

APLIKASI DIGITAL FILTER PADA RADAR TRANSPONDER UNTUK PENINGKATAN AKURASI TRAYEKTORI 3 DIMENSI ROKET

Oleh :
Wahyu Widada*

Abstrak

Radar transponder dikembangkan untuk tracking roket jarak jauh untuk menggantikan fungsi GPS yang dibatasi hingga ketinggian 18 km. Resolusi dari sistem radar masih sekitar 100 meter dan mempunyai potensi noise yang disebabkan oleh banyak faktor. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan dengan bantuan algoritma pada software yang digunakan. Digital filtering dapat membantu mereduksi pengaruh noise sehingga menghasilkan trayektori tiga dimensi yang lebih akurat.

Kata kunci: digital filter, radar transponder, akurasi, trayektori.

Abstract

Radar transponders developed for tracking long-range rocket to replace the function of the GPS measurements are restricted to a height of 18 km. The resolution of the radar system is about 100 meters and is affected by noise caused by many factors. To overcome these problems we improve the algorithms in the software using digital filtering. A digital filtering can help to reduce the influence of noise in order to improve a more accurate trajectory in three dimensions.

Key words: digital filter, radar transponder, accuration, trajectory.

1. PENDAHULUAN

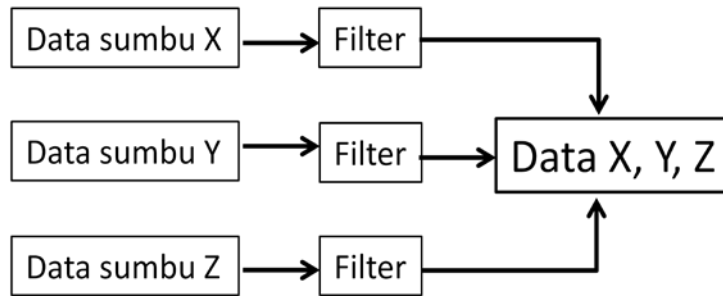
Pengembangan teknologi roket telah dilakukan secara nasional pada dekade akhir ini. Radar transponder dikembangkan dengan hardware dan software secara mandiri dengan kandungan lokal yang tinggi.¹⁾ Sistem ini telah berhasil digunakan untuk melakukan pelacakan peluncuran roket tipe RX200 hingga ketinggian 14 km dan jarak jangkauan hingga 23 km. Mulai tahun 2012 telah dilakukan rencana untuk mengembangkan roket tipe RX550 dengan kemampuan terbang hingga ketinggian 100 km dan jarak jangkauan 200 km. Jarak sejauh itu akan sulit dilacak trayektorinya dengan GPS telemetri, oleh karena itu untuk mengatasi persoalan tersebut dapat menggunakan radar transponder yang telah dikembangkan beberapa akhir tahun ini. Sistem radar ini berbasis pemancaran sinyal sinus ke muatan roket dan menerima kembali sinyal tersebut, kemudian dihitung delay waktu dan dikonversikan menjadi jarak.^{2,3)} Dalam algoritma yang dikembangkan, semakin jauh jarak roket dari stasiun penerima, nilai kesalahan menjadi semakin besar. Untuk mereduksi kesalahan tersebut dapat dilakukan dengan cara meningkatkan resolusi jarak dan memperjauh jarak antar repeater. Akan tetapi hal tersebut dilakukan dengan waktu yang relatif panjang, maka perlu perbaikan dengan cara yang cepat dan simple. Oleh karena itu perlu diaplikasikan digital filter yang dapat membantu mereduksi nilai kesalahan tersebut menjadi lebih akurat.

Tulisan ini membahas aplikasi digital filtering untuk memperbaiki akurasi trayektori roket dalam koordinat tiga dimensi yang diukur dari sistem radar transponder. Masing-masing digital filter diterapkan pada semua sumbu, sumbu Z atau ketinggian roket lebih mudah terpengaruh oleh nilai kesalahan pengukuran jarak.

