

# PENGEMBANGAN SOFTWARE VISUALISASI DATA 3 DIMENSI UNTUK SENSOR ROTASI GYROSCOPE

**Sri Kliwati**

*Lembaga Penerbangan dan Antriksa Nasional Rumpin Bogor Jawa Barat  
E-mail : sri\_kliwati@yahoo.com*

## ABSTRAK

*Makalah ini membahas hasil visualisasi sensor rotasi rate-gyroscope tiga sumbu yang sedang dikembangkan secara embedded dengan menggunakan Matlab. Output sensor rotasi berupa kecepatan sudut tiga sumbu (degree/sec) dikirim via serial komunikasi ke PC, kemudian diolah menjadi perubahan sudut (degree) dan ditampilkan dalam visual gerak rotasi 3 dimensi. Hasil yang diperoleh menunjukkan data perubahan sudut dapat digambar dalam koordinat tiga sumbu. Visualisasi ini sangat bermanfaat untuk mengembangkan algoritma sensor rotasi tiga sumbu.*

**Kata kunci :** software visualisasi, rate –gyroscope, sensor rotasi.

## 1. PENDAHULUAN

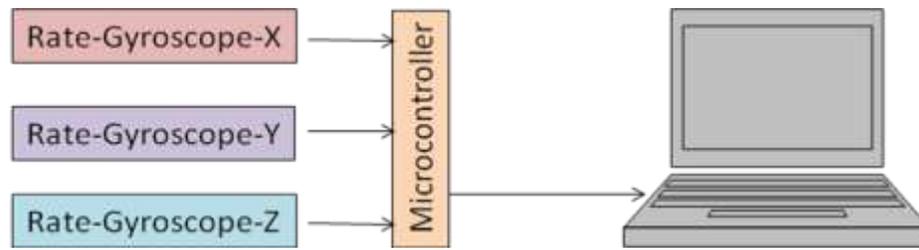
Pengembangan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur suatu gerak atau perubahan menggunakan koordinat memerlukan visualisasi data. Visualisasi data ini dapat digunakan untuk memudahkan pengembang agar dapat mengecek algoritma yang dikembangkan secara cepat. Selain algoritma, hal ini juga dapat untuk animasi sebuah objek agar mudah dipahami orang lain. Sistem untuk mengembangkan algoritma ini dilakukan pada sebuah PC dengan mengambil data-data mentah dari sensor, sehingga perlu ada komunikasi antara sensor dan PC.

Sensor rotasi biasanya berupa sinyal analog yang belum diolah untuk dirubah menjadi informasi perubahan sudut atau kecepatan sudut. Proses pengolahan data ini memerlukan iterasi yang cukup banyak untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang akurat, sehingga akan memakan waktu yang lama jika dilakukan pada sistem embedded sensor tersebut. Selain memerlukan kalibrasi data hasil perhitungan algoritma, maka perlu juga suatu tampilan visual untuk dapat dilakukan croscek secara langsung antara data dari sensor dan kondisi percobaan. Simulasi dan visualisasi ini sangat penting untuk dapat segera membuktikan algoritma yang sedang dikembangkan.

Tulisan ini membahas sistem visualisasi sensor rotasi pada tiga sumbu dengan menggunakan Matlab. Sensor yang digunakan adalah *rate-gyroscope* yang dapat mengukur kecepatan sudut tiga sumbu. Sinyal analog dari sensor dibaca dengan ADC (*analog to digital converter*) dan dikirim via serial komunikasi ke PC.

