

PENGEMBANGAN DETEKTOR SIGNAL RADIO MULTICHANNEL UNTUK RADIO TRACKING ROKET MENGGUNAKAN LOGARITMIK AMPLIFIER

Satrila G. Zain, Adi Susanto, Thomas Sri Widodo*, Wahyu Widada, Sri Kliwati**)

*Universitas Gadjah Mada

**Peneliti Bidang Telemetri dan Muatan Roket. LAPAN

E-mail: Wawan38@yahoo.com

ABSTRACT

Measurement of rocket telemetry radio signal is quite important in order to know the relation between quality of signal and received data. This powermeter can also be applied for detecting the azimuth and elevation angles of rocket trajectory using array Yagi antenna, which have been developed previously. The powermeter from a commercial radio have narrow range measurement and can be saturated for measurement of high power radio. This article discuss the design and development of digital powermeter for detecting signal radio from rocket telemetry system with maximum measurement of 1 watt and being convertible according to the requirement. The measurement method is base on logarithmic amplifier with bandwidth up to 100 decibel with accuracy of about 0.02 decibel.

Keywords : *Digital power meter. Radio telemetry, Rocket, Amateur radio, Logarithmic amplifier*

ABSTRAK

Pengukuran kuat signal radio telemetri roket sangat penting dilakukan untuk mengetahui hubungan kualitas signal dan data yang diterima. Power meter ini juga dapat diaplikasikan untuk deteksi perubahan sudut elevasi dan azimuth trayektori roket dengan menggunakan array antena yagi yang telah dikembangkan metodenya. Power meter radio mempunyai rentang pengukuran yang sempit, sehingga terjadi saturasi untuk pengukuran radio dengan power yang cukup besar. Tulisan ini membahas desain dan pengembangan power detektor untuk mendeteksi signal radio pada sistem telemetri roket dengan maksimum pengukutan 1 watt dan dapat diubah sesuai dengan kebutuhan. Signal power meter ini berbasis *logarithmic amplifier* dengan lebar band sampai dengan 100 db dengan ketelitian 0.02 dB.

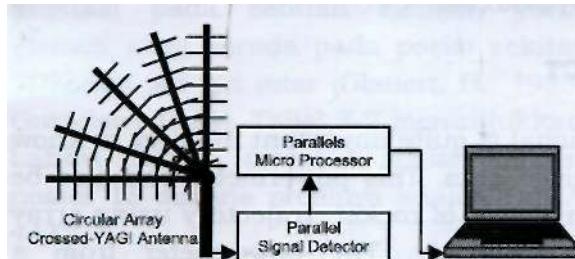
Kata kunci: *Digital power meter. Radio telemetry, Rocket, Amateur radio, Logarithmic amplifier*

1 PENDAHULUAN

Komunikasi data via radio sangat diperlukan pada saat uji peluncuran roket LAPAN untuk mengetahui informasi data muatan yang dibawah (Sri Kliwati, dkk, 2006). Komunikasi untuk roket jarak jauh memerlukan sistem radio yang handal terhadap gerak dinamik roket. Salah satu data yang sangat penting adalah posisi trayektori Untasan roket. Teknologi GPS telah luas digunakan secara komersial untuk navigasi kendaraan dan pesawat terbang, serta telah diaplikasikan untuk *tracking*

posisi roket (Sri Kliwati, dkk, 2006). Pengembangan metode lain sangat penting untuk dapat dikuasai, sehingga telah diajukan metode baru untuk mengetahui posisi roket dengan aplikasi radio *tracking* seperti pada Gambar 1-1 (Satria, dkk, 2007). Prinsip metode ini adalah menggunakan deretan antena Yagi dimana setiap antena mempunyai polarisasi antena bervariasi pada sudut yang berbeda, sehingga keunikan pola ini dapat dimanfaatkan untuk mengestimasi asal arah pancaran. Pengembangan algoritma yang optimal untuk memproses signal dari *array* antena ini

telah dikembangkan secara berkesinambungan untuk mendapatkan metode yang optimal. Salah satu bagian penting dalam sistem tracking ini adalah detektor yang mampu mendeteksi kuat signal sesuai dengan rancangan. Detektor ini harus sensitif sehingga jarak vikurnya dapat jauh.