2. DIGITAL FILTERING RADAR TRANSPONDER

Digital filter yang diaplikasikan adalah seperti pada gambar 2.1 dibawah. Tipe filter yang digunakan adalah IIR filter dengan *finite impulse response*, yang diaplikasikan pada masing-masing data sumbu. Data dari masing-masing sumbu didapat dari hasil pengukuran radar transponder dengan algoritma yang dijelaskan pada literatur, kemudian data digabungkan kembali. Digital filter ini dilakukan di PC, akan tetapi dapat pula digunakan pada mikroprosesor. Pengembangan dan verifikasi algoritma mudah dilakukan di PC sehingga dalam sistem ini dilakukan bukan pada mikroprosesor. Algoritma ini menjadi bagian pada software receiver sistem radar transponder.

* Peneliti Pusat Teknologi Roket - LAPAN



Gambar 2.1. Bagan digital filter pada masing-masing sumbu.

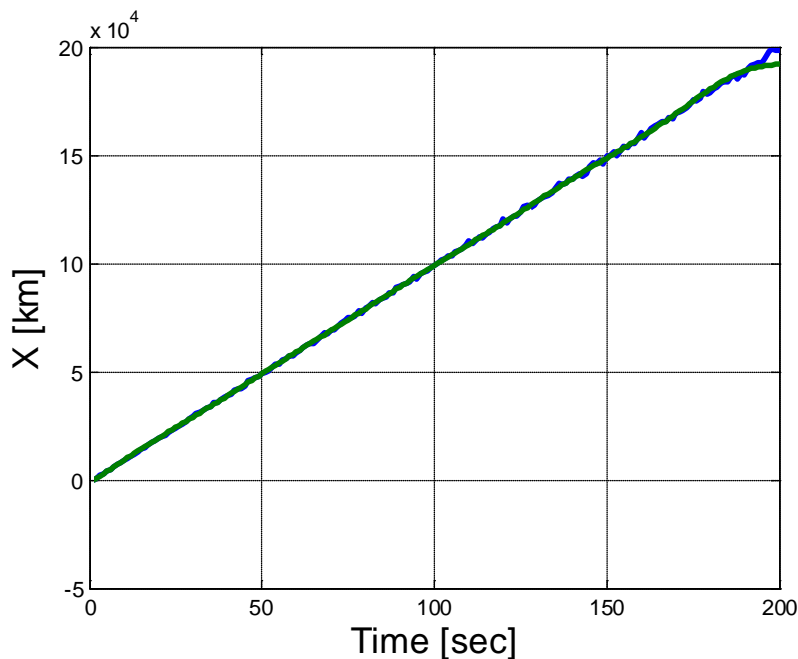
3. SIMULASI DATA DAN APLIKASI PELUNCURAN

Untuk membuktikan efektifitas algoritma filtering ini, maka dilakukan simulasi data dan aplikasinya pada data peluncuran roket. Simulasi data dilakukan dengan spesifikasi pada tabel 3.1 dibawah. Resolusi jarak sistem yang telah dibuat adalah sekitar 100 m, kemudian jarak jangkauan dan tinggi maksimum trayektori roket adalah 200 dan 100 km. Berdasarkan resolusi jarak, random noise ditambahkan pada data trayektori yang akan dihitung efektifitas filteringnya.

Tabel 3.1. Spesifikasi data simulasi

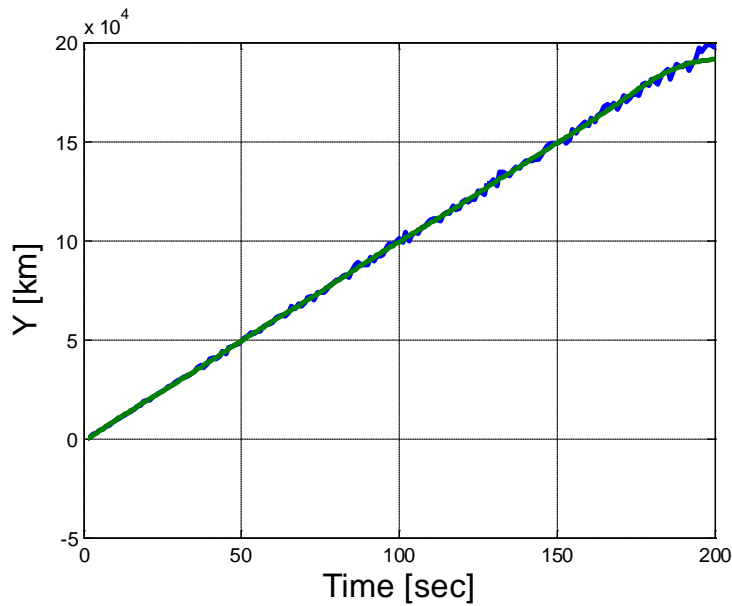
Spesifikasi	Nilai
Resolusi	100 meter
Altitude	100 kilo meter
Range	200 kilo meter

