

Analisis SNR (Signal To Noise Ratio) terhadap Jarak Deteksi pada RADAR Menggunakan MATLAB

Ade Firmansyah¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta
Jalan Limau II, Kebayoran Baru., Jakarta 12130. Indonesia
Telp: +62-21-7256659, Fax: +62-21-7256659
E-mail : ad_cihuy@yahoo.com

Abstrak

Pada makalah ini menjelaskan tentang analisis SNR (Signal To Noise) terhadap jarak deteksi dengan menggunakan program MATLAB 7.8. Variabel—variabel yang digunakan adalah daya pancar yang digunakan, gain antenna, frekuensi operasi yang digunakan, lebar pulsa radar, Nilai ambang pada radar $(SNR)_{min}$ dan asumsi luas target radar. Data yang dihasilkan berupa grafik dari luas target yang berbeda-beda terhadap $(SNR)_{min}$ dan daya pancar yang berbeda terhadap jarak deteksi pada radar. Persamaan—persamaan radar yang ada dapat digunakan untuk variabel—variabel yang lain sesuai dengan nilai yang dibutuhkan. Hasil grafik pada Program MATLAB 7.8 hanya menganalisis kondisi 3 nilai dari variabel yang digunakan.

Kata Kunci : MATLAB 7.8, Radar, $(SNR)_{min}$

1 PENDAHULUAN

Radar (*Radio Detection And Ranging*) bekerja pada gelombang elektromagnetik berupa gelombang radio dan gelombang mikro, dengan panjang gelombang beberapa milimeter hingga sekitar satu meter. Gelombang radio dan gelombang mikro tersebut dipancarkan ke seluruh permukaan bumi dan pantulannya terdeteksi oleh sistem radar yang selanjutnya digunakan untuk mendeteksi objek. Sehingga sistem ini sering disebut dengan penginderaan jauh aktif. Besar kecilnya panjang gelombang elektromagnetik mempengaruhi terhadap penetrasi gelombang tersebut pada objek di permukaan bumi. Semakin besar panjang gelombang yang digunakan maka semakin kuat daya penetrasi gelombang tersebut. Panjang gelombang dikelompokkan menurut pita frekuensi. Panjang gelombang yang akan digunakan pada sistem radar bergantung pada aplikasi yang akan dikerjakan. Radar akan menggunakan satu atau lebih jenis pita frekuensi dalam melakukan penginderaan jauh. Radar menggunakan spektrum gelombang elektromagnetik pada rentang frekuensi 300 MHz hingga 30 GHz. Radar merupakan sistem gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti pesawat terbang, kendaraan bermotor dan informasi cuaca/hujan.

2 JENIS JENIS RADAR

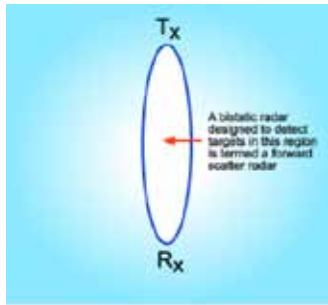
Jenis-jenis radar yang umum digunakan terdiri dari :

1. Radar Doppler merupakan jenis radar yang menggunakan Efek Doppler untuk mengukur kecepatan radial dari sebuah objek yang masuk daerah tangkapan radar. Radar jenis ini sangat akurat dalam mengukur kecepatan radial. Sebagai contoh Radar Doppler merupakan radar yang digunakan untuk mendeteksi cuaca, seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Radar Efek Doppler

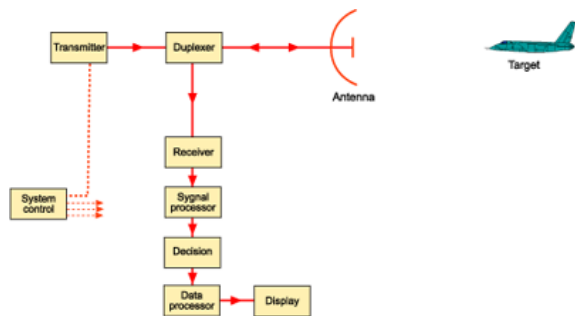
2. Radar Bistatic adalah jenis sistem radar yang mempunyai komponen pemancar sinyal (transmitter) dan penerima sinyal (receiver) dipisahkan oleh suatu jarak yang dapat dibanding dengan jarak target/objek. Objek dideteksi berdasarkan pantulan sinyal dari objek tersebut ke pusat antenna. Contoh Radar Bistatic yaitu Passive radar seperti pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2 Sistem Deteksi objek radar Bistatic

