

# OPTIMASI PENGARAHAN PANCARAN KE SATELIT KOMUNIKASI BERBASIS ANTENA ARRAY 10 X 10 ELEMEN DENGAN PENGATURAN PENCATU FASA MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

**Budi Aswoyo**

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya  
Kampus PENS-ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya.  
Telp: +62+031+5947280; Fax: +62+031+5946114  
Email : [budias@eepis-its.edu](mailto:budias@eepis-its.edu)

## Abstrak

Pada malakah ini, dikembangkan konsep dasar antena array fasa 10 x 10 elemen dengan mengoptimasi arah pancaran utamanya (elevasi dan azimuth) ke satelit komunikasi yang dituju, dan sekaligus menekan adanya sinyal gangguan yang datang dari arah-arah lain, menggunakan algoritma genetika (AG). Algoritma ini berfungsi untuk mencari nilai koefisien beda fasa pencatu pada setiap elemen antena array, sehingga menghasilkan pola pancaran yang mengoptimasi kualitas sinyal, yakni perbandingan antara level sinyal pada arah satelit komunikasi dan jumlah level-level sinyal pada arah-arah gangguan.

Dalam simulasi, elemen antena array diasumsikan sebagai antena isotropis dengan konfigurasi berbentuk planar 10 x 10 elemen, dan jarak antar elemen setengah panjang gelombang. Parameter AG ditentukan: jumlah populasi 100; jumlah generasi 100; probabilitas pindah-silang (cross over) 0,85 dan probabilitas mutasi 0,1.

Sebagai ilustrasi, berturut-turut pancaran utama antena diarahkan ke arah satelit (elevasi=0°, azimuth=0°) dengan arah gangguan (40°, 40°); pancaran utama (-30°, -30°) dengan arah gangguan (10°, 10°); pancaran utama (30°, 30°) dengan arah gangguan (-20°, -20°) dihasilkan kualitas sinyal optimal 61,60 dB; 64,55 dB; 64,94 dB.

Dari hasil analisa diperoleh kesimpulan, bahwa telah dikembangkan konsep dasar antena array fasa 10 x 10 elemen sebagai pangarahan arah optimum ke satelit komunikasi dan masing-masing menghasilkan kualitas sinyal 61,60 dB; 64,55 dB dan 64,94 dB (di atas 50 dB). Bila diimplementasikan, perlu dipertimbangkan tentang karakteristik propagasi sinyal RF sebenarnya, juga banyaknya elemen antena array yang digunakan dan sistem kontrol pencatuan fasa yang handal.

**Kata kunci:** algoritma genetika, antena array fasa, satelit komunikasi.

## 1. PENDAHULUAN

Satelit komunikasi merupakan pengulang raksasa (*giant repeater*) yang diletakkan di ruang angkasa. Fungsi dan peran satelit komunikasi sudah tak disangsikan lagi, dan sudah banyak dirasakan sebagai tulang punggung (*back bone*) jalur komunikasi untuk menghubungkan titik-titik di seluruh permukaan bumi. Perannya bersamaan dengan gelombang mikro *terrestrial*, dan serat optik (*optic fibre*), mempunyai andil yang sangat besar bagi perkembangan dunia telekomunikasi dalam mengantisipasi tuntutan-tuntutan kemajuan jaman masa kini maupun yang akan datang.

Kendala teknis yang utama dalam komunikasi menggunakan satelit komunikasi, terletak pada jauhnya lintasan (*link*) saat dilakukan transmisi sinyal radio dari bumi ke satelit (*uplink*) atau sebaliknya dari satelit ke bumi (*downlink*), yang jaraknya kira-kira 35.800 Km (untuk orbit geostasioner). Karena kuat sinyal radio menurun berbanding terbalik dengan kuadrat jarak yang dilaluinya, maka dapat dipastikan bahwa sinyal radio dari bumi dan diterima oleh satelit menjadi sangat lemah, atau sebaliknya sinyal dari satelit yang diterima oleh penerima di bumi juga sangat lemah. Hal ini juga ditambah dengan kerugian-kerugian lain, seperti: redaman hujan, uap air, ionosfir, dan zat-zat lain di udara. Disamping itu, sinyal radio sering terganggu (*interference*) oleh sinyal frekuensi radio (RF) lain, yang mengakibatkan kualitas penerimaan sinyal menjadi jelek [1].

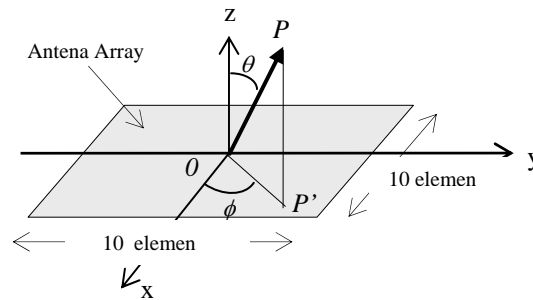
Untuk mengatasi hal tersebut di atas, banyak yang telah dilakukan oleh para ilmuwan, antara lain dengan menggunakan antena dengan *gain* yang sangat tinggi (seperti: antena parabola), penguat sinyal radio dengan derau yang rendah (*low noise amplifier*) ataupun pemodulasian sinyal secara digital.

