

## IMPLEMENTASI KONTROL PID PADA PERGERAKAN LARAS MORTIR 81MM SESUAI DENGAN HASIL PERHITUNGAN KOREKSI TEMBAKAN

Dimas Silvani F.H<sup>1\*</sup>, Abd. Rabi<sup>1</sup>, Jeki Saputra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat

\*Email : sersandimas18@gmail.com

### Abstrak

*Pergerakan Laras Mortir 81mm ini secara umum masih menggunakan manual atau dengan tenaga personil. Dalam pengoperasian Mortir dibutuhkan kecepatan pembidikan agar tembakan mengenai sasaran secara tepat dan cepat. Oleh karena itu perancangan alat ini bertujuan untuk mempercepat pergerakan yang sesuai dengan pembidikan terhadap sasaran yang akan dituju. Perencanaan dan pembuatan alat dibangun dengan menggunakan alat perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu motor DC, mikrokontroler Arduino Uno, driver ULN2003, sensor Compass GY271, sensor Accelerometer. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu Software IDE sebagai alat pengendali pada mikrokontroler Arduino. Dalam pembuatan alat yang dimaksud supaya dapat berfungsi dengan baik, maka diperlukan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik dan cara kerja komponen-komponen yang digunakan. Hal ini perlu dikuasai sebaik-baiknya untuk menghindari kesalan penggunaan komponen yang mengakibatkan kegagalan dalam pembuatan alat. Pada perencanaan hardware akan meliputi seluruh perihal yang digunakan pada sistem. Pada perencanaan software merupakan piranti lunak meliputi flowchart dan software secara umum. Perangkat tersebut saling terintegrasi sehingga dalam kerjanya akan maksimum sesuai apa yang diharapkan. Software ini diharapkan mampu memenuhi tugas pokok TNI AD khususnya keahlian menembak agar lebih efektif, akurat dan tepat dalam melaksanakan latihan menembak di satuan TNI AD.*

**Kata Kunci:** *Software IDE, Mikrokontroler Arduino Uno, Driver ULN2003, Compass GY271, Accelerometer.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat tembak tinjau atau tembakan pertama pasti akan ditemukan koreksi tembakan, maka perhitungan dilakukan oleh prajurit dengan menghitung jarak sasaran dari pucuk untuk menghasilkan sudut elevasi dan sudut dari jatuhnya munisi ke sasaran awal menghasilkan sudut azimuth. Hasil perhitungan dari personil ini di aplikasikan kedalam gerakan laras. [1]

Secara manual laras akan diputar sesuai dengan sudut hasil perhitungan untuk mendapatkan hasil tembakan yang tepat pada sasaran. Kelemahan dari pergerakan laras yang manual ini mengakibatkan kurangnya ketelitian pada sudut yang ditentukan selain itu perlu banyak waktu untuk memutar laras dan menepatkan pada sudut yang akan diinginkan dengan cara menengahkan gelembung perata. Semua sistem yang ada pada Mortir Panser Anoa ini perlu adanya otomatisasi untuk mempercepat jalannya sistem penembakan yang tepat, cepat dan akurat. Pada penelitian ini sistem kontrol PID digunakan untuk mengendalikan putaran motor agar pergerakan laras dapat mencapai sudut atau setpoint secara cepat dan tepat. Metode PID pada sistem pengendali laras ini dipilih karena bisa mengendalikan sistem dengan memanipulasi sinyal error, sehingga respon sistem (output) sama dengan yang diinginkan (input) [2]. Seperti contoh sudut yang diinginkan harus sama dengan sudut pada pergerakan laras.

Perencanaan pembuatan alat ini bertujuan untuk mempercepat dalam menggerakkan laras secara otomatis menggunakan metode PID sesuai dengan hasil perhitungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem kontrol otomatis yang sesuai dengan hasil perhitungan azimuth dan elevasi dengan *error* sekecil mungkin.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah mengatasi error pada sudut pergerakan laras yang sesuai dengan hasil perhitungan azimuth dan elevasi, dan membandingkan error dari penelitian sebelumnya.

