

# FILTER ADAPTIF PADA SISTEM DOWNLINK DATA MENGUNAKAN GPS

Agus Basukesti<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta, Indonesia

<sup>a</sup>agus\_basukesti@yahoo.com

## Abstrak

*GPS (Global Positioning System) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk navigasi dan posisi dengan bantuan 32 satelit yang mengitari bumi. Satelit GPS memancarkan gelombang radio untuk mengaktifkan receiver gps yang ada di bumi untuk menentukan lokasi yang tepat, kecepatan dan waktu untuk semua kondisi cuaca. GPS saat ini memiliki peran yang cukup vital dalam navigasi pesawat tanpa awak. Akan tetapi GPS memiliki banyak noise sehingga diperlukan filter untuk mengatasi noise pada GPS. Dalam penelitian ini dilakukan sebuah simulasi algoritma adaptif dalam mengekstrak data dari sensor GPS. Metode yang digunakan adalah kalman filter. Dari hasil identifikasi dan simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa algoritma adaptif yang dirancang dapat bekerja dengan baik dan perlu diimplementasikan pada sistem downlink yang dirancang. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa error dari algoritma memiliki sifat konvergen yaitu semakin lama semakin mengecil.*

**Kata kunci:** adaptif, kalman filter, antenna

## Abstract

*GPS (Global Positioning System) is a system used for navigation and position with the help of 32 satellites circling the Earth. GPS satellite emits radio waves to turn the gps receiver on Earth to determine the exact location, speed and time for all weather conditions. GPS currently has a fairly vital role in navigation of aircraft without the crew. However, gps has a lot of noise so that the necessary filters to overcome the noise on the GPS. In this study performed a simulation of adaptive algorithm in the extract data from the GPS sensor. The method used is the kalman filter. From the results of the identification and simulation of conducted can be inferred that the adaptive algorithm designed can work well and need to be implemented on the downlink system designed. Simulation results obtained from that error from algorithm has a convergent nature i.e. the longer the more refined.*

*Key words:* Adaptive, kalman filter, antenna

## 1. Pendahuluan

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem yang diperlukan dalam dalam sebuah navigasi pesawat tanpa awak. Sebuah pesawat tanpa awak memiliki fungsi untuk melakukan kegiatan pemantauan udara dengan cara mengirimkan informasi visual maupun data sensor ke *Ground Station* secara *real time*. Permasalahan yang ada adalah keterbatasan sistem *downlink* data pada pesawat tanpa awak memiliki jangkauan yang terbatas. Peningkatan jangkauan sistem *downlink* dapat diperbaiki dengan menggunakan sistem antena pengarah jenis Yagi. Penggunaan antena jenis pengarah pada sistem *downlink* akan menyebabkan pesawat tanpa awak hanya akan mengirimkan data dengan baik pada bagian *main lobe antenna*. Karakteristik sebuah antena Yagi telah dijelaskan dalam penelitian [1]–[4]. Pengembangan algoritma adaptif untuk mengarahkan *main lobe antenna* ke pesawat tanpa awak perlu dilakukan untuk mengembangkan sistem *downlink* sehingga proses pengiriman data pesawat tanpa awak ke *ground station* dapat berjalan dengan baik.

Proses adaptif dilakukan dengan metode estimasi posisi relatif pesawat tanpa awak terhadap *ground station* menggunakan informasi GPS. Akan tetapi penentuan posisi menggunakan *gps* memiliki banyak *noise* seperti yang telah dinyatakan dalam penelitian [5] sehingga diperlukan filter untuk mengatasi noise pada data GPS sehingga posisi dapat ditentukan dengan akurat. *Noise* juga dapat terjadi karena ketidaksempurnaan desain antena seperti yang telah dijelaskan pada penelitian [3]. Dalam penelitian ini dilakukan sebuah simulasi kalman filter dalam pengantisipasi *noise* pada *gps* navigasi terutama dalam pengembangan sistem *downlink*.