Khusus untuk penggunaan antena parabola sebagai penerima satelit, terdapat kelemahan pada teknik pengarahannya yang dilakukan secara mekanik, bila hendak mengarahkan pancaran sinyal RF ke satelit. Salah

satu teknik untuk menanggulangi kendala di atas, dibutuhkan suatu sistem antena dengan *gain* (kualitas penerimaan sinyal) yang sangat tinggi (di atas 50 dB), yang mampu mengarahkan pancaran utama radiasi yang dihasilkan ke satelit secara elektronik, tanpa menggunakan pengarah secara mekanik dan sekaligus mampu menekan adanya sinyal gangguan yang datang dari arah-arah lain. Keadaan yang demikian ini mampu dilakukan dengan menggunakan antena array fasa (*phase array antenna*). Di bawah ini diberikan konsep optimasi antena fasa array [2][3] dengan algoritma genetika (AG)[4][5].

**2. TINJAUAN PUSTAKA**  
**ANTENA ARRAY 10 X 10 ELEMEN**

Gambar 1 secara skematik menunjukkan bidang x-y yang memuat antena array berdimensi 10 x 10 elemen. Sudut  $\theta$  = elevasi, diukur dari sumbu-z positif ke garis *OP* dengan bidang array, dimana *P* adalah titik di medan jauh. Sedangkan sudut  $\phi$  = azimuth, merupakan sudut antara sumbu-x positif dengan garis hasil proyeksi *OP* ke bidang array (*OP'*).



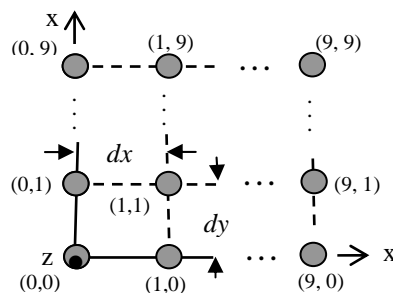
**Gambar 1. Geometri array 10 x 10 elemen**

Gambar 2 menunjukkan konfigurasi dari elemen-elemen antena array 10 x 10 elemen yang tersusun sejajar pada sumbu-x sebanyak 10 elemen dan sumbu-y sebanyak 10 elemen, dengan jarak antar elemen berturut-turut *dx* dan *dy*. Elemen-elemen array tersebut, tersusun secara teratur dan berderet pada arah-x dari elemen ke-(0,0) hingga elemen ke-(9,0) dan pada arah-y dari elemen ke-(0,0) hingga ke-(0,9). Berdasarkan gambar tersebut, jika semua elemen array dicatu dengan penguatan tertentu *W(m,n)*, maka pola pancaran dari konfigurasi array planar ini dinyatakan dengan [6]:

$$F(\theta, \phi) = \sum_{m=0}^9 \sum_{n=0}^9 W(m, n) \exp^{j(mkd_x \sin \theta \cos \phi - \alpha_x)} \times \exp^{j(nkd_y \sin \theta \sin \phi - \alpha_y)} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

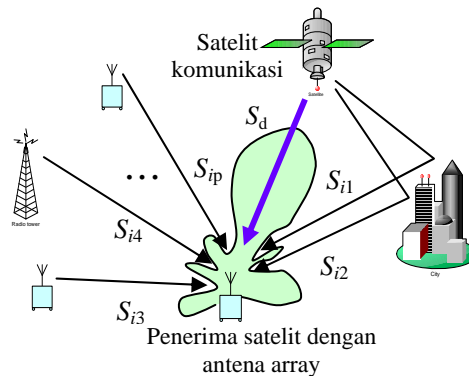
- $W(m, n)$  = penguatan elemen ke-(*m, n*)
- $\alpha_x = mkd_x \sin \theta_o \cos \phi_o$
- $\alpha_y = nkd_y \sin \theta_o \sin \phi_o$
- $\alpha(m, n) = \alpha_x + \alpha_y$  = beda fasa relatif
- $\theta_o$  dan  $\phi_o$  = sudut elevasi dan azimuth dari pancaran utama.
- $k = 2\pi/\lambda$ ; ( $\lambda$  = panjang gelombang).



