

## PENERAPAN *LOWPASS FILTER* UNTUK MEMPERBAIKI HASIL ESTIMASI SUDUT PADA SISTEM RADIO *TRACKING* ROKET

Satria Gunawan Zain<sup>1</sup>, Sri Kliwati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

E-mail : wawan38@yahoo.com

### ABSTRAK

*Radio tracking* dapat digunakan untuk melakukan *tracking* posisi roket dan mempunyai potensi untuk dikembangkan menggantikan teknologi GPS. *Radio tracking* bekerja dengan melakukan estimasi arah sumber pancaran (sudut elevasi dan azimut). Dalam pengukuran dan ujicoba dilakukan ada banyak kendala yang menyebabkan hasil estimasi sudut tidak akurat. Kendala ini dapat diamati dari nilai estimasi sudut yang bervariasi untuk suatu titik pengukuran tetap. Hal ini disebabkan oleh adanya gangguan kuat pada signal yang diterima. Tulisan ini membahas aplikasi *lowpass filter* untuk mengeliminasi *noise* pada sistem penerima radio. Hasil yang diperoleh menunjukkan variasi estimasi sudut menjadi 1600 kali lebih kecil disbanding tanpa menggunakan *filter*.

*Kata kunci* : *Lowpass Filter*, estimasi sudut, *radio tracking*, roket.

### 1. PENDAHULUAN

Evaluasi performa roket yang diujikan dibutuhkan suatu sistem *tracking* posisi. Saat ini sistem *tracking* posisi yang digunakan adalah GPS. GPS mempunyai kemampuan untuk mengetahui posisi pergerakan roket setiap detiknya. Kemampuan GPS yang dapat digunakan atau dikomersilkan mempunyai kecepatan akuisisi data hingga 5 data tiap detik. Roket yang diujikan mempunyai kecepatan minimal 340 m/dt sehingga dengan menggunakan GPS posisi roket dapat diamati setiap 68 m. Disamping itu GPS komersil mempunyai akurasi 10 -15 m. Untuk itu diperlukan sistem *tracking* posisi yang lebih baik.

Sistem *radio tracking* yang dikembangkan saat ini dapat digunakan untuk menentukan posisi dari sumber pancaran. Kemampuan akuisisi data posisi hanya tergantung pada kemampuan *hardware* dan *software* dalam memproses signal yang diterima sehingga dengan kecepatan akuisisi data posisi akan semakin meningkat dengan meningkatnya sistem dan *software* dalam mengolah data. Sistem *radio tracking* mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai sistem *tracking* posisi.

Saat ini sistem secara keseluruhan telah dapat menunjukkan arah sumber pancaran (sudut azimut dan evaluasi sumber pancaran) namun dalam beberapa percobaan masih didapatkan beberapa kekeliruan pengukuran. Kekeliruan pengukuran sudut azimut dan evaluasi ini dapat dieliminasi dengan penambahan *filter* secara *hardware* dan *software*. *Filter* yang digunakan untuk *hardware* adalah *lowpass filter* dan secara *software* adalah *filter* Kalman.

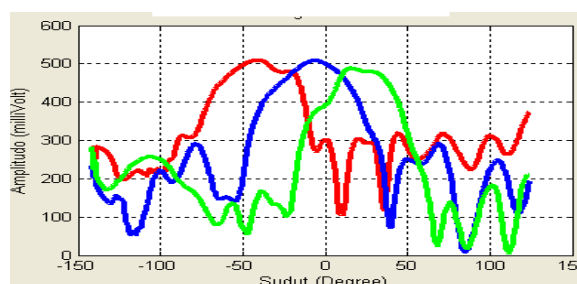
Dalam tulisan ini akan dibahas bab kusus mengenai sistem *radio tracking*, penentuan sudut azimut, kesalahan akibat dari *noise* signal yang

diterima, dan perbaikan sistem estimasi dengan *filter low pass*.

