan. Jenis driver motor yang digunakan yaitu BTS7960, berikut merupakan bentuk fisik dari sebuah driver motor DC BTS7960 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi H-Bridge MOSFET.

Modul jembatan BTS adalah penggerak motor dengan kekuatan tinggi berdasarkan dua chip BTS7960.

Tegangan Operasi 24V dan arus lancar maksimal 43A, kemampuan PWM hingga 25 KHz dikombinasikan dengan freewheeling aktif.

Fungsi dari driver h-bridge mosfet adalah sebagai driver motor DC dengan arus yang cukup besar lebih dari 1 ampere dan tegangan kerja yang juga cukup besar. Sehingga dapat mengubah arah putaran dan juga kecepatan putar dengan metode PWM.

e. Sensor Proximity.

Proximity Switch atau *Sensor Proximity* adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa cm saja sesuai tipe sensor yang digunakan. *Proximity Switch* mempunyai tegangan kerja antara 10-30 V_{DC} dan ada yang menggunakan tegangan 100-200 V_{AC}. *Sensor proximity* memanfaatkan sifat cahaya yang dipantulkan. Jika cahaya mengenai benda berwarna terang maka akan dipantulkan sebaliknya jika mengenai benda berwarna gelap maka cahaya akan diserap. Sumber cahaya yang digunakan yaitu *Light Emitting Diode (LED)* kemudian memancarkan cahaya merah dan photodiode sebagai penangkap cahaya LED seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensor Proximity.

Dalam pendeteksian objek sensor proximity memiliki 2 jenis bahan, *Proximity Inductive* berfungsi untuk mendeteksi objek besi dan *Proximity Capacitive* berfungsi mendeteksi semua objek baik metal maupun non – metal.

f. Kontrol PID.

Sistem pengendalian ini dirancang agar dapat menyelesaikan tugas tertentu. Syarat utama dalam sistem pengendalian ini adalah harus stabil. Suatu sistem dapat dikatakan stabil jika diberi gangguan dan sistem tersebut dapat kembali ke keadaan *steady state*. Sistem tidak stabil jika outputnya beresilasi terus menerus ketika

diberi suatu gangguan. Pengontrolan terdapat 2 macam antara lain dengan loop terbuka dan loop tertutup.

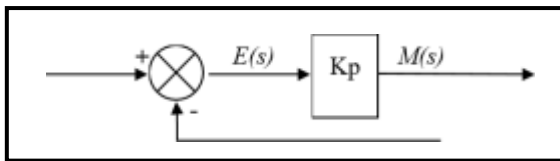
a. Kontroler Proporsional

Hubungan antara keluaran kontroler $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$ adalah:

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \tag{2.1}$$

K_p adalah kepekaan proporsional atau penguatan.

Kontroler proporsional pada dasarnya merupakan penguat dengan penguatan yang dapat diatur. Diagram blok kontroler proporsional seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Kontroler Proporsional.

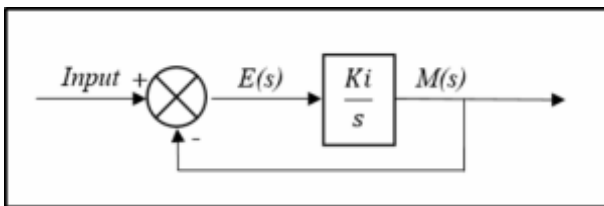
b. Kontroler Integral

Pada kontroler dengan aksi integral, harga keluaran kontroler $m(t)$ diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$.

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i e(t) \tag{2.2}$$

dt

Jika harga $e(t)$ diduakalikan, maka harga $m(t)$ berubah dengan laju perubahan menjadi dua kali semula. Jika kesalahan penggerak nol, maka harga $m(t)$ tetap stasioner seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Blok Kontroler Integral.