**Gambar 2. Susunan elemen antena 10 X 10 elemen**

Gambar 3 menunjukkan skema sinyal-sinyal datang dari satelit komunikasi ke antena array. *S<sub>d</sub>* = sinyal datang dari satelit komunikasi dengan level dan frekuensi tertentu, datang membentuk sudut ( $\theta_o, \phi_o$ ) terhadap garis normal

bidang antenna. Pada saat yang sama, sinyal gangguan sebanyak- $p$  dengan level tertentu berturut-turut  $S_{i1}; S_{i2}; S_{i3}; S_{i4}; \dots S_{ip}$ , dimana semuanya mempunyai frekuensi yang sama satelit komunikasi. Sinyal-sinyal gangguan ini datang dengan arah  $(\theta_1, \phi_1), (\theta_2, \phi_2), (\theta_3, \phi_3), \dots, (\theta_p, \phi_p)$  secara berturut-turut terhadap garis normal bidang antenna.



**Gambar 3. Skema sinyal datang dari satelit komunikasi dan sinyal-sinyal gangguan pada antenna array**

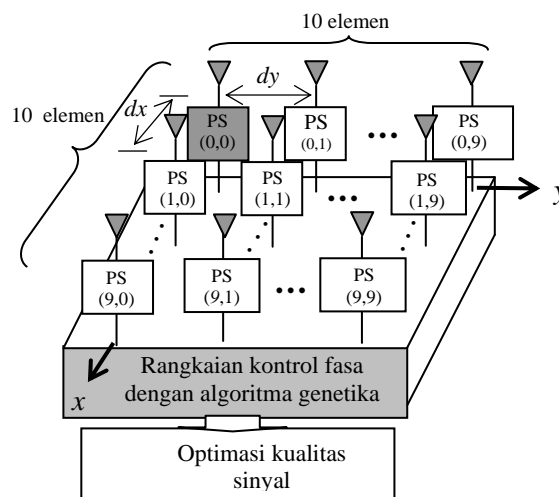
Berdasarkan Pers.(1), bila  $W(m,n) = 1$  (tanpa diberi penguatan), maka pola pancaran yang dihasilkan hanya dengan mengatur variable fasa, sebagai berikut:

$$F(\theta, \phi) = \sum_{m=0}^9 \sum_{n=0}^9 \exp^{-j\alpha(m,n)} \dots \dots \dots (2)$$

Selanjutnya, untuk mengacak variabel diberikan variabel  $\beta(m,n)$ , sehingga Pers. (2) menjadi berikut:

$$F(\theta, \phi) = \sum_{m=0}^9 \sum_{n=0}^9 \exp^{-j(1+\beta(m,n))\alpha(m,n)} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan asumsi,  $\beta(m,n)$  koefisien beda fasa relatif ke- $(m,n)$  yang akan dicari dalam proses sintesa pola pancaran dengan mengoptimasi pancaran ke satelit komunikasi dengan mengelemenasi dampak gangguan dari sinyal-sinyal lain menggunakan AG.



**Gambar 4: Konsep antenna fasa array 10 x 10 elemen dengan kontrol fasa menggunakan AG**

Gambar 4 menyatakan konsep antenna fasa array 10 x 10 elemen yang disusun secara planar, dengan kontrol fasa menggunakan algoritma genetika (AG). Elemen antenna membujur ke arah-x dari (0,0) sampai (9,0) dengan jarak  $dx$  dan kolom pada sumbu-y dari (0,0) sampai (0,9) dengan jarak  $dy$ . Setiap elemen dilengkapi dengan untuk pengatur fasa (*phase shifter* = PS), yang kesemuanya dihubungkan langsung dengan rangkaian kontrol fasa.

Fungsi dari rangkaian ini adalah menentukan besaran masing-masing koefisien beda fasa relatif  $\beta(m,n)$  dan mengatur masing-masing unit pengatur fasa untuk menghasilkan kualitas sinyal yang optimum.

### 3. HASIL PERCOBAAN

Simulasi optimasi sintesa pola pancaran ke satelit komunikasi menggunakan algoritma genetika (AG) dilakukan dengan program Matlab dengan mencari koefisien beda fasa relatif antar elemen array;  $\beta(m,n)$ .

Beberapa asumsi yang diberikan berkenaan simulasi yang dilakukan pada antenna array di sini sebagai berikut:

- Semua elemen array adalah antenna isotropis, dengan pola dan orientasi yang sama.
- Sinyal-sinyal dari satelit komunikasi dan sinyal-sinyal gangguan merupakan gelombang datar (*plane wave*) yang datang dari medan jauh (*far field*); level sinyal gangguan = 0,5 level sinyal satelit.
- Tidak ada perbedaan amplitudo dalam penerimaan sinyal oleh elemen-elemen array akibat perbedaan panjang lintasan relatif propagasi.

Karakteristik antenna array: dimensi = 10 x 10 elemen; jarak antar elemen pada kolom sama dengan jarak elemen pada baris ( $d=x=dy=0,5\lambda$ ).

