

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alamiin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Dan Simulasi Parameter Radar Terhadap Performansi *Synthetic Aperture Radar* (SAR) Pada Tahap Awal Pencitraan Sensor Radar” . Tidak lupa shalawat dan salam senantiasa tercurahkan untuk rasul tercinta, Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing ke jalan yang terang.

Selama penyelesaian skripsi ini penulis menyadari adanya dorongan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, ibu, ayah, kakak dan sanak saudara yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dukungan, kepercayaan, dan dorongan baik moril maupun materiil hingga hari ini.
2. Bapak Dwi Fadila K., S.T., M.T. dan Bapak M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang banyak memberikan saran, kesabaran, dan waktu sehingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak M. Aziz Muslim, S.T. M.T., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Jurusan Elektro yang telah menyetujui pembuatan skripsi penulis dari awal.
5. Bapak Fauzan Edi Purnomo, S.T., M.T. selaku Ketua Laboratorium Telekomunikasi dan Pak Iswanto, ST. selaku laboran.
6. Segenap dosen yang telah memberikan ilmu kepada penulis dalam perkuliahan, serta seluruh staf Karyawan Jurusan Teknik Elektro.
7. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Telekomunikasi Dewi, Imee, Reno, Hizba, Calvin, Keynan, Irham, Reno S., Ikhwan, Farhan, Septian, Alvino, Elina, Aisyah, Anggun, Fina serta Asisten 2009 dan 2008 yang telah bekerjasama dengan baik selama ini.
8. Rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Elektro Mega, Imee, Christopher, Davin, Bagus, Fery, Agwin, Anastasia, Ferdy, Reza, Ares, Zainma, Ijul beserta yang lainnya yang telah membantu dalam melaksanakan tanggung jawab di HME.

9. Rekan yang telah membantu penyelesaian skripsi ini seperti Ahmad Riza Abdullah yang telah banyak membantu dalam memahami SCILAB.
10. Teman seperjuangan Erny, Ferdy, dan Hamu.
11. Sahabat-sahabat dari keluarga besar Magnet 2010 yang banyak memberikan dukungan dan dorongan.
12. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro atas kebersamaan dan pengetahuannya.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Malang, 9 April 2014

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	7
2.2 Radar	7
2.2.1 Panjang Gelombang dan Frekuensi Radar	10
2.2.2 Resolusi Radar	12
2.2.3 Pencitraan dengan RADAR	13
2.2.4 <i>Real Aperture Radar</i>	15
2.2.5 <i>Synthetic Aperture Radar</i>	15
2.2.5.1 <i>Platform Altitude (h)</i>	17
2.2.5.2 <i>Platform Speed (v)</i>	17
2.2.5.3 <i>Look Angle</i>	18
2.2.5.4 <i>Azimuth Beamwidth</i>	19
2.2.5.5 <i>Bandwidth</i>	19
2.2.5.6 <i>Carrier Frequency</i>	19
2.2.5.7 <i>Output Power</i>	20
2.2.5.8 <i>Antenna Gain</i>	21
2.2.5.9 <i>Slant Range Center</i>	22
2.2.5.10 <i>Maximum Slant Range</i>	23
2.2.5.11 <i>Minimum Slant Range</i>	23
2.2.5.12 <i>Ground Swath Width</i>	24

2.2.5.13 Wavelength	25
2.2.5.14 Synthetic Aperture Length	27
2.2.5.15 Image Size	27
2.2.5.16 Antenna Length	28
2.2.5.17 Antenna Width	28
2.2.5.18 Average RF Power	28
2.2.5.19 Signal Power	28
2.2.5.20 Noise Power	31
2.2.5.21 Signal To Noise Ratio per Pulse	31
2.2.5.22 Bandwidth Doppler	31
2.2.5.23 Start Sampling	32
2.2.5.24 Stop Sampling	32
2.2.5.25 Slant Range Resolution	32
2.2.5.26 Ground Resolution	33
2.2.5.27 Azimuth Resolution	35
2.3 SCILAB	35