Gambar 3.1 adalah data jarak pada sumbu X tanpa menggunakan digital filter dan dengan menggunakan digital filtering. Terlihat digital filter yang digunakan dapat mengurangi efek random noise dari sistem radar.



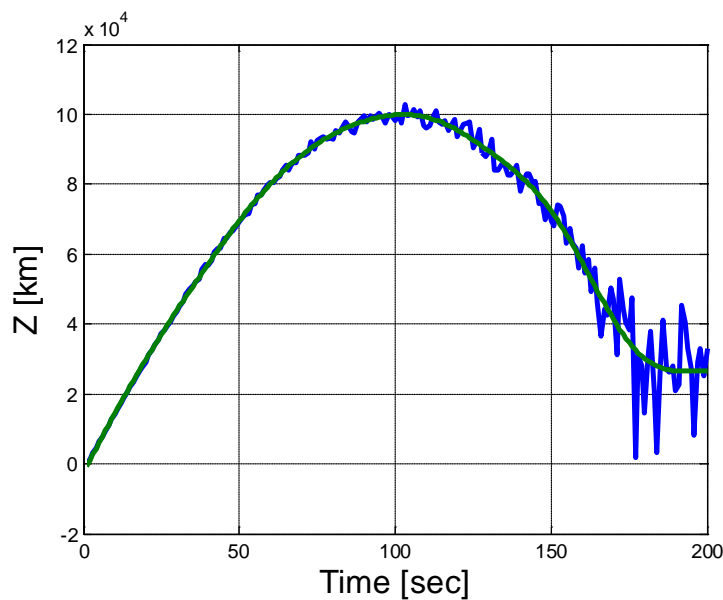
Gambar 3.1. Data pengukuran jarak pada sumbu X dengan dan tanpa digital filter.

Selanjutnya pada Gambar 3.2 adalah data jarak pada sumbu Y tanpa menggunakan digital filter dan dengan menggunakan digital filtering. Terlihat digital filter yang digunakan dapat mengurangi efek random noise dari sistem radar. Dibandingkan dengan data sumbu X, terlihat efek reduksinya sangat mirip, hal ini disebabkan sama-sama pada bidang horisontal.

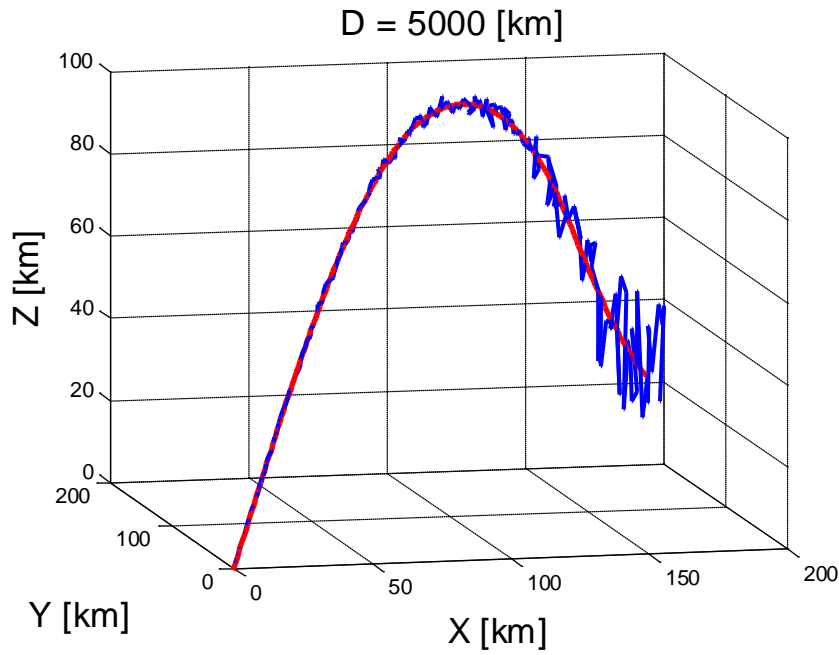


Gambar 3.2. Data pengukuran jarak pada sumbu Y dengan dan tanpa digital filter.