Karakteristik AG: jumlah populasi = 100; jumlah generasi= 100; probabilitas pindah-silang = 0,85 dan probabilitas mutasi = 0,1.

Sebagai ilustrasi, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan hasil simulasi sintesa pola pancaran optimum ke satelit menggunakan AG dengan mencari koefisien beda fasa relatif elemen. Bagian (a) berturut-turut menunjukkan proses optimasi kualitas sinyal untuk mengarahkan pancaran utama (elevasi= $0^\circ$ , azimuth= $0^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $40^\circ$ ,  $40^\circ$ ); pancaran utama (elevasi= $-30^\circ$ , azimuth= $-30^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $10^\circ$ ,  $10^\circ$ ); dan pancaran utama (elevasi= $30^\circ$ , azimuth= $30^\circ$ ) dengan gangguan arah ( $-20^\circ$ ,  $-20^\circ$ ). Dalam kondisi ini, dihasilkan kualitas sinyal optimal dengan algoritma genetika (AG) berturut-turut 61,60 dB; 64,55 dB dan 64,94 dB. Bagian (b) menunjukkan hasil pengarahan pancaran ke satelit dalam koordinat polar dan (c) pemetaan hasil pengarahan pancaran dalam koordinat siku-siku. Koefisien beda fasa antar elemen array dengan algoritma AG untuk mengarahkan pancaran utama (elevasi= $0^\circ$ , azimuth= $0^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $40^\circ$ ,  $40^\circ$ ); pancaran utama (elevasi= $-30^\circ$ , azimuth= $-30^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $10^\circ$ ,  $10^\circ$ ); dan pancaran utama (elevasi= $30^\circ$ , azimuth= $30^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $-20^\circ$ ,  $-20^\circ$ ) berturut-turut pada Tabel 1, 2 dan 3.

**Tabel 1. Koefisien beda fasa antar elemen array dengan AG untuk mengarahkan pancaran utama (elevasi= $0^\circ$ , azimuth= $0^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $40^\circ$ ,  $40^\circ$ )**

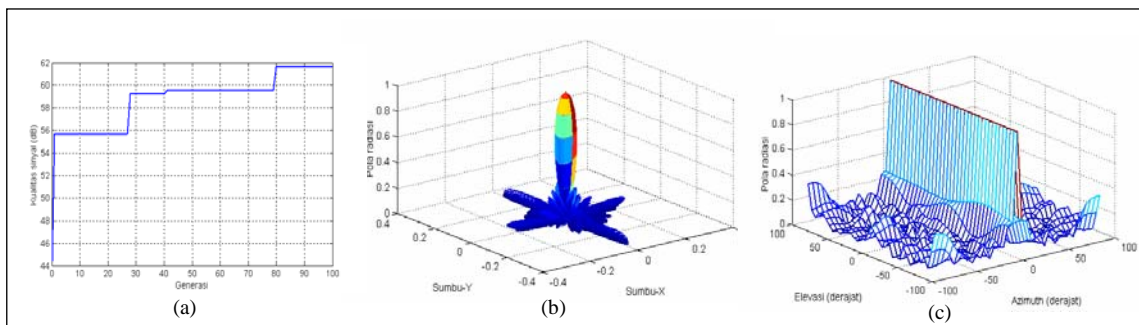
|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0      | 0.3896 | 0.6768 | 0.8677 | 0.5789 | 0.6157 | 0.9240 | 0.9273 | 0.9669 | 0.9121 |
| 0.3708 | 0.6259 | 0.8419 | 1.2274 | 0.6160 | 0.6929 | 0.7594 | 0.6467 | 0.5550 | 0.5514 |
| 0.6897 | 0.5570 | 0.6364 | 0.6407 | 0.5999 | 0.8530 | 0.8743 | 0.6748 | 0.6956 | 0.4244 |
| 1.0631 | 0.6105 | 0.8930 | 0.8221 | 0.9131 | 1.0294 | 0.7588 | 0.8127 | 0.7040 | 1.2630 |
| 0.6755 | 0.8660 | 0.8508 | 0.8913 | 0.9156 | 1.0645 | 0.9984 | 0.9087 | 0.8615 | 0.5414 |
| 0.6914 | 0.8444 | 1.0009 | 0.7913 | 0.9526 | 1.0271 | 0.8474 | 1.0257 | 0.7931 | 0.5275 |
| 0.5845 | 0.8329 | 0.9837 | 1.0584 | 1.1130 | 1.0234 | 1.2755 | 0.8550 | 0.7885 | 0.7384 |
| 0.5604 | 0.7569 | 1.4601 | 1.0412 | 0.9621 | 1.0187 | 0.8590 | 0.8219 | 0.7251 | 0.7009 |
| 0.5114 | 0.6613 | 0.7643 | 0.8470 | 0.8814 | 0.9804 | 0.8305 | 0.7159 | 0.7621 | 0.6619 |

