

SAR (SYNTHETIC APERTURE RADAR) PADA PENGAMATAN ANTARIKSA

Mario Batubara

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa - LAPAN

Jl. Dr Djunjunan no 133 Pasteur Bandung 40173

Email : mario_bb@bdg.lapan.go.id; mariobatubara@yahoo.co.id

Abstrak

SAR (Synthetic Aperture Radar) merupakan salah satu jenis peralatan radar yang digunakan saat ini. Radar ini berfungsi mendefinisikan karakteristik target yang bergerak relative antara sistem SAR dan area targetnya. SAR ini biasanya diimplementasikan secara menumpang pada benda yang bergerak seperti pesawat terbang, pesawat ruang angkasa. Prinsip kerja daripada SAR adalah dengan memancarkan a single beam-forming signal dari antenna secara berulang kali berupa pulsa-pulsa gelombang elektromagnet dengan panjang gelombang (skala meter sampai millimeter) kemana saja. Kemudian beberapa sinyal gelombang echo diterima pada antenna yang berbeda posisi secara koheren dan disimpan untuk kemudian diproses lebih lanjut untuk menghasilkan elemen-elemen dalam satu image area target.

Dalam penyajian makalah ini akan dibahas mengenai prinsip kerja SAR dan aplikasinya dalam pengamatan antariksa serta gambaran umum mengenai pemrosesan sinyal pada SAR.

Key words: SAR, remote sensing, signal processing.

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan dalam dunia radar sudah dilaksanakan sejak puluhan tahun yang lalu dengan berbagai kebutuhan masing-masing. Khusus dalam perkembangan dunia radar SAR (*Synthetic Aperture Radar*) sudah dilakukan sejak tahun 1978 dengan berbagai evolusi. Sekarang ini teknologi SAR banyak digunakan pada pengamatan ruang angkasa (space-based radar) dan teknologi terbaru yang berbasis SAR adalah C-SAR (*Circular-SAR*) yang memiliki polarisasi melingkar. Sistem SAR tersebut dipasang secara piggy-back pada induknya (pesawat terbang ataupun satelit). Penggunaan teknologi SAR diperuntukan sebagai observasi pendukung dan memperkuat hasil pengamatan yang diperoleh dari *ground-based observation* lainnya [2].

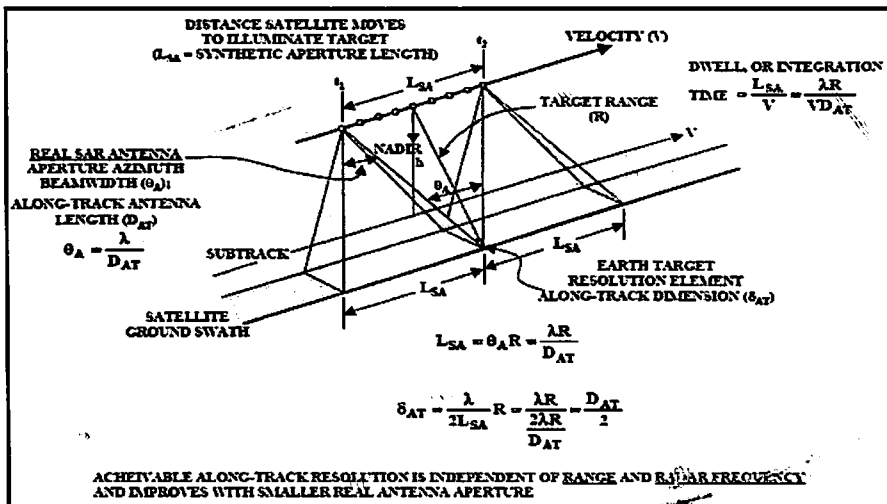
I.2. Sejarah perkembangan SAR serta Aplikasinya.

Tabel-1: Sejarah singkat SAR [2]

Date	Development
1951	Carl Wiley of Goodyear postulates the Doppler beam-sharpening concept.
1952	University of Illinois demonstrates the beam-sharpening concept.
1957	University of Michigan produces the first SAR imagery using an optical correlator
1964	Analog electronic SAR correlation demonstrated in non-real time (University of Michigan)
1969	Digital electronic SAR correlation demonstrated in non-real time (Hughes, Goodyear, Westinghouse).
1972	Real-time digital SAR demonstrated with motion compensation (for aircraft sistem)
1978	First spaceborne SAR NASA/JPL SEASAT satellite. Analog downlink; optical and non-real time digital processing.
1981	Shuttle Imaging Radar series starts – SIR-A. Non real-time optical processing on ground.
1984	SIR-B. Digital downlink; non-real time digital processing on ground.
1986	Spaceborne SAR Real time processing demonstration using JPL Advanced Digital SAR Processor (ADSP).
1987	Soviet 1870 SAR is placed in earth orbit
1990	Magellan SAR images Venus
1990	Renaissance of SAR begins in space; Soviet ALMAZ (1990) European ERS-1 (1991), SIR-C (1993-97), SRTM (2000)

