

PERANCANGAN UJI SIRIP ROKET BAGIAN AILERON DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL PID

Galih Irfan Firdaus^{1*}, Aries Boedi S¹, Gatut Y²

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

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

*Email : galihirfan45@gmail.com

Abstrak

Roket merupakan sebuah peluru kendali atau suatu kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket secara cepat dengan bahan fluida dari keluaran mesin roket. Sistem Kendali Sirip Roket berbasis Mikrokontroler ATmega8 berguna untuk mengendalikan sirip roket khususnya bagian aileron. Dimana dibutuhkan komponen – komponen pendukung berupa Sensor Accelerometer, Sensor Gyroscope, ATmega8 dan Motor Servo. Alat pengendali sirip roket ini dapat digunakan untuk mengendalikan sirip roket bagian aileron pada saat posisi roket tidak stabil atau terjadi gerakan naik turun pada saat setelah diluncurkan, sehingga dapat menghasilkan penerbangan yang maksimal dalam mencapai sasaran.

Perancangan yang digunakan adalah jenis pengendalian dengan kontrol PID. PID (Proportional Integral Derivative controller) merupakan controller untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Pengontrol PID adalah pengontrol konvensional yang banyak dipakai dalam dunia industri. Karakteristik pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Pemilihan konstanta K_p, K_i dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Dalam perancangan sebuah sistem kendali menggunakan controller PID pada motor servo yang diharapkan mampu menggerakkan sirip naik dan sirip turun pada roket sehingga mampu menjaga kestabilan roket saat diluncurkan. Presentase error pada proyek akhir ini adalah 0,5 %.

Kata kunci: Controller PID, Mikrokontroler ATmega8, Motor Servo, Sensor Accelerometer, Sensor Gyroscope.

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Roket adalah suatu kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan nozzle pendorong, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar untuk roket (sebanding dengan reaksi balasan sesuai dengan hukum pergerakan Newton ke 3). Seringkali definisi roket digunakan untuk merujuk kepada mesin roket.

Di lapangan (lembaga antariksa dan penerbangan nasional) sedang dikembangkan roket dengan berbagai fungsi diantaranya roket pendeteksi petir, roket pendorong satelit serta roket-roket lainnya. Adapun jenis roket diantaranya roket 80 mm (rx-80), Astros-II, Rhan-22, Yakhont, Exocet, dan Rolex.

Jenis roket yang digunakan dalam penelitian ini adalah roket Rolex yang dikembangkan oleh Tentara Nasional Indonesia (TNI), pada roket yang tengah dikembangkan ini muncul berbagai permasalahan diantaranya adalah kurang stabilnya roket pada saat setelah peluncuran, juga ketidaksesuaian sasaran pada saat roket diluncurkan. Hal ini memicu kebutuhan untuk mengembangkan roket agar dapat maksimal sesuai dengan fungsi.

Sehingga dibutuhkan suatu sistem kendali (control system) yaitu suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Sebagai contoh pada saat roket bergerak ke bawah maka sirip kanan-kiri (aileron) akan bergerak naik ke atas dan sebaliknya pada saat

roket bergerak ke atas maka sirip akan bergerak ke bawah begitu juga pada saat roket berbelok ke kanan maka sirip atas-bawah (rudder) 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. Sebagai penggerak dari sirip/fin tersebut digunakan motor servo. Dari latar belakang diatas maka dilakukan penelitian tugas akhir dengan judul “perancangan uji sirip roket bagian aileron dengan menggunakan kontrol pid”

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, adalah bagaimana merancang dan membuat alat tersebut, merancang sebuah sistem untuk menstabilkan sirip roket bagian aileron dengan kontrol pid dengan menggunakan parameter error sudut dan data sensor dengan menggunakan sensor accelerometer dan sensor gyroscope.

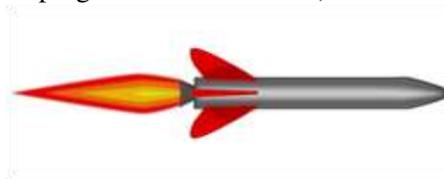
1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah sistem untuk menstabilkan sirip roket bagian aileron dengan menggunakan kontrol pid dengan menggunakan parameter error sudut dan data sensor dengan menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 ROKET

Roket merupakan sebuah peluru kendali atau suatu kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan nozzle pendorong, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar untuk roket (sebanding dengan reaksi balasan sesuai dengan hukum pergerakan newton ke 3) sesuai dengan gambar 2.1.