**Tabel 2. Koefisien beda fasa antar elemen array dengan AG untuk mengarahkan pancaran utama (elevasi= $-30^\circ$ , azimuth= $-30^\circ$ ) dengan arah gangguan ( $10^\circ$ ,  $10^\circ$ )**

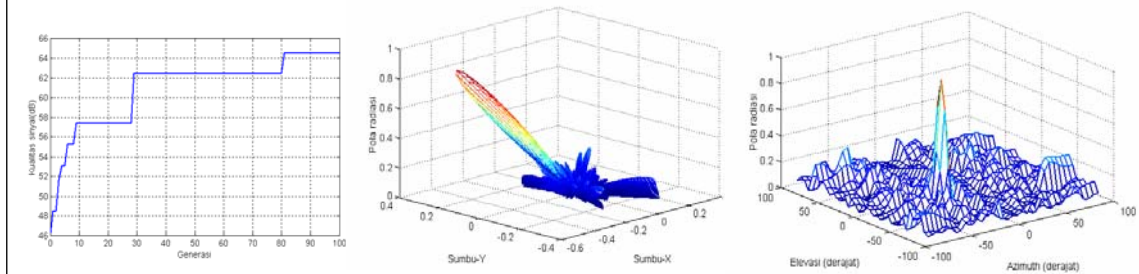
|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0      | 0.0702 | 0.7881 | 0.2442 | 1.0022 | 0.8179 | 0.9933 | 0.6951 | 0.7594 | 0.8797 |
| 0.4019 | 0.7993 | 2.8779 | 0.8366 | 0.8306 | 0.8680 | 0.8468 | 0.7066 | 0.4592 | 0.5490 |
| 0.7251 | 1.2006 | 1.5187 | 0.8792 | 0.9839 | 1.3016 | 1.0338 | 1.0089 | 0.9560 | 0.5242 |
| 0.2888 | 1.1402 | 1.0818 | 0.7915 | 0.9788 | 0.9728 | 1.0046 | 1.1584 | 0.9529 | 0.5509 |
| 0.3429 | 1.9217 | 2.4490 | 0.9730 | 0.9265 | 0.9032 | 1.0760 | 0.9772 | 0.9371 | 0.5954 |
| 0.7396 | 1.1593 | 1.3473 | 0.7598 | 0.7661 | 0.8466 | 0.8787 | 1.0186 | 0.7469 | 0.6901 |
| 0.6200 | 0.6177 | 0.9517 | 0.8931 | 0.8677 | 0.8296 | 0.8526 | 1.0568 | 0.7286 | 0.5290 |
| 0.4982 | 0.5419 | 1.0492 | 1.0059 | 1.4811 | 1.0751 | 0.7841 | 0.9234 | 0.7818 | 0.9198 |
| 0.4001 | 0.5305 | 1.4522 | 0.6917 | 1.2552 | 0.9163 | 0.8504 | 0.7350 | 0.7585 | 0.2976 |

**Tabel 3. Koefisien beda fasa antar elemen array dengan AG untuk mengarahkan pancaran utama (elevasi=30°, azimuth=30°) dengan arah gangguan (-20°, -20°)**

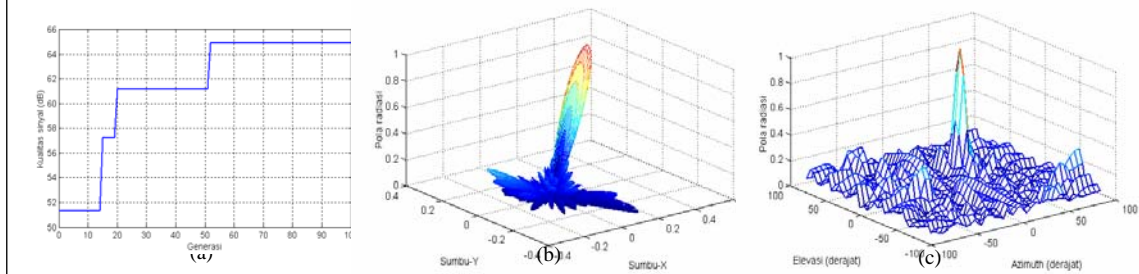
|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0      | 0.5316 | 0.6444 | 0.5272 | 0.4625 | 0.5910 | 0.3200 | 0.9252 | 0.6721 | 0.6807 |
| 0.8536 | 0.4610 | 0.6839 | 0.6774 | 0.5111 | 0.4874 | 0.6496 | 0.4091 | 0.6149 | 1.2543 |
| 0.6435 | 0.5007 | 0.7258 | 0.5248 | 0.7615 | 0.6691 | 0.9223 | 0.6513 | 0.7133 | 0.0819 |
| 0.6287 | 0.6563 | 0.6853 | 0.6345 | 0.7644 | 0.6980 | 1.1559 | 0.7806 | 0.6152 | 0.3589 |
| 0.5435 | 0.7397 | 0.8645 | 0.7732 | 0.8439 | 0.6245 | 0.8394 | 0.7712 | 0.7804 | 0.7337 |
| 0.2639 | 1.0342 | 0.6187 | 0.7513 | 0.7765 | 1.1178 | 0.8079 | 0.6959 | 0.7084 | 0.2200 |
| 0.4260 | 0.9511 | 0.7264 | 0.8730 | 0.8677 | 0.7050 | 0.7508 | 0.7502 | 0.6108 | 0.3152 |
| 0.5856 | 0.5635 | 0.5798 | 0.7390 | 0.7103 | 0.7886 | 0.8719 | 0.8847 | 0.6897 | 0.7498 |
| 0.5588 | 0.5059 | 0.7859 | 0.7218 | 0.6459 | 0.7934 | 0.7530 | 0.6321 | 0.5615 | 0.4481 |
| 0.0513 | 0.7588 | 0.2448 | 0.9761 | 0.5266 | 0.8717 | 0.5034 | 0.8117 | 0.4320 | 1.2131 |