Kemudian pada Gambar 3.3 adalah data jarak pada sumbu Y tanpa menggunakan digital filter dan dengan menggunakan digital filtering. Terlihat digital filter yang digunakan dapat mengurangi efek random noise dari sistem radar. Dibandingkan dengan kedua sumbu X dan sumbu Y, terlihat noise pada sumbu Z lebih besar, terutama pada saat roket akan jatuh ke permukaan. Pada ketinggian tersebut secara teori, perhitungan sangat dipengaruhi oleh resolusi dan akurasi data dari sistem radar. Akan tetapi solusi yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan persamaan parabolik untuk membantu trayektori pada lokasi tersebut.



Gambar 3.3. Data pengukuran jarak pada sumbu Z dengan dan tanpa digital filter.

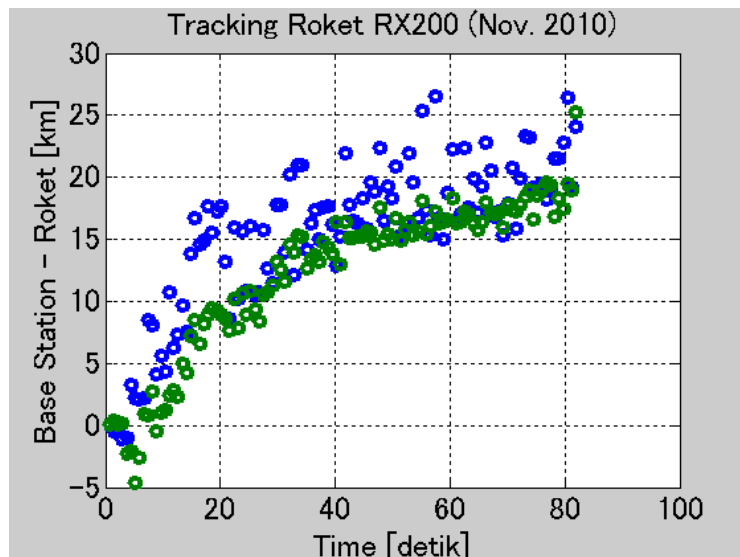


Gambar 3.4. Data pengukuran jarak pada sumbu X,Y,Z dengan dan tanpa digital filter.

Gambar 3.4 diatas adalah hasil gabungan ketiga data sumbu X, Y, dan Z pada koordinat tiga dimensi. Aplikasi filtering ini terlihat efektif pada saat meluncur hingga turun kembali kepermukaan pada ketinggian 20an km.