## 2. Metode Penelitian

Pemodelan gerak navigasi sebuah pesawat yang membawa GPS selalu bergerak sebagai target antena cukup penting sehingga perlu mendesain sebuah algoritma adaptif. Persamaan yang digunakan dalam perancangan ini adalah hukum Newton tentang gerak:

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_x \cdot t \\y &= y_0 + v_y \cdot t \\v_x &= v_{x0} + a_x \cdot t \\v_y &= v_{y0} + a_y \cdot t\end{aligned}\tag{1}$$

Persamaan tersebut kemudian diubah ke bentuk *state space* menjadi

$$\begin{bmatrix}x^{(k)} \\y^{(k)} \\v_x^{(k)} \\v_y^{(k)}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1 & 0 & 1 & 0 \\0 & 1 & 0 & 1 \\0 & 0 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \begin{bmatrix}x^{(k-1)} \\y^{(k-1)} \\v_x^{(k-1)} \\v_y^{(k-1)}\end{bmatrix} + w^{(k-1)}\tag{2}$$

$$\begin{bmatrix}z_1^{(k)} \\z_2^{(k)}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0 \\0 & 1 & 0 & 0\end{bmatrix} \begin{bmatrix}x^{(k)} \\y^{(k)} \\v_x^{(k)} \\v_y^{(k)}\end{bmatrix} + v^{(k)}\tag{3}$$

Sehingga bentuk umum (2) dan (3) menjadi:

$$\mathbf{X} = A\mathbf{X} + w\tag{4}$$

$$\mathbf{Y} = H\mathbf{X} + v\tag{5}$$

Kalman filter merupakan algoritma adaptif sebagai estimator suatu *state* dengan menggunakan sebuah model seperti yang telah dilakukan dalam penelitian[6]–[8]. Kalman filter terdiri dari 2 proses yaitu prediksi dan koreksi. Proses prediksi terdiri dari penentuan *state* dan penentuan *error* kovarian. Penentuan *State* ditunjukkan sebagai

$$\bar{\mathbf{x}}_{(k)} = A\bar{\mathbf{x}}_{(k-1)} + B\mathbf{u}_k\tag{6}$$

dan penentuan *error* kovarian sebagai

$$P_{(k)}^- = AP_{(k-1)}A^T + Q\tag{7}$$

Proses koreksi terdiri dari penentuan *gain*, *state* dan penentuan *error* kovarian. Penentuan *Gain* ditunjukkan sebagai

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}.\tag{8}$$

Penentuan *State* ditunjukkan sebagai

$$\hat{\mathbf{x}}_k = \bar{\mathbf{x}}_k + K_k(\mathbf{z}_k - H\bar{\mathbf{x}}_k).\tag{9}$$

Penentuan *error* kovarian sebagai

$$P_k = P_k^- - K_k H P_k^-.\tag{10}$$

Koordinat *system downlink* digunakan sebagai acuan sistem maka.

$$\begin{aligned}
 x &= \text{Lat}_{\text{obj}} - \text{lat}_{\text{ground}} \\
 y &= \text{Long}_{\text{obj}} - \text{Long}_{\text{ground}} \\
 z &= \text{Alt}_{\text{obj}} - \text{Alt}_{\text{ground}}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Obj adalah posisi dari pesawat tanpa awak dan *ground* adalah posisi dari sistem *downlink*. Nilai *x* adalah selisih dari *latitude* pesawat tanpa awak dengan *latitude* sistem *downlink*. Sedangkan nilai *y* adalah selisih dari *longitude* pesawat tanpa awak dengan *longitude* sistem *downlink*. Nilai *z* adalah selisih dari *altitude* pesawat tanpa awak dengan *altitude* sistem *downlink*. Nilai *altitude*, *longitude* dan *latitude* berasal dari data GPS yang terpasang. Untuk mengetahui performa dari algoritma adaptif dilakukan sebuah simulasi untuk menguji algoritma adaptif. Dengan menggunakan nilai *x*, *y* dan *z* maka simulasi algoritma adaptif dapat dilakukan.

### 3. Hasil dan Analisis

Langkah pertama yang dilakukan adalah identifikasi sistem dan implementasinya pada algoritma kalman filter. Secara umum data dari sensor dapat dimodelkan sebagai

$$\begin{aligned}
 z_x &= x + w \\
 z_y &= y + w \\
 z_z &= z + w
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

