

Simulasi Estimasi Arah Kedatangan Sinyal dengan Metode Propagator

Disusun oleh :

Billy Ramadhan (1022028)

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH. No. 65, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

E – mail : Billy_Kadutz@yahoo.com

ABSTRAK

Pencarian lokasi sumber sinyal merupakan masalah yang penting dalam teknologi radar, sonar dan navigasi. Berbagai macam algoritma digunakan untuk bisa mendapatkan estimasi lokasi sumber sinyal. Beberapa algoritma yang umum digunakan dalam menentukan *Direction of Arrival* (DOA) suatu sinyal antara lain seperti algoritma *Multiple Signal Classification* (MUSIC) dan *Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariant Techniques* (ESPRIT).

Pada Tugas Akhir ini dibuat sebuah simulasi dari estimasi arah kedatangan sinyal dengan metode propagator. Algoritma ini lebih sederhana apabila dibandingkan dengan algoritma MUSIC dan ESPRIT. Pada Tugas Akhir ini digunakan 2 buah *Uniform Linear Array* (ULA) sensor yang disusun secara paralel. Dari konfigurasi ini dibentuk 3 sub ULA yang diberi nama X, Y dan Z. Solusi propagator dapat dicari dengan menggunakan *Sample Covariance Matrix* (SCM) dari keluaran pada masing-masing sub ULA. Estimasi sudut elevasi dan azimuth dari sumber sinyal dapat dilakukan dengan menggunakan *Eigenvalue Factorization* dari partisi solusi propagator yang sesuai.

Hasil percobaan menunjukkan pengaruh *Signal to Noise Ratio* (SNR), jumlah *snapshots* dan jarak antar sensor terhadap *Root Mean Square Error* (RMSE) dari sudut arah kedatangan estimasi. Sementara itu perubahan frekuensi pada tiap sumber tidak mempengaruhi RMSE. Algoritma yang telah direalisasikan juga dapat digunakan untuk arah kedatangan sinyal yang berbeda.

Kata kunci : Estimasi arah kedatangan sinyal, metode propagator, *Uniform Linear Array*

Direction of Arrival Estimation Simulation using Propagator Method

Composed by :

Billy Ramadhan (1022028)

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Maranatha Christian University, Bandung, West Java, Indonesia*

E – mail : Billy_Kadutz@yahoo.com

ABSTRACT

Direction-of-arrival estimation for signal sources was an important matter in radar, sonar and navigation technology. A lot of algorithm has been proposed to estimate the direction-of-arrival of a signal source such as Multiple Signal Classification (MUSIC) and Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariant Techniques (ESPRIT).

In this final project direction-of-arrival estimation using propagator method was made. This algorithm considered to have a lower computational complexity than the MUSIC and ESPRIT algorithm. In this final project 2 Uniform Linear Array (ULA) in parallel configuration was used. Three sub ULA namely X, Y and Z was formed. Solution of propagator can be estimated using Sample Covariance Matrix from the output of each sub ULA. Elevation and azimuth angle from the source signal was estimated using Eigenvalue Factorization from the corresponding partition of the propagator solution.

The test results show the influence of Signal to Noise Ratio (SNR), number of snapshots and spacing between sensors toward Root Mean Square Error (RMSE) of the estimated direction-of-arrival. Meanwhile the frequency change of the signal source doesn't affect the RMSE. The algorithm can be used to estimate a different direction-of-arrival as well.

Keywords : *direction-of-arrival, propagator method, Uniform Linear Array*

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
 BAB I PENDAHULUAN	
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah	2
1. 3. Tujuan Penelitian	2
1. 4. Pembatasan Masalah	2
1. 5. Sistematika Penulisan	2
 BAB II LANDASAN TEORI	
2. 1. Daerah Medan Antena	4
2.1.1. Daerah Medan Dekat Reaktif	5
2.1.2. Daerah Medan Dekat Radiasi	5
2.1.3. Daerah Medan Jauh	5
2. 2. Estimasi Arah Kedatangan Sinyal	5
2.2.1. Deskripsi Permasalahan Estimasi Arah Kedatangan Sinyal	5
2.2.2. Model Matematika.....	6
2. 3. Pemodelan <i>Uniform Linear Array</i>	8