**Gambar 5. Hasil simulasi untuk pancaran utama (elevasi=0°, azimuth=0°) dengan arah gangguan (40°, 40°); (a) Proses optimasi kualitas sinyal dengan algoritma genetika (hasil optimal 61,60 dB); (b) hasil pengarahan pancaran ke satelit dalam koordinat polar; (c) hasil pengarahan pancaran dalam koordinat siku-siku**

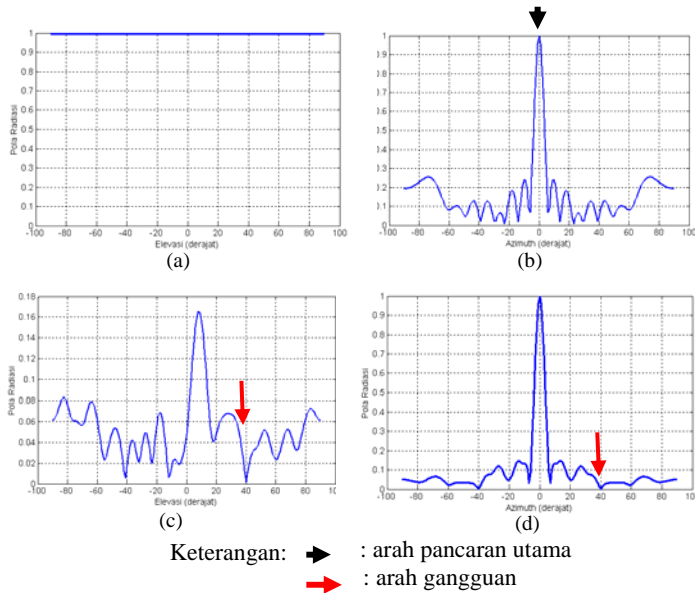


**Gambar 6. Hasil simulasi untuk pancaran utama (elevasi=-30°, azimuth=-30°) dengan arah gangguan (10°, 10°); (a) Proses optimasi kualitas sinyal dengan algoritma genetika (hasil optimal 64,55 dB); (b) hasil pengarahan pancaran ke satelit dalam koordinat polar; (c) hasil pengarahan pancaran dalam koordinat siku-siku**

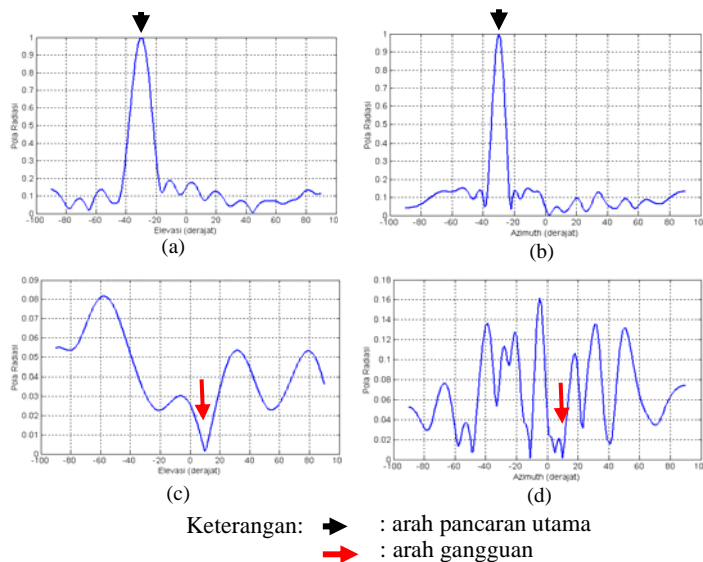


**Gambar 7. Hasil simulasi untuk pancaran utama (elevasi=30°, azimuth=30°) dengan arah gangguan (-20°, -20°); (a) Proses optimasi kualitas sinyal dengan algoritma genetika (hasil optimal 64,94 dB); (b) hasil pengarahan pancaran ke satelit dalam koordinat polar; (c) hasil pengarahan pancaran dalam koordinat siku-siku**