3 SISTEM RADAR

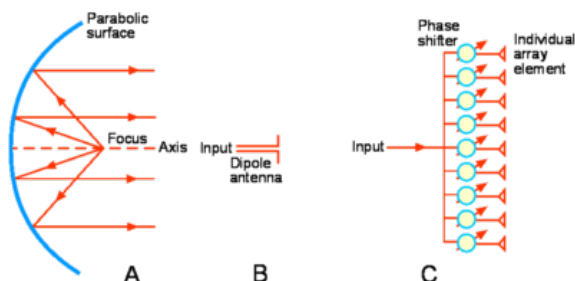
Sistem radar mempunyai tiga komponen utama yakni: *Antena*, *Transmitter* (Pemancar sinyal), *Receiver* (penerima sinyal). Untuk membedakan antara kondisi pengiriman sinyal dan penerimaan sinyal digunakan komponen duplexer seperti pada gambar 3.



Gambar 3 Blok diagram radar

3.1 Antena

Antena radar adalah suatu antena reflektor berbentuk parabola yang menyebarkan energi elektromagnetik dari titik fokusnya dan dicerminkan melalui permukaan yang berbentuk parabola sebagai berkas sempit (gambar 4A). Antena radar merupakan dipole (gambar 4B).



Gambar 4 Antena pada RADAR.

Input sinyal yang masuk dijabarkan dalam bentuk phased-array yang merupakan sebaran unsur-unsur objek yang tertangkap antena dan

kemudian diteruskan ke pusat sistem radar (gambar 4C).

Bentuk fisik yang digambarkan pada gambar 4 dapat dilihat pada gambar 5, yang menerangkan secara visual beserta komponen pendukung untuk memfungsikan antena radar.

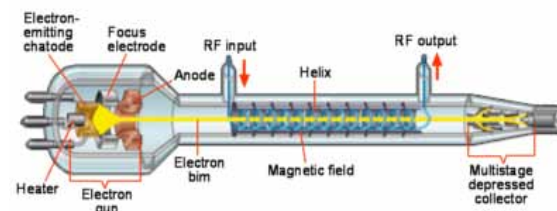


Gambar 5 Reflektor Antena

Gambar 5 di atas, rangkaian antena diletakkan pada menara khusus. Posisi antena Phase Array diletakkan di atas antena parabolic surface.

3.2 Pemancar Sinyal (Transmitter)

Transmitter pada sistem radar berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik melalui reflektor antena agar sinyal objek yang berada pada daerah tangkapan radar dapat dikenali, umumnya Transmitter mempunyai bandwidth yang besar dan tenaga yang kuat serta dapat bekerja efisien, dapat dipercaya, tidak terlalu besar ukurannya dan juga tidak terlalu berat serta mudah perawatannya. Contoh Transmitter berupa tabung pada gambar 6 di bawah.



Gambar 6 Transmitter

3.3 Penerima sinyal (Receiver)

Receiver pada sistem radar berfungsi untuk menerima pantulan kembali gelombang elektromagnetik dari sinyal objek yang tertangkap radar melalui reflektor antena, umumnya Receiver mempunyai kemampuan untuk menyaring sinyal agar sesuai dengan pendeteksian serta dapat menguatkan sinyal objek yang lemah dan meneruskan sinyal objek tersebut ke signal dan data processor (pemroses data dan sinyal) serta menampilkan gambarnya di layar monitor (display).

4 PRINSIP PENGOPERASIAN RADAR

Radar pada umumnya beroperasi dengan menyebar tenaga elektromagnetik terbatas di dalam piringan antena yang bertujuan untuk menangkap sinyal dari benda yang melintas pada daerah tangkapan yang bersudut $20^\circ - 40^\circ$.



