

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

Pada tahap ini, akan dibahas mengenai hasil analisis dan simulasi parameter radar terhadap performansi *Synthetic Aperture Radar* pada tahap awal pencitraan sensor radar. Terdapat 19 parameter yang disimulasikan namun tidak semua parameter dianalisis. Parameter yang dianalisis meliputi *Ground Swath Width*, *SNR per Pulse*, *Slant Range Resolution*, *Ground Resolution*, dan *Azimuth Resolution* dengan variabel yang berbeda-beda. Pada tahap ini digunakan data sekunder berupa spesifikasi macam-macam radar dari berbagai negara yang didapatkan dari salah satu referensi penelitian. Simulasi yang dibuat menggunakan SCILAB versi 5.4.1.

Dalam analisis parameter radar terhadap performansi *Synthetic Aperture Radar*, tidak semua radar SAR dijadikan bahan kajian analisis. Namun hanya dipilih yang memiliki variabel yang dibutuhkan dari data sekunder tersebut. Tabel dari data sekunder yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Spesifikasi *Synthetic Aperture Radar*

Radar	Look Angle	$\sigma_{dB}(dB)$	Bandwidth (MHz)	Altitude (km)
SEASAT	23 <sup>0</sup>	-18	19	800
ASAR ENVISAT	15-45 <sup>0</sup>	-20	16	800
ALOS/PALSAR	8 <sup>0</sup> -60 <sup>0</sup>	-23	14	691
RADARSAT-2	20 <sup>0</sup> -58 <sup>0</sup>	-21	100	798
TERRASAR-X	20-55	-19	150	660
COSMOSKYMED		-22	100	620
SENTINEL	2 <sup>0</sup> -45 <sup>0</sup> (IWS) 23 <sup>0</sup> (SW1)- 45 <sup>0</sup> (SW6) 2 <sup>0</sup> -48 <sup>0</sup> (extra wide)	-25	100	693

Sumber: Didier Massonnet and Jean Claude Souyris (2008)

#### 4.2 Simulasi Parameter Desain *Synthetic Aperture Radar*

Tahap ini merupakan salah satu tujuan dari penulisan penelitian ini. Simulasi Parameter Desain *Synthetic Aperture Radar* yang dilakukan menggunakan SCILAB versi 5.4.1. Berikut adalah hasil simulasi tahap pertama pencitraan menggunakan sensor radar yang telah dirancang.

**Gambar 4.1.** Tampilan Simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar* sebelum *input* dimasukkan  
(Sumber : Hasil Simulasi)

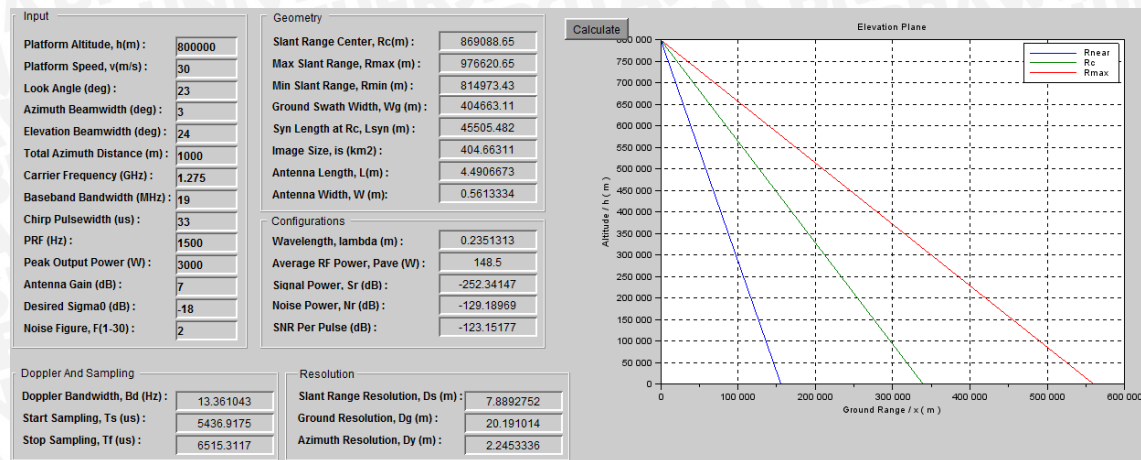
Gambar 4.1 merupakan tampilan simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar* dimana terlihat beberapa sekelompok parameter dengan masing-masing jenis parameter. Kotak bertuliskan “*Input*” merupakan kotak dimana pengguna memasukkan variabel yang dibutuhkan untuk menjalankan simulasi tersebut yang terdiri dari *Platform Altitude* (m), *Platform Speed* (m/s), *Look Angle* ( $^{\circ}$ ), *Azimuth Beamwidth* ( $^{\circ}$ ), *Elevation Beamwidth* ( $^{\circ}$ ), *Total Azimuth Distance* (m), *Carrier Frequency* (GHz), *Baseband Bandwidth* (MHz), *Chirp Pulsewidth* ( $\mu$ s), PRF (Hz), *Peak Output Power* (W), *Antenna Gain* (dB), *Desired Sigma* (dB), dan terakhir *Noise Figure*. Variabel tersebut harus dimasukkan nilainya untuk mengeluarkan parameter dari radar tersebut.

**Gambar 4.2.** Tampilan Simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar* setelah *input* dimasukkan sebelum tombol “*Calculate*” ditekan  
(Sumber : Hasil Simulasi)

Gambar 4.2 merupakan tampilan Simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar* setelah *input* dimasukkan namun tombol “*Calculate*” belum ditekan. Fungsi dari



tombol “*Calculate*” sendiri adalah untuk memproses variabel-variabel yang telah dimasukkan sehingga parameter-parameter dari radar dapat ditampilkan.



**Gambar 4.3.** Tampilan Simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar* setelah *input* dimasukkan setelah tombol “*Calculate*” ditekan (Sumber : Hasil Simulasi)

Gambar 4.3 merupakan tampilan dari Simulasi Desain Parameter *Synthetic Aperture Radar*. Dimana beberapa parameter dikelompokkan berdasarkan jenisnya.

- *Geometry*

Pada kelompok ini, parameter-parameter tersebut menampilkan *geometry* dari *Synthetic Aperture Radar*. Dalam kelompok ini terdapat beberapa parameter *geometry*. Diantaranya adalah *Slant Range Center*, *Maximum Slant Range*, *Minimum Slant Range*, *Ground Swath Width*, *Synthetic Aperture Length*, *Image Size*, *Antenna Length*, dan *Antenna Width*.

- *Configurations*

Pada kelompok ini, parameter-parameter tersebut menampilkan konfigurasi dari pulsa yang dikirimkan dari *Synthetic Aperture Radar*. Dalam kelompok ini terdapat beberapa parameter. Diantaranya adalah *Wavelength*, *Average RF Power*, *Signal Power*, *Noise Power* dan *SNR per Pulse*.

- *Doppler And Sampling*

Dalam kelompok ini terdapat parameter yang ditimbulkan oleh efek *Doppler*. Diantaranya adalah *Doppler Bandwidth*, *Start Sampling*, dan *Stop Sampling*.

- *Resolution*

Pada kelompok ini, parameter-parameter tersebut menampilkan resolusi dari *Synthetic Aperture Radar*. Dalam kelompok ini terdapat beberapa parameter resolusi. Diantaranya adalah *Slant Range Resolution*, *Ground Resolution*, dan *Azimuth Resolution*.

- *Axes / Grafik*

Grafik tersebut menggambarkan posisi radar dengan letak objek serta lebar sapuan. Dari grafik tampak 3 plot yang berbeda. Yaitu plot berwarna biru, hijau, dan merah yang masing-masing menampilkan  $R_{near}$  ( $R_{min}$ ),  $R_C$ , dan  $R_{far}$  ( $R_{max}$ ). Dari gambar juga terlihat nilai *Ground Range* pada sumbu x dan *Altitude* pada sumbu y.

### 4.3 Analisis *Ground Swath Width*

*Ground Swath Width* adalah besar lebar sapuan yang dapat dilakukan oleh radar di permukaan bumi. Sebuah SAR mengirimkan pulsa dengan *beamwidth* tertentu. *Beamwidth* tersebut menyebabkan adanya jarak terjauh dan jarak terdekat yang dapat disapu oleh radar. *Ground Swath Width* dapat diketahui dengan mengurangi nilai jarak terbesar ( $x_{max}$ ) antara objek dengan proyeksi radar pada permukaan bumi yang dihasilkan oleh pulsa radar dengan jarak terkecilnya ( $x_{min}$ ). Proyeksi yang dimaksud disini merupakan jarak radar terhadap objek namun dihitung dari permukaan bumi. Untuk mengetahui nilai proyeksi tersebut, maka harus diketahui terlebih dahulu jarak antara radar dengan objek sebenarnya (*Slant Range*). Dalam perhitungan *Ground Swath Width*, nilai yang harus diketahui adalah besar nilai *Maximum Range* dengan *Minimum Range*. Untuk menemukan nilai-nilai tersebut, digunakan data sekunder yang meliputi ketinggian radar (*Platform Altitude*) dan *Look Angle*.

#### 4.3.1 Perhitungan *Maximum Range*

*Maximum Range* adalah besar maksimal jarak antara objek radar terhadap proyeksi posisi radar pada permukaan bumi. Pada beberapa referensi, ada yang menyebutnya sebagai *Far Range*. Perlu diketahui bahwa untuk mendapatkan nilai *Maximum Range* perlu diketahui sudut antara garis lurus radar terhadap objek dengan garis normal radar dan nilai *Maximum Slant Range* itu sendiri.