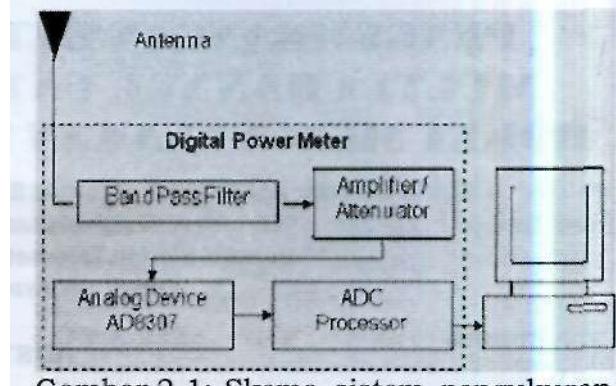


Gambar 1-1: Sistem radio tracking trayektori roket dengan array crossed Yagi Antena

Komponen *signal detector* yang digunakan mempunyai sensitivitas 100 dB dengan ketelitian 0.02 dB. Sistem ini telah dikalibrasi dengan menggunakan sebuah *signal radio* RF generator dan dibandingkan dengan hasil pengukuran dari *spectrum analyzer*. Detektor rancangan dan *prototype* yang telah dikembangkan cukup linear dan akurat untuk dapat digunakan dalam *system tracking*. Selain tidak memerlukan biaya yang tidak terlalu mahal dapat juga dirancang untuk paralel *processing*.

2 RANCANGAN POWER METER

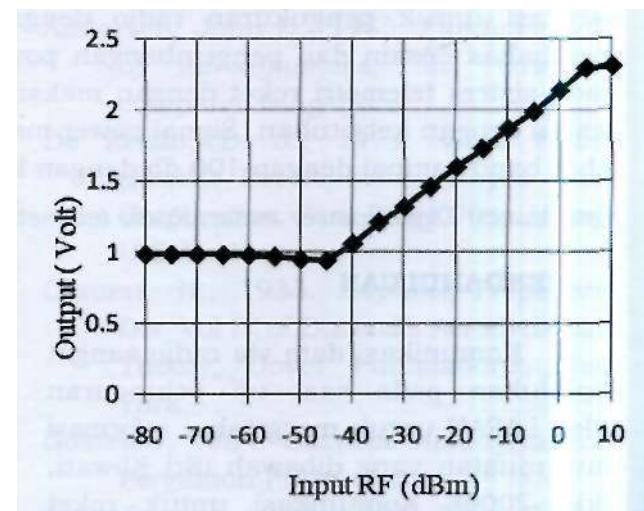
Sistem detektor signal radio seperti pada Gambar 2-1 terdiri dari *bandpass filter*, *logarithmic amplifier* dan sebuah prosesor untuk memproses signal dari PC. Prosesor yang digunakan adalah sebuah *microcontroller* ATMEGA8535 dari atmel untuk akuisisi data 10 bit. Data hasil perhitungan ditampilkan ke PC untuk memudahkan pantauan perubahan *power signal* radio dalam bentuk grafik. Data tersebut berasal dari kuat signal penerimaan dari beberapa antena *cross yagi* digunakan untuk menentukan sudut pancaran menggunakan algoritma yang sedang dikembangkan (Satria, dkk, 2007).



Gambar 2-1: Skema sistem pengukuran power signal radio telemetri data muatan roket

2.1 Detektor Signal

Signal radio yang diterima oleh masing-masing antena mempunyai perubahan tegangan dari micro volt sampai milli volt yang berubah secara logaritmik dengan *bandwidth* sampai lebih dari 50 dB. Sehingga untuk dapat mendeteksi signal ini harus menggunakan amplifier logaritmik dengan *bandwidth* lebih dari 50 dB. Dalam desain ini, digunakan logaritmik amplifier tipe AD8307 dari Analog Device yang mempunyai range sampai 100 dB, sehingga cukup untuk mendeteksi signal radio (Satria, dkk, 2007).