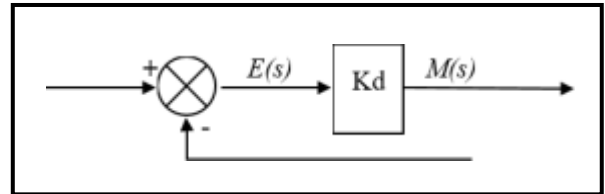
Aksi kontrol integral seringkali disebut kontrol reset diagram blok kontrol integral.

c. Kontrol Differensial

Digunakan untuk mempercepat respons transien sebuah kontrol dengan cara memperbesar *phase lead* terhadap penguatan kontrol dan mengurangi *phase lag*. Hubungan antara keluaran kontroler $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$ adalah :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_d \cdot s \tag{2.3}$$

Dalam persamaan diatas dapat digambarkan diagram blok aksi kontrol differensial seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Blok Kontroler Differensial.

Kontroler differensial tidak bisa mengeluarkan output apabila tidak ada perubahan selain itu kontroler differensial tidak dapat digunakan untuk proses yang mengandung *noise*.

d. Kontroler Proporsional Integral Differensial (PID)

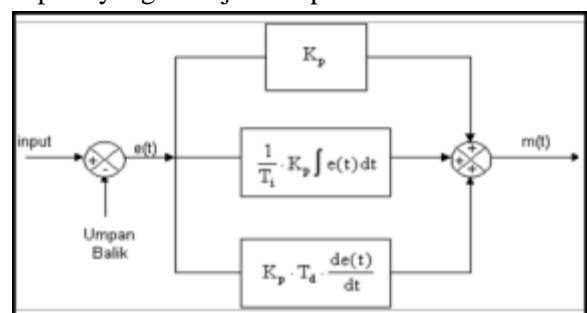
Penggabungan aksi kontrol proporsional, integral, dan differensial memiliki keunggulan dibandingkan dengan tiga aksi kontrol lainnya. Persamaan kontroler PID dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$m(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{K_p}{T_i} \cdot e(t) dt + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt} \tag{2.4}$$

Dalam transformasi laplace dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s \right) \tag{2.5}$$

Dalam persamaan diatas dapat digambarkan diagram blok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Blok Kontroler PID.

g. Penerapan PID pada Motor DC.

Kontroler PID meliputi proses inialisasi, *tuning parameter*, akumulasi error dan perhitungan PID sebagai proses berjalannya motor. Keluaran dari perhitungan

program kontroler PID ini adalah nilai *Pulse Width Modulation* (PWM).

III. Hasil dan Pembahasan

1. Blok Diagram.

Dalam perancangan sistem otomatisasi pelayanan munisi canon pada tank amx-13 menggunakan metode *proportional, integral* dan *derivative* (PID) bangun alat Short Range Radar dengan blok diagram alat ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Blok Diagram Hardware.

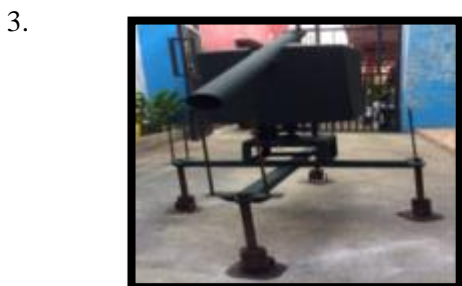
2. Prinsip Kerja alat.

Desain kontrol tracking laras meriam 57 mm s 60 pada meriam 57 mm S60 bertujuan untuk meminimalisir waktu pada saat mengatur sudut laras saat melaksanakan. Penembakan Alat ini bekerja berdasarkan sebuah sistem secara menyeluruh dan terhubung dari masing – masing modul rangkaian dimana prinsip kerja rangkaian alat sebagai berikut:

- 1) Laras bergerak menyentuh sensor *proximity* untuk menjalankan program yang telah diracang kemudian diteruskan ke arduino. Dari data yang diterima oleh arduino.
- 2) Arduino akan memberikan perintah ke motor DC untuk mendorong mengatur posisi laras sampai batas yang telah ditentukan.
- 3) Setelah sampai pada posisi yang ditentukan maka motor DC kedua akan mengarur sebuah sudut selanjutnya laras meriam membuat sudut yang diinginkan dan siap untuk di tembakan.

Adapun bentuk dari desain mekanik pada pembuatan sistem ini ditunjukkan pada Gambar 12.