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum	39
3.2 Studi Literatur	40
3.3 Pengambilan Data	40
3.4 Perancangan GUI Simulator Parameter SAR	40
3.5 Simulasi Dan Pengolahan Data	41
3.5.1 Slant Range Center	42
3.5.2 Maximum Slant Range	43
3.5.3 Minimum Slant Range	43
3.5.4 Ground Swath Width	44
3.5.5 Wavelength	44
3.5.6 Synthetic Aperture Length	45
3.5.7 Image Size	46
3.5.8 Antenna Length	46
3.5.9 Antenna Width	47
3.5.10 Average RF Power	47
3.5.11 Signal Power	48

3.5.12 Noise Power	48
3.5.13 SNR per Pulse	49
3.5.14 Bandwidth Doppler	50
3.5.15 Start Sampling	51
3.5.16 Stop Sampling	51
3.5.17 Slant Range Resolution	52
3.5.18 Ground Resolution	52
3.5.19 Azimuth Resolution	53
3.6 Pembahasan Dan Hasil	53
3.6.1 Ground Swath Width	54
3.6.2 Signal to Noise Ratio (SNR per Pulse)	55
3.6.3 Slant Range Resolution	56
3.6.4 Ground Resolution	57
3.6.5 Azimuth Resolution	58
3.7 Pengambilan Kesimpulan Dan Saran	59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