Gambar 7 Pengoperasian radar

Terlihat pada gambar 7 bawah jika suatu benda masuk dalam daerah tangkapan antena, maka sinyal yang ditangkap akan diteruskan ke pusat sistem radar dan akan diproses hingga benda tersebut nantinya akan tampak dalam layar monitor/display.

5 PERSAMAAN RADAR

Dengan mempertimbangkan radar antena isotropik yang memancarkan energi yang sama di semua arah, serta memiliki pola radiasi berbentuk bola, maka dapat didefinisikan daya puncak kepadatan P_D pada setiap titik dalam ruang sebagai persamaan,

$$P_D = \frac{\text{Daya Pancar Puncak (Watt)}}{\text{Luas area target spheris (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Daya power density R pada radar (dengan asumsi loss propagasinya rendah)

$$P_D = \frac{P_t}{(4\pi R^2)} \quad (2)$$

Dimana P_t pada puncak transmitter dan $4\pi R^2$ luas permukaan bola dengan jari – jari R , antena directional biasanya ditandai oleh gain antena G dan efektif antena A_e .

$$G = \frac{(4\pi A_e)}{\lambda^2} \quad (3)$$

Dimana λ panjang gelombang, yang berhubungan dengan antena efektif A_e

$$A_e = \rho \quad 0 \leq \rho \leq 1 \quad (4)$$

Gain Antena azimuth dan elevasi beamwidth,

$$G = K \frac{4\pi}{\theta_e \theta_a} \quad (5)$$

dimana $K \leq 1$ tergantung pada bentuk apertur fisik θ_e dan θ_a sudut elevasi azimuth antena Beamwidth, sebuah pendekatan sangat baik,

$$G \approx \frac{26000}{\theta_e \theta_a} \quad (6)$$

penampang radar didefinisikan sebagai rasio dari refleksi kekuatan kembali ke radar terhadap kekuatan kepadatan insiden pada target

$$\sigma = \frac{P_r}{P_D} m^2 \quad (7)$$

Dimana P_r kekuatan dari target, dan total sinyal radar yang masuk dan diproses oleh antena,

$$P_{Dr} = \frac{P_t G \sigma}{(4\pi R^2)^2} A_e \quad (8)$$

Substitusi A_e , Eq (3) kedalam Eq (8) menghasilkan

$$P_{Dr} = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} A_e \quad (9)$$

biarkan S_{min} minimum menunjukkan kekuatan sinyal. itu maka bahwa rentang radar maksimum R_{max} adalah

$$R_{max} = \left(\frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/4} \quad (10)$$

Situasi praktis yang dikembalikan sinyal yang diterima oleh radar akan rusak dengan kebisingan, yang memperkenalkan dan dapat dijelaskan oleh kerapatan spektral daya (PSD).

Daya kebisingan N adalah fungsi dari bandwidth operasi radar, B;

$$N = \text{Noise PSD} \times B \quad (11)$$

Masuknya noise kedalam daya kebisingan;

$$N_i = kT_s B \quad (12)$$

Dimana K = $1,38 \times 10^{-23}$ joule/degree kelvinboltzmann's constant dan T_s , Penerima radar biasanya dijelaskan oleh yang disebut kebisingan F

$$F = \frac{(SNR)_i}{(SNR)_o} = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o} \quad (13)$$

$$S_{min} = kT_o B F (SNR)_{o min} \quad (14)$$

batas deteksi radar ditetapkan sama dengan keluaran minimum SNR,

$$R_{max} = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 kT_o B F (SNR)_{o min}} \quad (15)$$

secara umum, kerugian radar dinotasikan sebagai L SNR mengurangi keseluruhan, dan dengan demikian

$$(SNR)_o = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 kT_o B F L R^4} \quad (16)$$

6 STUDI KASUS

Pada kasus yang dibahas adalah radar C-Band, dimana Parameter – parameter yang ditentukan adalah :

- daya pancar puncak pada radar (P_t).
- Frekuensi operasi radar sebesar 5,6 GHz.
- Gain antenna sebesar 45 dB.
- Temperatur efektif 290°K.
- Lebar pulsa radar sebesar 0,2 μ s.
- $(SNR)_{min}$ merupakan nilai ambang pada radar sebesar 20 dB.

