

METODE REDUKSI NOISE INTERNAL SINYAL ECHO RADAR PRESIPITASI DENGAN LOW PASS FILTER

Ginaldi Ari Nugroho, Asif Awaludin, Soni Aulia Rahayu
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN
ginaldi.lapan@gmail.com

Abstract

This paper discussing the development of a signal processing method utilizing marine radar signal to detect precipitation. Echo signal coming from radar contain feedback from the rain droplet that can be used to detect rain, unfortunately internal noise that appear from the radar electronic circuit gave an affect into the echo signal. A method to reduce the internal noise applied using Butterworth filter. Operational amplifier technology type ADA4861 enable forming a filter system in a higher signal frequency. This filter will vanish the above cutoff signal, until only echo as the filter output. Internal noise identification to determine cutoff frequency using spectrum analyzer showed noise cutoff frequency above 800 MHz. The determination of capacitor and resistor value in operational amplifier based on the sallan key filter butterworth configuration. Butterworth filter with low pass filter configuration will reduce the internal noise ripple until 80 %. The result signal from the filter then can be processed by ADC for further signal digitalization.

Keywords : Signal, Echo, Operational amplifier, Filter, butterworth, Noise.

Abstrak

Makalah ini akan membahas tentang pengembangan metode pengolahan sinyal dengan memanfaatkan sinyal radar kapal untuk mendeteksi presipitasi. Sinyal echo dari radar mengandung nilai balikan (*feedback*) dari droplet hujan yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi hujan, namun noise internal yang muncul dari rangkaian elektronik radar berpengaruh terhadap sinyal echo. Metode untuk mengurangi atau mereduksi noise internal dilakukan dengan penggunaan filter Butterworth. Teknologi op-amp tipe ADA4861 memungkinkan terwujudnya sistem filter pada frekuensi sinyal tinggi. Filter ini akan menghilangkan sinyal diatas frekuensi cuttoff, sehingga hanya sinyal echo yang keluar dari filter. Identifikasi noise internal untuk penentuan frekuensi cutoff menggunakan spektrum analyzer menunjukkan frekuensi noise cutoff di atas 800 MHz. Penentuan nilai kapasitor dan resistor pada op-amp berdasarkan konfigurasi *sallen key filter butterworth*. Filter butterworth dengan konfigurasi low pass filter akan mengurangi riak noise internal sebesar 80 %. Sinyal hasil filter kemudian diolah kembali oleh ADC untuk digitasi sinyal.

Kata Kunci: Sinyal, Echo, Op-amp, Filter, Butterworth, Noise

1. PENDAHULUAN

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah sebuah sistem yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk mengidentifikasi keberadaan suatu benda (arah dan kecepatan dari objek) [Batubara, 2010]. Salah satu kegunaan radar dalam bidang meteorologi yaitu digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui letak awan dan kemungkinan terjadinya hujan. Radar cuaca telah

mengalami perkembangan selama 10 tahun terakhir ini. Perubahan yang dilakukan tidak mengubah prinsip dasar dari radar tersebut. Konsep dasar dari radar cuaca adalah mengenai refleksi energi. Dimana radar mengirim sinyal, dan sinyal ini kemudian dipantulkan kembali ke radar. Semakin kuat sinyal yang dipantulkan berarti semakin besar partikel yang di tumbuknya [Wolff, 2009]

Radar kapal laut merupakan jenis radar X band yang mampu mendeteksi lokasi daratan serta kapal laut disekitarnya. Radar ini ternyata mengalami gangguan jika mendeteksi adanya hujan, ini terlihat dari adanya bintik-bintik kecil yang disebut rain clutter [Pedersen, 2004]. Jumlah rain clutter ini sebanding dengan intensitas presipitasi sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan, dimana semakin banyak rain clutter pada tampilan radar semakin tinggi tingkat presipitasi. *Rain clutter* ini merupakan nilai reflektifitas dari sinyal *echo droplet* hujan. Sinyal reflektifitas ini dapat dimanfaatkan dengan mengekstraknya dari sinyal asli. Proses ekstraksi diperlukan untuk memisahkan antara sinyal *echo rain clutter* dengan sinyal-sinyal mengganggu lainnya yang mungkin terjadi. Salah satu sinyal gangguan yang mungkin mempengaruhi sinyal echo radar adalah sinyal noise internal yang muncul dari rangkaian elektronik radar tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan noise/gangguan internal yang timbul akibat dari pengaruh rangkaian elektronik radar dengan menggunakan *filter low pass*.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini yang akan menjadi fokus penelitian adalah menghilangkan noise/gangguan internal yang timbul akibat dari pengaruh rangkaian elektronik radar. Identifikasi noise internal sinyal video radar menggunakan spektrum analyzer seperti Gambar 1a untuk penentuan frekuensi cut off, dimana frekuensi dibawah f_c akan dilewatkan sedangkan frekuensi diatasnya akan dilemahkan [Wajiansyah, 2011]. Metode reduksi noise internal adalah dengan penggunaan *filter hardware*. Rancang bangun filter perangkat keras terdiri dari rangkaian op-amp dengan konfigurasi *filter butterworth*, hasil kinerja op-amp dipantau dengan osiloskop, dengan sinyal awal sebelum difilter seperti pada Gambar 1b.