Gambar 2.1 Roket

2.2 PID KONTROLLER

Pid controller merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol industri. Sebuah kontroler pid secara kontinyu menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan variabel proses terukur.

2.3 SENSOR ACCELEROMETER DAN GYROSCOPE

Sensor merupakan suatu komponen yang digunakan untuk mengubah suatu besaran ke besaran lainnya. Sensor accelerometer berfungsi untuk mengukur akselerasi tepat. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor Accelerometer
dan Gyroscope

2.1 MOTOR SERVO

Sebuah motor dengan sistem closed feedback di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol yang terdapat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Motor Servo

2.2 MIKROKONTROLLER ATMEGA8

Avr merupakan seri mikro kontroler cmos 8-bit buatan atmel, berbasis arsitektur risc (reduced instruction set computer). Terdapat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Atmega8

2.3 CODEVISION AVR

Sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana sampai kontrol yang cukup kompleks, mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang selanjutnya diprogram ke dalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah di sediakan oleh program tersebut, ditujukan pada gambar 2.5.

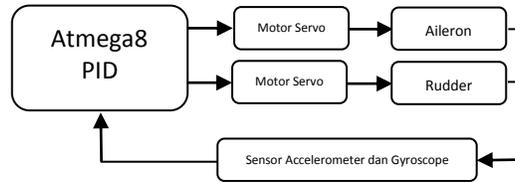


Gambar 2.5 Software Codevision Avr

3. METODOLOGI

3.1 BLOK DIAGRAM

Untuk Mempermudah Perancangan Alat Diperlukan Blok Diagram Seperti Yang Ditunjukkan Pada Gambar 3.1 Dibawah Ini



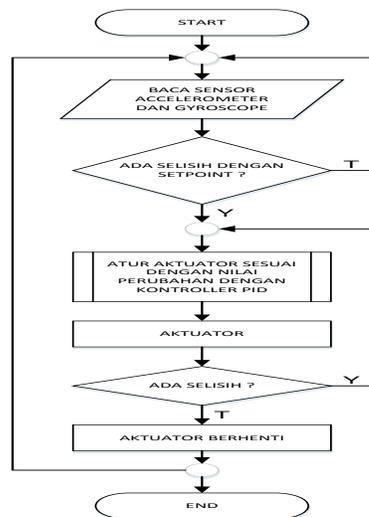
Gambar 3.1. Blok Diagram

Berdasarkan blok diagram yang ditunjukkan dalam gambar 3.1 Dapat diketahui sistem kerja dari alat adalah sebagai berikut :

1. Pada saat setelah roket bergerak, maka sensor accelerometer dan gyroscope akan membaca data dari gerakan roket tersebut.
2. Data tersebut dikirim ke mikrokontroller atmega8 untuk penentuan kontrol kp, ki dan kd agar respon yang dihasilkan baik.
3. Dari mikrokontroler data dikirim ke aktuator.
4. Selanjutnya driver memerintahkan motor untuk menggerakkan sirip sesuai program yang telah diberikan.
5. Ketika roket bergerak ke atas maka sirip akan bergerak ke atas dan jika roket bergerak ke bawah maka sirip bergerak ke bawah sampai diperoleh kestabilan sehingga error yang dihasilkan bisa diminimalisir.

3.2 DIAGRAM ALIR

Adapun penjelasan urutan kerja sistem pada diagram alir dibawah ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Blok Diagram

1. Start untuk memulai menjalankan proses pada program, kemudian terjadi proses inialisai ADC.
2. Sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* akan membaca dari gerakan roket setelah roket diterbangkan.
3. Apakah ada selisih dengan set point yang sudah ditentukan ? bila tidak ada maka sensor kembali membaca dari gerakan roket, bila ada maka aktuator akan diatur kembali.
4. Aktuator akan diatur sesuai dengan nilai yang ditentukan dari perubahan yang dihasilkan oleh roket dengan kontrol PID.
5. Aktuator menerima perintah dari sistem.
6. Apabila ada selisih dari aktuator maka aktuator akan kembali diatur oleh sistem, apabila tidak maka aktuator akan berhenti.