*Maximum Slant Range* merupakan nilai jarak terjauh yang tersapu oleh pulsa radar. Pulsa yang dikirim oleh radar memiliki suatu *beamwidth* yang menyebabkan suatu sapuan radar terbatas. Besar *Ground Swath Width* ditentukan oleh besarnya ketinggian radar (*Platform Altitude*), *Look Angle*, dan *Elevation Beamwidth*. *Platform Altitude* merupakan ketinggian radar yang dihitung dari permukaan bumi.. SAR diterbangkan pada ketinggian yang berbeda-beda. Hal ini bisa disebabkan karena banyak hal. *Look Angle* adalah sudut antara letak objek dari radar diukur terhadap garis



gravitasi bumi. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa terkadang ada yang menyebutnya sebagai *Incidence Angle*. Sedangkan *Elevation Beamwidth* adalah besar *beamwidth* dari pulsa yang dipancarkan oleh radar. Sehingga nilai dari *Maximum Slant Range* dapat dihitung dengan persamaan 2.2. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, maka nilai  $R_{max}$  untuk  $h=620$  km adalah sebagai berikut

$$R_{max} = \frac{h}{\cos(\theta_{LA} + \frac{\theta_{ra}}{2})}$$

$$R_{max} = \frac{620.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} = \frac{620.000}{\cos(23 + 12)^0}$$

$$= \frac{620.000}{\cos(35)^0}$$

$$= \frac{620.000}{0,81915} = 756.881,0021 \text{ m}$$

Dimana *Elevation Beamwidth* sebesar  $24^0$ .

Hasil seluruh perhitungan untuk  $h=620$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 620 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT ( $23^0$ )	756.881,0021
ASAR ENVISAT( $30^0$ )	834.293,58
ALOS/PALSAR( $34^0$ )	892.526,7897
RADARSAT-2( $39^0$ )	985.192,2844
TERRASAR-X( $37.5^0$ )	954.659,065
COSMOSKYMED( $37.5^0$ )	954.659,065
SENTINEL( $32.5^0$ )	869.261,4317

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $h=660$  km.

$$R_{max} = \frac{660.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} = \frac{660.000}{\cos(23 + 12)^0}$$

$$= \frac{660.000}{\cos(35)^0}$$

$$= \frac{660.000}{0,81915} = 805.712,0345 \text{ m}$$

Hasil perhitungan untuk h=660 kilometer ditampilkan dalam tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 660 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	805.712,0345
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	888.118,9723
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	950.109,1633
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	1.048.753,077
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	1.016.249,972
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	1.016.249,972
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	925.342,8143

(Sumber : Perhitungan)

Untuk h=691 km.

$$\begin{aligned}
 R_{max} &= \frac{691.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} = \frac{691.000}{\cos(23 + 12)^0} \\
 &= \frac{691.000}{\cos(35)^0} \\
 &= \frac{691.000}{0,81915} = 843.556,0846 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk h=691 kilometer ditampilkan dalam tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 691 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	843.556,0846
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	929.833,6513
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	994.735,5028
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	1.098.012,691
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	1.063.982,926
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	1.063.982,926
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	968.805,8859

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $h=693$  km.

$$\begin{aligned}
 R_{max} &= \frac{693.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{693.000}{\cos(23 + 12)^0} \\
 &= \frac{693.000}{\cos(35)^0} \\
 &= \frac{693.000}{0,81915} = 845.997,6362 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk  $h=693$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.5 berikut ini.

**Tabel 4.5.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 693 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	845.997,6362
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	932.524,9209
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	997.614,6214
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	1.101.190,731
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	1.067.062,471
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	1.067.062,471
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	971.609,9551

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $h=798$  km.

$$\begin{aligned}
 R_{max} &= \frac{798.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{798.000}{\cos(23 + 12)^0} \\
 &= \frac{798.000}{\cos(35)^0} \\
 &= \frac{798.000}{0,8192} = 974.179,0962 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan untuk  $h=798$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.6 berikut ini.



**Tabel 4.6.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 798 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	974.179,0962
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	1.073.816,576
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	1.148.768,352
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	1.268.037,811
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	1.228.738,603
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	1.228.738,603
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	1.118.823,585

(Sumber : Perhitungan)

Untuk h=800 km.

$$\begin{aligned}
 R_{max} &= \frac{800.000}{\cos(23 + \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{800.000}{\cos(35)^0} \\
 &= \frac{800.000}{\cos(23 + 12)^0} \\
 &= \frac{800.000}{0,8192} = 976.620,6479 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk h=800 kilometer ditampilkan dalam tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7.** Hasil perhitungan *Maximum Slant Range* pada *Platform Altitude* 800 km

Radar	$R_{max}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	976.620,6479
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	1.076.507,845
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	1.151.647,471
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	1.271.215,851
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	1.231.818,148
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	1.231.818,148
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	1.121.627,654

(Sumber : Perhitungan)



Telah dijelaskan bahwa untuk menghitung nilai *Ground Swath Width*, dapat diketahui dengan mengurangkan nilai jarak terbesar ( $x_{max}$ ) dengan ( $x_{min}$ ). Untuk mendapatkan nilai  $x_{max}$ , dapat diketahui melalui persamaan 2.5. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, maka nilai  $x_{max}$  dari salah satu radar adalah:

$$\begin{aligned} x_{max} &= R_{max} \sin \left( \theta_{LA} + \frac{\theta_{ra}}{2} \right) \\ &= 976.620,6479 \sin \left( 23 + \frac{24}{2} \right)^{\circ} \\ &= 976.620,6479 \times 0.5736 = 560.167,7349 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.8 berikut ini.

**Tabel 4.8.** Hasil perhitungan *Maximum Range*

Radar	$x_{max}$ (meter)					
	h=620 km	h=660 km	h=691 km	h=693 km	h=798 km	h=800 km
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	434.129	462.138	483.844	485.245	558.767	560.167
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	558.252	594.268	622.181	623.982	718.524	720.325
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	642.031	683.452	715.554	717.625	826.356	828.427
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	765.639	815.035	853.317	855.787	985.452	987.921
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	725.929	772.763	809.060	811.402	934.341	936.683
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	725.929	772.763	809.060	811.402	934.341	936.683
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	609.274	648.582	679.046	681.011	784.195	786.160

(Sumber : Perhitungan)

#### 4.3.2 Perhitungan *Minimum Range*

*Minimum Range* adalah nilai minimal jarak antara objek radar terhadap proyeksi posisi radar pada permukaan bumi. Pada beberapa referensi, ada yang menyebutnya sebagai *Near Range*. Perlu diketahui bahwa nilai *Minimum Range* didapatkan dengan mengetahui sudut antara garis lurus (*Slant Range*) radar terhadap objek dengan garis normal radar dan besar *Minimum Slant Range* itu sendiri.

*Minimum Slant Range* merupakan besar jarak terdekat yang tersapu oleh pulsa radar. Pulsa yang dikirim oleh radar memiliki suatu *beamwidth* yang menyebabkan suatu sapuan radar terbatas. Sehingga nilai dari *Minimum Slant Range* dapat dihitung dengan persamaan 2.3. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, dengan *Elevation Beamwidth* sebesar 24<sup>0</sup> maka nilai  $R_{min}$  untuk h=620 km adalah sebagai berikut

$$R_{max} = \frac{h}{\cos(\theta_{LA} + \frac{\vartheta_{ra}}{2})}$$

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{620.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} = \frac{620.000}{\cos(23 - 12)^0} \\ &= \frac{620.000}{\cos(11)^0} = \frac{620.000}{0,9816} \\ &= 631.604,406 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana *Elevation Beamwidth* sebesar  $24^0$ .

Hasil seluruh perhitungan untuk  $h=620$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.9.

**Tabel 4.9.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 620 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT ( $23^0$ )	631.604,406
ASAR ENVISAT( $30^0$ )	651.906,7346
ALOS/PALSAR( $34^0$ )	668.691,783
RADARSAT-2( $39^0$ )	695.842,658
TERRASAR-X( $37.5^0$ )	686.916,0383
COSMOSKYMED( $37.5^0$ )	686.916,0383
SENTINEL( $32.5^0$ )	661.918,0126

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $h=660$  km.

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{660.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} \\ &= \frac{660.000}{\cos(23 - 12)^0} \\ &= \frac{660.000}{\cos(11)^0} \\ &= \frac{660.000}{0,9816} = 672.353,0773 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil seluruh perhitungan untuk  $h=660$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.10.

**Tabel 4.10.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 660 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	672.353,0773
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	693.965,2336
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	711.833,1884
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	740.735,7327
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	731.233,2021
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	731.233,2021
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	704.622,4005

(Sumber : Perhitungan)

Untuk h=691 km.

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{691.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{691.000}{\cos(23 - 12)^0} \\
 &= \frac{691.000}{\cos(11)^0} \\
 &= \frac{691.000}{0,9816} = 703.933,2976 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk h=691 kilometer ditampilkan dalam tabel 4.11 berikut.

**Tabel 4.11.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 691 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	703.933,2976
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	726.560,5704
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	745.267,7776
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	775.527,8656
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	765.579,004
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	765.579,004
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	737.718,3011

(Sumber : Perhitungan)



Untuk  $h=693$  km.

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{693.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{693.000}{\cos(23 - 12)^0} \\
 &= \frac{693.000}{\cos(11)^0} \\
 &= \frac{693.000}{0,9816} = 705.970,7312 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk  $h=693$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.12 berikut:

**Tabel 4.12.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 693 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	705.970,7312
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	728.663,4953
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	747.424,8478
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	777.772,5194
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	767.794,8622
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	767.794,8622
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	739.853,5205

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $h=798$  km.

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{798.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{798.000}{\cos(23 - 12)^0} \\
 &= \frac{798.000}{\cos(11)^0} \\
 &= \frac{798.000}{0,9816} = 812.936 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan untuk  $h=798$  kilometer ditampilkan dalam tabel 4.13 berikut ini.