Jenis filter yang digunakan adalah filter analog *butterworth sellen-key*. Fungsi transfer dari tipe *Butterworth low pass filter sellen-key* dapat ditulis sesuai dengan Persamaan 1. Penurunan fungsi transfer untuk menghitung nilai kapasitor serta resistor yang akan digunakan ditunjukkan pada persamaan 2. Pengaplikasian filter analog menggunakan operasional amplifier kecepatan tinggi tipe ADA4861.

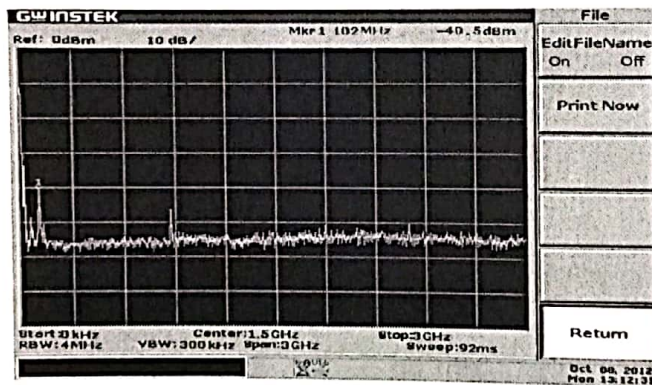
Untuk menentukan nilai resistor dan capasitor menggunakan rumus :

$$H(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{1 + C_2(R_1 + R_2)s + C_1 C_2 R_1 R_2 s^2} \quad (1)$$

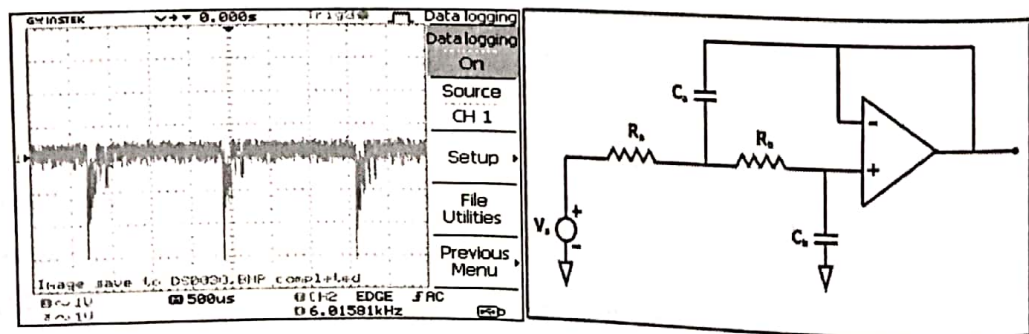
$$C_a = \frac{\sqrt{R_1}}{2\pi R_1 f_c} \quad C_b = \frac{C_a}{R_2} \quad (2)$$

- Dengan :
- R1= Nilai Resistor
 - R2= Nilai Resistor
 - Ca= Nilai kapasitor
 - Cb= Nilai Kapasitor
 - H(s) = Fungsi Transfer Rangkaian
 - fc = Frekuensi cutoff

Sinyal video radar dapat dilihat dengan menggunakan spektrum analyzer yang berguna untuk melihat rentang frekuensi noise internal. Rentang frekuensi ini dijadikan sebagai nilai frekuensi cutoff (f_c) dari filter op-amp. Pemilihan tipe op-amp disesuaikan dengan kecepatan respon dari IC op-amp yang mampu mengimbangi kecepatan radar.



(a)



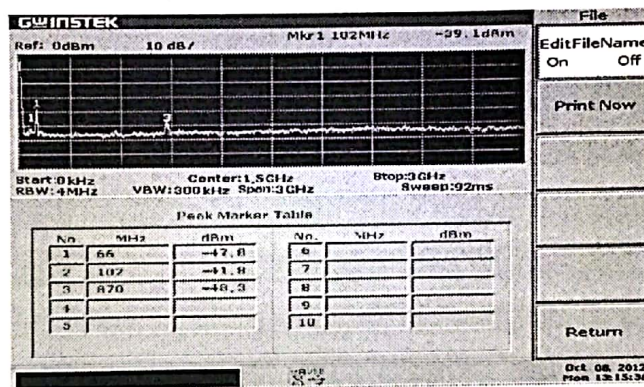
(b)

(c)