$z_x$ ,  $z_y$  dan  $z_z$  adalah nilai  $x$ ,  $y$  dan  $z$  yang terbaca oleh sensor dengan  $w$  adalah *noise* sensor. Dengan data tersebut, *state* prediksi menjadi

$$\bar{x}_{(k)} = \bar{x}_{(k-1)}.
 \tag{13}$$

Dan *error* kovarian prediksi menjadi

$$P_{(k)}^- = P_{(k-1)}.
 \tag{14}$$

Setelah mendapatkan nilai *state* dan *error* kovarian prediksi, selanjutnya ditentukan koreksi pada *state* dan *error* kovarian. Nilai *state* koreksi menjadi

$$\hat{x}_k = \bar{x}_k + K_k(z_k - \bar{x}_k).
 \tag{15}$$

$z_k$  adalah nilai *state* yang terbaca oleh sensor sedangkan  $\bar{x}_k$  adalah nilai *state* yang diprediksi sebelumnya.  $K_k$  adalah *gain* Kalman yang ditentukan dengan

$$K_k = P_k^- (P_k^- + R)^{-1}.
 \tag{16}$$

$R$  adalah nilai maksimum dari *noise* yang digunakan.  $w$  adalah *noise* yang dibangkitkan dengan bilangan acak dengan nilai maksimal  $R$ . Setelah nilai *state* dikoreksi, *error* kovarian dikoreksi dengan

$$P_k = P_k^- - K_k P_k^-.
 \tag{17}$$

Nilai *state* dan nilai *error* kovarian yang telah dikoreksi digunakan untuk melakukan prediksi pada tahap selanjutnya. Proses ini digunakan secara terus menerus untuk mendapatkan nilai *output* yang sesungguhnya dari sensor. Implementasi untuk memisahkan *noise* adalah sebagai berikut :

```

r=0.01;
noise=randn(1,250);
w=sqrt(r)*noise;

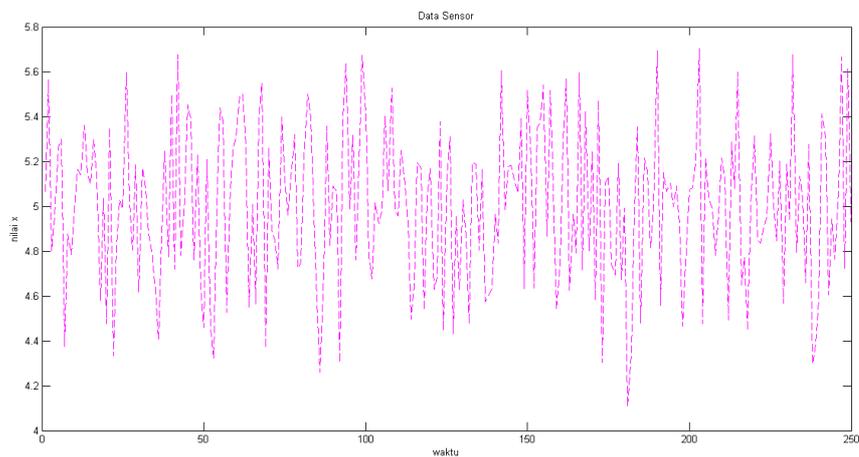
```

```

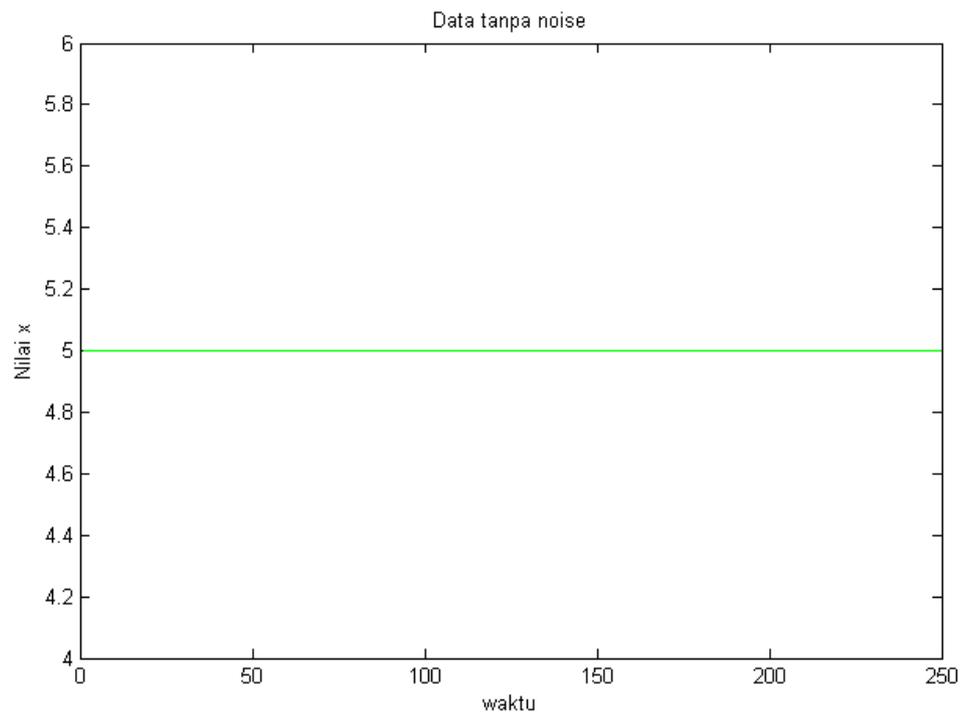
zmeasure=0.2+w;
xconstant1(1:250)=0.2;
xprior(1)=0;
Pprior(1)=1;
K(1)=Pprior(1)/(Pprior(1)+r);
xpost(1)=xprior(1)+K(1)*(zmeasure(1)-xprior(1));
Ppost(1)=(1-K(1))*Pprior(1);
for i=2:250
xprior(i)=xpost(i-1);
Pprior(i)=Ppost(i-1);
K(i)=Pprior(i)/(Pprior(i)+r);
xpost(i)=xprior(i)+K(i)*(zmeasure(i)-xprior(i));
Ppost(i)=(1-K(i))*Pprior(i);
end
k=1:250;
plot(k,xpost(k),'*',k,zmeasure(k),'g—',k,xconstant1(k),'r')
legend('Estimasi','Data sensor','Data real')
xlabel 'waktu'
title 'Kalman Filtering'