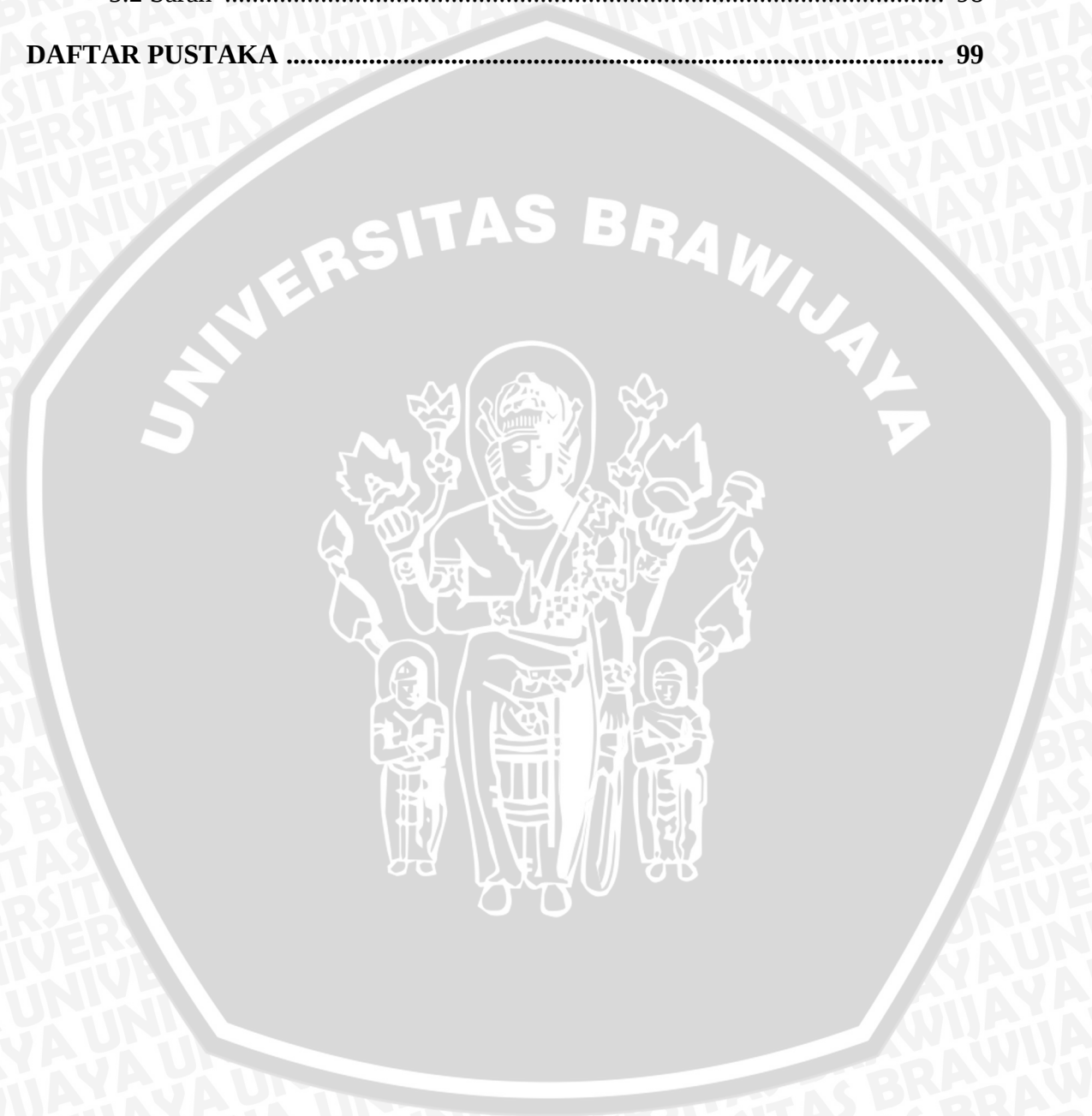
4.1 Umum	60
4.2 Simulasi Parameter Desain <i>Synthetic Aperture Radar</i>	60
4.3 Analisis <i>Ground Swath Width</i>	63
4.3.1 Perhitungan <i>Maximum Range</i>	63
4.3.2 Perhitungan <i>Minimum Range</i>	68
4.4 Analisis <i>Signal to Noise Ratio per Pulse (SNR per Pulse)</i>	75
4.4.1 Analisis <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Carrier Frequency</i> dan <i>Radar Cross Section</i>	75
4.4.1.1 Perhitungan <i>Signal Power</i> dengan variasi <i>Carrier</i> <i>Frequency</i> dan <i>Radar</i>	75
4.4.1.2 Perhitungan <i>Noise Power</i>	80
4.4.2 Analisis <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Platform Altitude (h)</i> dan <i>Bandwidth (B_n)</i>	81
4.4.2.1 Perhitungan <i>Signal Power</i> dengan variasi <i>Platform</i> <i>Altitude (h)</i>	82
4.4.2.2 Perhitungan <i>Noise Power</i>	83
4.5 Analisis <i>Slant Range Resolution</i>	85

4.6 Analisis <i>Ground Resolution</i>	87
4.7 Analisis <i>Azimuth Resolution</i>	91

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	98

DAFTAR PUSTAKA	99
-----------------------------	-----------



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Blok diagram suatu sistem radar <i>typical</i>	9
Gambar 2.2.	Resolusi searah lintasan (<i>Azimuth Resolution</i>)	12
Gambar 2.3.	Cara kerja radar	14
Gambar 2.4.	Pancaran gelombang radar	14
Gambar 2.5.	Parameter radar	17
Gambar 2.6.	Ilustrasi SAR	18
Gambar 2.7.	Pengiriman pulsa	18
Gambar 2.8.	SAR <i>geometry</i>	19
Gambar 2.9.	<i>Peak Power</i>	20
Gambar 2.10.	Gambar <i>Slant Range</i>	22
Gambar 2.11.	<i>Near Range</i> dan <i>Far Range</i>	23
Gambar 2.12.	Definisi range minimum dan maksimum	24
Gambar 2.13.	Pencitraan geometri radar	24
Gambar 2.14.	Gelombang	25
Gambar 2.15.	Skema perekaman radar	27
Gambar 2.16.	Elemen persamaan radar	29
Gambar 2.17.	Definisi range cell di permukaan tanah	32
Gambar 2.18.	Definisi <i>footprint</i>	33
Gambar 2.19.	Definisi sel resolusi	34
Gambar 3.1.	Diagram alir penyusunan penelitian	39
Gambar 3.2.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Slant Range Center</i>	42
Gambar 3.3.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Maximum Slant Range</i>	43
Gambar 3.4.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Minimum Slant Range</i>	43
Gambar 3.5.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Ground Swath Width</i>	44
Gambar 3.6.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Wavelength</i>	44
Gambar 3.7.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Synthetic Aperture Length</i>	45
Gambar 3.8.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Image Size</i>	46
Gambar 3.9.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Antenna Length</i>	46
Gambar 3.10.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Antenna Width</i>	47
Gambar 3.11.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Average RF Power</i>	47
Gambar 3.12.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Signal Power</i>	48
Gambar 3.13.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Noise Power</i>	48