## 2. SISTEM VISUALISASI

Sistem visualisasi data ini terdiri dua bagian, bagian pertama berupa sensor dan embedded prosesor. Bagian pertama ini dimaksudkan agar dapat digunakan secara onboard pada sebuah wahana terbanag seperti roket dan pesawat. Sedangkan bagian kedua adalah PC computer dengan software pemrograman. Software yang digunakan adalah Matlab. Matlab ini selain mudah digunakan dalam proses visualisasi grafik, juga dapat dihubungkan dengan hardware dengan komunikasi data via serial atau RS232. Gambar 1 dibawah menunjukkan setup sistem yang digunakan untuk memvisualisasikan sensor rotasi. Sistem ini terdiri dari sensor dan PC Matlab. Pada bagian sensor terdiridari 3 buah sensor rate-gyroscope yang dilengkapi sinyal pengkondisi seperti filter dan amplifier. Selain itu ada sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mencuplik data dan mengirimkan data-data tersebut ke PC. ADC yang digunakan adalah dari mikrokontroler XMega128 dari Atmel, dengan resolusi 12 bit. Kecepatan sampling data adalah 100 Hz atau 10 mili detik tiap paket data. Satu buah pake data terdiri dari tiga buah data dari masing-masing sumbu. Data yang dikirmkan masih dalam keadaan apa adanya, atau belum diproses. Nilai data tersebut adalah dalam satuan mili Volt per kecepatan sudut. Rate-gyroscope yang digunakan adalah tipe ADXRS300 dengan kemampuan pengukuran maksimum 300 derajat/detik dan dengan sensitivitas kecepatan sudut 5 mV/derajat/detik. Transfer data dari sensor ke PC menggunakan *USB to serial converter* degan kecepatan transfer 921600 bps atau hamper satu mega bit per detik.



Gambar 1: Sistem visualisasi sensor rotasi 3 sumbu rate gyroscope dengan PC.

Data dari sensor berupa data digital 12 bit dengan urutan sebagai berikut, \$G\_x, G\_y, G\_z\$. Disini \$G\_x\$ adalah data digital kecepatan sudut pada sumbu X, \$G\_y\$ adalah data kecepatan sudut pada sumbu Y, dan \$G\_z\$ adalah data kecepatan sudut pada sumbu Z. Data-data tersebut kemudian diolah dengan menghitung integral agar dapat memperoleh data perubahan sudut dalam derajat.

Masing-masing transformasi koordinat untuk objek adalah sebagai berikut. Untuk rotasi sumbu X dengan persamaan sbb:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ 0 & \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

sedangkan untuk rotasi sumbu Y adalah

$$\begin{bmatrix} \cos(\phi) & 0 & \sin(\phi) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\phi) & 0 & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

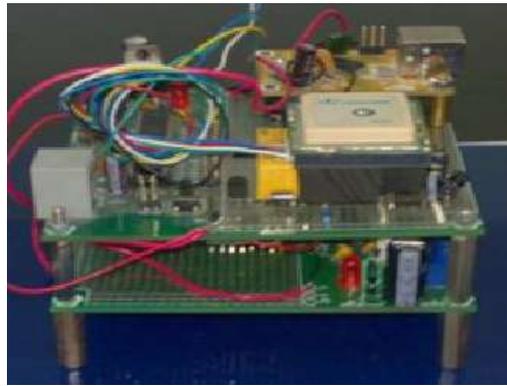
dan untuk rotasi sumbu Z adalah

$$\begin{bmatrix} \cos(\varphi) & -\sin(\varphi) & 0 & 0 \\ \sin(\varphi) & \cos(\varphi) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ketiga sudut rotasi pada sumbu X, Y, dan Z diperoleh dari perhitungan data mentah dari sensor dengan melakukan proses integral dan perkalian dengan parameter kalibrasi mV/degree/detik.

