

## PENGENDALI *RUDDER* ROKET MENGGUNAKAN KONTROL PID (*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE*)

**Khairul Anwar<sup>1\*</sup>, Anggraini Puspita Sari<sup>1</sup>, Desi Derius Minggu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka  
Malang Jl. Terusan Raya Dieng No. 62-64, Malang 65146

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat  
Jl. Ksatrian Pusdik Arhanud, Kota Batu 65324

\*E-mail : anwarraider2112@gmail.com

### Abstrak

*Pengendali rudder roket menggunakan kontrol PID agar pada saat roket diluncurkan dapat mencapai hasil yang maksimal. Dengan menggunakan kontrol PID akan mempercepat respon pergerakan sirip. Perencanaan dan pembuatan alat dibangun dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu modul gy 52, mikrokontroler ATmega8, motor servo dan mekanik. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu software sebagai alat pengendali. 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 kesalahan 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 dapat maksimal sesuai apa yang diharapkan.*

**Kata kunci:** ATmega8, modul gy 52, motor servo.

### 1. PENDAHULUAN

Roket merupakan wahana luar angkasa, peluru kendali, atau kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi pembakaran dari pembakaran *propellant*. Dorongan ini terjadi karena reaksi cepat pembakaran atau ledakan dari satu atau lebih bahan bakar yang dibawa dalam *chamber* roket. Bahan bakar *propellant* merupakan bahan bakar sebagai sumber tenaga penggerak pada roket yang mengalami proses pembakaran di dalam ruang bakar. Hasil dari proses pembakaran *propellant* didalam ruang bakar menghasilkan tekanan dan panas yang sangat tinggi selanjutnya dikeluarkan melalui *nozzle* yang terletak di bagian belakang roket. Akibatnya terjadi gaya dorong yang menggerakkan roket kedepan

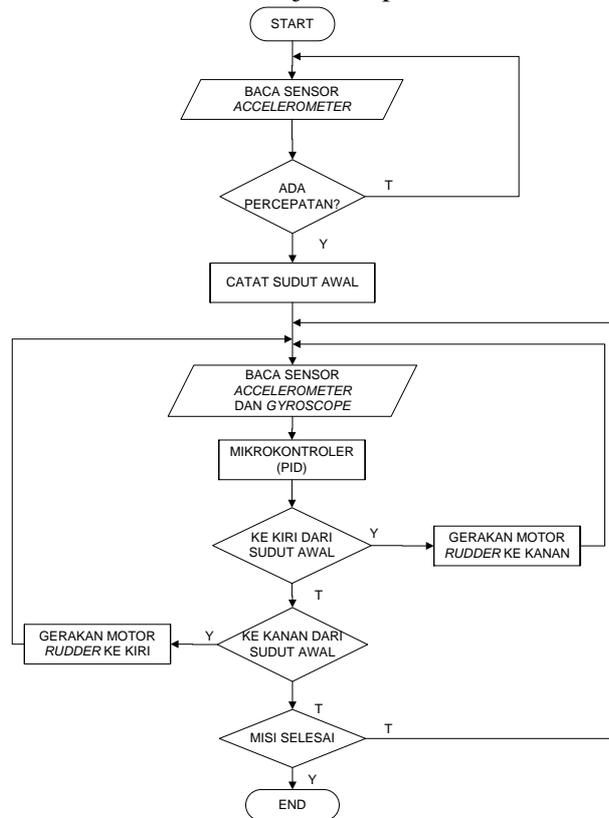
Roket latihan *experiment* (rolex) yang dikembangkan oleh Tentara Nasional Indonesia (TNI) khususnya di POLTEKAD, pada roket yang baru dikembangkan ini muncul berbagai permasalahan diantaranya adalah kurang stabilnya roket saat diluncurkan dan tidak sesuai jarak yang ditentukan dengan isian *propellant* pada roket. Dalam permasalahan ini sistem sirip pada roket yang awalnya tetap dijadikan bisa bergerak karena diberikan sistem kontrol sirip aktuator roket kendali. Pada aktuator ini digunakan sirip untuk mengatur pergerakan arah dari roket.