## 1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat banyak masalah-masalah dalam melengkapi aspek-aspeknya. Mengacu pada rumusan permasalahan yang ada, maka batasan masalah yang ada pada proposal ini adalah sebagai berikut :

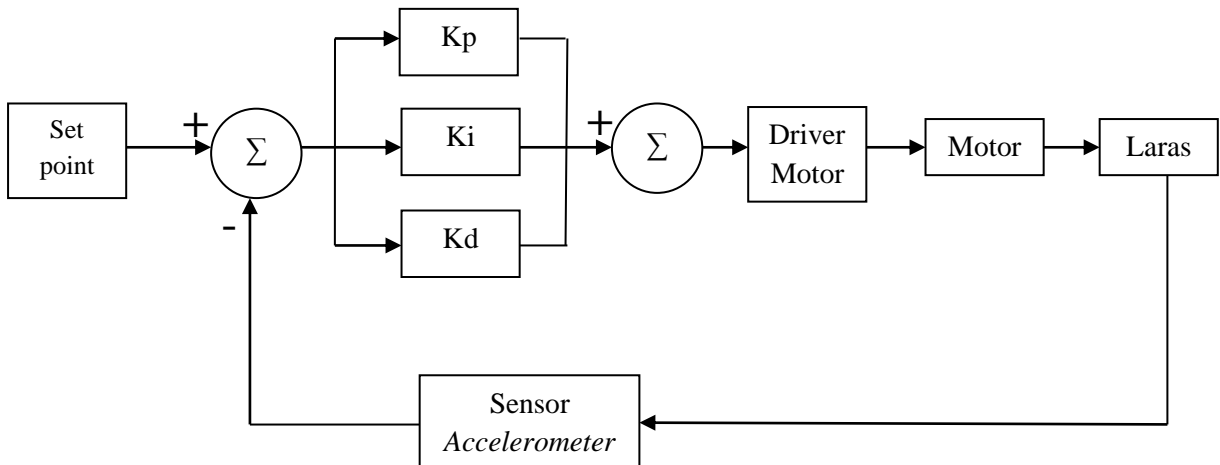
1. Menggunakan panduan senjata Mortir 81mm.
2. Tidak membahas tentang program perhitungan koreksi tembakan.
3. Menggunakan tabel tembak Mortir 81mm.
4. Menggunakan metode PID.
5. Menggunakan Mikrokontroler Arduino.
6. Penelitian sebatas pada miniatur.

## 2. METODOLOGI

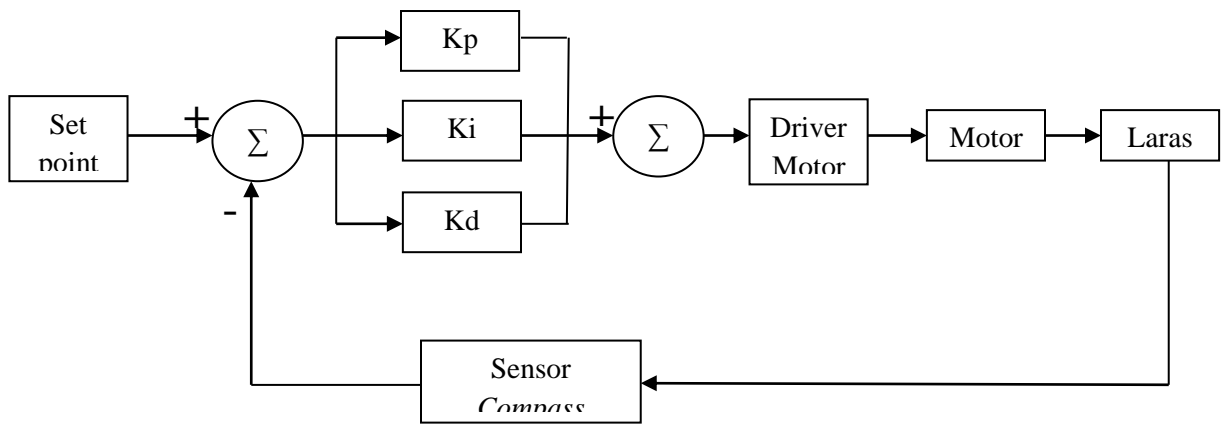
Kebutuhan software yang digunakan adalah software IDE sebagai pengolah data dari Mikrokontroler Arduino Uno dan juga untuk memprogram seluruh proses kerja alat. Terdapat juga beberapa komponen untuk mendukung dari sistem kerja alat yaitu *Keypad* yang digunakan untuk memasukan data sudut Elevasi dan Azimuth, Mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk memproses dan mengolah data, LCD untuk menampilkan sudut dari gerakan laras, *Driver* motor untuk mengatur sinyal yang masuk dari Mikrokontroler yang diteruskan untuk menggerakkan Motor DC. Sensor-sensor yang digunakan adalah sensor *Accelerometer* dan *Compass* GY271. Sensor *Accelerometer* digunakan untuk mendeteksi sudut elevasi, sedangkan sensor *Compass* digunakan untuk mendeteksi sudut Azimuth.