2. 4. Pemodelan Sinyal.....	9
2.4.1. <i>Steering Vector</i>	9
2.4.2. <i>Additive White Gaussian Noise (AWGN)</i>	10
2.4.3. Keluaran Sinyal	10
2. 5. Metode Propagator	11
2. 6. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	13

BAB III PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

3.1. Diagram Blok Simulasi Estimasi Arah Kedatangan Sinyal dengan Metode Propagator.....	15
3. 2. Diagram Alir Simulasi Estimasi Arah Kedatangan Sinyal dengan Metode Propagator.....	16
3.2.1. Diagram Alir Observasi Sinyal pada Subarray X, Y dan Z	17
3.2.2. Diagram Alir untuk Mencari Solusi dari Propagator	18
3.2.3. Diagram Alir untuk Mencari $\hat{\Phi}_y$ dan $\hat{\Phi}_z$	19
3.2.4. Diagram Alir Estimasi Sudut Elevasi $\hat{\theta}$ dan Sudut Azimuth $\hat{\phi}$	20
3. 3. Perancangan <i>Graphic User Interface (GUI)</i>	21

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

4. 1. Prosedur Pengujian.....	24
4. 2. Pengaruh <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> Terhadap <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	25

4.2.1. Analisis Data Pengaruh <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)	
Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	27
4. 3. Pengaruh Jumlah <i>Snapshots</i> (M) Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	29
4.3.1. Analisis Data Pengaruh Jumlah <i>Snapshots</i> (M)	
Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	31
4. 4. Pengaruh Jarak Antar Sensor (d) Terhadap	
<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	33
4.4.1. Analisis Data Pengaruh Jarak Antar Sensor (d)	
Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	35
4. 5. Pengaruh Panjang Gelombang (λ) Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) dengan jarak antar sensor $\lambda/2$	37
4.5.1. Analisis Data Pengaruh Panjang Gelombang (λ)	
Terhadap <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) dengan	
Jarak Antar Sensor $\lambda/2$	39
4. 6. Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) untuk Arah	
Kedatangan Sinyal yang Berbeda.....	40
4.6.1. Analisis Data Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	
untuk Arah Kedatangan Sinyal yang Berbeda	41
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5. 1. Kesimpulan.....	42
5. 2. Saran.....	42
 DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A – <i>LISTING PROGRAM</i>	A-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1. Atribut MATLAB pada perancangan perangkat lunak..	22
Tabel 4. 1. Nilai RMSE untuk SNR = -10 dB	25
Tabel 4. 2. Nilai RMSE untuk SNR = 0 dB.....	25
Tabel 4. 3. Nilai RMSE untuk SNR = 10 dB.....	26
Tabel 4. 4. Nilai RMSE untuk SNR = 20 dB.....	26
Tabel 4. 5. Nilai RMSE untuk SNR = 30 dB.....	26
Tabel 4. 6. Nilai RMSE untuk SNR = 40 dB.....	26
Tabel 4. 7. Nilai RMSE untuk SNR = 50 dB.....	27
Tabel 4. 8. Pengaruh Perubahan Signal to Noise Ratio (SNR) terhadap nilai Root Mean Square Error (RMSE).....	27
Tabel 4. 9. Nilai RMSE untuk M = 10.....	29
Tabel 4. 10. Nilai RMSE untuk M = 50.....	29
Tabel 4. 11. Nilai RMSE untuk M = 100.....	30
Tabel 4. 12. Nilai RMSE untuk M = 150.....	30
Tabel 4. 13. Nilai RMSE untuk M = 200.....	30
Tabel 4. 14. Nilai RMSE untuk M = 250.....	30
Tabel 4. 15. Nilai RMSE untuk M = 300.....	31
Tabel 4. 16. Nilai RMSE untuk M = 350.....	31
Tabel 4. 17. Nilai RMSE untuk M = 400.....	31
Tabel 4. 18. Pengaruh Perubahan jumlah snapshots (M) terhadap nilai Root Mean Square Error (RMSE).....	32