Selanjutnya, pembahasan mengenai pengendalian sirip roket bagian *rudder*. Sirip *rudder* merupakan kendali yang dapat membelokkan hidung roket ke kiri dan ke kanan atau yang disebut dengan gerak *yaw*. Pada perancangan pengendalian sirip roket ini digunakan jenis pengendalian kontrol PID(*Proportional Integral Derivative controller*). PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi dan akselerasi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Metode Penelitian

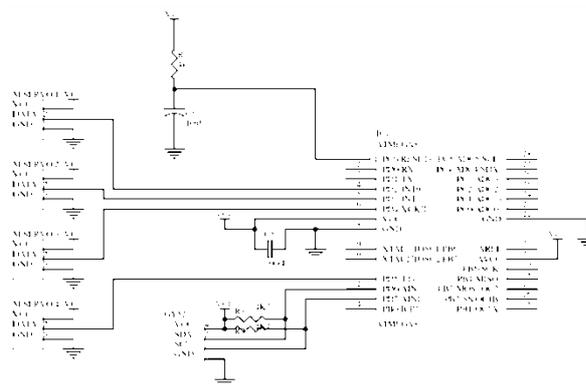
Proses penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.2. Pembuatan Rangkaian Keseluruhan

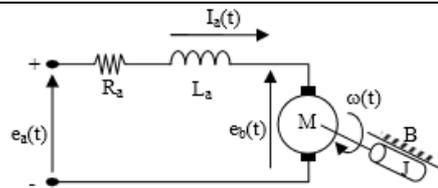
Dalam penelitian ini sensor *accelerometer* dan *gyroscope* terhubung ke mikrokontroler ATmega8 yang berfungsi sebagai pengolah data. Keluaran sensor yang diperoleh berupa sinyal data *i2c* kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega8 menjadi sinyal *pwm* untuk menggerakkan motor servo. Rangkaian keseluruhan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Mikrokontroler

### 2.3. Pemodelan Sistem

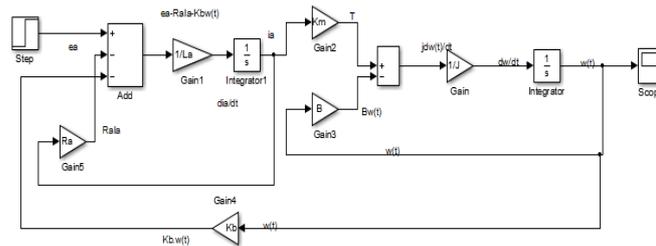
Dalam penelitian ini pemodelan motor jangkar menggunakan kontrol PID ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan Motor Jangkar

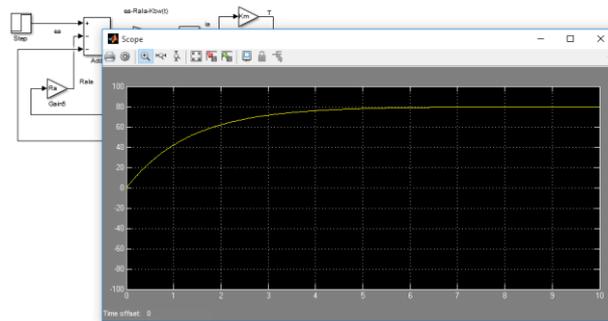
2.3.1 Pemodelan Simulink

Berdasarkan rangkaian dasar pada Gambar 3, maka dapat ditentukan analisis secara elektrik, mekanik, sifat motor dan sifat generator. Kemudian dapat disimulasikan dengan menggunakan simulink dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Simulasi Pemodelan dengan Simulink

