

## **SIMULASI SWITCHING DOPPLER ANTENNA TRACKING ROKET MENGUNAKAN PIN DIODE**

Oleh :  
Andreas Prasetya Adi\*

### **Abstrak**

*Makalah ini membahas hasil simulasi kontrol switch antena doppler menggunakan pin diode. Jumlah antena yang digunakan 8 buah yang disusun secara melingkar. Frekuensi switching antena tersebut adalah 1 KHz. Efek Doppler dapat digunakan untuk deteksi arah asal transmitter dengan mendeteksi perubahan fase signal. Dengan bantuan digital filtering, sinyal sinus menjadi lebih halus dan menambah akurasi pengukuran sudut datang. Hasil ini akan diimplementasikan pada prototipe antena yang sedang dikembangkan.*

*Kata kunci: antena doppler, tracking roket, pin diode*

### **Abstract**

*This paper describes simulation results of control switch for Doppler antenna using pin diodes. A circular array of 8 dipole antennas is used in the simulation. The switching frequency is 1 KHz and doppler effect will be used to detect the direction angle of the radio transmitter. By applying digital filtering, the received signal is more smooth and accurate. The simulation results will be implemented for switching the being-developed antenna.*

*Key words: doppler antenna, rocket tracking, pin diode*

## **1. PENDAHULUAN**

Tracking posisi roket sangat penting dilakukan, terutama untuk mengetahui performanya. Untuk mengetahui posisi pergerakan roket dapat digunakan perangkat GPS, akan tetapi akurasi GPS kurang baik untuk mengukur altitude roket yang tinggi seperti halnya pada roket peluncur satelit (RPS). Sebagai alternatif, posisi roket bisa diperoleh dengan mengetahui jarak antara roket dengan stasiun pengamat dan sudut datangnya (sudut azimuth maupun elevasi).

Untuk mengetahui jarak roket dapat menggunakan RADAR beacon yang telah dikembangkan oleh LAPAN sejak 2008<sup>1)</sup>. Dengan menggunakan delay waktu antara signal yang dikirim dan signal yang diterima dari transponder, maka jarak tersebut dapat diketahui. Sedangkan untuk mengetahui posisi sudut transmitter, dapat menggunakan antena Yagi<sup>5)</sup> atau antena parabola yang digerakkan untuk scanning. Di sini akan dikembangkan alat yang dapat mendeteksi posisi sudut transmitter tanpa menggerakkan posisinya. Efek doppler dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi sudut tersebut<sup>2)</sup>.

Tulisan ini membahas hasil simulasi switching antena doppler dengan kecepatan 1 KHz menggunakan pin diode<sup>3,4)</sup>. Jumlah antena yang digunakan adalah 8 buah yang disusun secara melingkar. Hasil simulasi menunjukkan sistem antena ini nantinya akan cukup akurat untuk mendeteksi sudut azimuth maupun elevasi roket.

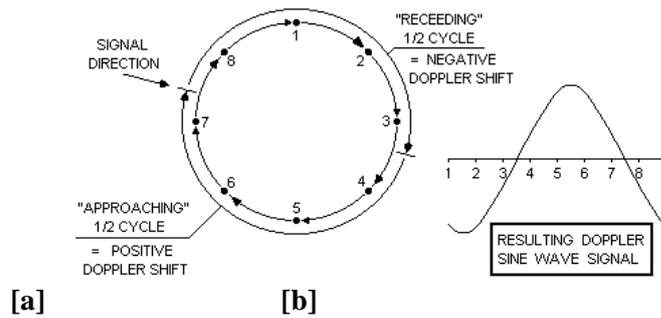
## **2. SIMULASI SWITCHING ANTENA**

Prinsip dasar penggunaan antena doppler untuk mengukur sudut adalah sebagai berikut<sup>2)</sup>.

Jika suatu sinyal diterima oleh sebuah antena yang posisinya digerakkan berputar (Gambar 2.1a), maka gelombang sinyal yang ditangkap berupa sinyal sinus (Gambar 2.1b). Jika arah pemancar sinyal bergeser (misalnya ke atas) maka gelombang sinus yang dihasilkan juga akan bergeser (ke kanan). Pergeseran gelombang sinus itu dapat dipakai untuk menentukan pergeseran sudut pemancar sinyal.

---

\*Peneliti Pusat Teknologi Roket LAPAN



Gambar 2.1. Prinsip antena Doppler untuk mengukur sudut<sup>2)</sup>.