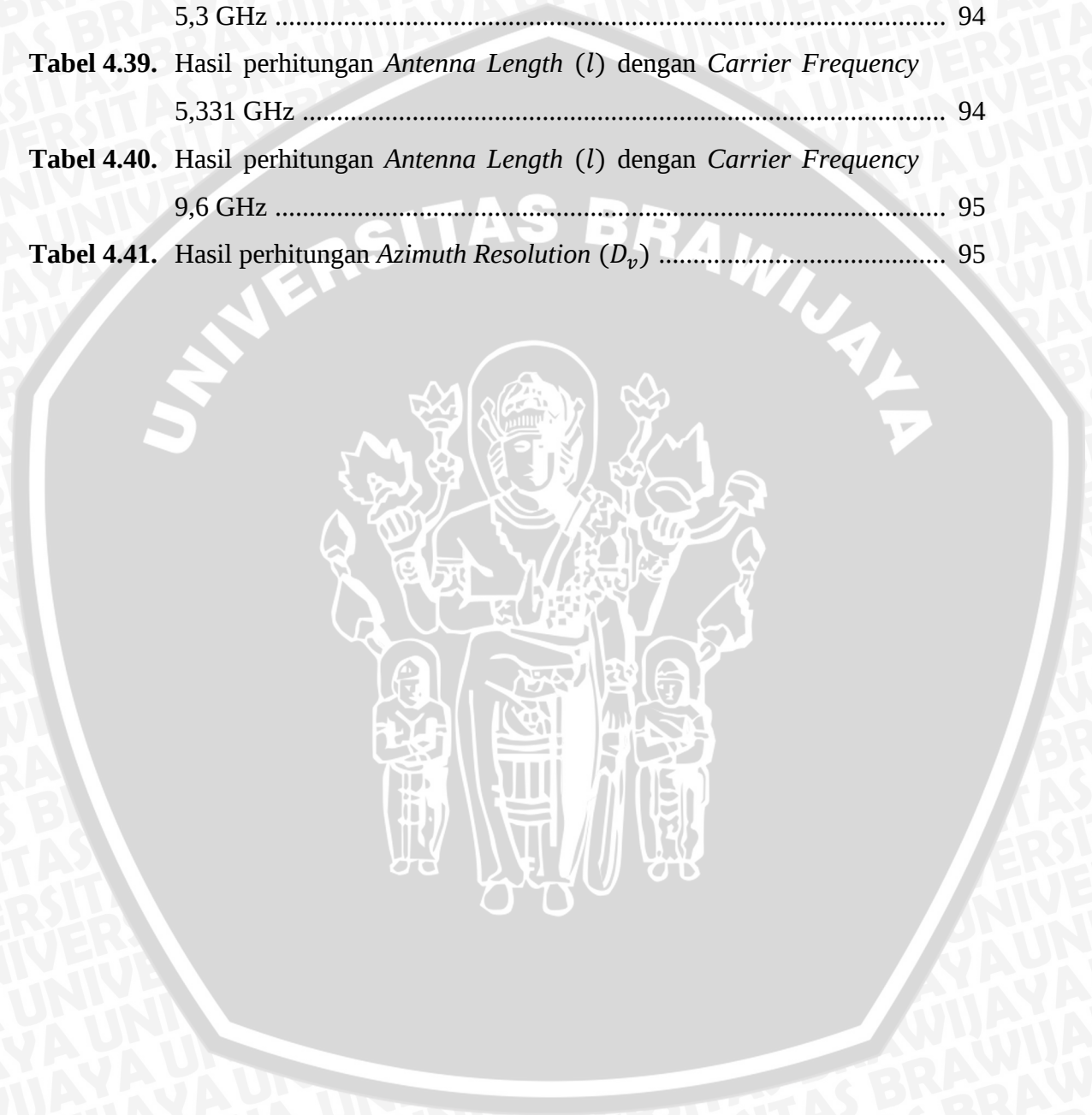
Gambar 3.14.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Signal to Noise Ratio per Pulse</i> (<i>SNR per Pulse</i>)	49
Gambar 3.15.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Bandwidth Doppler</i>	50
Gambar 3.16.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Start Sampling</i>	51
Gambar 3.17.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Stop Sampling</i>	51
Gambar 3.18.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Slant Range Resolution</i>	52
Gambar 3.19.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Ground Resolution</i>	52
Gambar 3.20.	Diagram alir perhitungan parameter <i>Azimuth Resolution</i>	53
Gambar 3.21.	Diagram alir analisis parameter radar	54
Gambar 3.22.	Diagram alir analisis parameter <i>Ground Swath Width</i>	55
Gambar 3.23.	Diagram alir analisis parameter <i>SNR per Pulse</i>	56
Gambar 3.24.	Diagram alir analisis parameter <i>Slant Range Resolution</i>	57
Gambar 3.25.	Diagram alir analisis parameter <i>Ground Resolution</i>	58
Gambar 3.26.	Diagram alir analisis parameter <i>Azimuth Resolution</i>	59
Gambar 4.1.	Tampilan Simulasi Desain Parameter <i>Synthetic Aperture Radar</i> sebelum <i>input</i> dimasukkan	61
Gambar 4.2.	Tampilan Simulasi Desain Parameter <i>Synthetic Aperture Radar</i> setelah <i>input</i> dimasukkan sebelum tombol “ <i>Calculate</i> ” ditekan	61
Gambar 4.3.	Tampilan Simulasi Desain Parameter <i>Synthetic Aperture Radar</i> setelah <i>input</i> dimasukkan setelah tombol “ <i>Calculate</i> ” ditekan	62
Gambar 4.4.	Grafik <i>Altitude</i> terhadap <i>Ground Swath Width</i> dengan variasi <i>Look Angle</i>	74
Gambar 4.5.	Grafik <i>Carrier Frequency</i> terhadap <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Radar Cross Section</i>	81
Gambar 4.6.	Grafik <i>Platform Altitude</i> (<i>h</i>) terhadap <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Bandwidth</i> (B_n)	85