1. Asumsi bagian luas target (σ) sebesar 0,1 m². Parameter – parameter diatas merupakan nilai yang harus ditentukan agar dapat menentukan, bandwidth radar, panjang gelombang dan jarak deteksi yang diolah oleh perangkat radar tersebut. Jarak deteksi radar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan. Hasil pengolahan data asumsi ini dapat dibuat grafik sesuai dengan jarak deteksi yang diinginkan dengan pengaruh $(SNR)_{min}$

yang diperbolehkan. Pengolahan data ini akan dibahas pada bagian VII dengan menggunakan program MATLAB.

$$B = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{0,2 \times 10^{-6}} = 5 \text{ Mhz}$$

Panjang gelombang

$$\lambda = \frac{c}{f_o} = \frac{3 \times 10^8}{5,6 \times 10^9} = 0,054 \text{ m}$$

$$(R4) \text{ db} = (P_t + G + \lambda + \sigma + (-4\pi)^3 - kT_o B - F - (SNR)_{o min}) \text{ db}$$

Dimana sebelum menjumlahkan hasil perhitungan dB dilaksanakan untuk masing-masing parameter individu di sisi kanan. sekarang kita dapat membangun tabel berikut dengan semua parameter dihitung dalam dB :

Tabel 1 Hasil perhitungan dalam dB

P_t	λ^2	G^2	$kT_o B$	$(4\pi)^3$	F	$(SNR)_{o min}$	σ
61.76	-	9	-	32.97	3	20	-10
1	25.42	0	136.9	6	dB	dB	
	1	d	87				
		B					

Maka

$$R^4 = 61.761 + 25.352 - 10 - 32.976 + 136.987 - 3 - 20 = 197.420 \text{ dB}$$

7 ANALISIS DATA DAN PEMROGRAMAN MATLAB

Pada analisis ini berdasarkan program matlab yang di hitung berdasarkan persamaan sebelumnya. Hasil yang akan ditampilkan berupa grafik (pada gambar 8)

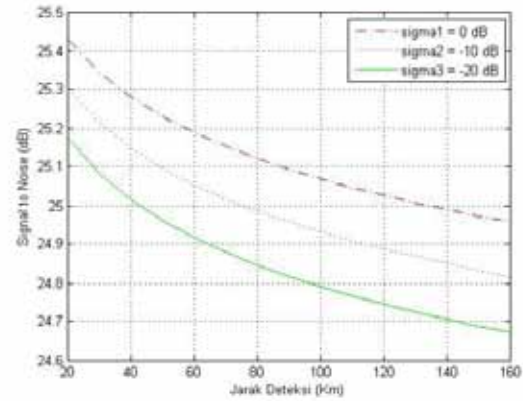
Tabel 2 symbol pada program

Symbol	Description
p_t	Peak power
f_{req}	Radar center frequency
G	Antena gain
σ	Target cross section
b	Bandwidth
nf	Noise figure
loss	Radar losses
range	Target range
snr	Signal to noise ratio

Pada gambar di samping ini merupakan program untuk menghasilkan grafik SNR (signal to Noise ration) terhadap jarak deteksi:

Program Matlab SNR terhadap Jarak Deteksi Radar.

```
function [snr]=radar_eq(pt,freq,g,sigma,b,nf,loss,range)
%program dibuat oleh Ade
c=3.0e+8;%speed of light
lambda=c/freq;%wavelength
p_peak=10*log10(pt);
lambda_sqdb=10*log10(lambda^2);
sigmadb=10*log10(sigma);
four_pi_cub=10*log10((4.0*pi)^3);%(4pi)^3 in db
k_db=10*log10(1.38e-23);
to_db=10*log10(290);
b_db=10*log10(b);
range_pwr4_db=10*log10(range.^4);
num=p_peak+g+g+lambda_sqdb+sigmadb;
den=four_pi_cub+k_db+to_db+b_db+nf+loss+range_pwr4_db;
snr=num-den;
range=20:10:165;
sigma1=1;
sigma2=0.1;
sigma3=0.01;
%sigma
[snr1]=radar_eq(1.5,5.6,45,sigma1,5,3,6,range);
[snr1x]=10*log10(snr1);
[snr2]=radar_eq(1.5,5.6,45,sigma2,5,3,6,range);
[snr2x]=10*log10(snr2);
[snr3]=radar_eq(1.5,5.6,45,sigma3,5,3,6,range);
[snr3x]=10*log10(snr3);
plot(range,snr1x,'-r',range,snr2x,':b',range,snr3x,'g')
grid on
xlabel('Jarak Deteksi (Km)')
ylabel('Signal to Noise (dB)')
legend('sigma1 = 0 dB','sigma2 = -10 dB','sigma3 = -20 dB')
return
```