```

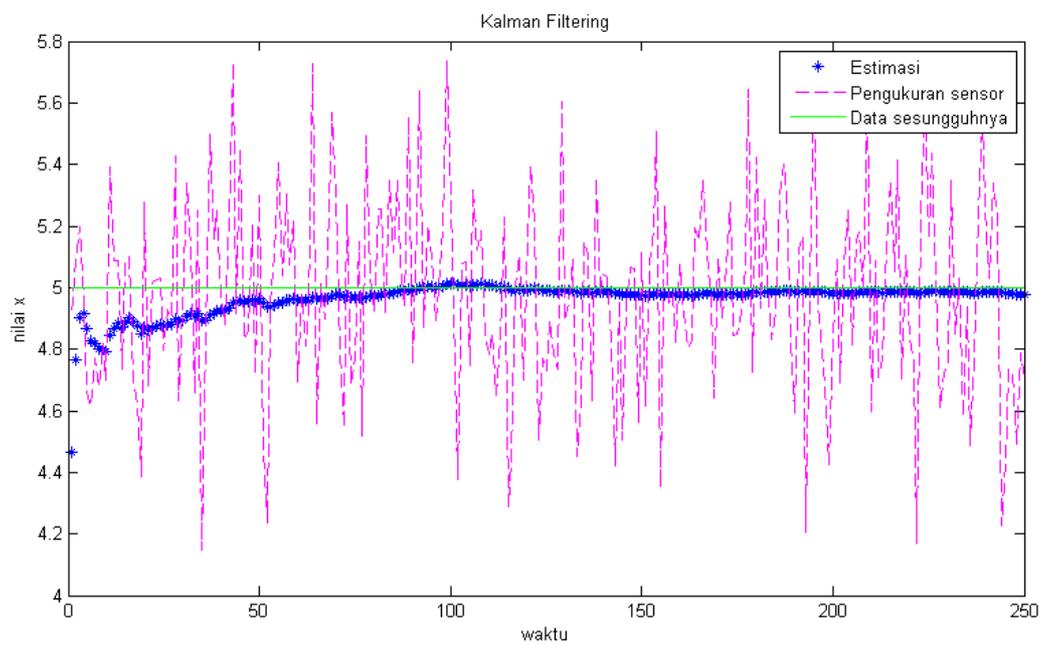
Setelah dilakukan simulasi dapat dilihat bahwa algoritma dapat menentukan nilai sesungguhnya dari sebuah sinyal meskipun sensor memiliki *noise*. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 3, dengan gambar 1 adalah data dari sebuah sensor karena adanya *noise*. Gambar 2 merupakan data yang seharusnya dikeluarkan oleh sensor. Dari simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa algoritma adaptif yang dipilih dapat mereduksi *noise* sehingga dapat menghasilkan estimasi yang baik. Dengan demikian algoritma tersebut dapat diimplementasikan ke *system downlink*.