**Tabel 4.13.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 798 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	812.935,9935
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	839.067,0552
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	860.671,0369
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	895.616,8405
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	884.127,4171
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	884.127,4171
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	851.952,5388

(Sumber : Perhitungan)

Untuk h=800 km.

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{800.000}{\cos(23 - \frac{24}{2})^0} \\
 &= \frac{800.000}{\cos(23 - 12)^0} \\
 &= \frac{800.000}{\cos(11)^0} \\
 &= \frac{800.000}{0,9816} = 814.973,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk h=800 kilometer ditampilkan dalam tabel 4.14 berikut.

**Tabel 4.14.** Hasil perhitungan *Minimum Slant Range* pada *Platform Altitude* 800 km

Radar	$R_{min}$ (meter)
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	814.973,4271
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	841.169,9802
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	862.828,1072
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	897.861,4942
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	886.343,2753
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	886.343,2753
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	854.087,7582

(Sumber : Perhitungan)

Telah dijelaskan bahwa untuk menghitung nilai *Ground Swath Width*, dapat diketahui dengan cara dengan mengurangi nilai jarak terbesar ( $x_{max}$ ) antara objek dengan proyeksi radar pada permukaan bumi yang dihasilkan oleh pulsa radar dengan jarak terkecilnya ( $x_{min}$ ). Sehingga nilai dari *Minimum Range* dapat dihitung dengan persamaan 2.6. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, maka nilai  $x_{min}$  dari salah satu radar adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} x_{min} &= R_{min} \sin \left( \theta_{LA} - \frac{\theta_{ra}}{2} \right) = 814.973,4271 \sin \left( 23 - \frac{24}{2} \right)^0 \\ &= 814.973,4271 \sin 11^0 \\ &= 814.973,4271 \times 0,189 = 155.504,6 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Minimum Range* ditampilkan dalam tabel 4.15 berikut ini.

**Tabel 4.15.** Hasil perhitungan *Minimum Range*

Radar	$x_{min}$ (meter)					
	h=620 km	h=660 km	h=691 km	h=693 km	h=798 km	h=800 km
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	120.516	128.291	134.317	134.705	155.115	155.504
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	201.450	214.447	224.520	225.169	259.286	259.936
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	250.496	266.657	279.182	279.990	322.413	323.221
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	315.906	336.287	352.083	353.102	406.602	407.621
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	295.725	314.804	329.590	330.544	380.627	381.581
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	295.725	314.804	329.590	330.544	380.627	381.581
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	231.809	246.764	258.354	259.102	298.360	299.108

(Sumber : Perhitungan)

Setelah diketahui nilai *Maximum Range* ( $x_{max}$ ) dan *Minimum Range* ( $x_{min}$ ), maka nilai *Ground Swath Width* dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} W_g &= x_{max} - x_{min} \\ &= 560.167,7349 - 155.504,6 \\ &= 404.663,11 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan parameter *Ground Swath Width* ditampilkan dalam tabel 4.16.

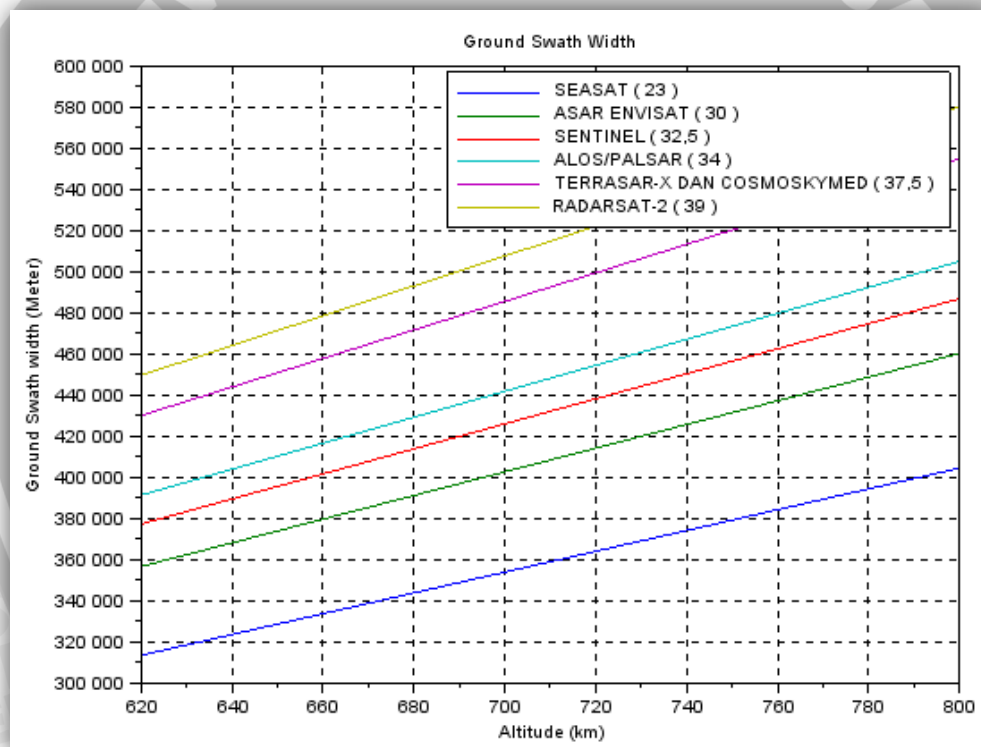


**Tabel 4.16.** Hasil perhitungan *Ground Swath Width*

Radar	<i>Ground Swath Width (meter)</i>					
	h=620 km	h=660 km	h=691 km	h=693 km	h=798 km	h=800 km
SEASAT (23 <sup>0</sup> )	313.613	333.847	349.527	350.539	403.651	404.663
ASAR ENVISAT(30 <sup>0</sup> )	356.801	379.821	397.661	398.812	459.238	460.389
ALOS/PALSAR(34 <sup>0</sup> )	391.534	416.794	436.371	437.634	503.942	505.205
RADARSAT-2(39 <sup>0</sup> )	449.732	478.747	501.234	502.685	578.849	580.300
TERRASAR-X(37.5 <sup>0</sup> )	430.204	457.959	479.469	480.857	553.714	555.102
COSMOSKYMED(37.5 <sup>0</sup> )	430.204	457.959	479.469	480.857	553.714	555.102
SENTINEL(32.5 <sup>0</sup> )	377.465	401.818	420.691	421.908	485.834	487.052

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah tampilan dari Tabel 4.16 dalam bentuk grafik.

**Gambar 4.4.** Grafik *Altitude* terhadap *Ground Swath Width* dengan variasi *Look Angle*

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) berbanding lurus dengan nilai *Ground Swath Width*. Semakin besar nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) maka semakin besar nilai *Ground Swath Width*. Hal ini disebabkan karena ketika *Platform Altitude* semakin besar, maka baik *Maximum Range* maupun *Minimum Range* semakin besar menyebabkan *Ground Swath Width* juga semakin besar. Sehingga, semakin besar nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) maka semakin baik parameter *Ground Swath Width*. Begitu juga

dengan *Look Angle*. Nilai *Look Angle* berbanding lurus dengan nilai *Ground Swath Width*. Hal ini disebabkan karena ketika *Look Angle* semakin besar, maka baik *Maximum Range* maupun *Minimum Range* semakin besar menyebabkan *Ground Swath Width* juga semakin besar.

#### **4.4 Analisis *Signal to Noise Ratio per Pulse* (*SNR per Pulse*)**

Untuk perhitungan *SNR per Pulse*, dibutuhkan terlebih dahulu perhitungan nilai *Signal power* (daya sinyal) dan *Noise Power* (daya noise). Namun tetap membutuhkan variabel-variabel lainnya. Untuk mendapatkan nilai-nilai tersebut, dibutuhkan beberapa data sekunder seperti yang telah dipaparkan sebelumnya. Untuk analisis *SNR per Pulse* sendiri, dibagi menjadi 2. Analisis *SNR per Pulse* yang pertama adalah Analisis *SNR per Pulse* dengan variasi *Carrier Frequency* dan *Radar Cross Section*. Sedangkan analisis *SNR per Pulse* yang kedua adalah Analisis *SNR per Pulse* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ).

##### **4.4.1 Analisis *SNR per Pulse* dengan variasi *Carrier Frequency* dan *Radar Cross Section***

Pada analisis *SNR per Pulse* dengan variasi *Carrier Frequency* dan *Radar Cross Section* digunakan beberapa data yang sifatnya tetap. Diantaranya adalah jarak (dalam hal ini adalah *Slant Range Center*). Digunakan data pada ketinggian 800 km, dengan *Look Angle* sebesar  $23^{\circ}$ . Sehingga jarak ( $R_C$ ) tetap sebesar 869.088,6482 meter.

##### **4.4.1.1 Perhitungan *Signal Power* dengan variasi *Carrier Frequency* dan *Radar Cross Section***

Dalam perhitungan daya sinyal, dibutuhkan beberapa variabel yang harus dicari terlebih dahulu, dan sebagian lainnya adalah variabel dan didapatkan dari data sekunder. Sehingga nilai dari *Signal Power* dapat dihitung dengan persamaan 2.22.

###### **a. Perhitungan *Wavelength***

Dalam perhitungan *Wavelength*, perlu beberapa variabel yang dibutuhkan dari masing masing radar adalah *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) yang didapatkan dari data sekunder frekuensi sinyal *carrier* yang kemudian dihitung seperti dalam persamaan 2.8.

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{c}{f_c} \\ &= \frac{299.792.458 \text{ (m/s)}}{1.275.000.000 \text{ (Hz)}} \\ &= 0,2351 \text{ meter}\end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.17 berikut ini.