### 2.1 Diagram Blok Alat

Langkah-langkah kerja yang akan direncanakan dalam alat ini terdiri dari beberapa proses yaitu yang pertama sudut elevasi dan azimuth dimasukan dengan menekan *keypad*, hasil sudut akan tertampil pada LCD dan kemudian akan diproses melalui Mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler memberikan sinyal ke *driver* motor untuk menggerakkan motor agar laras bergerak sesuai dengan sudut yang diinginkan. Sensor *Accelerometer* dan *Compass* mendeteksi masing-masing sudut. Jika sudut sudah mendekati yang diinginkan maka sensor akan memberikan *Feedback* ke mikrokontroler Arduino Uno untuk memberi sinyal ke *driver* motor agar motor berhenti. Sistem kontrol pada alat ini terdapat pada Mikrokontroler yang mengontrol cepat lambatnya gerakan motor, agar motor bisa cepat dan tepat berhenti pada sudut yang diinginkan. Perancangan blok diagram dari sistem yang akan dibuat adalah seperti yang akan ditunjukkan pada gambar 1.



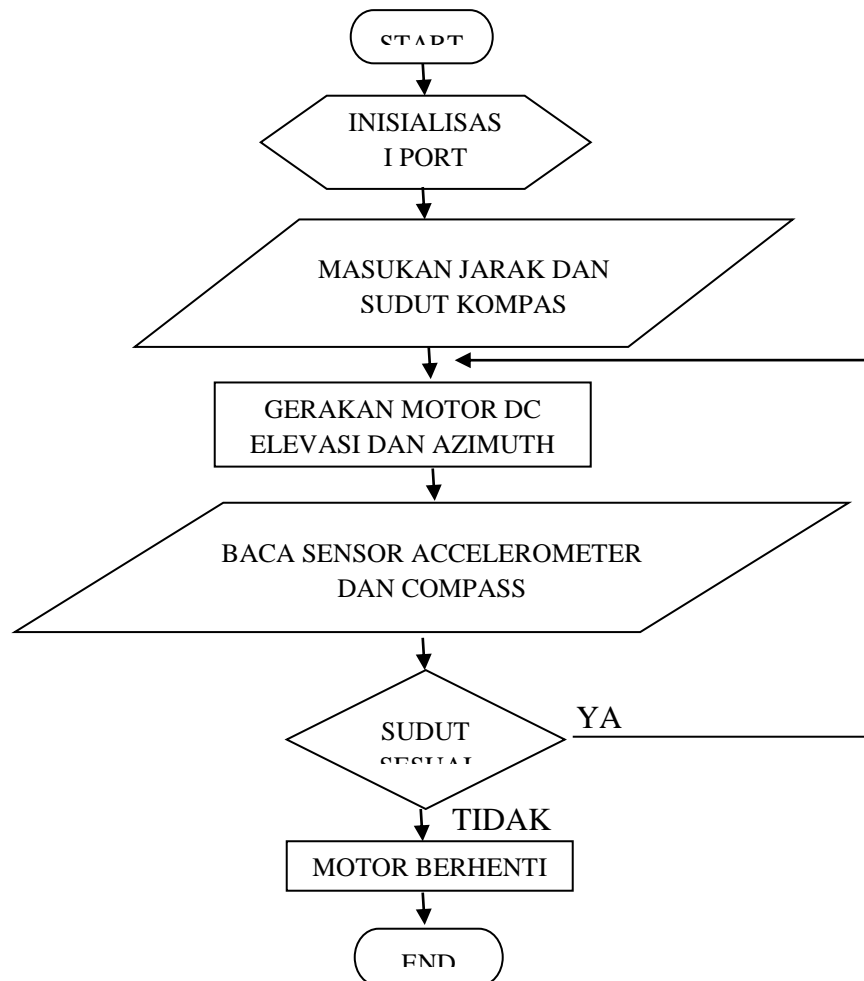
**Gambar 1. Blok Diagram sistem pada pergerakan elevasi**