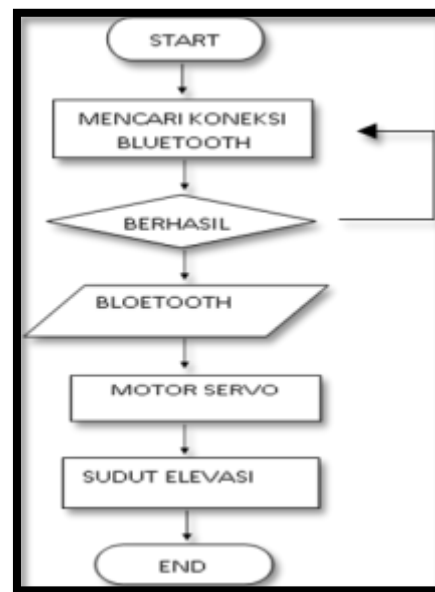
Gambar 12. Rancangan Alat.



Desain Software.

Untuk menjalankan alat maka digunakan berupa piranti lunak (*Software*). Sebelum pembuatan program untuk menjalankan alat, terlebih dahulu penulis merancang alur program (*flowchart*) sehingga mempermudah perencanaan program. Bahasa program yang dipakai adalah Bahasa C sebagai bahasa yang telah banyak digunakan dalam pengendalian dan pengolahan Arduino uno.

Flowchart dari program yang akan direncanakan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Flowchart program.

Penjelasan tentang flowchart :

Pada saat program dimulai Arduino uno, sensor proximity dan motor DC akan terinisialisasi. Kemudian sensor akan mendeteksi adanya munisi pada jalur munisi. Ketika terdeteksi adanya munisi data dikirim ke mikrokontroler untuk memerintahkan motor DC mendorong munisi mendekati baji tutup.

Setelah munisi berada pada jarak yang ditentukan sensor akan mendeteksi lagi untuk membuka motor DC kedua membuka baji tutup. Dengan secara otomatis baji tutup akan tertutup ketika munisi telah melewati ruang baji tutup.

Ketika sensor belum mendeteksi laras meriam maka program akan mengulang kembali sampai sensor

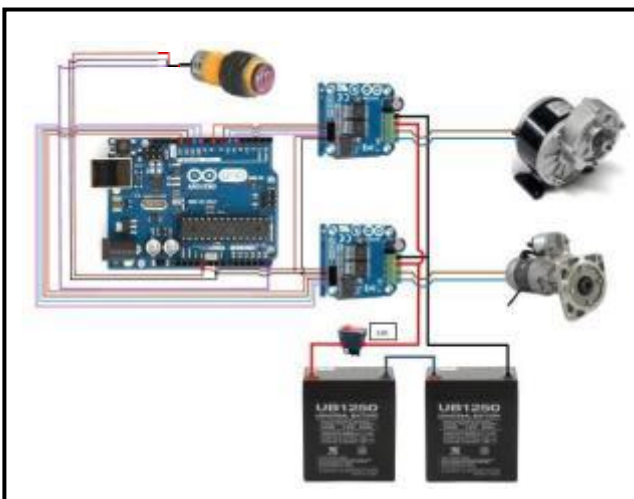
membaca keberadaan munisi. Selanjutnya apabila munisi telah masuk ke dalam baji tutup maka program selesai.

Pengujian Rangkaian Keseluruhan.

- a. Tujuan. Pengujian bertujuan untuk mengetahui proses kerja alat apakah sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum.
- b. Peralatan yang digunakan. Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian sistem otomatisasi adalah sebagai berikut :
 - 1) Modul sensor *proximity*.
 - 2) Arduino uno.
 - 3) Motor DC.
 - 4) Kabel penghubung.
 - 5) Power Supply.
 - 6) AVO meter.
 - 7) Tacho meter.
 - 8) LCD 16x2.
- c. Langkah-langkah pengujian.