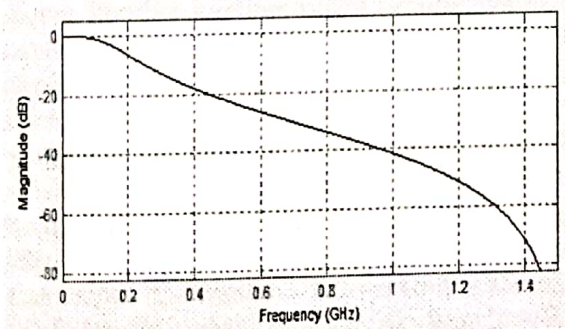
Gambar 1. Analisa Noise dan Konfigurasi Filter (a) Analisa Frekuensi dengan Spektrum Analyzer, (b) Analisa osiloskop sebelum difilter, (c) Konfigurasi op-amp *sallen-key* tipe ADA4861

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

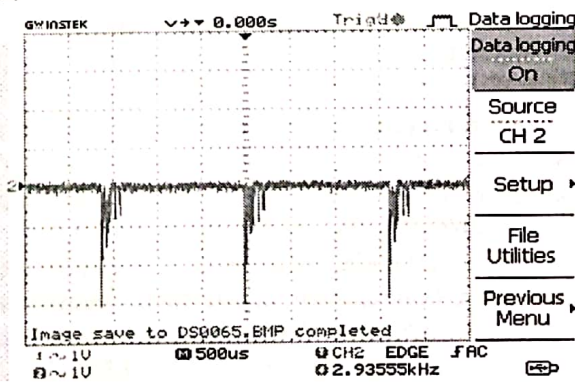
Untuk menentukan nilai resistor dan kapasitor yang akan ditambahkan pada rangkaian op-amp, perlu dicari terlebih dahulu nilai frekuensi cut-off (f_c) dari noise internal sinyal video. Dengan menggunakan spektrum analyzer didapatkan puncak-puncak noise pada frekuensi seperti pada Gambar 2a. Nilai f_c diambil dari puncak noise hasil spektrum analyzer yang dominan pada nilai ± 150 MHz. Simulasi respon filter butterworth orde 2 pada f_c 150 MHz seperti pada Gambar 2b. Berdasarkan persamaan 2, didapat nilai resistor dan kapasitor yang akan digunakan pada rangkaian filter analog (Tabel 1) dengan hasil analisa menggunakan osiloskop pada Gambar 2c. Hasil Rangkaian Filter analog berdasarkan perhitungan ditampilkan pada Gambar 3.



(a)



(a)

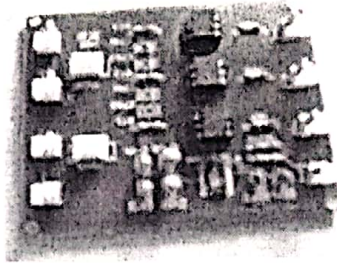


(c)

Gambar 2. Hasil Spektrum Analyzer dan Simulasi, (a) Frekuensi Cut-off Noise Internal, (b) Simulasi Filter Butterworth pada frekuensi cut-off, (c) Grafik analisa sinyal setelah di filter.

Tabel 1. Nilai Resistor dan Kapasitor pada Rangkaian Filter

Parameter	Nilai
f_c (MHz)	50
C_e (nF)	330
C_t (nF)	660
$R_a = R_b$ (Ω)	1130



Gambar 3. Hasil Rangkaian filter analog Butterworth Low Pass Filter dengan konfigurasi Sallen-Key

4. KESIMPULAN

Telah dilakukan identifikasi sinyal echo reflektifitas video radar saat kondisi hujan, yang mengindikasikan adanya noise internal pada sinyal video. Spektrum analyzer mampu melihat frekuensi puncak noise internal yang muncul dari sinyal video radar. Butterworth Low Pass Filter digunakan untuk menghilangkan noise filter dengan frekuensi cutoff 150 MHz. Simulasi digunakan untuk melihat respon dari filter butterworth. Hasil desain diaplikasikan pada filter analog sallen-key dengan nilai kapasitor dan resistor hasil perhitungan. Rangkaian filter telah berhasil dibuat dengan pengujian menggunakan opamp menghasilkan pengurangan noise internal hingga 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Heri Suherman, Rudi Komaruddin, serta pihak-pihak yang telah membantu kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, M., Prosedur Menentukan Kualitas Data Radar dalam Sistem Radar cuaca. *Jurnal Elektronika* no.2 vol.10, 2010.
- Pedersen, Lisbeth., *Scaling Properties Of Precipitation - Experimental Study Using Weather Radar Automatic Rain Gauges*. Tesis pada Faculty of Engineering and Science Department of Civil Engineering AALBORG UNIVERSITY. Aalborg Denmark, 2004.
- Wajiansyah, A, dan Subir., *Desain Filter Aktif Low Pass Butterworth*, Dielektrika, ISSN. 2086-9487, 2011.
- Wolff, Christian., *Radar Basics*, <http://www.radartutorial.eu/01.basics/rb05.en.html>, 2009. Diakses tanggal 3 Januari 2013.