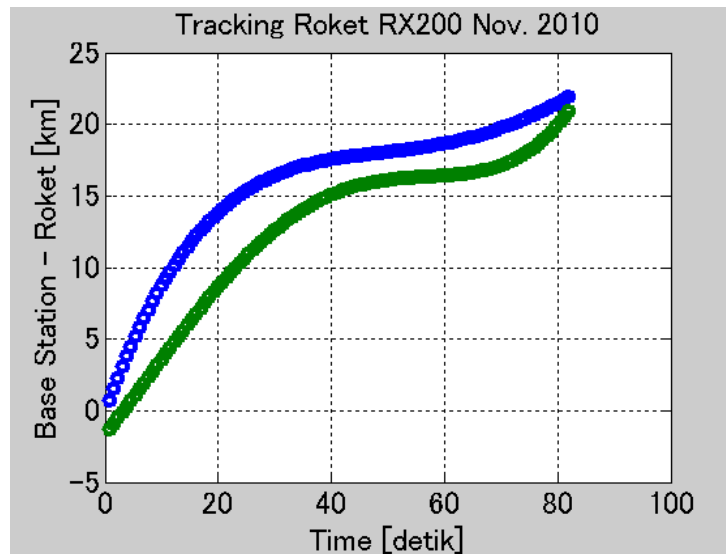
Aplikasi Data Peluncuran

Digital filtering ini juga diterapkan pada data hasil pengukuran pada peluncuran roket RX200 tahun 2010. Gambar 3.5 menunjukkan data jarak dari dua titik stasiun penerima, satu titik pada peluncura dan titik yang lain pada jarak sekitar 1 km. Erlihat data jarak tidak beraturan tetapi membentuk sebuah kurva. Titik warna biru terlihat data kurang baik, hal ini disebabkan sinyal yang diterima tidak bagus.



Gambar 3.5. Grafik hasil tracking peluncuran roket tanpa digital filtering.

Gambar 3.6 adalah hasil aplikasi digital filter, terlihat dapat menjadi lebih halus sehingga dapat digunakan untuk analisa dengan lebih mudah dan akurat.



Gambar 3.6. Hasil data peluncuran roket dengan menggunakan digital filtering.

4. KESIMPULAN

Telah diaplikasikan algoritma digital filter untuk mereduksi pengaruh random noise pada hardware sistem radar. Algoritma tersebut diaplikasikan pada masing-masing data ketiga sumbu, sehingga dapat memperoleh koordinat trayektori yang lebih akurat dalam tiga dimensi. Algoritma ini tidak efektif pada posisi roket saat dekat dengan titik jatuh. Solusi yang dapat ditawarkan adalah dengan menggunakan *fitting* persamaan parabolik.

DAFTAR PUSTAKA

- Wahyu Widada dkk, "Peningkatan Resolusi RADAR Sekunder Raket Menggunakan Microcontroller ADC Kecepatan Tinggi", Prosiding Seminar SMART. 2010.
- Takagi, N etal, "A New Tracking Radar System for Kappa Rockets", Published by Yokendo, Bunkyo-Ku, Tokyo, 1962, p.415.
- Hamasaki, J.; Matsui, M.; Kajikawa, M.; Zama, T.; Neriishi, E.; Yoshimoto, S. , "Radar transponder and command decoder for Mu-rocket radio guidance", International Symposium on Space Technology and Science, 12th, Tokyo, Japan, May 16-20, 1977, Proceedings. (A78-47001 21-12) Chofu, Tokyo, National Aerospace Laboratory, 1977, p. 705-711.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap	: Wahyu Widada, B.Eng. M.Sc, Ph.D.
Tempat & Tgl. Lahir	: Magelang, 2 Mei 1969
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Instansi Pekerjaan	: Pustek Raket- LAPAN
NIP. / NIM.	: 19630526 1990 01 1 001
Pangkat / Gol. Ruang	: Pembina Tk I / IVb
Jabatan Dalam Pekerjaan	: Peneliti Madya IVc
Agama	: Islam
Status Perkawinan	: Kawin / 3 anak

DATA PENDIDIKAN

SLTA	:	Klaten I	Tahun: 1988
STRATA 1 (S.1, B.Eng.)	:	Mesin (Jepang)	Tahun: 1994
STRATA 2 (S.2, M.Sc)	:	Informatika (Jepang)	Tahun: 1997
STRATA 3 (S.3, Ph.D)	:	Remote Sensing (Jepang)	Tahun: 2000

ALAMAT

Alamat Rumah	:	Perumahan Taman Yasmin V, Palem Putri 2 No. 20 Bogor
Alamat Kantor / Instansi	:	Tarogong Rumpin Bogor
Email	:	w_widada@yahoo.com

HASIL DISKUSI DALAM PENYELENGGARAAN SEMINAR

Pertanyaan:

1. Apakah filter yang digunakan untuk masing-masing sumbu?
2. Kenapa pada saat jarak paling jauh akurasi menurun?

Jawab:

1. Filter untuk masing-masing sumbu, supaya lebih akurat.
2. Karena jarak paling jauh mempunyai sudut volume yang paling kecil dari tiga titik repeater.