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Prinsip Kerja SAR



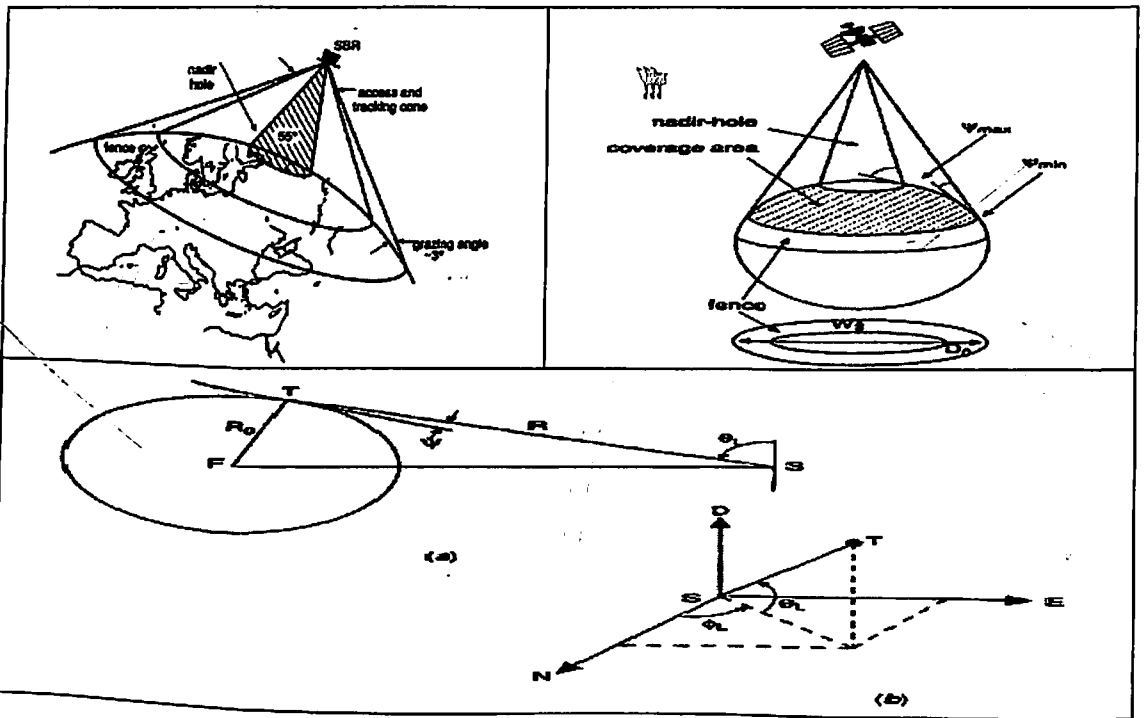
Gambar-1: Prinsip dasar pada SAR [2]

Konsep dasar pada SAR diawali dari deretan pulsa-pulsa gelombang elektromagnet menjalar ke arah area target dimana beam antenna berpotongan dengan bumi dan mengenai target pada lokasi tersebut, dan memantulkan pulsa-pulsa sinyal kembali menuju antenna yang sama. SAR bekerja oleh karena pulsa radar menjalar ke dan dari target pada level kecepatan cahaya, yang mana lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan *spacecraft* [Harger, 1970],[2].

Ilustrasi daripada monostatik SAR diperlihatkan seperti pada gambar-1. SAR terdiri dari gabungan beberapa sistem pendukungnya seperti pemancar, penerima, antenna, sistem akuisisi data dengan performan tinggi, sistem pemroses sinyal yang mampu menghasilkan *output image* area yang damati.

II.2. Spaced-Based Radar

II.2.1. Konsep Spaced-Based Radar



Gambar-2: Konsep SBR [2]

Berdasarkan gambar-2, maka dapat diturunkan beberapa persamaan sebagai berikut [2]:

$$w = nvT_R$$

dimana :

w = fence width

n = konstanta peluang

$$A = \pi D_o W = \pi D_o n v T_R$$

$$ACR = \frac{A}{T_R} = \pi D_o n v = s V_s$$

$$s = \pi D_o n v / V_s$$

$$R^4_{max} = \frac{P_{av} A \sigma T_R}{4\pi k_B T_S (SNR)_{min} L_S \Omega_R}$$