**Gambar 2. Blok Diagram sistem pada pergerakan Azimuth**

## 2.2 Flowchart

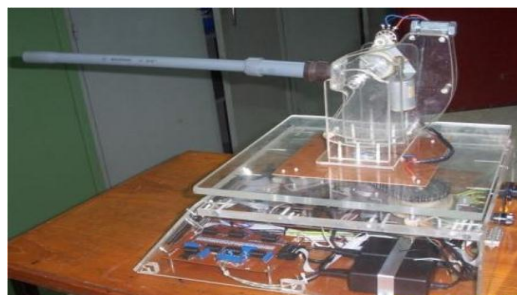
*Flowchart* (diagram alir) adalah suatu sistem secara keseluruhan yang menggambarkan cara kerja dari sistem yang akan dibuat. *Flowchart* pada sistem alat sebagai berikut:



**Gambar 3. Flowchart**

## 2.2 Perancangan mekanik

Pada perancangan mekanik alat sistem terdiri dari satu buah pemodelan laras meriam, dua buah motor DC, satu buah sensor *Accelerometer*, satu buah sensor *Compass*, satu buah *keypad*, dan satu buah LCD. Bentuk mekanik sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Perancangan mekanik sistem**

### 2.3 Perancangan Sensor *Accelerometer*

*Accelerometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur percepatan akibat gravitasi (iklinasi). Sensor yang akan digunakan pada sistem ini bertujuan untuk mendeteksi sudut kemiringan dari laras atau elevasi dalam rentang sudut  $40^{\circ}$ - $85^{\circ}$ . Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur baik percepatan positif maupun percepatan negatif. Ketika sensor dalam keadaan diam, keluaran sensor pada sumbu x akan menghasilkan tegangan *Offset* yang besarnya setengah dari tegangan masukan sensor. Tegangan *Offset* dipengaruhi oleh orientasi sensor dan percepatan statis tiap sumbu akibat gaya gravitasi bumi. Untuk percepatan positif maka sinyal keluaran akan meningkat di atas tegang *offset*, sedangkan untuk percepatan negatif sinyal keluaran akan semakin menurun dibawah tegangan *offset*. [3]