Gambar 2-2: Grafik karakteristik input level vs output AD8307

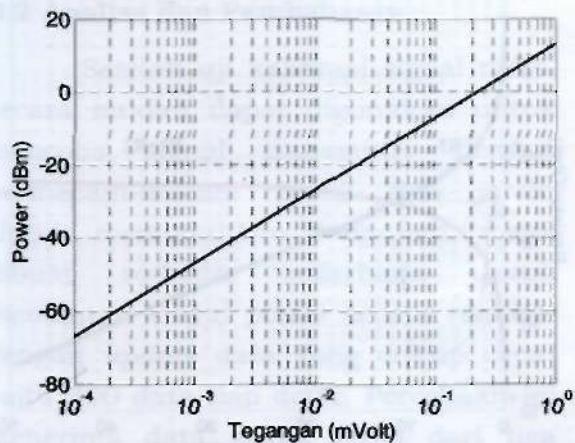
Gambar 2-2 adalah karakteristik tegangan output dari AD8307 terhadap input level dalam satuan dB yang mempunyai keluaran antara 0.9 sampai 2.4 volt. Power radio ini dapat ditulis

dalam satuan dBm dengan persamaan berikut:

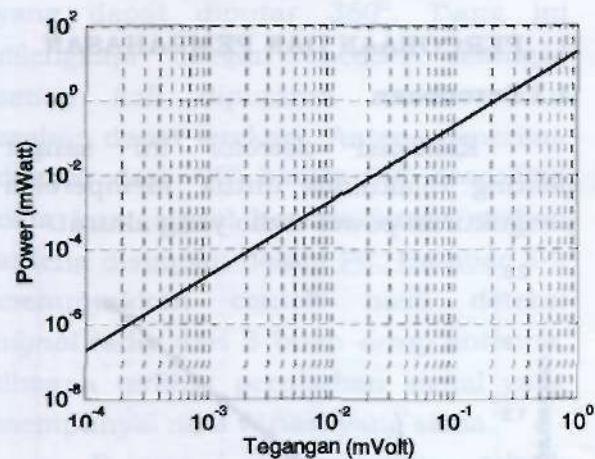
$$P_{\text{dBm}} = 10 \log \left(\frac{P}{0.001} \right) \quad (2-1)$$

Dalam sistem ini resistor *input* signal AC adalah 50 Ohm. Hubungan antara nilai tegangan dengan *power* radio dalam mWatt adalah sebagai berikut:

$$P_{\text{dBm}} = 1000 \left(\frac{V^2}{50} \right) \quad (2-2)$$



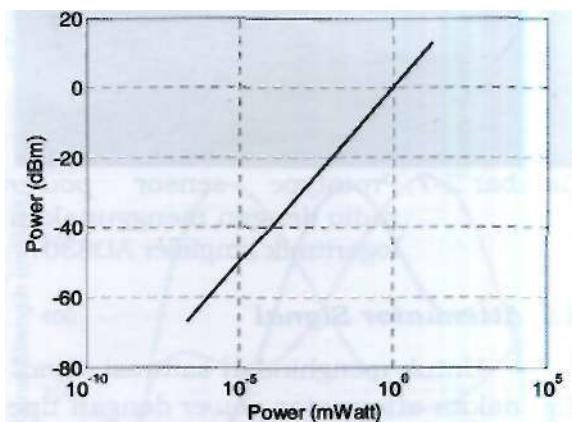
Gambar 2-3: Hubungan nilai voltase radio dengan *power* radio dalam dBm



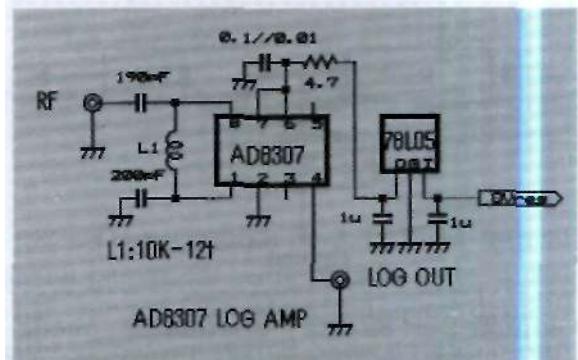
Gambar 2-4: Hubungan nilai voltase signal radio dengan *power* radio dalam mWatt