3.3 PERANCANGAN MEKANIK

Mekanik keseluruhan yang direncanakan adalah sebuah roket dengan 4 sirip dibagian belakang yaitu sirip aileron dan sirip radder. Pada bagian bawah ada ruang untuk penempatan motor dan pada bagian bawah sirip di beri pengait kecil yang berguna untuk mengaitkan sirip dengan motor yang berfungsi untuk menggerakkan sirip sesuai dengan pulsa yang dihasilkan. Adapun perencanaan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Perancangan penempatan motor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

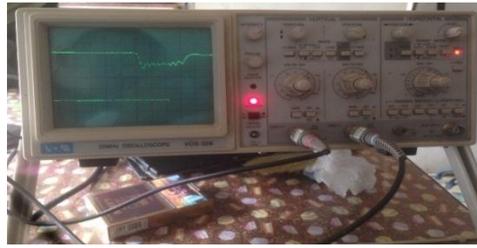
Data-data hasil pengujian pada sistem dengan melakukan beberapa kali percobaan dan pengamatan serta perhitungan. Adapun pengujian akan dilakukan dalam beberapa bagian meliputi : pengujian sensor accelerometer, pengujian sistem minimum atmega8, pengujian rangkaian driver motor, pengujian alat keseluruhan.

4.1 Hasil Pengujian Sensor

Pengujian sensor Accelerometer dengan rangkaian ATmega8 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dan mikrokontroller berfungsi dengan baik atau tidak.



Gambar 4.1. Rangkaian pengujian sensor accelerometer ditampilkan dalam oscilloscope.



Gambar 4.2. Hasil pengujian bentuk sinyal Sda dari sensor accelerometer.

4.2 Hasil Pengujian dan Analisa Data

Dari hasil pengujian Mikrocontroller ATmega8 dan sensor Accelerometer disimpulkan bahwa komponen bekerja dengan baik. Hasil dari pembacaan sensor ditampilkan pada lcd 16x4 yang ada pada port C seperti pada Gambar 4.5, hasil sensor didapat dengan menggerakkan rangkaian sensor ke arah kanan 30° dan hasil yang tertampil pada LCD adalah 3900°/s.



Gambar 4.3. Hasil pengujian mikrokontroler Atmega8 dengan sensor accelerometer.

Dari hasil pengujian sensor Accelerometer dengan rangkaian ATmega8 dapat diperoleh data yang ditampilkan pada LCD ukuran 16x4 dengan cara menggerakkan sensor untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

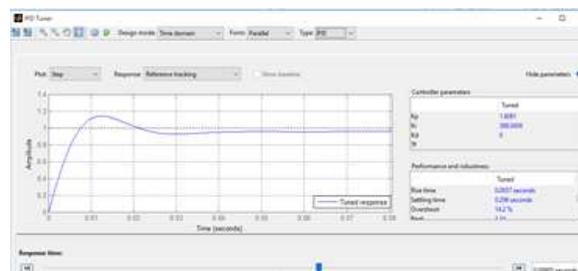
Tabel 1. Hasil pengujian data accelerometer

Data Sensor	Sudut Motor
5850	45°
5200	40°
4550	35°
3900	30°
3250	25°
2600	20°
1950	15°
1300	10°
650	5°

0	0°
-659	5°
-1305	10°
-1950	15°
-2650	20°
-3250	25°
-3905	30°
-4550	35°
-5250	40°
-5850	45°

4.3 Hasil Respon Fungsi Alih

Untuk melihat hasil respon dari fungsi alih yang telah dimodelkan dapat kita lihat pada Gambar 4.4. Gambar hasil respon dapat kita lihat dalam simulasi matlab.



Gambar 4.4. Simulasi fungsi alih pada matlab

Dari hasil simulasi fungsi alih pada Gambar 45 dengan hasil respon dari nilai $K_p = 1.60$, nilai $K_i = 388$ dan $K_d = 0$ dengan rise time 0.0057 s, settling time 0.296 s, overshoot 14.2 % dengan menghasilkan waktu 0,04 detik untuk menuju ke steady state. Dari hasil analisis percobaan keseluruhan, pergerakan sirip roket dengan menggunakan kontrol PID dengan hasil respon cukup bagus. Karena waktu yang diperlukan sirip roket bagian aileron pada saat ada pergerakan sudut dari roket dan untuk menstabilkan membutuhkan waktu 0,04 detik. Waktu 0,04 detik dirasa cukup untuk menstabilkan sirip roket bagian aileron.