Pengujian ini untuk mengetahui kinerja dari alat short range radar dengan langkah sebagai berikut :

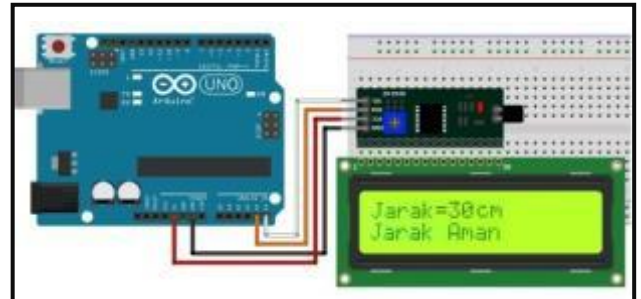
- 1) Merangkai alat selanjutnya diaplikasikan pada alat sesungguhnya sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Rangkaian Alat Keseluruhan.

- 2) Menghubungkan VCC alat pada power supply.

- 3) Menghubungkan ground alat pada *ground power supply*.
- 4) Mengamati sensitifitas sensor *proximity* dan mengamati jarak yang tertera pada LCD dengan jarak sebenarnya ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengujian sensor *proximity*.

- 5) Pengujian PWM pada motor DC
 - d. Hasil Pengujian. Pada saat alat dihidupkan, arduino akan menginialisasi semua port yang digunakan. Modul sensor *proximity* bekerja dan menampilkan hasil ke LCD.
 - 1) Hasil pengujian dan pengamatan didapatkan data ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data uji coba alat.

No.	Kecepatan PWM	V _{DC} Output Tanpa Beban	V _{DC} Output Ada Beban
1	0	0	0
2	25	1,1	1
3	50	2,3	2,2
4	75	3,1	3
5	100	4,2	4,1
6	125	6,1	6
7	150	7,9	7,7
8	175	10,4	10,2
9	200	12,8	12,7
10	255	22,7	22,5

Tabel 1 merupakan hasil dari pengukuran tegangan motor DC pada saat kecepatan PWM 0-255 saat tanpa beban dan dengan beban.

- 2) Pengujian kontrol dilakukan menggunakan dua cara yaitu waktu yang dibutuhkan sebelum menggunakan kontrol dan setelah menggunakan kontrol yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Kontrol.

Jarak	Sebelum menggunakan Kontrol	Setelah menggunakan Kontrol
10 cm	5,12 s	5,9 s
20 cm	9,6 s	9,4 s
30 cm	14,8 s	14,5 s
40 cm	18,2 s	17,5 s
50 cm	22,7 s	21,7 s
60 cm	26,2 s	25,4 s
70 cm	29,3 s	28,8 s

Pada Tabel 2 dapat dilihat perbedaan hasil waktu yang dibutuhkan antara sistem sebelum diberi control dan setelah diberi kontrol.

3) Pengujian alat keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian alat keseluruhan.

Percobaan Ke -	PWM	Waktu	Kondisi Munisi
1	50	28,8 s	Aman
2	100	26,7 s	Aman
3	150	24,3 s	Aman
4	200	22,7 s	Terjatuh
5	255	20,5 s	Terjatuh

Tabel 3 merupakan hasil akhir dari sistem kerja alat secara keseluruhan dari data V_{DC} , kecepatan PWM dan waktu yang diperlukan.

Dari hasil yang telah didapat maka foto alat secara keseluruhan ditunjukkan seperti Gambar 16.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian dijelaskan pada bagian ini

Desain Kontrol Laras Meriam 57mm S-60 dengan menggunakan kontrol android telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dimana mennetukan

Daftar Pustaka

- [1] *Setrum*, vol. 3, no. 2, pp. 46–49, 2014.
- Indrawanto,Ir,Dr.2007.Pengembangan Sistem Kendali dan Stabilisasi Gerak Laras Meriam,LPPM-ITB.
- [2] Desyderius M., 2010. Analisis Pengaturan Sudut Azimuth Dan Elevasi Pengarah Laras Meriam Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic. Universitas Brawijaya
- [3] Jeki Saputra, M. Aziz Muslim, dan Rini Nur Hasanah. 2014. Kontrol Tracking Laras Meriam 57mm dengan Menggunakan Hybrid Kontrol Logika Fuzzy – PID. Jurnal EECCIS Vol 8, No.2