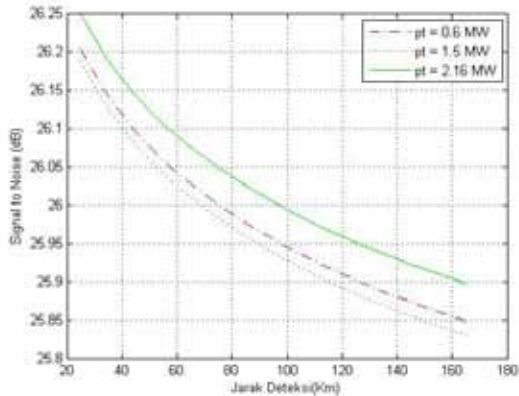
Gambar 8 Hasil jarak deteksi SNR dengan program matlab

Gambar 8 di atas merupakan hasil dari analisis pemrograman matlab dengan menimbulkan tiga gambaran grafik jarak deteksi yang diinginkan dengan pengaruh SNR min.

Bagian di bawah ini penambahan daya pancar Radar, Hasil yang diperoleh akan terlihat serti gambar 9 dibawah.

Program Matlab Peak Power

```
pt=10:10:165;
pt1=2160000;
pt2=1500000;
pt3=6000000;
%sigma
[snr1]=radar_eq(pt1,5.6,45,-10,5,3,6,range);
[snr1x]=10*log10(snr1)
[snr2]=radar_eq(pt2,5.6,45,-10,5,3,6,range);
[snr2x]=10*log10(snr2)
[snr3]=radar_eq(pt3,5.6,45,-10,5,3,6,range);
[snr3x]=10*log10(snr3)
plot(range,snr1x,'-r',range,snr2x,':b',range,snr3x,'g')
grid on
xlabel('Jarak Deteksi(Km)')
ylabel('Signal to Noise (dB)')
legend('pt = 0.6 MW','pt = 1.5 MW','pt = 2.16 MW')
```



Gambar 9 Hasil dari tiga garis peak power pada radar program matlab

Gambar 9 diatas merupakan hasil dari analisis pemrograman matlab dengan menimbulkan tiga gambaran grafik peak power jarak deteksi yang diinginkan dengan pengaruh SNR min terhadap radar.

8 SIMPULAN

1. Pada tampilan grafik yang dihasilkan hanya memberikan 3 nilai yang berbeda berupa luas area deteksi radar dan daya pancar yang digunakan.
2. Parameter – parameter yang digunakan diatas merupakan nilai yang harus ditentukan agar dapat menentukan, bandwidth radar, panjang gelombang dan jarak deteksi yang diolah

oleh perangkat radar tersebut menggunakan program matlab yang menghasilkan bentuk grafik.

3. Untuk melakukan perhitungan yang lain dapat digunakan program MATLAB SNR sebagai program fungsi persamaan radar atau program utama.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Bassem R. Mahafza, *Radar systems Analysis and Design Using MATLAB, Second Edition*, Huntsville, Alabama.
- [2] Abramowitz, M and stegun, I. A., Editors, *Handbook of mathematical function, with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*, Dover Publication (1970)
- [3] Blake, L. V, *Guide to basic pulse- Radar maxinum range calculation part Equaiton*, Radar range performance analysing, Lexington bookNaval Res, Lab Report 5868, 1069.
- [4] Gunaidi Abdia Away, *MATLAB Programming*, Informatika Bandung (Juni 2006)
- [5] Duane Hanselman, Bruce Littlefield, *Mastering MATLAB 5 A Comprehenship Tutorial And Reference*, Prentice Hall, Upper Saddle River , New Jersey 07458. (1988).