*Radio tracking* memanfaatkan kuat signal radio yang diterima oleh beberapa antena penerima yang berfungsi sebagai detector sudut penerima. Signal ini mempunyai pola-pola tertentu dan mempunyai korelasi terhadap arah sumber pancaran. Dengan menerapkan algoritma rasio kuat signal yang akan dibahas pada bagian selanjutnya maka sumber pancaran dapat dihitung dan diestimasi. Namun hasil estimasi ini mengalami variasi nilai yang besar.

### 2. PENENTUAN ARAH SUMBER PANCARAN

Pola kuat signal yang diterima oleh seluruh antena mempunyai nilai yang berkorelasi pada arah sumber pancaran. Korelasi ini dapat dilihat dari pola radisi 3 antena seperti pada Gambar 1.



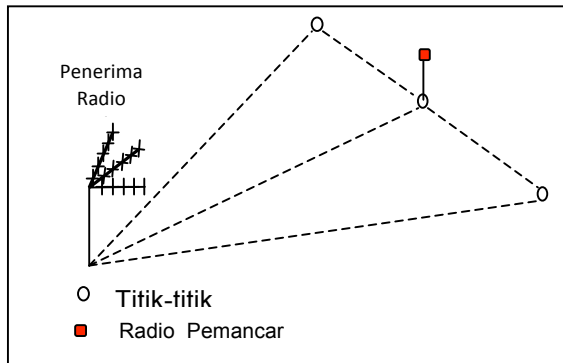
Gambar 1. Pola kuat signal 3 antena pada arah sumber pancaran tertentu

Dari gambar tersebut diatas dapat dilihat bahwa arah sumber pancaran pada sudut -50 akan dideteksi dengan kuat signal terkuat oleh antena sebelah kiri. Walaupun sumber pancaran bergerak menjauh dengan sudut yang tetap maka kuat signal yang terbaca keseluruhan antena juga akan melemah namun antena sebelah kanan tetap mendeteksi kuat signal yang terkuat. Sehingga dengan menggunakan

rasio kuat signal antara signal yang paling maksimal pertama dan kedua akan didapatkan hubungan antara rasio kuat signal dengan arah sumber pancaran yang dapat dijadikan referensi untuk melakukan mendeteksi sumber pancaran pada pengukuran secara real time.

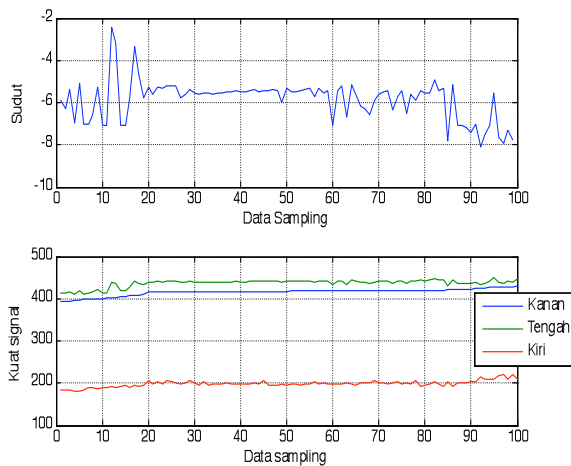
### 3. PERCOBAAN DAN DISKUSI

Pengukuran dan pengujian dilakukan dengan meletakkan pemancar radio pada titik-titik tertentu. Kondisi percobaan adalah seperti pada Gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Kondisi percobaan