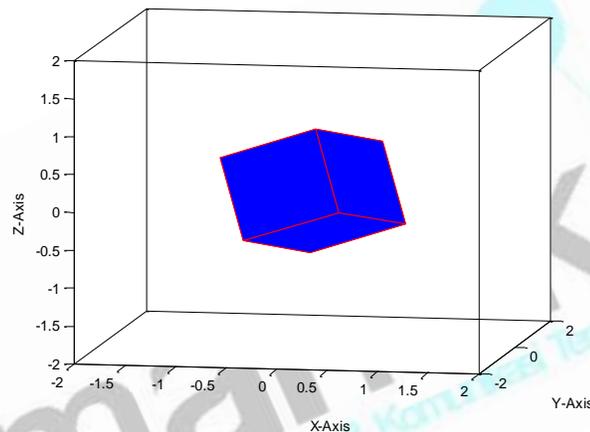
### 3. SIMULASI

Simulasi pada software ini menggunakan objek sebuah kubus. Kubus sangat memudahkan untuk dapat diamati perubahan posisi sudut pada ketiga sumbunya. Titik awal sudut posisi \$P(\theta, \phi, \varphi)\$ adalah \$(0, 0, 0)\$ kemudian secara bersamaan ketiga sudut tersebut berubah dan koordinat dirubah dengan transformasi seperti pada persamaan (1) hingga persamaan (3). Untuk keperluan simulasi, data yang digunakan berasal dari prototipe IMU (*inertial measurement unit*), seperti terlihat pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2: Prototipe sensor *rate-gyroscope* yang digunakan untuk simulasi.

Prototipe diatas diputar pada sembarang arah pada ketiga sumbunya. Contoh hasil simulasi adalah seperti pada gambar 3 dibawah. Untuk lebih memudahkan pengamatan, sebaiknya warna masing-masing sisi kubus dibuat berbeda. Hal ini sangat diperlukan karena jika terlalu cepat, maka mata tidak akan dapat mengikuti perubahan sudut. Secara umum hanya mampu hingga 25 frame tiap detik, seperti pada gerak video yang biasa kita lihat. Oleh karena itu dalam visualisasi kali ini disetting pada 25 frame tiapdetik.



Gambar 3: Objek kubus sebagai visualisasi data sensor rotasi tiga sumbu.

Masing-masing persamaan (1) hingga (3) dibuat fungsi sendiri-sendiri, kemudian dalam eksekusi secara keseluruhan dilakukan secara berurutan dari sumbu X, Y, dan Z. Dari sistem yang telah dilakukan diatas, beberapa hal dapat diperbaiki, tida hanya tampilan saja tetapi juga adanya komunikasi data yang aktif atau dua arah antara sistem sensor dan PC. Kedua belah pihak dapat mengirim dan menerima data supaya setting parameter untuk masing-masing sensor dapat dilakukan. Hal ini sangat penting pada saat dilakukan kalibrasi.

#### 4. PENUTUP

Telah dikembangkan sistem visualisasi data sensor *rate-gyroscope* tiga sumbu dengan menggunakan Matlab untuk pengembangan algoritma dan kalibrasi sistem. Input data dari sensor berupa data mentah 12 bit ADC dengan sampling data 100 data detik. Output visual gambar dapat ditampilkan secara realtime dengan perubahan gerak rotasi dari sensor. Kecepatan visualisasi dibuat 25 frame per detik sesuai dengan kemampuan respon mata manusia. Sistem ini sangat bermanfaat untuk animasi dan visualisasi gerak sebuah objek yang bergerak berputar dlam tiga sumbu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kapaldo, A.J, Gyroscope Calibration and Dead Reckoning for an Autonomous Underwater Vehicle, Thesis report, Virginia,2005D. J. Beebe, "Signal conversion (Book style with paper title and editor)," in *Biomedical Digital Signal Processing*, W. J. Tompkins, Ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993, ch. 3, pp. 61–74.
- [2] Flenniken, W.S., Modeling Inertial Measurement Units and Analyzing the Effect of Their Errors In Navigation Applications, Thesis report, Alabama, 2005.
- [3] Istanbulluoglu, M., Performance Tradeoff Study of A GPS-aided INS for A Rocket Trajectory, Thesis report, Ohio, 2002
- [4] Salychev, O.S., "Applied Inertial Navigation: Problems and Solution, BMSTU Press, Rusia,2004.
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Rate\\_integrating\\_gyroscope](http://en.wikipedia.org/wiki/Rate_integrating_gyroscope)