Pada prakteknya tidak digunakan 1 antena yang diputar secara mekanis, tetapi dipasang beberapa antena statis yang secara elektronis discan berurutan/melingkar. Untuk mendapatkan beda fase yang optimal pada tiap antena, antar antena diberi jarak  $\lambda/4$ . Dengan demikian jari-jari array antena,  $r$ , adalah sebesar

$$r = \frac{0.25 \lambda}{\sqrt{2(1-\cos \alpha)}} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana

$\lambda$  : panjang gelombang sinyal

$\alpha$  : sudut pusat ( $= 360^\circ/n$ ,  $n$ : banyaknya antena)

Pada penelitian ini digunakan antena dipole sebanyak 8 buah. Enam belas antena secara teori bisa meningkatkan kehalusan gelombang sinus yang dihasilkan yang berarti peningkatan akurasi pengukuran sudut, tetapi hardware yang diperlukan menjadi kompleks.

Kedelapan antena discan dengan kecepatan scanning 1KHz. Kecepatan scanning akan menentukan frekuensi gelombang sinus yang dihasilkan tetapi tidak berpengaruh pada akurasi pengukuran sudut jika objek yang diukur berada cukup jauh sehingga secara relatif kecepatan geser sudutnya lambat terhadap antena pengukur. Kecepatan scanning yang lebih tinggi (misalnya 2 KHz) diperlukan jika pergeseran sudut objek terjadi relatif cepat.

Prototipe antena yang sedang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.2. Kesemua antena dipole dibuat dengan menggunakan batang tembaga dengan diameter sekitar 1.5 mm. Pegangan antena dibuat dengan menggunakan balok persegi dari bahan aluminium. Prototipe antena di atas telah diassembling dengan menggunakan tower dengan ketinggian maksimum 18 meter seperti terlihat pada Gambar 2.3. Tower ini selain dapat menjangkau signal yang jauh juga dapat mengurangi efek pantulan sinyal.

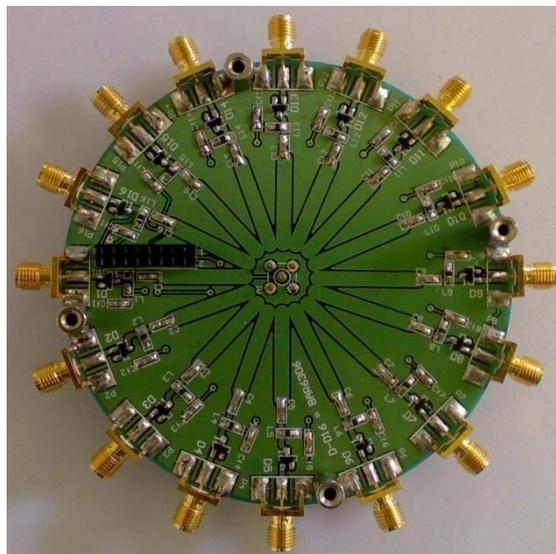


Gambar 2.2. Antena Doppler yang dikembangkan dengan 8 buah antena dipole melingkar.



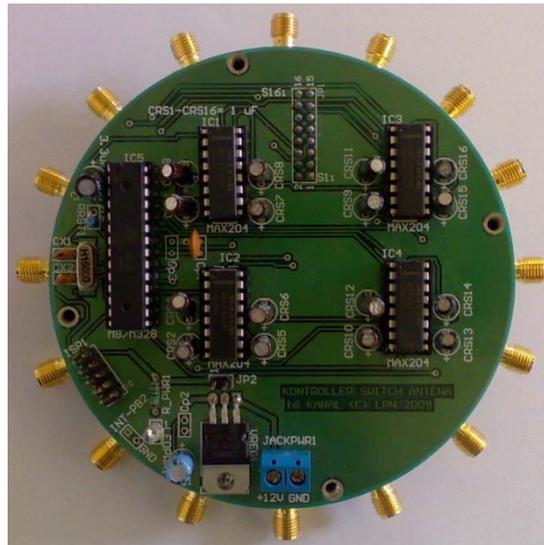
Gambar 2.3. Antena Doppler di atas minitower.

Kemudian switching untuk memilih antenna dengan menggunakan pin diode telah dikembangkan seperti terlihat pada Gambar 2.4. Pin diode tersebut didesain dengan menggunakan PCB yang terlihat rapi dengan kualitas sinyal yang relatif bagus. Grounding sinyal menyeluruh pada PCB sehingga dapat mengurangi noise. Konektor antenna menggunakan tipe SMA.



Gambar 2.4. Switching antenna dengan pin diode.