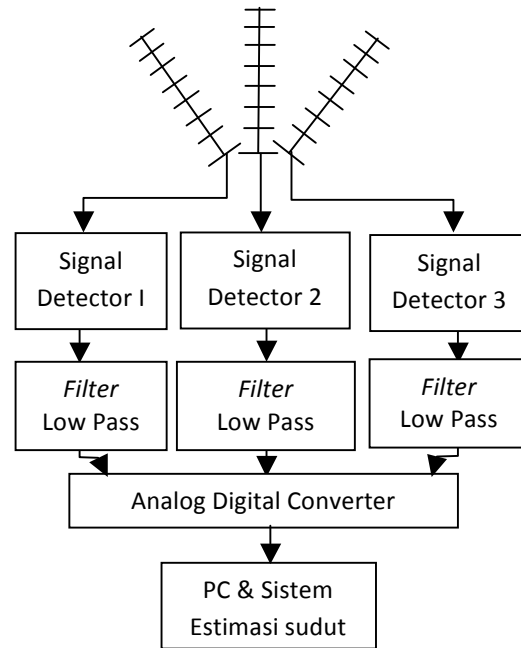
Besar sudut titik ini ke penerima diketahui dengan cara mengukur dan menghitungnya. Sistem ini harus dapat mendeteksi arah sumber pancaran dengan nilai yang mendekati sudut referensi pada titik-titik yang telah ditentukan. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa sudut yang diestimasi mempunyai nilai yang bervariasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



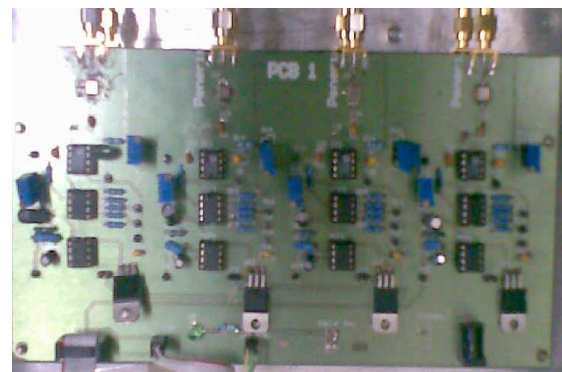
Gambar 3. Estimasi sudut arah sumber pancaran

Gambar 2 diatas menunjukkan estimasi sudut dari pemancar yang diletakkan pada sudut -5.5 derajat namun sudut yang terukur mempunyai variasi nilai dari sudut dari -2.5 hingga -8.2. jika

diamati secara detail kuat signal yang diterima dari ketiga antenna dapat diketahui penyebab dari perbedaan nilai estimasi sudut. Pada Gambar 3 terlihat perubahan nilai estimasi disebabkan oleh adanya *noise* pada kuat signal yang diterima oleh ketiga antenna. Pada sampling data ke 14 terlihat bahwa sudut yang diestimasi tiba-tiba naik hingga -2.5 dimana hal ini terjadi pada saat adanya *noise* yang terpengaruh pada kuat signal yang diterima. Sehingga bagian hardware akusisi signal perlu ditambahkan *filter lowpass* untuk menghilangkan gangguan tersebut.



(a) Diagram blok rangkaian

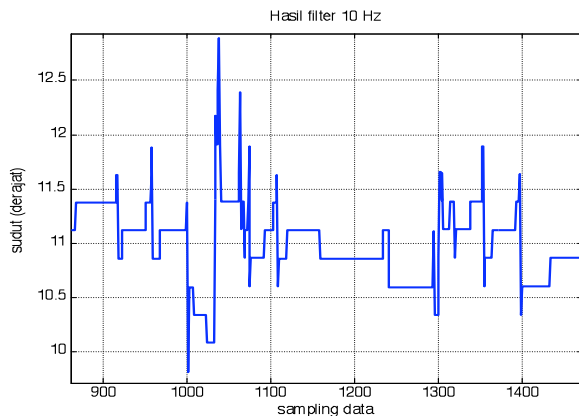


(b) Prototype hardware Sistem radio racking  
Gambar 4. Hardware sistem radio *tracking*

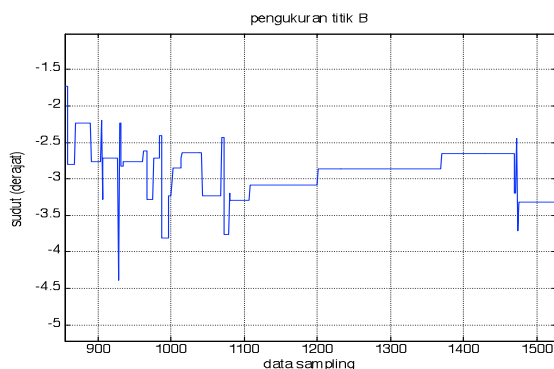
Hardware dari sistem radio *tracking* terdiri dari rangkaian deteksi signal radio, rangkaian *offset* tegangan, pengali tegangan, *filter* lowpass, rangkaian ADC dan PC seperti pada Gambar 4.