### 2.4 Perancangan sensor *Compass*

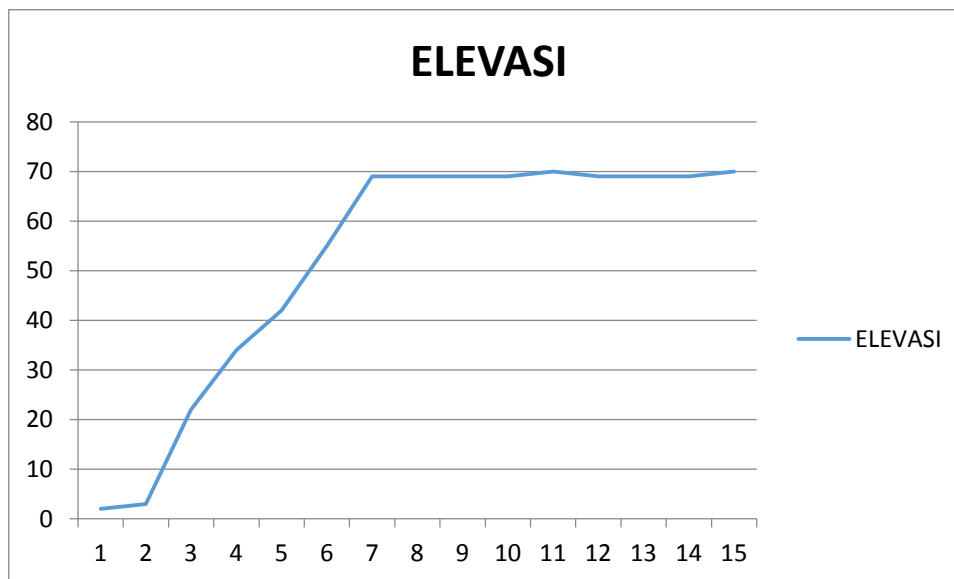
Alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat yaitu sensor *Compass* GY271. Apabila digunakan bersama-sama dengan jam dan sekstan, maka kompas akan lebih akurat dalam menunjukkan arah. Sensor yang akan digunakan pada sistem ini bertujuan untuk mendeteksi sudut azimuth atau sudut putar dari arah laras dengan berpatokan dari arah utara peta. [4]

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan prosedur pengujian dengan beberapa tuning yang berbeda untuk setiap nilai keluaran  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  maka didapatkan hasil keluaran sistem dan tampilan ruang solusi untuk masing-masing sistem. Berikut hasil pengujian sistem dengan keluaran yang berbeda.

### 3.1 Hasil pengujian pada sudut elevasi.

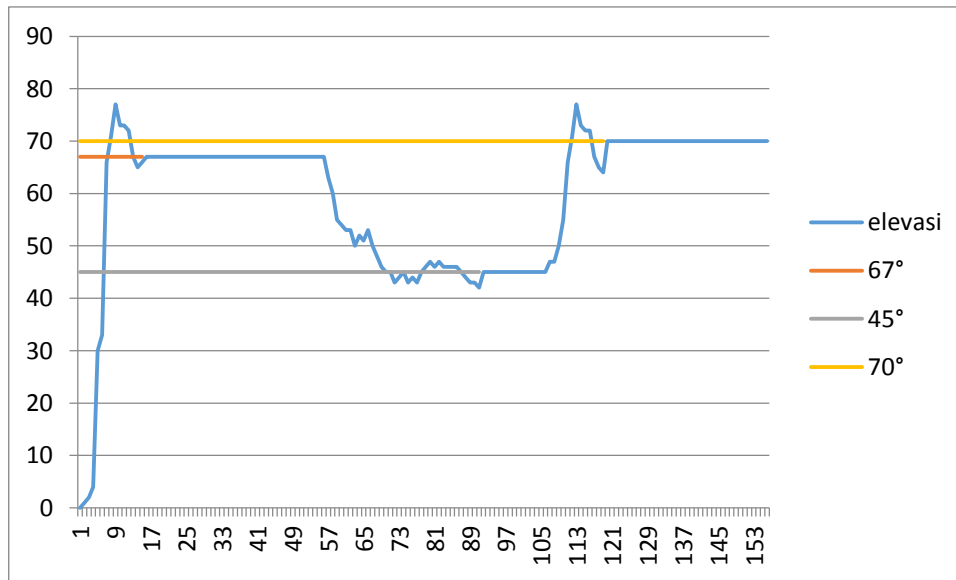
Percobaan pertama yaitu mengetahui grafik sudut elevasi terhadap waktu, input yang digunakan menggunakan sudut  $70^{\circ}$ . Grafik perubahan sudut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik respon pergerakan laras dengan waktu

Gambar grafik respon keluaran pada gambar 4 merupakan nilai output dari  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  dengan setpoint  $70^{\circ}$ , time sampling 10ms,  $R_s$  (rise time) 0.75s, dan akan stabil pada waktu 0.88s. Pada gambar ini menunjukkan bahwa gerakan elevasi dari laras tidak mempunyai overshoot dan gerakan langsung pada setpoint yang ditentukan. Percobaan berikutnya dengan merubah setpoint dari sudut yang

dinginkan. Grafik sudut elevasi dengan menggunakan sudut  $67^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $70^\circ$  ditunjukkan pada gambar 6.