Sebagai contoh jika *signal* yang diterima mempunyai amplitudo 1 volt, maka *power-nya* adalah $P = (1.0)^2 / 50 = 20 \text{ mW}$, dan jika dihitung dalam dBm dengan persamaan di atas menjadi +13 dBm. Hubungan antara input tegangan

radio dengan *power* dalam dBm dapat digambarkan seperti pada Gambar 2-3. Sedangkan dengan menggunakan persamaan (2-1) dan (2-2) maka hubungan antara *input* tegangan radio dengan *power* dalam mWatt dapat digambarkan seperti pada Gambar 2-4. *Signed AC* dari gelombang radio akan diubah menjadi tegangan DC oleh AD8307 dengan fungsi transfer seperti gambar di atas.



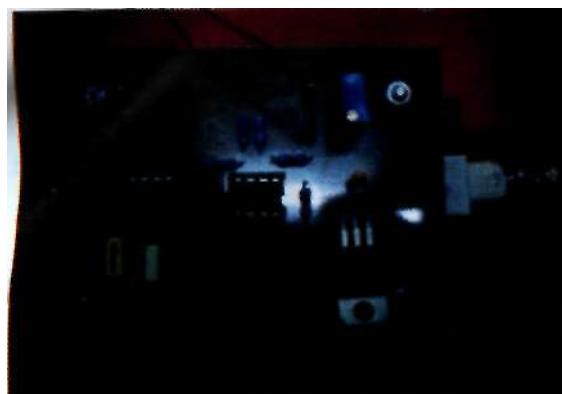
Gambar 2-5: Hubungan nilai *power* radio dalam dBm dan mWatt



Gambar 2-6: Skema rangkaian sensor *power* radio dengan menggunakan logaritmik amplifier AD 8307

Hubungan antara mWatt dengan dBm dapat dilihat pada Gambar 2-5. Dari Gambar 2-4, 2-5, dan 2-6, dapat dipahami dengan jelas hubungan antara beberapa satuan unit yang menunjukkan nilai kekuatan *signal* radio. Satuan tersebut digunakan untuk pengembangan algoritma penentu sudut. Rangkaian sederhana terdiri dari AD 8307 dan sedikit komponen pendukung untuk detektor adalah seperti pada Gambar 2-6. Akan tetapi sebelum masuk ke detektor

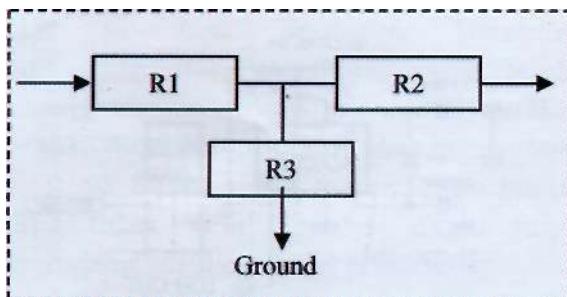
haras menggunakan bandpass filter sesuai frekuensi radio 460 Mhz untuk menghilangkan signal frekuensi lainnya yang tidak diinginkan. Gambar prototype sensor *power radio* seperti Gambar 2-7.



Gambar 2-7: Prototype sensor *power radio* dengan menggunakan logaritmik amplifier AD8307

2.2 Attenuator Signal

Untuk menghindari saturasi *signal* digunakan attenuator *power* dengan tipe T seperti pada Gambar 2-8 yang terdiri dari 3 buah variable resistor.



Gambar 2-8: Skema attenuator menggunakan T' untuk *power signal radio*

Hubungan antara attenuasi *power* dalam dB dengan masing-masing nilai resistor adalah sebagai berikut:

$$R_1 = \frac{(R_{in} (k+1) - 2 \sqrt{k R_{in} R_{out}})}{k-1} \quad (2-3)$$

Untuk resistor R_2 adalah

$$R_2 = \frac{(R_{out} (k+1) - 2 \sqrt{k R_{in} R_{out}})}{k-1} \quad (2-4)$$

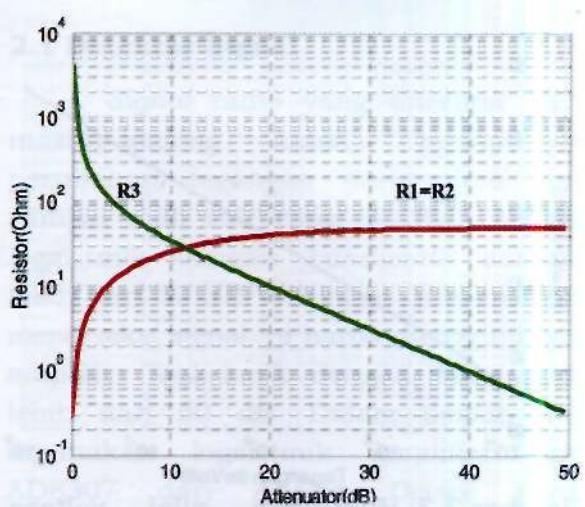
Dan untuk R_3 adalah

$$R_3 = \frac{2 \sqrt{k R_{in} R_{out}}}{k-1} \quad (2-5)$$

Sedangkan grafik yang diperoleh adalah seperti Gambar 2-9. Nilai R_{in} dan R_{out} masing-masing adalah 50 Ohm. Hubungan nilai parameter k dapat dilihat dari persamaan 2-4:

$$k = 10^{dB/10} \quad (2-5)$$

disini dB adalah nilai perlemahan signal radio dalam satuan desibel

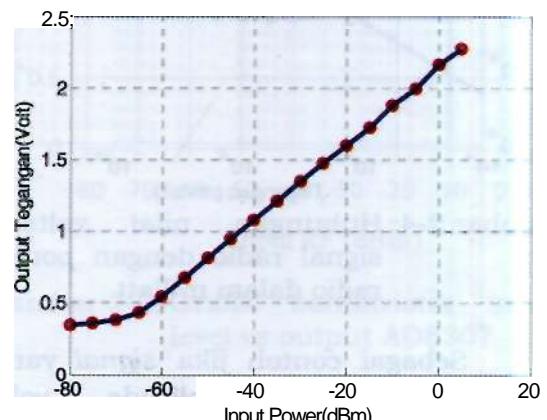


Gambar 2-9: Grafik resistansi $R_1 = R_2$ dan R_3 terhadap attenuator dalam satuan dB

3 PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Percobaan

Kalibrasi *detector* ini sangat penting dilakukan untuk memperoleh pengukuran *power radio* yang akurat.



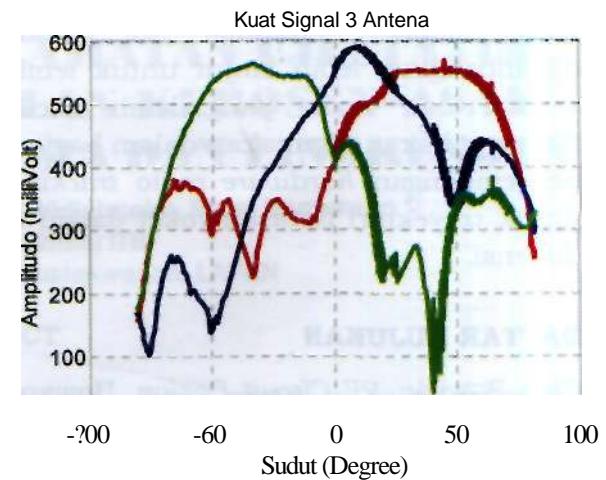
Gambar 3-1: Hasil kalibrasi *power input* dari signal generator dan dari AD8307

Dengan menggunakan RF signal generator dari Rohde Swartch sebagai input power dan output dari detector, masing-masing power signal tersebut dibandingkan untuk memperoleh nilai parameter kalibrasi. Gambar 3-1 adalah perbandingan power dari signal generator dan prototype. Dari nilai -70 dBm sampai 3 dBm terlihat grafik hubungan power tersebut sangat linear, kecuali di bawah -70 dBm yang sedikit berbentuk parabolik.