Lowpass *filter* pada hardware yang digunakan untuk mengukur sudut seperti pada Gambar 4 diatas

mempunyai frekuensi *cutoff* sebesar 100 Hz. Frekuensi *cutoff* yang lebih rendah akan menghasilkan kuat signal yang melewatinya akan lebih halus. Hal ini dibuktikan dengan penerapan *filter lowpass* 10 Hz dan 1 Hz. Dengan menggunakan *filter lowpass* yang lebih kecil maka nilai estimasi sudut mempunyai variasi yang cukup kecil. Gambar 5 menunjukkan hasil estimasi menggunakan *filter lowpass* 1 Hz.



Gambar 5. Hasil estimasi sudut untuk *filter* 10 Hz



Gambar 6. Hasil estimasi sudut untuk *filter* 1 Hz

Dari Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa penerapan *filter lowpass* yang makin kecil menyebabkan variasi hasil estimasi yang kecil dan mendekati nilai sebenarnya. Pada Tabel 1 dapat dilihat lebih detail pengaruh penerapan *filter lowpass*.

Tabel 1. Hasil penerapan *filter lowpass*

	Filter 100 Hz	Filter 10 Hz	Filter 1 Hz
Mean	1,51	-2,68	6,74
Varian	32,70	0,27	0.02
Max	28,55	-1,72	7,02
Min	-10,53	-4,38	6,28

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan frekuensi *cutoff* 1 hz memberikan hasil yang baik pada estimasi sudut pada sistem radio *tracking*. Hasil estimasi ini dapat diperbaiki lagi dengan menerapkan *filter* digital seperti Kalman *filter* untuk menghasilkan nilai estimasi yang mendekati hasil yang sebenarnya. Variasi sudut estimasi menjadi mengecil secara signifikan.

#### PUSTAKA

- Kliwati, S., Widada, W. (2008). *Aplikasi Digital Exponential Filtering Untuk Sistem Tracking 3-Dimensi Trayektori Roket Berbasis Antena-Yagi*, Proceedings SITIA 2008.
- Widada, W., et al. (2007). *Three Dimensional Tracking Method of Roket Trajectory Using Combination of Altimeter and Array crossed Yagi Antenna*, Journal Nasional Dirgantara 2007.
- Zain,S.G., et al. (2007). *Analisis Rancangan Antena Yagi Yang Optimal Untuk Sistem Radio Tracking Roket*. Proceedings SIPTEKGAN XI-2007.
- Zain. S.G., Susanto, A., Widada, W., Kliwati, S. (2007). *Estimation Method of Azimut and Elevation Angles for Roket Trajectory Using Array Crossed Yagi Antenna*. Proceedings r-ICT 2007 Bandung.
- Zain, S.G., Susanto, A., Widada, W. (2007). *Simulasi Radio Traking Peluncuran Roket Menggunakan Antena Array Yagi*. Proceedings Teknosim 2007.
- Zain, S. G., et al. (2008). *Prediksi Sudut Terima Antena Radio Tracking Dari Pemancar di Payload Roket*, Proceeding SITIA 2008.
- Zain, S. G., et al., 2007, "Simulasi Pengaruh Perubahan Sudut Pancar Transmitter Pada Roket Jarak Jauh Terhadap Power Radio Receiver Antena Yagi". Proceedings SRITI Vol. II, 2007 page. 315-324, Akakom Jogyakarta.
- Zain,S.G., et al. (2008). *Pengembangan Detector Signal Radio Multi Channel Untuk Radio Tracking roket menggunakan logaritmic amplier*. Jurnal Teknologi Dirgantara 2008 vol. 6 no. 2.