Pada Gambar 4 adalah simulasi dengan menggunakan simulink kemudian dapat dilihat untuk hasil respon ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi Respon Motor

2.4. Cara Penggunaan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah merangkai alat supaya dapat digunakan dan alat dapat berfungsi dengan baik yaitu:

1. Memasukan rangkaian sensor kebadan roket.
2. Menghubungkan kabel motor servo ke rangkaian sensor yang telah dibuat.
3. Sensor bekerja saat roket digerakkan kekanan dan kekiri kemudian sirip yang digerakkan motor bergerak berlawanan dari arah gerak roket sampai roket dalam keadaan stabil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 . Hasil Perancangan

Hasil rancangan terdiri dua komponen utama yang saling berkaitan yang membuat sistem dapat berjalan dengan baik, yaitu:

1. Rangkaian Sensor  
Rangkaian sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dengan ATmega8 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dan mikrokontroler berfungsi dengan baik atau tidak.
2. Sirip  
Sirip digerakkan oleh motor servo agar posisi roket tetap seimbang.

Prinsip kerja alat pengendali rudder roket menggunakan PID ini adalah Setelah roket terbang sensor *accelerometer* dan *gyroscope* menerima data dari gerakan roket yang tidak beraturan. Selanjutnya data tersebut di kirim ke mikrokontroler ATmega8 untuk diolah. Dari mikrokontroler data diproses dan dikeluarkan berupa data PWM untuk menggerakkan motor dan motor menggerakkan sirip. sesuai program yang telah di berikan dan di bantu oleh kontrol PID agar respon yang di dihasilkan baik. Pada saat roket berbelok ke kanan maka sirip atas-bawah akan bergerak ke kiri dan saat roket bergerak ke kiri maka sirip akan ke kanan, sirip akan saling membalas gerakan roket sampai di peroleh kestabilan.

### 3.2. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian diperoleh bahwa rangkaian sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dapat bekerja dengan baik, dengan menggerakkn sensor kesudut yang telah ditentukan kemudian nilainya tertampil pada LCD. Hasil pengukuran data sensor yang tertampil pada lcd seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Data Sensor**

No	Sudut Sensor (°)	Data Sensor (°/s)
1	0	0000
2	±5	±0650
3	±10	±1300
4	±15	±1950
5	±20	±2600
6	±25	±3250
7	±30	±3900
8	±35	±4550
9	±40	±5200
10	±45	±5850

Hasil pengukuran sensor berupa data *i2c* yang tertampil pada LCD. Nilai dari sudut sensor diperoleh dari nilai pwm yang telah ditentukan seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Sudut Servo dengan Pemberian Sinyal PWM**

NO	KECEPATAN (m/s)	SUDUT (°)	WAKTU RESPON (ms)
1	8	20	67
	8	40	195
	8	60	377
2	9	20	135
	9	40	204
	9	60	383
3	10	20	271
	10	40	366
	10	60	443
4	11	20	332
	11	40	426
	11	60	579
5	12	20	400
	12	40	452
	12	60	605
6	13	20	409
	13	40	478

	<b>13</b>	<b>60</b>	<b>707</b>
<b>7</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>434</b>
	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>579</b>
	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>776</b>

Dari pengujian tersebut diperoleh data sudut servo untuk menggerakkan sirip dari sinyal pwm 1 – 2 ms, sehingga sirip pada roket dapat bergerak. Untuk lebih akurat maka pengujian dilakukan didalam *windtunnel* sehingga didapat data seperti pada Tabel 3.