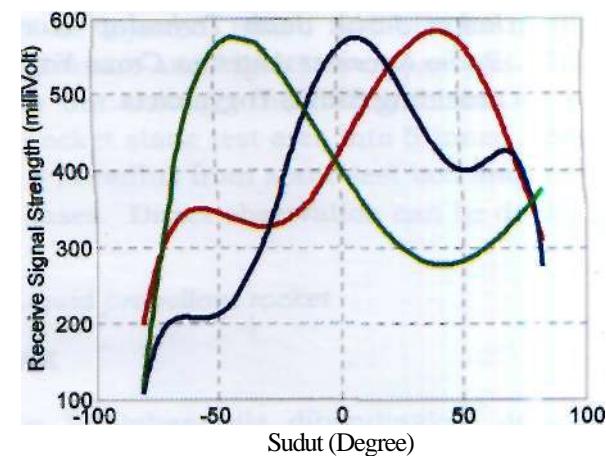
3.2 Analisa dan Pembahasan

Setelah uji kalibrasi signal radio, secara mudah dapat digunakan untuk mencoba signal transmitter dengan bermacam-macam posisi dan jarak. Untuk memudahkan pengujian, maka dibuat *software* sederhana untuk memantau sinyal *power* secara *realtime* dengan *update* data yang cukup cepat yaitu 300 data tiap detik. Percobaan ini menerima data signal radio dari tiga buah antena yagi yang telah siap digunakan untuk uji coba. Tiga buah antena dipasang pada tiang penyangga yang dapat diputar 360°. Tiang ini dilengkapi dengan encoder sehingga setiap kali diputar maka sudut arahan dapat terekam. Antena penerima diputar dari -90° hingga 90° kemudian data kuat signal beserta sudut arahan antena disimpan dalam PC. Gambar 3-2 menunjukkan contoh hasil deteksi signal radio dari 3 buah *array antenna*, dimana terlihat perubahan signal yang mempunyai nilai variasi yang sama.

Dengan menggunakan teknik *curveting* grafik kuat signal 3 antena seperti pada Gambar 3-2 dapat diperbaiki. Hasil dari perbaikan dapat dilihat pada Gambar 3-3. Dengan teknik ini maka dihasilkan pola radiasi dari 3 antena yang cukup baik untuk deteksi arah pancaran.



Gambar 3-2: Hasil deteksi signal radio secara pararel



Gambar 3-3: Hasil perbaikan pola radiasi ketiga antena menggunakan *curveting*

Dari Gambar 3-3 terlihat bahwa posisi pemancar yang berada pada sudut -13° hingga -80° akan dideteksi dengan kuat signal maksimal pada antena 3 dan pada sudut lebih besar dari -13 hingga 21 akan dideteksi dengan kuat signal maksimal pada antena 2 dan untuk sudut lebih besar dari 21 hingga 70 derajat akan dideteksi oleh antena 1.

4 KESIMPULAN

Telah dikembangkan sebuah multi *channel detector power signal* radio sampai dengan frekuensi 500 MHz dengan range pengukuran 100 dBm dengan keakurasaan sampai 0.02 dBm. Detektor menggunakan logaritmik amplifier yang mudah digunakan dan mempunyai output signal DC dan mudah digunakan baik secara *portable*.

atau mobile. Prototipe ini akan dikembangkan lebih lanjut untuk lebih sensitif dan noise yang lebih kecil. Sistem ini akan digunakan dalam bagian pengembangan *hardware radio tracking* untuk trayektori lintasan roket dalam 3 dimensi.

DAFTAR RUJUKAN

Chris Bowick, *RF Circuit Design*, Howard W.Sam & Co Inc. Indianapolis USA.

Datasheet AD8307, www.analog.com.

Satria Gunawan Zain dkk, 2007.

Simulasi Pengaruh Perubahan Sudut Pancar Transmitter pada Roket Jarak Jauh Terhadap power Radio Receiver Antenna Cross Yagi
Presiding SRITI, Yogyakarta.

Satria Gunawan Zain, Adi Susanto, Sri Kliwati, Wahyu Widada, 2007. *Estimation Method of Azimuth and Elevation Angles for Rocket Trajectory Using Array Crossed Yagi Antenna*, Proceeding of ICT International Conference on Rural Information and Communicatin Technology ITB Bandung.

Sri Kliwati, Wahyu Widada, 2006. *Sistem Telemetri Data GPS Roket dengan Modulasi Frekuensi Signal Analog Via Radio*, Seminar Nasional IPTEK Dirgantara.