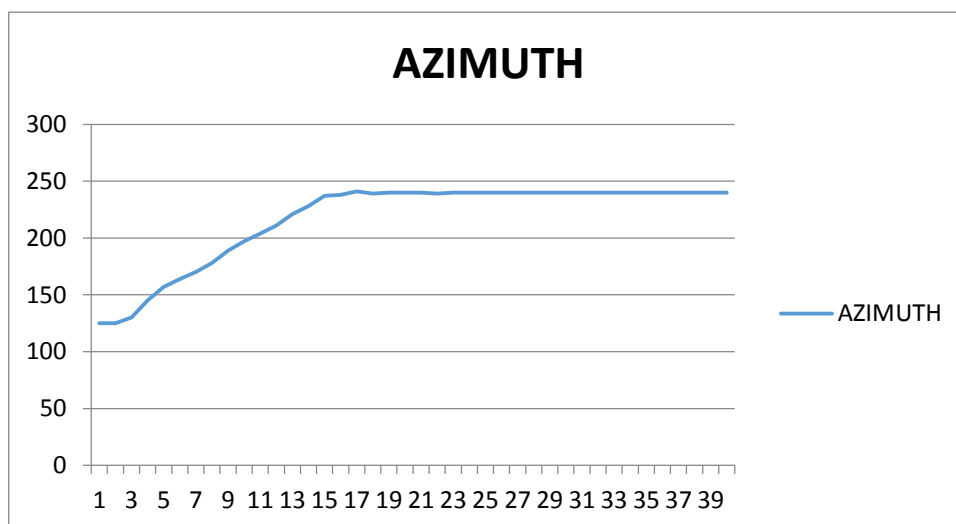


**Gambar 6. Grafik respon pergerakan laras dengan berbagai input**

Hasil analisa dari gambar 5 yaitu nilai  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  dengan setpoint  $67^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $70^\circ$ . Time samplingnya 80 ms. Grafik respon ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengikuti perubahan setpoint yang berubah-ubah. Dan dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut yang dicapai, maka rise time dan waktu menetap semakin besar juga. Tetapi untuk error steady state 0%. Artinya bahwa keluaran sistem sudah sesuai dengan perancangan yang diinginkan baik pada setpoint tetap maupun dengan setpoint berubah-ubah dan dari hasil perhitungan juga didapatkan persentase error terkecil dibandingkan output sistem yang lainnya.

**3.2 Hasil pengujian pada sudut Azimuth**

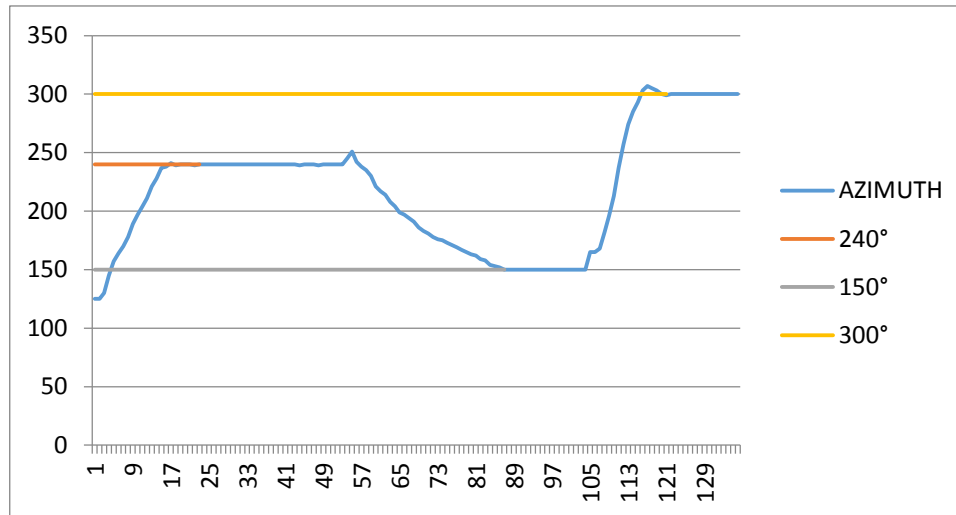
Grafik sudut Azimuth terhadap waktu, dengan input  $240^\circ$  dari sudut  $125^\circ$