Tabel 4. 19. Nilai RMSE untuk $d = \lambda / 32$	33
Tabel 4. 20. Nilai RMSE untuk $d = \lambda / 16$	33
Tabel 4. 21. Nilai RMSE untuk $d = \lambda / 8$	34
Tabel 4. 22. Nilai RMSE untuk $d = \lambda / 4$	34
Tabel 4. 23. Nilai RMSE untuk $d = \lambda / 2$	34
Tabel 4. 24. Pengaruh Perubahan jarak antar sensor (d) terhadap nilai Root Mean Square Error (RMSE).....	35
Tabel 4. 25. Nilai RMSE untuk $\lambda_1 = 1$ m dan $\lambda_2 = 1$ m	37
Tabel 4. 26. Nilai RMSE untuk $\lambda_1 = 2$ m dan $\lambda_2 = 2$ m	37
Tabel 4. 27. Nilai RMSE untuk $\lambda_1 = 3$ m dan $\lambda_2 = 3$ m	38
Tabel 4. 28. Nilai RMSE untuk $\lambda_1 = 4$ m dan $\lambda_2 = 4$ m	38
Tabel 4. 29. Nilai RMSE untuk $\lambda_1 = 5$ m dan $\lambda_2 = 5$ m	38
Tabel 4. 30. Pengaruh Perubahan panjang gelombang (λ) terhadap nilai Root Mean Square Error (RMSE) dengan jarak antar sensor $\lambda/2$	39
Tabel 4. 31. Nilai RMSE untuk $\theta_1 = 71^0$, $\phi_1 = 10^0$ dan $\theta_2 = 67^0$, $\phi_2 = 25^0$	40
Tabel 4. 32. Nilai RMSE untuk $\theta_1 = 7^0$, $\phi_1 = 23^0$ dan $\theta_2 = 17^0$, $\phi_2 = 15^0$	40
Tabel 4. 33. Nilai RMSE untuk $\theta_1 = 71^0$, $\phi_1 = 65^0$ dan $\theta_2 = 67^0$, $\phi_2 = 57^0$	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Daerah Medan Antena	4
Gambar 2. 2. Susunan Antena ULA dengan 3 elemen antena	6
Gambar 2. 3. Ilustrasi dari <i>Geometri Array</i>	8
Gambar 2. 4. Posisi Sumber Sinyal Terhadap <i>Geometry Array</i>	8
Gambar 2. 5. Model Kanal AWGN	10
Gambar 3.1 Diagram Blok Simulasi Estimasi Arah Kedatangan Sinyal dengan Metode Propagator	15
Gambar 3. 2. Diagram Alir Simulasi Estimasi Arah Kedatangan Sinyal dengan Metoda Propagator	16
Gambar 3. 3. Diagram Alir Observasi Sinyal pada Subarray X, Y dan Z	17
Gambar 3. 4. Diagram Alir Solusi Propagator	18
Gambar 3. 5. Diagram Alir Mencari $\hat{\Phi}_y$ dan $\hat{\Phi}_z$	19
Gambar 3. 6. Diagram Alir Estimasi Sudut Elevasi $\hat{\theta}$ dan Sudut Azimuth $\hat{\phi}$	20
Gambar 3. 7. Rancangan <i>Graphic User Interface (GUI)</i>	21
Gambar 4. 1. Tampilan GUI Program yang Dirancang	24
Gambar 4. 2. Pengaruh Perubahan <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR) Terhadap Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	28
Gambar 4. 3. Pengaruh Perubahan Jumlah <i>Snapshots</i> (M) Terhadap Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	32
Gambar 4. 4. Pengaruh Perubahan Jarak Antar Sensor (d) Terhadap Nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	36

Gambar 4. 5. Pengaruh Perubahan Panjang Gelombang (λ) Terhadap nilai <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) dengan Jarak Antar Sensor $\lambda/2$	39
---	----