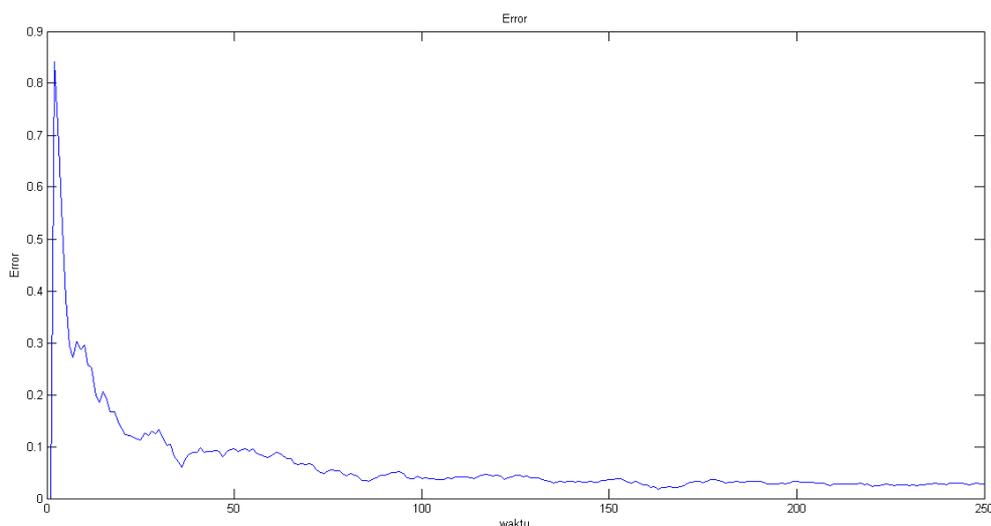
Gambar 1. Data Sensor



Gambar 2. Data Tanpa Noise



Gambar 3. Perbandingan hasil filter terhadap input sensor dan data sesungguhnya



Gambar 4. Error Estimasi

#### 4. Kesimpulan

Hasil identifikasi dan simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa algoritma adaptif yang dirancang pada gambar 1 hingga gambar 4 dapat bekerja dengan baik sehingga diimplementasikan pada *system downlink* yang dirancang. Berdasarkan hasil simulasi tersebut didapatkan bahwa *error* dari algoritma memiliki sifat konvergen yaitu semakin lama semakin mengecil.

#### Daftar Pustaka

- [1] B. I. Neelgar and G. S. N. Raju, "Impedance Characteristics of Yagi – Uda Antenna," *Int. J. Electron. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 115–130, 2011.
- [2] M. Bemani and S. Nikhmer, "A Novel Wide-Band Microstrip Yagi-Uda Array Antenna for WLAN Applications," *Prog. Electromagn. Res. B*, vol. 16, pp. 389–406, 2009.
- [3] V. K. K, K. Nalini, B. T. P. Madhav, B. V. R. G. Rao, S. K. B, and N. H. V. K, "Design and Analysis of 3-Element yagi-uda Antenna for Wind Profiling Radar Feeder or dipole," *Int. J. Comput. Sci. Commun. Networks*, vol. 1, no. 3, pp. 242–246, 2011.
- [4] R. A. Formato, "Improving Bandwidth of Yagi-Uda Arrays," *Wirel. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 18–24, 2012.
- [5] A. Santamara-Gomez, M. N. Bouin, X. Collilieux, and G. Woppelmann, "Correlated errors in GPS position time series: Implications for velocity estimates," *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 116, no. 1, pp. 1–14, 2011.
- [6] C. Hu, W. Chen, Y. Chen, and D. Liu, "Adaptive Kalman Filtering for Vehicle Navigation," *J. Glob. Position. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 42–47, 2003.
- [7] J. Gomez-Gil, R. Ruiz-Gonzalez, S. Alonso-Garcia, and F. J. Gomez-Gil, "A Kalman filter implementation for precision improvement in Low-Cost GPS positioning of tractors," *Sensors (Switzerland)*, vol. 13, no. 11, pp. 15307–15323, 2013.
- [8] F. Caron, E. Duflos, D. Pomorski, and P. Vanheeghe, "GPS/IMU data fusion using multisensor Kalman ltering: introduction of contextual aspects," *Inf. Fusion*, vol. 7, no. 2, pp. 221–230, 2006.