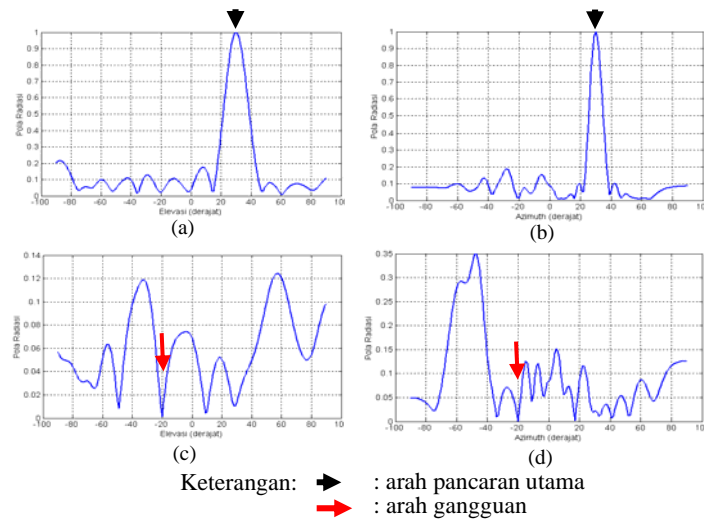
Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10 berturut-turut menunjukkan gambar pengamatan pola pancaran dari Gambar 5(c); 6(c) dan 7(c) pada bidang azimuth dan elevasi tertentu. Dari Gambar 8(a) dan (b) ditunjukkan, bahwa pola pancaran utama tepat mengarah pada (elevasi= $0^{\circ}$ , azimuth= $0^{\circ}$ ) dan level gangguan pada arah ( $40^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ) telah dieleminasi (Gambar 8(c) dan (d)) dengan kualitas sinyal 61,60 dB. Dari Gambar 9(a) dan (b) ditunjukkan, bahwa pola pancaran utama tepat mengarah pada (elevasi= $-30^{\circ}$ , azimuth= $-30^{\circ}$ ) dan level gangguan pada arah ( $10^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ) telah dieleminasi (Gambar 9(c) dan (d)) dengan kualitas sinyal 64,55 dB. Dan dari Gambar 10(a) dan (b) ditunjukkan, bahwa pola pancaran utama tepat mengarah pada (elevasi= $30^{\circ}$ , azimuth= $30^{\circ}$ ) dan level gangguan pada arah ( $-20^{\circ}$ ,  $-20^{\circ}$ ) telah dieleminasi (Gambar 10(c) dan (d)) dengan kualitas sinyal 64,94 dB.



**Gambar 8. Pengamatan pola pancaran untuk pancaran utama (elevasi= $0^{\circ}$ , azimuth= $0^{\circ}$ ) dengan arah gangguan ( $40^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ); pada (a) azimuth= $0^{\circ}$ ; (b) elevasi= $0^{\circ}$ ; (c) azimuth= $40^{\circ}$ ; (d) elevasi= $40^{\circ}$**



**Gambar 9. Pengamatan pola pancaran untuk pancaran utama (elevasi= $-30^{\circ}$ , azimuth= $-30^{\circ}$ ) dengan arah gangguan ( $10^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ); pada (a) azimuth= $-30^{\circ}$ ; (b) elevasi= $-30^{\circ}$ ; (c) azimuth= $10^{\circ}$ ; (d) elevasi= $10^{\circ}$**



**Gambar 10.** Pengamatan pola pancaran untuk pancaran utama (elevasi=30°, azimuth=30°) dengan arah gangguan (-20°, -20°); pada (a) azimuth=30°; (b) elevasi=30°; (c) azimuth=-20°; (d) elevasi=-20°

Tabel 4, 5 dan 6 berturut-turut menunjukkan hasil simulasi kualitas sinyal untuk pancaran utama ke satelit dengan arah (elevasi=0°, azimuth=0°); (elevasi=-30°, azimuth=-30°) dan (elevasi=30°, azimuth=30°) dengan jumlah gangguan yang bervariasi 1 sampai 5 dengan arah yang berbeda-beda. Tabel 4 menunjukkan untuk arah (elevasi=0°, azimuth=0°) dengan gangguan dari 1 sampai dengan 5 berturut-turut diperoleh kualitas sinyal 61,60 dB; 57,73 dB; 52,48 dB; 45,56 dB dan 40,32 dB. Tabel 5 menunjukkan untuk arah (elevasi=-30°, azimuth=-30°) dengan gangguan dari 1 sampai dengan 5 berturut-turut diperoleh kualitas sinyal 64,55 dB; 55,27 dB; 51,80 dB; 42,33 dB dan 41,24 dB. Sedangkan Tabel 6 menunjukkan untuk arah (elevasi=30°, azimuth=30°) dengan gangguan dari 1 sampai dengan 5 berturut-turut diperoleh kualitas sinyal 64,94 dB; 54,54 dB; 50,76 dB; 41,73 dB dan 39,32 dB.