Gambar 4.7.	Grafik <i>Bandwidth</i> (B_n) terhadap <i>Slant Range Resolution</i> (D_s)	86
Gambar 4.8.	Grafik <i>Bandwidth</i> (B_n) terhadap <i>Ground Resolution</i> (D_g) dengan variasi <i>Look Angle</i> ($^\circ$)	91
Gambar 4.9.	Grafik <i>Carrier Frequency</i> (f_c) terhadap <i>Azimuth Resolution</i> (D_v) dengan variasi <i>Elevation Beamwidth</i> (rad)	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Panjang gelombang radar dan frekuensinya yang digunakan dalam penginderaan jauh	11
Tabel 2.2.	Aplikasi-aplikasi gelombang radar	11
Tabel 4.1.	Spesifikasi <i>Synthetic Aperture Radar</i>	60
Tabel 4.2.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 620 kilometer	64
Tabel 4.3.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 660 kilometer	65
Tabel 4.4.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 691 kilometer	65
Tabel 4.5.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 693 kilometer	66
Tabel 4.6.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 798 kilometer	67
Tabel 4.7.	Hasil perhitungan <i>Maximum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 800 kilometer	67
Tabel 4.8.	Hasil perhitungan <i>Maximum Range</i>	68
Tabel 4.9.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 620 kilometer	69
Tabel 4.10.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 660 kilometer	70
Tabel 4.11.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 691 kilometer	70
Tabel 4.12.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 693 kilometer	71
Tabel 4.13.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 798 kilometer	72
Tabel 4.14.	Hasil perhitungan <i>Minimum Slant Range</i> pada <i>Platform Altitude</i> 800 kilometer	72
Tabel 4.15.	Hasil perhitungan <i>Minimum Range</i>	73
Tabel 4.16.	Hasil perhitungan <i>Ground Swath Width</i>	74
Tabel 4.17.	Hasil perhitungan <i>Wavelength</i>	76