**Tabel 4.17.** Hasil perhitungan *Wavelength*

$f_c$ (GHz)	Wavelength (cm)
1,2750	23,5132
5,3310	5,6236
1,2700	23,6057
5,3000	5,6565
9,6000	3,1228

(Sumber : Perhitungan)

b. Perhitungan *Slant Range Center* ( $R_C$ )

Dalam perhitungan daya sinyal, dibutuhkan besar jarak antara radar dengan objek yang dalam hal ini adalah nilai *Slant Range Center*. Dalam perhitungan *Slant Range Center* dibutuhkan data sekunder seperti dalam persamaan 2.1.

$$\begin{aligned}R_C &= \frac{h}{\cos \theta_{LA}} \\ &= \frac{800.000}{\cos 23^\circ} \\ &= 869.088,6482 \text{ meter}\end{aligned}$$

Pada tahap ini merupakan analisis pengaruh *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) dan *Radar Cross Section*, maka jarak ( $R_C$ ) digunakan hanya salah satunya saja, yaitu pada ketinggian 800 km, dengan *Look Angle* sebesar  $23^\circ$ . Sehingga jarak ( $R_C$ ) tetap sebesar 869.088,6482 meter.

Setelah nilai *Wavelength* dan *Slant Range Center* diketahui, maka daya sinyal (*Signal Power*) dari masing-masing radar dapat diketahui melalui persamaan yang telah dipaparkan sebelumnya. Sehingga nilai dari *Signal Power* dapat dihitung dengan persamaan 2.22. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, maka nilai *Signal Power* dengan besar  $f_c = 1,27$  GHz sebesar adalah sebagai berikut.



$$S = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 10 \log(G^2) + 10 \log(\lambda^2) + \sigma_{dB} - [10 \log((4\pi)^3) + 10 \log(R_c^4)]$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2 G_{dB} + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3.000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,2361 - 18 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (869.088.65)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3.477 + 14 + 20 \times (-0,6270) - 18 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,9391]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 12,5397 - 18 - [32,976 + 237,5626]$$

$$S_{dB} = -252,3073 \text{ dB}$$

Hasil seluruh perhitungan *Signal Power* untuk  $f_c = 1,27$  GHz ditampilkan dalam tabel 4.18

**Tabel 4.18.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan *Carrier Frequency* 1,27 GHz

Radar	$\sigma_{dB}(\text{dB})$	<i>Signal Power</i> (dB)
SEASAT	-18	-252,3073
TERRASAR-X	-19	-253,3073
ASAR ENVISAT	-20	-254, 3073
RADARSAT-2	-21	-255, 3073
COSMOSKYMED	-22	-256, 3073
ALOS/PALSAR	-23	-257, 3073
SENTINEL	-25	-259, 3073

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 1,275$  GHz

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,235132 - 18 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (869,088.65)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3,4771 + 14 + 20 \times (-0,6287) - 18 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,9391]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 12,5738 - 18 - [32,976 + 237,5626]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 12,5738 - 18 - 270,53856$$

$$S_{dB} = -252,341 \text{ dB}$$

Hail seluruh perhitungan *Signal Power* untuk  $f_c = 1,275$  GHz ditampilkan dalam tabel 4.19.

**Tabel 4.19.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan *Carrier Frequency* 1,275 GHz

Radar	$\sigma_{dB}$ (dB)	<i>Signal Power</i> (dB)
SEASAT	-18	-252,3415
TERRASAR-X	-19	-253,3415
ASAR ENVISAT	-20	-254,3415
RADARSAT-2	-21	-255,3415
COSMOSKYMED	-22	-256,3415
ALOS/PALSAR	-23	-257,3415
SENTINEL	-25	-252,3415

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 5.3$  GHz

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3.000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,056565 - 18 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (869.088.65)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3,47712 + 14 + 20 \times (-1,247452) - 18 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,939064078]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 24,949 - 18 - [32,976 + 237,56256]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 24,949 - 18 - 270,53856$$

$$S_{dB} = -264,717 \text{ dB}$$

Hasil dari perhitungan *Signal Power* untuk  $f_c = 5,3$  GHz ditampilkan dalam tabel 4.20 berikut ini.

**Tabel 4.20.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan *Carrier Frequency* 5,3 GHz

Radar	$\sigma_{dB}$ (dB)	<i>Signal Power</i> (dB)
SEASAT	-18	-264,7167
TERRASAR-X	-19	-265,7167
ASAR ENVISAT	-20	-266,7167
RADARSAT-2	-21	-267,7167
COSMOSKYMED	-22	-268,7167
ALOS/PALSAR	-23	-269,7167
SENTINEL	-25	-271,7167

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 5.331$  GHz

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3.000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,0562 - 18 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (869.088,65)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3,477 + 14 + 20 \times (-1,2430) - 18 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,9391]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 24,9997 - 18 - [32,976 + 237,5626]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 24,9997 - 18 - 270,5386$$

$$S_{dB} = -264,7674 \text{ dB}$$

Perhitungan *Signal Power* untuk  $f_c = 5,331 \text{ GHz}$  ditampilkan dalam tabel 4.21.

**Tabel 4.21.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan *Frequency Carrier* 5,331 GHz

Radar	$\sigma_{dB}(\text{dB})$	<i>Signal Power</i> (dB)
SEASAT	-18	-264,7674
TERRASAR-X	-19	-265,7674
ASAR ENVISAT	-20	-266,7674
RADARSAT-2	-21	-267,7674
COSMOSKYMED	-22	-268,7674
ALOS/PALSAR	-23	-264,7674
SENTINEL	-25	-265,7674

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 9,6 \text{ GHz}$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3.000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,031228 - 18 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (869.088.65)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3,4771 + 14 + 20 \times (-1,5055) - 18 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,9391]$$

$$S_{dB} = 34,771 + 14 - 30,1091 - 18 - [32,976 + 237,5626]$$

$$S_{dB} = 34,771 + 14 - 30,1091 - 18 - 270,5386$$

$$S_{dB} = -269,8767 \text{ dB}$$

Hasil seluruh perhitungan *Signal Power* untuk  $f_c = 9,6 \text{ GHz}$  ditampilkan dalam tabel 4.22 berikut ini.

**Tabel 4.22.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan *Carrier Frequency* 9,6 GHz

Radar	$\sigma_{dB}(\text{dB})$	<i>Signal Power</i> (dB)
SEASAT	-18	-269,8767
TERRASAR-X	-19	-270,8767
ASAR ENVISAT	-20	-271,8767
RADARSAT-2	-21	-272,8767
COSMOSKYMED	-22	-273,8767
ALOS/PALSAR	-23	-274,8767
SENTINEL	-25	-276,8767

(Sumber : Perhitungan)



#### 4.4.1.2 Perhitungan *Noise Power*

Dalam perhitungan *Noise Power*, dibutuhkan beberapa variabel yang harus dicari terlebih dahulu, dan sebagian lainnya adalah konstanta dan didapatkan dari data sekunder. Sehingga nilai dari *Noise Power* dapat dihitung dengan persamaan 2.25.

$$N_{0dB} = 10 \log (kT_0) + 10 \log B_n + NF$$

Dimana  $k$  adalah Konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$ ),  $T_0$  adalah Suhu Acuan ( $290^0$  K),  $B_n$  Bandwidth (Hz) dan NF adalah *Noise Figure*. Sehingga didapatkan salah satu *Noise Power* dari radar tersebut adalah

$$N_{0dB} = 10 \log (1,38 \times 10^{-23} \times 290) + 10 \log (150 \times 10^6) + 2$$

$$N_{0dB} = 10 \log (400,2 \times 10^{-23}) + 10 \log (150 \times 10^6) + 2$$

$$N_{0dB} = -203,977 + 81,7609 + 2$$

$$N_{0dB} = -120,2163 \text{ dB}$$

Pada tahap ini merupakan analisis pengaruh *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) dan  $\sigma_{dB}$ , maka *Noise Power* digunakan hanya salah satunya saja, yaitu pada *Bandwidth* 150 MHz. Sehingga *Noise Power* tetap sebesar -120,2163 dB. Nilai dari *Noise Power* dapat dihitung dengan persamaan 2.27. Berdasarkan data sekunder yang tertera pada tabel 4.1, maka nilai *SNR per Pulse* dari salah satu radar adalah sebagai berikut.

$$SNR_{dB} = S_{dB} - N_{0dB}$$

$$SNR_{dB} = -252,307 \text{ dB} - (-120,2163)$$

$$SNR_{dB} = -132,0907 \text{ dB}$$

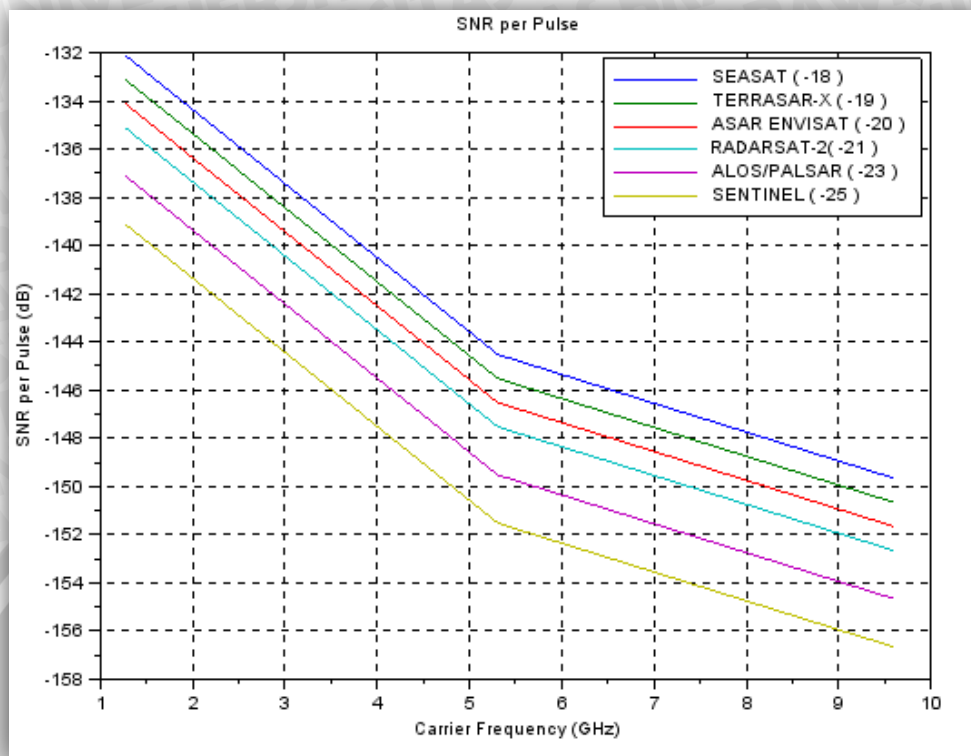
Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.23 berikut ini.