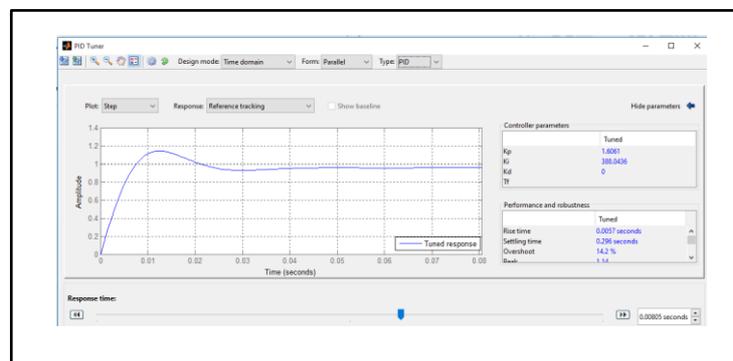
**Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Respon dengan Windtunnel**

No	PWM (ms)	Sudut Servo (°)
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>1,25</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>90</b>
<b>4</b>	<b>1,75</b>	<b>135</b>
<b>5</b>	<b>2</b>	<b>180</b>

Dalam pengujian tersebut diperoleh data waktu respon dengan *windtunnel* yang ditampilkan melalui LCD. Semakin ditambah kecepatan pada *windtunnel* maka waktu respon sirip semakin lambat.

**3.3. Hasil Respon dan Fungsi Alih**

Untuk melihat hasil respon dari fungsi alih yang telah dimodelkan yaitu dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Simulasi Fungsi Alih dalam Matlab**

**3.4. Analisis**

Dari hasil analisis percobaan keseluruhan, pergerakan sirip roket dengan menggunakan kontrol PID hasil respon cukup bagus. Berdasarkan grafik PID tuner untuk *settling time* adalah 0.296 detik, *rise time* adalah 0.0057 detik, *overshoot* adalah 14.2%, *peak time* adalah 1.14, *delay time* adalah 0.5 detik dan *steady state* adalah 0.4 detik. Jadi waktu yang diperlukan sirip roket bagian *rudder* pada saat ada pergerakan sudut dari roket dan untuk menstabilkan membutuhkan waktu 0.04 detik. Waktu 0,04 detik dirasa sudah cukup untuk menstabilkan sirip roket bagian *rudder*.

**4. KESIMPULAN**

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem kerja yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan kontrol PID untuk mengendalikan pergerakan sirip roket yaitu dengan menggunakan Pemodelan sistem, penentuan fungsi alih dan menentukan parameter PID

- kemudian disimulasikan ke matlab.
2. Parameter PID yang digunakan yaitu sesuai pada gambar PID *tuner* dengan nilai KP 1,60 kemudian KI-388 dan KD 0 sudah cukup untuk menghasilkan respon pada sirip roket bagian *rudder*
  3. Perancangan *hardware* dan *software* telah sesuai dan waktu yang dihasilkan untuk sirip kembali keposisi awal adalah 0,04 detik dengan menggunakan kontrol PID

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adam Kurnia, Oetomo, "Perancangan Antarmuka instrumentasi Dan Pengendali Motor Servo Berbasis Oktave", Teknologi Informasi, Jurnal Telematika, Vol.10, No.1, Institute Teknologi Harapan Bangsa, Bandung, Agustus 2015, ISSN : 1858-2516.
- Arief Mardiyanto, "Analisis *Random Noise* Pada Proses Pembakaran Motor Roket", Teknik Elektro Politeknik Negri Lhokseumawe, Jurnal Litek volume 5 nomor 2, September 2008: hal. 46-48.
- Livinti Petru, "*PWM Control of a DC Motor Used To Drive a Conveyor Belt*", 25th DAAAM Internasional Symposium on Intelligent Manufacturing Autmation 2014, Vol. 100, p. 299-304, 2015.
- Mochammad Rif'an, Waru Djuriatno, Nanang Sulistyanto, Ponco Siwindarto, Vita Nurdinawati, "Pemanfaatan 3 Axis *Gyroscope* L3G4200D Untuk Pengukuran Sudut Muatan Roket", Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 2, Desember 2012.
- Vikram Balaji, "*Optimization of PID Control for High Speed Line Tracking Robots*", Procedia of Science Vol. 76, Department of ECE, Government College of Engineering Salem, 2015 Of India.