**Gambar 7. Grafik sudut azimuth dengan input  $240^\circ$**

Analisa dari pengujian yang dilakukan dan didapatkan hasil seperti gambar 6 adalah nilai keluaran Kp, Ki, Kd dengan setpoint  $240^\circ$ , time sampling 30ms, rise time 0.19s, dan akan stabil pada waktu 0.23s. Grafik respon ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengikuti perubahan setpoint yang berubah-ubah. Dan dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut yang dicapai, maka rise time dan waktu menetap semakin besar juga. Tetapi untuk error steady state 0%. Artinya bahwa keluaran sistem sudah sesuai dengan perancangan yang diinginkan baik pada setpoint tetap maupun dengan setpoint berubah-ubah dan dari hasil perhitungan juga didapatkan persentase error terkecil dibandingkan output sistem yang lainnya.

Percobaan berikutnya yaitu merubah sudut Azimuth secara acak dengan menggunakan sudut  $240^\circ$ ,  $150^\circ$ , dan  $300^\circ$  ditunjukkan pada gambar 8.



**Gambar 8. Grafik respon sistem untuk setpoint yang berubah**

Analisa dari hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 8 adalah time sampling 90 ms. Grafik respon menunjukkan bahwa sistem dapat mengikuti perubahan setpoint yang berubah-ubah. Dan dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut yang dicapai, maka rise time dan waktu stabilnya semakin besar juga. Tetapi untuk error steady state 0%. Ini berarti bahwa keluaran sistem sudah sesuai dengan perancangan yang diinginkan baik pada setpoint tetap maupun dengan setpoint berubah-ubah, dan hasil perhitungan juga didapatkan persentase error terkecil dibandingkan keluaran sistem yang lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem kendali Laras Mortir 81mm dengan menggunakan metode PID telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dimana gerak laras pada posisi elevasi maupun azimuth telah sesuai dengan data yang dimasukkan dari *Keypad*, dimana error steady state yang diperoleh sebesar 0% dan rise time rata-rata 0.625s. Metode PID yang digunakan dapat mengolah data masukan yang diberikan, dimana outputnya dapat menggerakkan laras ke posisi elevasi dan azimuth yang diinginkan. Dan dari segi kecepatan dan ketepatan sudut telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan

#### SARAN

Penelitian ini masih menggunakan pemodelan alat yang sangat sederhana, akan sangat baik dengan menggunakan alat yang sesuai dengan bentuk aslinya. Metode ini juga bisa diterapkan pada penelitian yang mempunyai skala besar atau sesuai dengan aslinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Buku Petunjuk Teknik TNI AD Nomor 31-02-52 Skep Kasad Nomor Skep/1290/XII/1986 tanggal 31 Desember 1986 tentang Mortir 81 mm Tampella (Finlandia).

- [2] Ogata, Katsuhiko. 1997. "Teknik Kontrol Automatik Jilid I dan II" Edisi 2. Jakarta: Erlangga.
- [3] Riyadi, Muhammad. 2010. "Pendeteksi Posisi Menggunakan Sensor *Accelerometer* MMA 7260Q berbasis Mikrokontroler Atmega 32". Jurnal Teknologi Elektro. Universitas Diponegoro Semarang. ISSN 1411-0814.
- [4] Seifert, K. dan Camacho, O. *Implementing Positions Algorithm using Accelerometers, Freescale Semiconductor, 2007*