**Tabel 4.23.** Hasil perhitungan *SNR per Pulse* dengan variasi *Carrier Frequency* dan *Radar Cross Section*

Radar	$\sigma_{dB}$ (dB)	<i>SNR per Pulse</i> (dB)				
		$f_c = 1,27\text{GHz}$	$f_c = 1,275\text{GHz}$	$f_c = 5,3\text{GHz}$	$f_c = 5,331\text{GHz}$	$f_c = 9,6\text{GHz}$
SEASAT	-18	-132,091	-132,125	-144,5	-144,551	-149,66
TERRASAR-X	-19	-133,091	-133,125	-145,5	-145,551	-150,66
ASAR ENVISAT	-20	-134,091	-134,125	-146,5	-146,551	-151,66
RADARSAT-2	-21	-135,091	-135,125	-147,5	-147,551	-152,66
ALOS/PALSAR	-23	-137,091	-137,125	-149,5	-149,551	-154,66
SENTINEL	-25	-139,091	-139,125	-151,5	-151,551	-156,66

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah tampilan Tabel 4.23 dalam sebuah Grafik.



**Gambar 4.5.** Grafik *Carrier Frequency* terhadap *SNR per Pulse* dengan variasi *Radar Cross Section*

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Carrier Frequency* berbanding terbalik dengan nilai *SNR per Pulse*. Semakin besar nilai *Carrier Frequency* maka semakin kecil nilai *SNR per Pulse*. Hal ini disebabkan karena ketika *Carrier Frequency* semakin besar, maka nilai *Wavelength* semakin kecil dimana *Wavelength* berbanding lurus dengan *SNR per Pulse* menyebabkan *SNR per Pulse* semakin kecil. Sehingga, semakin besar nilai *Carrier Frequency* maka semakin buruk parameter *SNR per Pulse*. Namun, *SNR per Pulse* berbanding lurus dengan *Radar Cross Section*. Semakin besar nilai *Radar Cross Section* maka semakin besar nilai *SNR per Pulse*. Hal ini disebabkan karena ketika *Radar Cross Section* semakin besar, maka nilai *Signal Power* semakin besar menyebabkan *SNR per Pulse* semakin besar.

#### 4.4.2 Analisis *SNR per Pulse* dengan variasi *Platform Altitude* dan *Bandwidth* ( $B_n$ )

Pada tahap ini merupakan analisis pengaruh *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ), maka *Radar Cross Section* digunakan hanya salah satunya saja, yaitu pada *Radar Cross Section* bernilai -21. Untuk *Slant Range Center* sendiri, menggunakan perubahan ketinggian namun dengan *Look Angle* yang sama besar yaitu  $23^{\circ}$ .

#### 4.4.2.1 Perhitungan *Signal Power* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ )

Dalam perhitungan daya sinyal, dibutuhkan beberapa variabel yang harus dicari terlebih dahulu, dan sebagian lainnya didapatkan dari data sekunder.

##### a. Perhitungan *Wavelength*

Dalam perhitungan *Wavelength*, perlu beberapa variable yang dibutuhkan dari masing masing radar adalah *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) yang didapatkan dari data sekunder frekuensi sinyal *carrier* yang kemudian dihitung seperti dalam persamaan 2.8.

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{c}{f_c} \\ &= \frac{299.792.458 \text{ (m/s)}}{5.300.000.000 \text{ (Hz)}} = 0,0566 \text{ meter}\end{aligned}$$

Pada tahap ini merupakan analisis pengaruh *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ), maka *Wavelength* digunakan hanya salah satunya saja, yaitu pada *Carrier Frequency* sebesar 5.3 GHz. Sehingga *Wavelength* tetap sebesar 5,6565 cm.

##### b. Perhitungan *Slant Range Center* ( $R_C$ )

Dalam perhitungan daya sinyal, dibutuhkan besar jarak antara radar dengan objek yang dalam hal ini adalah nilai *Slant Range Center*. Dalam perhitungan *Slant Range Center* dibutuhkan data sekunder kemudian dihitung seperti dalam persamaan 2.1. Dengan *Look Angle* sebesar  $23^{\circ}$ .

$$\begin{aligned}R_C &= \frac{h}{\cos \theta_{LA}} = \frac{800.000}{\cos 23^{\circ}} \\ &= 869.088,6482 \text{ meter}\end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.24 berikut ini.

**Tabel 4.24.** Hasil perhitungan *Slant Range Center* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ )

<i>Altitude</i> (km)	$R_C$ (meter)
620	673.543,7024
660	716.998,1348
691	750.675,3199
693	752.848,0415
798	866.915,9266
800	869.088,6482

(Sumber : Perhitungan)



Setelah nilai *Wavelength* dan *Slant Range Center* diketahui, maka daya sinyal dari masing-masing radar dapat diketahui melalui persamaan yang telah dipaparkan pada persamaan 2.22. Berikut contoh perhitungan nilai *Signal Power* dengan  $h=620$  km.

$$S = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 10 \log(G^2) + 10 \log(\lambda^2) + \sigma_{dB} - [10 \log((4\pi)^3) + 10 \log(R_c^4)]$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2(10 \log G) + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log P_t + 2 G_{dB} + 20 \log \lambda + \sigma_{dB} - [30 \log(4\pi) + 40 \log(R_c)]$$

$$S_{dB} = 10 \log 3.000 + 2 \times 7 + 20 \log 0,0566 - 21 - [30 \log(4\pi) + 40 \log (673.543.7024)]$$

$$S_{dB} = 10 \times 3,4771 + 14 + 20 \times (-1,247455) - 21 - [30 \times 1,0992 + 40 \times 5,8284]$$

$$S_{dB} = 34,7712 + 14 - 24,9491 - 21 - [32,976 + 233,1347]$$

$$S_{dB} = -263,2888 \text{ dB}$$

Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.25 berikut ini.

**Tabel 4.25.** Hasil perhitungan *Signal Power* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ )

<i>Altitude</i> (km)	<i>Signal Power</i> (dB)
620	-263,2888
660	-264,3749
691	-265,1723
693	-265,2225
798	-267,6733
800	-267,7167

(Sumber : Perhitungan)

#### 4.4.2.2 Perhitungan *Noise Power*

Dalam perhitungan *Noise Power*, dibutuhkan beberapa variabel yang harus dicari terlebih dahulu, dan sebagian lainnya adalah konstanta dan didapatkan dari data sekunder. Sehingga nilai dari *Noise Power* dapat dihitung dengan persamaan 2.25.

$$N_{0dB} = 10 \log (kT_0) + 10 \log B_n + NF$$

$$N_{0dB} = 10 \log (1,38 \times 10^{-23} \times 290) + 10 \log (19 \times 10^6) + 2$$

$$N_{0dB} = 10 \log (400,2 \times 10^{-23}) + 10 \log (19 \times 10^6) + 2$$

$$N_{0dB} = -203,977 + 72,7875 + 2$$

$$N_{0dB} = -129,1897 \text{ dB}$$

Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.26 berikut ini.

**Tabel 4.26.** Hasil perhitungan *Noise Power*

Radar	$B_n$ (MHz)	Noise Power (dB)
SEASAT	19	-129,1897
ASAR ENVISAT	16	-129,9360
ALOS/PALSAR	14	-130,5159
RADARSAT-2, COSMOSKYMED, SENTINEL	100	-121,9772
TERRASAR-X	150	-120,2163

(Sumber : Perhitungan)

Tahap berikutnya adalah perhitungan nilai *SNR per Pulse*. Berikut adalah salah satu perhitungan *SNR per Pulse* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ) berdasarkan rumus 2.27 dengan *Platform Altitude* ( $h$ ) 620 kilometer dan *Bandwidth* 100 MHz.