Tabel 4.18. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 1,27 GHz	77
Tabel 4.19. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 1,275 GHz	78
Tabel 4.20. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 5,3 GHz	78
Tabel 4.21. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan <i>Frequency Carrier</i> 5,331 GHz	79
Tabel 4.22. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 9,6 GHz	79
Tabel 4.23. Hasil perhitungan <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Carrier Frequency</i> dan <i>Radar Cross Section</i>	80
Tabel 4.24. Hasil perhitungan <i>Slant Range Center</i> dengan variasi <i>Platform Altitude (h)</i>	82
Tabel 4.25. Hasil perhitungan <i>Signal Power</i> dengan variasi <i>Platform Altitude (h)</i>	83
Tabel 4.26. Hasil perhitungan <i>Noise Power</i>	84
Tabel 4.27. Hasil perhitungan <i>SNR per Pulse</i> dengan variasi <i>Platform Altitude (h)</i> dan <i>Bandwidth (B_n)</i>	84
Tabel 4.28. Hasil perhitungan <i>Slant Range Resolution (D_s)</i>	86
Tabel 4.29. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution (D_g)</i> dengan <i>Bandwidth</i> 14 MHz	87
Tabel 4.30. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution (D_g)</i> dengan <i>Bandwidth</i> 16 MHz	88
Tabel 4.31. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution (D_g)</i> dengan <i>Bandwidth</i> 19 MHz	89
Tabel 4.32. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution (D_g)</i> dengan <i>Bandwidth</i> 100 MHz	89
Tabel 4.33. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution (D_g)</i> dengan <i>Bandwidth</i> 150 MHz	90
Tabel 4.34. Hasil perhitungan <i>Ground Resolution</i>	90
Tabel 4.35. Hasil dari <i>sample</i> konversi <i>Elevation Beamwith</i>	92