Kontrol pin diode ini menggunakan mikrokontroler seperti terlihat pada gambar berikut.

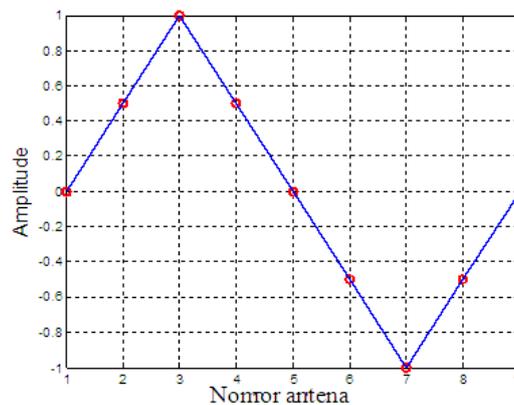


Gambar 2.5. Kontroler antenna Doppler.

Pulsa untuk simulasi kontrol pada frekuensi 1 KHz. Oleh karena itu pada receiver radio akan terjadi sinyal sinus dengan frekuensi 1 KHz. Hanya saja akan ada tambahan noise dan amplitudo yang bervariasi sesuai dengan sensitifitas sensor.

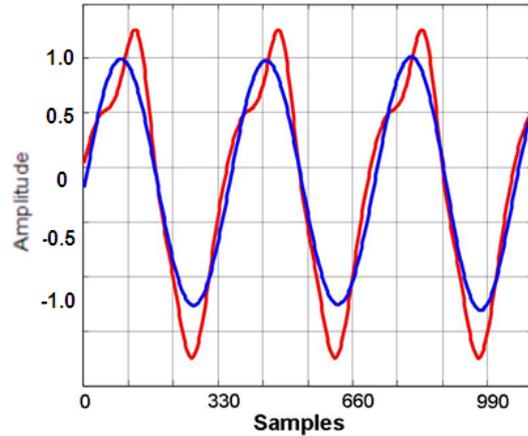
### 3. HASIL SIMULASI

Simulasi dilakukan untuk menguji algoritma yang akan digunakan untuk switching antenna Doppler ini. Jika menggunakan frekuensi 1 KHz maka ilustrasi sinyal diskrit adalah seperti pada Gambar 3.1 di bawah. Pada sumbu  $x$  adalah nomor antenna, sedangkan pada sumbu  $y$  adalah amplitudo secara ideal. Nilai 1 pada sumbu  $y$  berarti kuat sinyal yang diterima maksimal, nilai 0 berarti kuat sinyal minimal.



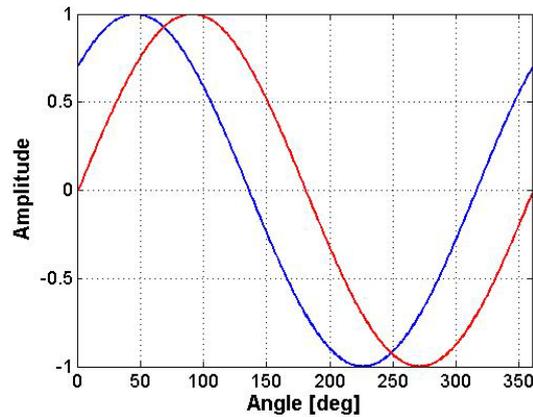
Gambar 3.1. Amplitudo ideal antenna.

Sedangkan sinyal riil yang akan ditangkap oleh perangkat akuisi data adalah berupa sinyal analog dengan perbedaan sensitifitas tiap antenna. Sehingga terlihat sinyal sinus tidak murni yang berbentuk agak berubah secara periodik (Gambar 3.2 sinyal warna merah). Setelah difilter menggunakan *bandpass filter*, sinyal tersebut mendekati ideal seperti sinus (sinyal warna biru). Sinyal yang didapat pada saat posisi transmitter tegak lurus antenna 1 akan dipakai sebagai sinyal referensi ( $0^\circ$ ) untuk pengukuran sudut.



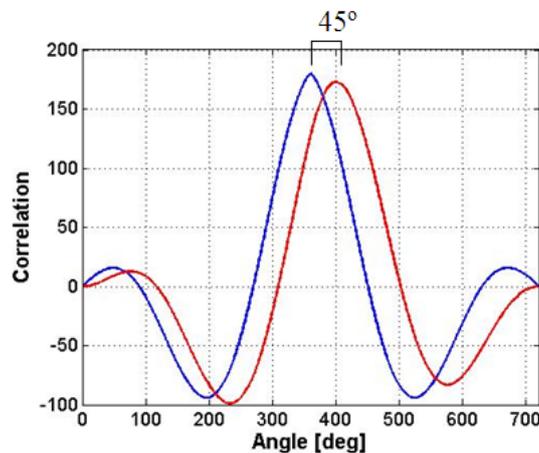
Gambar 3.2. Simulasi antena Doppler, sinyal asli dan sinyal hasil rekayasa filter bandpass.