$$SNR_{dB} = S_{dB} - N_{dB}$$

$$SNR_{dB} = -263,2888 \text{ dB} - (-129,1897)$$

$$SNR_{dB} = -134,0991 \text{ dB}$$

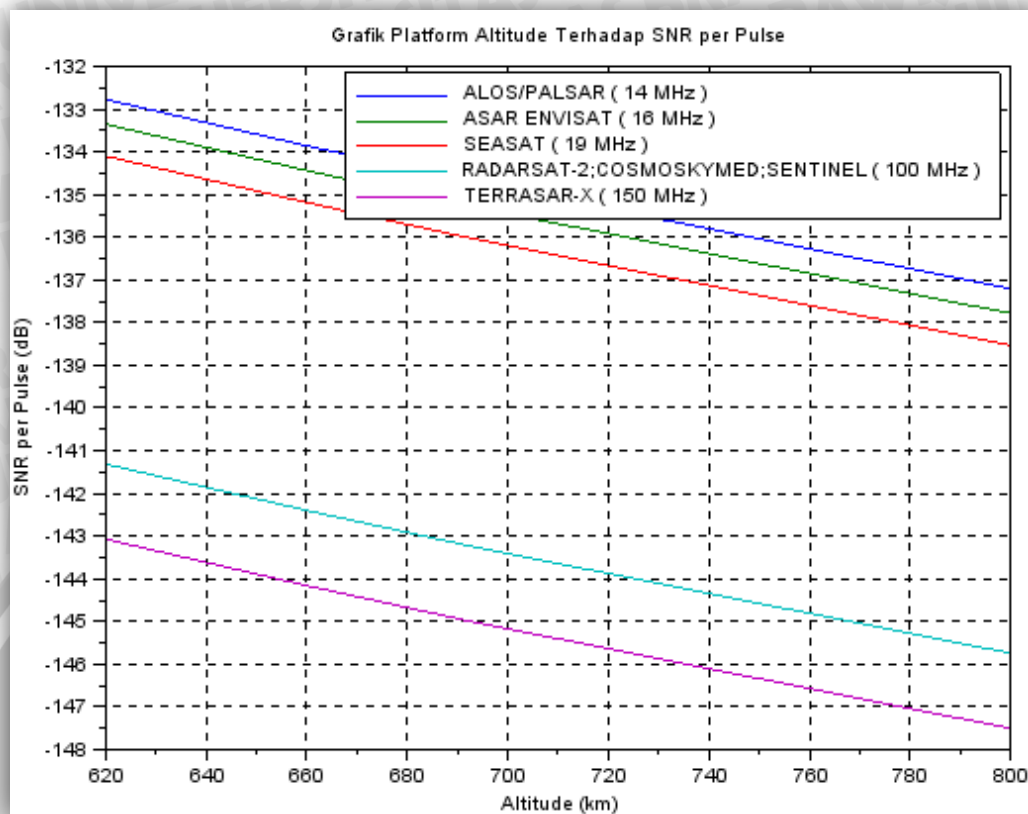
Pada tahap ini yang merupakan analisis pengaruh *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ), tidak hanya dihitung *SNR per Pulse* dari masing-masing radar. Namun dilakukan perhitungan dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ ). Sehingga, dihitung juga dengan ketinggian yang sama namun dengan *bandwidth* yang berbeda. Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.27 berikut ini.

**Tabel 4.27.** Hasil perhitungan *SNR per Pulse* dengan variasi *Platform Altitude* ( $h$ ) dan *Bandwidth* ( $B_n$ )

Radar	$B_n$ (GHz)	<i>SNR per Pulse</i> (dB)					
		h=620 km	h=660 km	h=691 km	h=693 km	h=798 km	h=800 km
ALOS/PALSAR	14	-132,773	-133,859	-134,656	-134,707	-137,157	-137,201
ASAR ENVISAT	16	-133,353	-134,439	-135,236	-135,286	-137,737	-137,781
SEASAT	19	-134,099	-135,185	-135,983	-136,033	-138,484	-138,527
RADARSAT-2, COSMOSKYMED, SENTINEL	100	-141,312	-142,398	-143,195	-143,245	-145,696	-145,74
TERRASAR-X	150	-143,073	-144,159	-144,956	-145,006	-147,457	-147,5

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah tampilan Tabel 4.27 dalam sebuah Grafik.



**Gambar 4.6.** Grafik *Platform Altitude* ( $h$ ) terhadap *SNR per Pulse* dengan variasi *Bandwidth* ( $B_n$ )

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) berbanding terbalik dengan nilai *SNR per Pulse*. Semakin besar nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) maka semakin kecil nilai *SNR per Pulse*. Hal ini disebabkan karena ketika *Platform Altitude* ( $h$ ) semakin besar, maka nilai *Signal Power* semakin kecil menyebabkan *SNR per Pulse* semakin kecil. Sehingga, semakin besar nilai *Platform Altitude* ( $h$ ) maka semakin buruk parameter *SNR per Pulse*. Begitu juga dengan *Bandwidth* ( $B_n$ ). Semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin kecil nilai *SNR per Pulse*. Hal ini disebabkan karena ketika *Bandwidth* ( $B_n$ ) semakin besar, maka nilai *Noise Power* semakin besar dimana *Noise Power* berbanding terbalik dengan *SNR per Pulse* menyebabkan *SNR per Pulse* semakin kecil. Sehingga, semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin buruk parameter *SNR per Pulse*.

#### 4.5 Analisis *Slant Range Resolution*

Dalam perhitungan *Slant Range Resolution*, dibutuhkan data sekunder berupa nilai *Bandwidth* dari masing-masing radar. Berikut adalah salah satu perhitungan *Slant Range Resolution* ( $D_s$ ) dengan *Bandwidth* radar SEASAT berdasarkan persamaan 2.33.



$$D_s = \frac{c}{2B_n}$$

Dimana  $c$  adalah Kecepatan Cahaya ( $299.792.458 \text{ (m/s)}$ ) dan  $B_n$  adalah *Bandwidth*(Hz).

$$D_s = \frac{299.792.458}{2 \times 19.000.000}$$

$$D_s = \frac{299.792.458}{38.000.000} = 7,8893 \text{ meter}$$

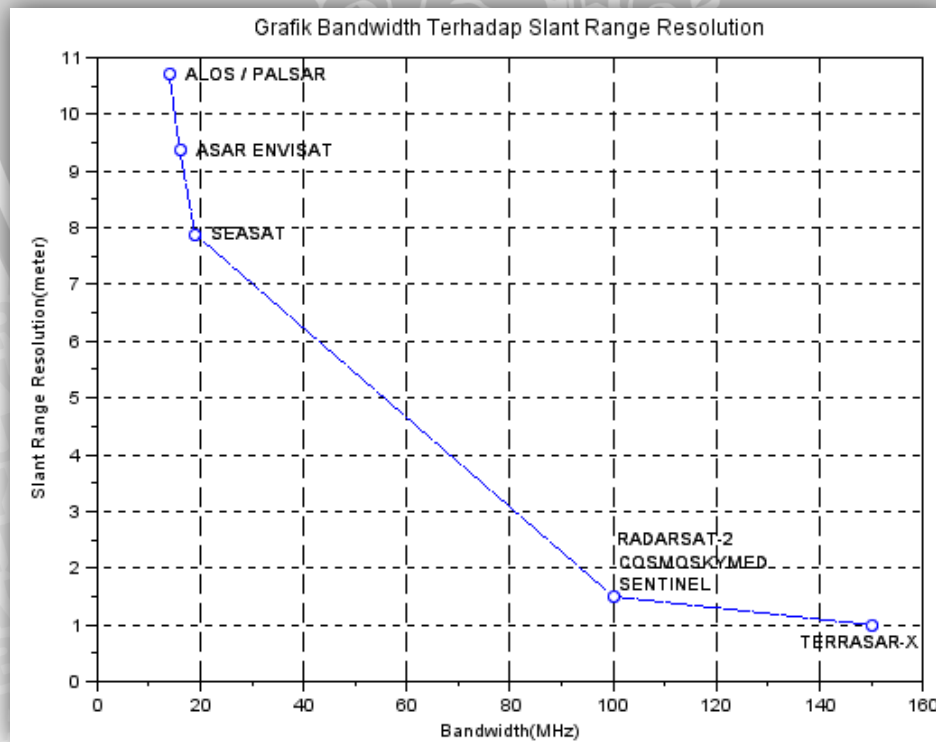
Hasil seluruh perhitungan *Slant Range Resolution* ( $D_s$ ) ditampilkan dalam tabel 4.28:

**Tabel 4.28.** Hasil perhitungan *Slant Range Resolution* ( $D_s$ )

Radar	$B_n$ (MHz)	<i>Slant Range Resolution</i> (meter)
ALOS/PALSAR	14	10,7069
ASAR ENVISAT	16	9,3685
SEASAT	19	7,8893
RADARSAT-2 COSMOSKYMED SENTINEL	100	1,4990
TERRASAR-X	150	0,9993

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah tampilan dari Tabel 4.28 dalam bentuk grafik.



**Gambar 4.7.** Grafik *Bandwidth* ( $B_n$ ) terhadap *Slant Range Resolution* ( $D_s$ )

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) berbanding terbalik dengan nilai *Slant Range Resolution* ( $D_s$ ). Semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin kecil nilai *Slant Range Resolution* ( $D_s$ ). Sehingga, semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin baik parameter *Slant Range Resolution* ( $D_s$ ).

#### 4.6 Analisis Ground Resolution

Dalam perhitungan *Ground Resolution*, dibutuhkan data sekunder berupa nilai *Bandwidth* dan besar *Look Angle*. Berikut adalah salah satu perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* ( $B_n$ ) 14 MHz dengan *Look Angle* sebesar  $23^\circ$  dari persamaan 2.41.

$$D_g = \frac{c}{2B_n \sin \theta_{LA}}$$

Dimana  $c$  adalah Kecepatan Cahaya ( $299.792.458 \text{ (m/s)}$ ),  $B_n$  adalah *Bandwidth* (Hz) dan  $\theta_{LA}$  adalah besar *Look angle* ( $^\circ$ ). Berikut ini adalah salah satu perhitungan *Ground Resolution* dengan *Bandwidth* sebesar 14 MHz.

$$D_g = \frac{299.792.458}{2 \times 14.000.000 \times \sin 23^\circ} = \frac{299.792.458}{28.000.000 \times 0.3907}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{10.940.471,6}$$

$$D_g = 27,4021 \text{ meter}$$

Hasil perhitungan dengan *Bandwidth* 14 MHz ditampilkan dalam tabel 4.29.

**Tabel 4.29.** Hasil perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* 14 MHz

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)
SEASAT	$23^\circ$	27,4021
ASAR ENVISAT	$30^\circ$	21,4137
ALOS/PALSAR	$34^\circ$	19,1470
RADARSAT-2	$39^\circ$	17,0134
COSMOSKYMED	$37.5^\circ$	17,5880
TERRASAR-X		17,5880
SENTINEL	$32.5^\circ$	19,9272

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $B_n = 16$  MHz,

$$D_g = \frac{299.792.458}{2 \times 16.000.000 \times \sin 23^\circ}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{32.000.000 \times 0.3907}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{12.503.396,11}$$

$$D_g = 23,9769 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* sebesar 16 MHz ditampilkan dalam tabel 4.30.