Tabel 4.36. Hasil perhitungan <i>Antenna Length (l)</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 1,27 GHz	93
Tabel 4.37. Hasil perhitungan <i>Antenna Length (l)</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 1,275 GHz	93
Tabel 4.38. Hasil perhitungan <i>Antenna Length (l)</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 5,3 GHz	94
Tabel 4.39. Hasil perhitungan <i>Antenna Length (l)</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 5,331 GHz	94
Tabel 4.40. Hasil perhitungan <i>Antenna Length (l)</i> dengan <i>Carrier Frequency</i> 9,6 GHz	95
Tabel 4.41. Hasil perhitungan <i>Azimuth Resolution (D_v)</i>	95



ABSTRAK

Zainal Abidin, 2014: Analisis Dan Simulasi Parameter Radar Terhadap Performansi *Synthetic Aperture Radar* (SAR) Pada Tahap Awal Pencitraan Sensor Radar. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Dosen Pembimbing : Dwi Fadila Kurniawan, S.T., M.T. dan M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T.

Synthetic aperture radar adalah teknik pemetaan radar udara untuk menghasilkan peta resolusi tinggi dari daerah sasaran. Dalam melakukan pencitraan menggunakan sensor radar (*synthetic aperture radar*), terdapat tiga tahap untuk menghasilkan citra tersebut. Tahap pertama adalah parameter desain SAR dimana nilai-nilai parameter dari radar tersebut diperoleh. Tahap berikutnya adalah *raw data of point targets generator*. Tahap ini merupakan tahap pembangkitan data mentah yang telah didapatkan. Tahap ketiganya adalah *SAR image formation*. Tahap ini merupakan pembentukan citra dari SAR. Penelitian ini bertujuan mensimulasikan parameter desain SAR dimana simulasi tersebut merupakan tahap pertama dalam menghasilkan suatu peta resolusi tinggi serta menganalisis parameter radar terhadap performansi *Synthetic Aperture Radar*. Hasil analisis menunjukkan *Ground Swath Width* dan *SNR per Pulse* dipengaruhi *Platform Altitude*. *Ground Swath Width* sebesar 313 kilometer dengan *SNR per Pulse* sebesar -132 dB dihasilkan pada *Altitude* 620 km dan 404 km dengan *SNR per Pulse* -137 dB pada 800 km. Sedangkan parameter *Slant Range Resolution* dan *Ground Resolution* dipengaruhi oleh nilai *Bandwidth*. *Slant Range Resolution* 7 meter dengan *Ground Resolution* 27 meter dihasilkan pada *Bandwidth* 14 MHz dan *Slant Range Resolution* 0,99 meter dengan *Ground Resolution* 2 meter dihasilkan pada *Bandwidth* 150 MHz. *Azimuth Resolution* dipengaruhi oleh nilai *Carrier Frequency*. *Azimuth Resolution* sebesar 3 meter dihasilkan pada *Carrier Frequency* 1,27 GHz dan 0,44 meter dihasilkan pada *Carrier Frequency* 9,6 GHz.

Kata kunci – *Synthetic Aperture Radar*, parameter radar, resolusi radar, pencitraan radar, SCILAB.



ABSTRACT

Zainal Abidin, 2014: Analysis and Simulation of Radar Parameters Against Performance Synthetic Aperture Radar (SAR) as The First Stage Imaging Using Radar Sensor. Bachelor Thesis Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, Brawijaya University, Advisor : Dwi Fadila Kurniawan, S.T., M.T. and M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T.

Synthetic aperture radar airborne radar mapping was a technique to generate high-resolution maps of the target area . There were three stages to produce the image when radar sensor is used. The first stage was design parameter SAR. The parameters of the radar could be obtained at this first stage. The next stage was *raw data of point targets generator* . This stage was the stage to generating raw data that have been obtained. The last stage was *SAR image formation*. This stage was the establishment of the SAR image. This study is made to analyze and simulate the design parameters of the *Synthetic Aperture Radar* performance in imaging at using radar sensor. The analysis showed that parameter *Ground Swath Width* and *SNR per Pulse* affected by *Platform Altitude*. *Ground Swath Width* 313 kilometers and *SNR per Pulse* -132 dB were generated at 620 km *Altitude*. Whereas 404 km and -137 dB were generated at 800 km. Other parameters were *Slant Range Resolution* and *Ground Resolution* that affected by *Bandwidth*. 7 meters *Slant Range Resolution* and 27 meters *Ground Resolution* were generated at 14 MHz *Bandwidth*. Whereas 0,99 meters and 2 meters were generated at 150 MHz *Bandwidth*. *Azimuth Resolution* affected by the *Carrier Frequency* value. It was generated 3 meters *Azimuth Resolution* at 1,27 GHz *Carrier Frequency* and 0,44 meters at 9,6 GHz.

Index Terms – *Synthetic Aperture Radar, radar parameters, radar resolution, radar imaging, SCILAB.*