Kemudian jika posisi transmitter diubah tegak lurus antena kedua ( $45^\circ$  terhadap antena 1), sehingga sinyal agak bergeser ke kanan terhadap sinyal referensi (Gambar 3.3).



Gambar 3.3. Sinyal referensi (biru) dan sinyal yang diterima pada suatu saat (merah).

Setelah dilakukan *cross-correlation* akan didapatkan delay waktu (beda fase) antara sinyal diterima dengan sinyal referensi, yang menunjukkan sudut antara arah sinyal dengan arah antena nomor 1 (Gambar 3.4). Dalam hal ini didapatkan selisih antara puncak sinyal biru dan puncak sinyal merah, yang dikonversi ke sudut senilai  $45^\circ$ .



Gambar 3.4. Hasil *cross-correlation* sinyal yang diterima dengan sinyal referensi.

Untuk sudut transmitter yang lain, grafik pergeseran sinyal serta hasil *cross-correlation* juga menunjukkan hasil simulasi serupa.

Dari hasil simulasi diatas, algoritma penentuan sudut berbasis perubahan fase siap diaplikasikan pada sistem *receiver* antena yang sedang dikembangkan.

#### 4. KESIMPULAN

Telah dilakukan simulasi sinyal dari antena Doppler untuk deteksi perubahan sudut transmitter. Simulasi dilakukan dengan frekuensi switching 1 KHz, dengan tambahan sensitifitas amplitudo antena yang berbeda-beda. Perbedaan sensitifitas ini dapat dieliminasi dengan menggunakan bandpass filter sempit pada frekuensi 1 KHz. Hasil yang diperoleh menunjukkan sinyal yang diterima menjadi mendekati sinus murni, sehingga nilai sudut yang dideteksi akurat. Pada contoh simulasi, jika arah sinyal datang bergeser 45° maka hasil *cross-correlation* juga menunjukkan selisih sudut 45° terhadap sinyal referensi. Dapat disimpulkan bahwa algoritma beda fase dapat digunakan untuk menentukan sudut arah transmitter.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Kami berterimakasih kepada KNRT dan Kemdiknas program insentif tahun 2010 yang telah membiayai penelitian ini, sehingga dapat terlaksana dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Wahyu Widada dkk, "*Sistem Pemantau Pesawat Udara Nir-Awak Berbasis RADAR*", Jurnal PPET LIPI Juli 2010.
- Bob Simmons, *Transmitter Hunting*, [www.cvarc.org/tech/doppler\\_df/t-hunting\\_and\\_doppler\\_df.pdf](http://www.cvarc.org/tech/doppler_df/t-hunting_and_doppler_df.pdf)
- [http://ka7oei.com/emm2a\\_ant.html](http://ka7oei.com/emm2a_ant.html) , "*DF Antenna Arrays*".
- <http://electroschematics.com/3002/pin-diode-rf-switch/>, RF Switch with Pin Diode.
- Satria Gunawan Zain, Adi Susanto, Wahyu Widada, "*Simulasi Pengaruh Perubahan Sudut Pancar Transmitter Pada Roket Jarak Jauh Terhadap Power Radio Receiver Antena Yagi*". Prosiding SRITI 2007 Yogyakarta.

#### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

##### DATA UMUM

Nama Lengkap : Andreas Prasetya Adi  
Tempat & Tgl. Lahir : Surakarta, 7 April 1971  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Instansi Pekerjaan : LAPAN  
NIP. / NIM. : 19710407 198912 1 001  
Pangkat / Gol. Ruang : Penata / IIC  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Staf Peneliti  
Agama : Kristen  
Status Perkawinan : Menikah

##### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN 1 Surakarta Tahun : 1989  
STRATA 1 (S.1) : Gunma Univ., Japan Tahun : 1995  
STRATA 2 (S.2) : Gunma Univ., Japan Tahun : 1997

**ALAMAT**

Alamat Rumah : Regensi Melati Mas D2/15 Serpong  
Telp. : 50390576 HP. : 08129049412  
Alamat Kantor / Instansi : Jln Raya Lapan Mekarsari, Rumpin, Bogor  
Telp. : 70952065