**Tabel 4.30.** Hasil perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* 16 MHz

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)
SEASAT	23 <sup>0</sup>	23,9769
ASAR ENVISAT	30 <sup>0</sup>	18,7370
ALOS/PALSAR	34 <sup>0</sup>	16,7536
RADARSAT-2	39 <sup>0</sup>	14,8870
COSMOSKYMED	37.5 <sup>0</sup>	15,3894
TERRASAR-X		15,3894
SENTINEL	32.5 <sup>0</sup>	17,4363

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $B_n = 19$  MHz,

$$D_g = \frac{299.792.458}{2 \times 19.000.000 \times \sin 23^\circ}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{38.000.000 \times 0,3907}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{14.847.782,88}$$

$$= 20,1911 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan dengan *Bandwidth* sebesar 19 MHz ditampilkan dalam tabel 4.31.



**Tabel 4.31.** Hasil perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* 19 MHz

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)
SEASAT	23 <sup>0</sup>	20,1910
ASAR ENVISAT	30 <sup>0</sup>	15,7785
ALOS/PALSAR	34 <sup>0</sup>	14,1083
RADARSAT-2	39 <sup>0</sup>	12,5362
COSMOSKYMED	37.5 <sup>0</sup>	12,9595
TERRASAR-X		12,9595
SENTINEL	32.5 <sup>0</sup>	14,6832

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $B_n = 100$  MHz,

$$D_g = \frac{299.792.458}{2 \times 100.000.000 \times \sin 23^0} = \frac{299.792.458}{200.000.000 \times 0,3907}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{78.146.225,7} = 3,8363 \text{ meter}$$

Hasil perhitungan dengan *Bandwidth* sebesar 100 MHz ditampilkan dalam tabel 4.32.**Tabel 4.32.** Hasil perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* 100 MHz

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)
SEASAT	23 <sup>0</sup>	3,8363
ASAR ENVISAT	30 <sup>0</sup>	2,9979
ALOS/PALSAR	34 <sup>0</sup>	2,6806
RADARSAT-2	39 <sup>0</sup>	2,3819
COSMOSKYMED	37.5 <sup>0</sup>	2,4623
TERRASAR-X		2,4623
SENTINEL	32.5 <sup>0</sup>	2,7898

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $B_n = 150$  MHz,

$$D_g = \frac{299.792.458}{2 \times 150.000.000 \times \sin 23^0}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{300.000.000 \times 0,3907}$$

$$D_g = \frac{299.792.458}{117.219.338.5}$$

$$D_g = 2,5575 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* sebesar 150 MHz ditampilkan dalam tabel 4.33 berikut ini.

**Tabel 4.33.** Hasil perhitungan *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan *Bandwidth* 150 MHz

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)
SEASAT	23 <sup>0</sup>	2,5575
ASAR ENVISAT	30 <sup>0</sup>	1,9986
ALOS/PALSAR	34 <sup>0</sup>	1,7871
RADARSAT-2	39 <sup>0</sup>	1,5879
COSMOSKYMED	37,5 <sup>0</sup>	1,6415
TERRASAR-X		1,6415
SENTINEL	32,5 <sup>0</sup>	1,8699

(Sumber : Perhitungan)

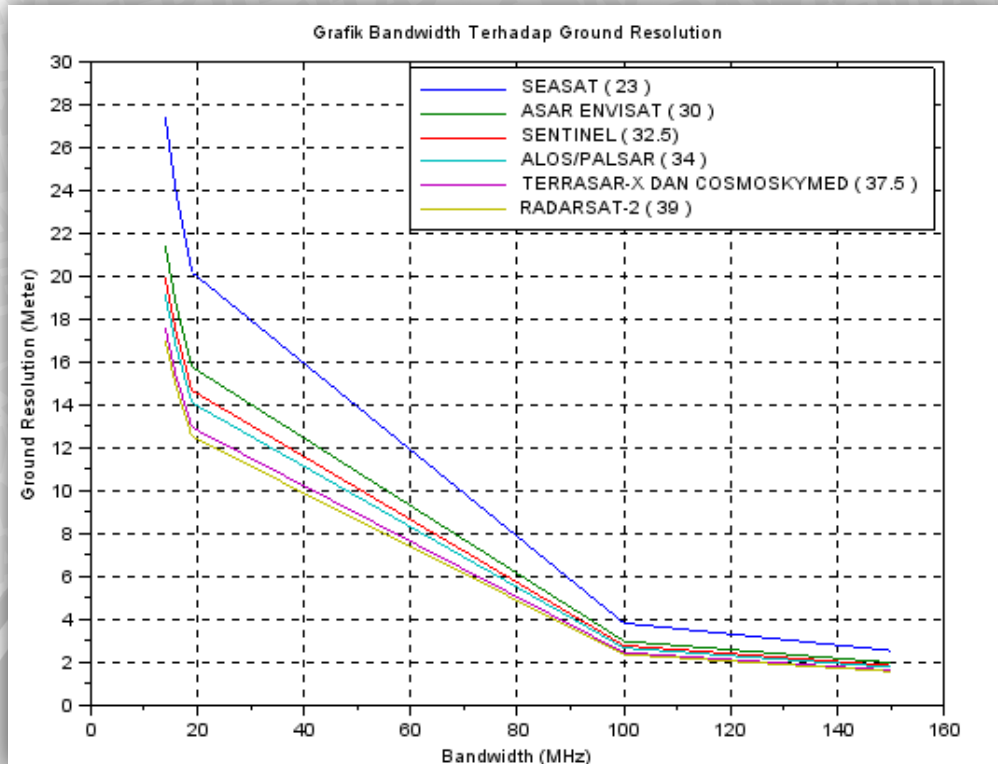
Hasil dari seluruh perhitungan *Ground Resolution* dengan *Bandwidth* yang berbeda-beda ditampilkan dalam tabel 4.34 berikut ini.

**Tabel 4.34.** Hasil perhitungan *Ground Resolution*

Radar	Look Angle	Ground Resolution (meter)				
		$B_n = 14$ MHz	$B_n = 16$ MHz	$B_n = 19$ MHz	$B_n = 100$ MHz	$B_n = 150$ MHz
SEASAT	23 <sup>0</sup>	27,402	23,977	20,191	3,836	2,558
ASAR ENVISAT	30 <sup>0</sup>	21,414	18,737	15,779	2,998	1,999
ALOS/PALSAR	34 <sup>0</sup>	19,147	16,754	14,108	2,681	1,787
RADARSAT-2	39 <sup>0</sup>	17,013	14,887	12,536	2,382	1,588
COSMOSKYME D	37,5 <sup>0</sup>	17,588	15,389	12,96	2,462	1,642
TERRASAR-X		17,588	15,389	12,96	2,462	1,642
SENTINEL	32,5 <sup>0</sup>	19,927	17,436	14,683	2,79	1,86

(Sumber : Perhitungan)

Gambar 4.8 berikut ini adalah grafik *Bandwidth* terhadap *Ground Resolution* dengan variasi *Look Angle*.



**Gambar 4.8.** Grafik *Bandwidth* ( $B_n$ ) terhadap *Ground Resolution* ( $D_g$ ) dengan variasi *Look Angle* ( $^\circ$ )

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) berbanding terbalik dengan nilai *Ground Resolution* ( $D_g$ ). Semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin kecil nilai *Ground Resolution* ( $D_g$ ). Sehingga, semakin besar nilai *Bandwidth* ( $B_n$ ) maka semakin baik parameter *Ground Resolution* ( $D_g$ ). Begitu juga dengan *Look Angle*. Semakin besar nilai *Look Angle* maka semakin kecil nilai *Ground Resolution* ( $D_g$ ).

#### 4.7 Analisis Azimuth Resolution

Berdasarkan persamaan 2.42, maka dalam perhitungan *Azimuth Resolution*, dibutuhkan besar *Antenna Length* dan *Elevation Beamwidth*. Dari persamaan 2.11, diketahui bahwa dalam mendapatkan nilai *Antenna Length*, maka dibutuhkan panjang gelombang pulsa yang dipancarkan (*Wavelength*) dari masing-masing radar. Untuk mendapatkan nilai *Wavelength*, maka dibutuhkan data sekunder berupa *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) sehingga didapatkan nilai *Wavelength* pada tabel 4.17. Untuk *Elevation Beamwidth* sendiri, digunakan 5 variabel yaitu sebesar  $2^\circ$ ,  $13^\circ$ ,  $24^\circ$ ,  $35^\circ$  dan  $46^\circ$  yang diubah dahulu ke dalam satuan radian.



a. Perhitungan *Wavelength*

Perhitungan *Wavelength* sudah dilakukan sebelumnya berdasarkan *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) sehingga didapatkan Tabel 4.17.

b. Konversi *Elevation Beamwidth*

*Elevation Beamwidth* adalah salah satu variabel untuk mendapatkan nilai *Azimuth Resolution*. Didapatkan nilai *Elevation Beamwidth* berkisar antara  $2^0$ - $46^0$ . Pada rentang tersebut, diambil 5 sudut *sample* sebagai perhitungan *Azimuth Resolution*. Yaitu pada sudut sebesar  $2^0$ ,  $13^0$ ,  $24^0$ ,  $35^0$ , dan  $46^0$ . Untuk mendapatkan *Azimuth Resolution*, sudut ini perlu diubah ke dalam bentuk radian terlebih dahulu. Berikut adalah salah satu contoh konversi derajat ke dalam radian.

$$\theta_{rad} = \frac{\theta_{deg}}{180^0} \times 3,1416 \quad (4.1)$$

Berikut adalah salah satu konversi sudut.

$$\theta_{rad} = \frac{2^0}{180^0} \times 3,1416 = 0,0111 \times 3,1416$$

$$\theta_{rad} = 0,0111 \times 3,1416$$

$$\theta_{rad} = 0,0349 \text{ rad.}$$

Hasil dari *sample* konversi *Elevation Beamwidth* ditampilkan dalam tabel 4.35 berikut.