5. KESIMPULAN

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

- Sistem kendali pada kendali sirip roket ini akan menjaga kestabilan roket setelah roket diluncurkan. Pada perancangan sistem ini, time setling yang dibutuhkan adalah sekitar 40 μ S, dengan $K_P = 1$, $K_I = 1$, $K_D = 0$.
- Kontrol pid pada sistem telah sesuai dengan yang diharapkan.

SARAN

Setelah melalui beberapa pengamatan yang dilakukan, serta pengujian, maka saran-saran yang ingin diberikan penulis untuk meningkatkan keunggulan alat software ini yaitu :

- a. Untuk lebih menyempurnakan penyusunan tugas akhir ini maka disarankan hendaknya kedepan alat dilengkapi dengan system gps (*global positioning system*) agar memudahkan pengguna dalam mengontrol gerakan dan letak roket untuk ditampilkan visualisasi agar data yang ditampilkan lebih detail kemudian diinterfacekan pada laptop untuk menampilkan data dari alat tersebut pada saat roket terbang sehingga dapat memudahkan dalam pemantauannya.
- b. Melakukan standarisasi alat, dengan membandingkan membandingkan pengukuran menggunakan alat yang lain untuk mengetahui nilai *error* pada alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Turah sembing, "penentuan gaya hambat udara pada peluncuran roket dengan sudut elevasi 65°", majalah sains dan teknologi dirgantara, vol. 6, no. 2 juni 2011 : 47-52.
- Atik bintoro, "disain konfigurasi roket padat analisis struktur roket rum70/100-lpn", jakarta : semata kata, 2013 120 hlm ; 10cm.
- Muhamad ali, "pembelajaran perancangan sistem kontrol pid dengan software matlab", jurnal edukasi@elektro, vol. 1, no. 1, oktober 2014, hlm. 1-8.
- Iwan tirta, romi wiryadinata, "signal conditioning test for low-cost navigation sensor", setrum, vol. 1, no. 1, juni 2012.
- Mochammad rifan, waru djuriatno, nanang sulistiyanto, ponco siwindarto, m aswin dan vita nurdinawati, "pemanfaatan 3 axis gyroscope l3g4200d untuk pengukuran sudut muatan roket", jurnal eccis, vol. 6, no. 2, desember 2012.
- Syahrul, " karakteristik dan pengontrolan motor servo", majalah ilmiah unikom, vol. 8, no. 2, halaman 147.
- Djiwo harsono, joko sunardi, desi biantara, " pemantauan suhu dengan mikrokontroler atmega8 pada jaringan lokal", seminar nasional iv sekolah tinggi teknologi nuklir, nopember 2009 halaman 416.
- Hendry toruan, "simulasi sistem kontrol pid untuk motor dc dengan simulink matlab", jurnal polimedia, vol. 13, no. 4 (2010).
- Ungguh udiyanto, panggih basuki, suparwoto, "purwarupa sistem pemantau getaran jembatan menggunakan sensor accelerometer", jurnal indonesian journal of electronics and instrumentation systems, vol. 3, no. 2 (2013).
- Andani, christoforus y, iqbal zakariah, asifa nurul husnah, "sistem kendali servoposisi dan kecepatan motor dengan programmable logic control", jurnal ilmiah foristek vol. 1, no. 2, september 2011.
- Bertolomeus bregas raditya; enrici kartanadi; jimmy linggarjati, "pengendali motor servo dc menggunakan pi untuk diimpelentasikan pada mesin cnc", jurnal teknik komputer vol. 19, no. 2, agustus 2011: 102-112
- Stephanus a. Ananda, julius sentosa s., benny augusta s, "studi penggunaan permanen magnet servo motor tegangan 460 v dc, 1850 rpm pada mesin potong karton", jurnal teknik elektro vol. 3, no. 1, maret 2003
- Samsul arifin, akhmad fatoni, "pemanfaatan pulse width modulation untuk mengontrol motor", jurnal ilmiah teknologi vol. 8, no. 2, agustus 2014
- Ratih novie arini dan djoko sungkono kawano, "pengaruh variasi duty cycle pada pulse width modulation terhadap performa generator gas hho tipe basah (wet cell) 9 plat ss 316l 10×10 mm