$$ACR = \frac{R^2_{max} \Omega_R}{T_R}$$

$$R^2_{max} = \frac{P_{av} A_e \sigma}{4\pi k_B T_S (SNR)_{min} L_S ACR}$$

deteksi target terhadap bidang fence

v = speed

D_o = diameter daerah surveilans

T_R = periode interval data

ACR = area coverage rate

V_s = kecepatan SAR

S = swath

R_{max} = maximum range

P_{av} = power rata-rata

A_e = luas efektif antenna

σ = radar cross section

T_R = interval data

k_B =

konstanta Boltzman

T_S = noise temperature sistem

SNR = SNR minimum

L_S = sistem losses

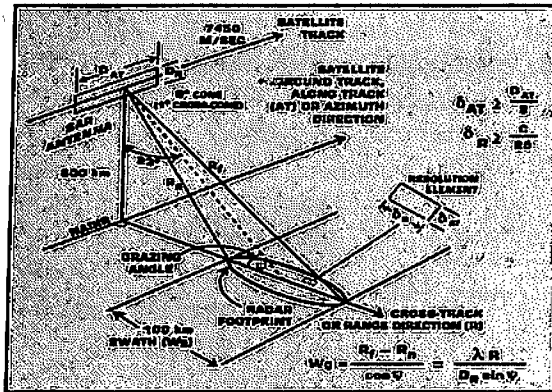
II.3. Pemrosesan Sinyal SAR

Deretan pulsa-pulsa yang dipantulkan oleh objek radar akan diterima oleh sistem penerima radar melalui antenna. Kemudian sinyal yang diterima dikonversi menjadi data raw radar oleh sistem pemroses sinyal radar. Data raw radar SAR yang disimpan secara kontinyu kemudian diproses secara metode weighting, perhitungan fasa koheren sinyal, serta pergeseran sinyal yang mengkorespondensikan pada setiap posisi dan kemudian diintegrasikan agar focus pada satu titik poin target dalam satu waktu.

Sebagaimana SAR merupakan sensor gambar dua dimensi dibutuhkan pengumpulan data sepanjang arah lintasan radar dan dalam jarak yang dapat diproses menjadi suatu gambar.

III. PEMBAHASAN

III.1. Mekanika Lintasan SAR



Gambar-3, mengilustrasikan lintasan SAR dimana luas area (radar footprint) yang teramati oleh SAR dipengaruhi oleh jarak target terhadap SAR, Grazing angle, serta panjang gelombang sinyal SAR [1].

Gambar-3: SAR imaging geometry[1]

III.2. Kebutuhan-kebutuhan pada misi SAR

Pada umumnya sistem SAR dipasang secara piggy-bag pada induk pesawat terbang ataupun satelit. Terkait dengan tujuan dari tiap pembangunan SAR diperlukan beberapa hal berikut:

a. Tujuan Misi SAR

Banyak hal yang dapat diambil manfaat dari teknologi SAR, seperti: pendeteksian, pengklasifikasian, pergerakan terkait dengan posisi, content daripada objek terdeteksi.

b. Penyajian Data SAR

Data yang disajikan dari hasil pengamatan SAR meliputi pemetaan, deteksi perubahan fisis objek seperti perubahan bentuk, perbedaan posisi, gradasi permukaan dan lainnya. Untuk dapat menghasilkannya digunakan beberapa metode pengolahan sinyal SAR seperti teknik interferometry, polarimetri, Foliage Penetration, Soil Moisture, dsb.

c. Kebutuhan dalam image processing

Hasil akhir daripada pengolahan sinyal SAR berupa image dengan area tertentu. Image atau gambar yang dihasilkan harus mengandung parameter seperti resolusi, coverage rate, swath width serta keakuratan gambar juga diperlukan.

d. Performans sistem SAR

Selain daripada hal-hal tersebut di atas, perlu didukung oleh performas sistem SAR, seperti sistem pemancar, penerima, antenna yang mana harus didesain sedemikian rupa sehingga

- Pemancar
Sistem pemancar harus didesain sehingga menghasilkan peak power
 - Penerima
 - Antena
 - Sistem akuisisi data SAR
- e. Desain platform

IV. KESIMPULAN

- IV.1. Konsep prinsip kerja SAR dapat diimplementasikan pada sistem SBR dalam observasi antariksa.
- IV.2. Hasil akhir dari pengolahan sinyal SAR dan SBR berupa figure. Figure tersebut diperoleh dari data sinyal yang diterima berdasarkan pancaran sinyal dua polarisasi.
- IV.3. Data hasil pengamatan SAR disimpan dalam bentuk file raw data ke dalam media penyimpanan data.
- IV.4. Metode pengolahan sinyal yang diimplementasikan dalam sistem SAR adalah teknik interferometry, polarimetri, Foliage Penetration, Soil Moisture, dsb. Selain daripada metode pengolahan sinyal tersebut, teknik dalam image processing juga diimplementasikan dalam sistem pengolahan data SAR.

V. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Gaspare, G, "Advanced Radar Techniques and Systems", Peter Peregrinus Ltd. On behalf of the Institution of Electrical Engineers, London, United Kingdom, 1993.
- [2] Samuel W. (Walt) M, Jr., Christopher R J, "Principles of Synthetic Aperture Radar", SAR Marine User's Manual Ch.1, 1992.