**Tabel 4.35.** Hasil dari *sample* konversi *Elevation Beamwidth*

$\theta_{deg}$	$\theta_{rad}$
$2^0$	0,0349
$13^0$	0,2269
$24^0$	0,4189
$35^0$	0,6109
$46^0$	0,8029

(Sumber : Perhitungan)

b. Perhitungan *Antenna Length*

Perhitungan *Antenna Length* dilakukan dengan 5 macam variasi *Elevation Beamwidth* yang diubah ke bentuk satuan radian terlebih dahulu. *Antenna Length* dihitung berdasarkan persamaan 2.11.

$$l = \frac{\lambda}{\vartheta_{az}}$$

Dimana  $\lambda$  adalah *Wavelength* (m) dan  $\vartheta_{az}$  adalah *Azimuth Beamwidth* (rad). Berikut adalah salah satu perhitungan *Antenna Length* berdasarkan persamaan 2.11 dengan *Carrier Frequency* sebesar 1,27 GHz.

$$l = \frac{0,2361}{0,0349}$$

$$l = 6,7625 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* sebesar 1,27 GHz ditampilkan dalam tabel 4.36 berikut ini.

**Tabel 4.36.** Hasil perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* 1,27 GHz

$\vartheta_{az}$	<i>Antenna Length</i> (meter)
$2^{\circ}$	6,7625
$13^{\circ}$	1,0404
$24^{\circ}$	0,5635
$35^{\circ}$	0,3864
$46^{\circ}$	0,2940

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 1,275$  GHz.

$$l = \frac{0,2351}{0,0349}$$

$$l = 6,736 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* sebesar 1,275 GHz ditampilkan dalam tabel 4.37 berikut ini.

**Tabel 4.37.** Hasil perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* 1,275 GHz

$\vartheta_{az}$	<i>Antenna Length</i> (meter)
$2^{\circ}$	6,7360
$13^{\circ}$	1,0363
$24^{\circ}$	0,5613
$35^{\circ}$	0,3849
$46^{\circ}$	0,2929

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 5,3$  GHz.

$$l = \frac{0,0566}{0,0349}$$

$$l = 1,6205 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* sebesar 5,3 GHz ditampilkan dalam tabel 4.38 berikut ini.

**Tabel 4.38.** Hasil perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* 5,3 GHz

$\vartheta_{az}$	<i>Antenna Length</i> (meter)
2 <sup>0</sup>	1,6205
13 <sup>0</sup>	0,2493
24 <sup>0</sup>	0,1350
35 <sup>0</sup>	0,0926
46 <sup>0</sup>	0,0705

(Sumber : Perhitungan)

Untuk  $f_c = 5,331$  GHz.

$$l = \frac{0,056236}{0,0349}$$

$$l = 1,6110 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* sebesar 5.331 GHz ditampilkan dalam tabel 4.39 berikut ini.

**Tabel 4.39.** Hasil perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* 5,331 GHz

$\vartheta_{az}$	<i>Antenna Length</i> (meter)
2 <sup>0</sup>	1,6110
13 <sup>0</sup>	0,2479
24 <sup>0</sup>	0,1343
35 <sup>0</sup>	0,0921
46 <sup>0</sup>	0,0700

(Sumber : Perhitungan)



Untuk  $f_c = 9,6$  GHz.

$$l = \frac{0,0312}{0,0349}$$

$$l = 0,8946 \text{ meter}$$

Hasil dari seluruh perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* sebesar 9,6 GHz ditampilkan dalam tabel 4.40 berikut ini.

**Tabel 4.40.** Hasil perhitungan *Antenna Length* ( $l$ ) dengan *Carrier Frequency* 9,6 GHz

$\vartheta_{az}$	<i>Antenna Length</i> (meter)
$2^{\circ}$	<b>0,8946</b>
$13^{\circ}$	<b>0,1376</b>
$24^{\circ}$	<b>0,0746</b>
$35^{\circ}$	<b>0,0511</b>
$46^{\circ}$	<b>0,0389</b>

(Sumber : Perhitungan)

Setelah semua nilai *Antenna Length* (meter) diketahui pada *Carrier Frequency* yang berbeda-beda, maka nilai *Azimuth* dapat diketahui dengan persamaan 2.42 seperti perhitungan salah satu *Azimuth Resolution* berikut ini:

$$D_v = \frac{l}{2}$$

$$D_v = \frac{6,7625}{2}$$

$$D_v = 3,3813 \text{ meter}$$

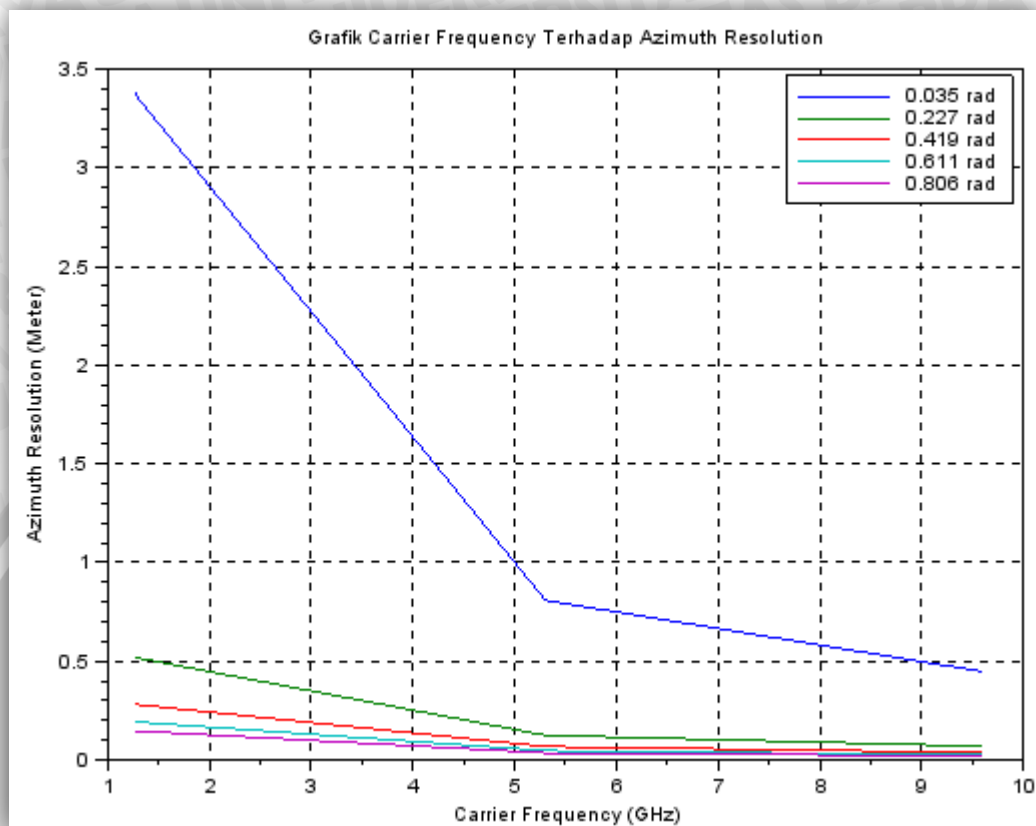
Hasil dari seluruh perhitungan ditampilkan dalam tabel 4.41 berikut ini.

**Tabel 4.41.** Hasil perhitungan *Azimuth Resolution* ( $D_v$ )

$\vartheta_{ra}$	<i>Azimuth Resolution</i> (meter)				
	$f_c = 1,27$ GHz	$f_c = 1,275$ GHz	$f_c = 5,3$ GHz	$f_c = 5,331$ GHz	$f_c = 9,6$ GHz
$2^{\circ}$	3,3813	3,368	0,8102	0,8055	0,4473
$13^{\circ}$	0,5202	0,5181	0,1247	0,1239	0,0688
$24^{\circ}$	0,2818	0,2807	0,0675	0,0671	0,0373
$35^{\circ}$	0,1932	0,1925	0,0463	0,0460	0,0256
$46^{\circ}$	0,1470	0,1464	0,0352	0,0350	0,0194

(Sumber : Perhitungan)

Gambar 4.9 berikut ini adalah grafik *Carrier Frequency* terhadap *Azimuth Resolution* dengan variasi *Elevation Beamwidth*.



**Gambar 4.9.** Grafik *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) terhadap *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ) dengan variasi *Elevation Beamwidth* (rad)

Dari Grafik terlihat bahwa nilai *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) berbanding terbalik dengan nilai *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ). Semakin besar nilai *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) maka semakin kecil nilai *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ). Hal ini disebabkan karena ketika *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) semakin besar, maka nilai *Wavelength* semakin kecil menyebabkan *Antenna Length* semakin kecil dimana *Antenna Length* berbanding lurus dengan *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ). Sehingga, semakin besar nilai *Carrier Frequency* ( $f_c$ ) maka semakin baik parameter *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ). Begitu juga dengan *Elevation Beamwidth* ( $\vartheta_{ra}$ ). Semakin besar nilai *Elevation Beamwidth* ( $\vartheta_{ra}$ ) maka semakin kecil nilai *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ). Hal ini disebabkan karena ketika *Elevation Beamwidth* ( $\vartheta_{ra}$ ) semakin besar, maka nilai *Antenna Length* semakin kecil dimana *Antenna Length* berbanding lurus dengan *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ) menyebabkan *Azimuth Resolution* ( $D_v$ ).