**Tabel 4.** Hasil simulasi kualitas sinyal untuk pancaran utama (elevasi=0°, azimuth=0°)

| Jlh gangguan: | Arah gangguan:  | Kualitas sinyal: |
|---------------|---|------------------|
| 1             | (40°,40°)   | 61,60 dB         |
| 2             | (40°,40°);(-30°,-30°);                                    | 57,73 dB         |
| 3             | (40°,40°);(-30°,-50°); (70°,-40°)                         | 52,48 dB         |
| 4             | (40°,40°);(-30°,-50°); (70°,-40°);(-20°,-60°)             | 45,56 dB         |
| 5             | (40°,40°);(-30°,-50°); (70°,-40°);(-20°,-60°); (-60°,60°) | 40,32 dB         |

**Tabel 5.** Hasil simulasi kualitas sinyal untuk pancaran utama (elevasi=-30°, azimuth=-30°)

| Jlh gangguan | Arah gangguan:  | Kualitas sinyal: |
|--------------|---|------------------|
| 1            | (10°,10°)   | 64,55 dB         |
| 2            | (10°,10°);(-20°,-40°)                                     | 55,27 dB         |
| 3            | (10°,10°);(-10°,-40°); (30°,40°)                          | 51,80 dB         |
| 4            | (10°,10°);(-10°,-40°); (30°,40°);(-20°,-70°)              | 42,33 dB         |
| 5            | (10°,10°);(-10°,-40°); (30°,40°);(-20°,-70°); (-50°,-50°) | 41,24 dB         |

**Tabel 6. Hasil simulasi kualitas sinyal untuk pancaran utama  
 (elevasi=30°, azimuth=30°)**

| Jumlah gangguan: | Arah gangguan:   | Kualitas sinyal: |
|------------------|--|------------------|
| 1                | (-20°, -20°)   | 64,94 dB         |
| 2                | (-20°, -20°); (10°, 40°)   | 54,54 dB         |
| 3                | (-20°, -20°); (10°, 40°); (30°, -10°)                            | 50,76 dB         |
| 4                | (-20°, -20°); (10°, 40°); (30°, -10°); (-30°, -60°)              | 41,73 dB         |
| 5                | (-20°, -20°); (10°, 40°); (30°, -10°); (-30°, -60°); (40°, -50°) | 39,32 dB         |

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil yang telah diperoleh dari percobaan ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Telah dikembangkan konsep dasar antena array fasa 10 x 10 elemen sebagai pangerahan arah radiasi optimum ke satelit komunikasi dengan mengelemenasi gangguan-gangguan menggunakan algoritma genetika.
- Bila diimplementasikan, perlu dipertimbangkan tentang karakteristik propagasi sinyal RF sebenarnya, juga banyaknya elemen antena array yang digunakan dan sistem kontrol pencatuan fasa yang handal.
- Konsep ini hanya sesuai diterapkan untuk komunikasi satelit dengan stasiun tetap (*fixed*) dan bukan wahana bergerak (*mobile*), karena kinerja algoritma genetika masih lamban dalam mengoptimasi kualitas sinyal.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ken Jin Lian, "Adaptive Antenna Arrays for Satellite Personal Communication Systems," *Master Thesis Report in Electrical Eng. – Virginia Politehinc Institute – State University, Blacksburg, Virginia, 1997.*
- David K.Cheng, "Optimization Techniques for Antenna Arrays (Invited Paper)", *Proc. of The IEEE*, vol.59, No.12, December 1971.
- Budi Aswoyo, Achmad Basuki, "Optimization Array Factor of Planar Array Antenna using Genetic Algorithms", *Proc.of the International Conf. on Electrical, Electronics, Communication, and Information (CECI2001)*, Jakarta-Indonesia, March 7<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup>, 2001.
- Goldberg, D.E., '*Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*', Addison Wesley, Read. MA, 1989.
- Zbigniew Michalewicz, '*Genetic Algorithms + Data Structure = Evolution Programs*', Third edition, Springer Verlag, Berlin, 1996.
- Benyamin Ruft, G.A.Robertshaw, "*Understanding Antennas for Radar, Communications, and Avionic*", New York, 1987.
- Francisco J, Juan A.R-Gonzalez, Emilio V-Lopez, S.R.Rengarajan, "Genetic Algorithms in the Design and Optimization of Antenna Array Patterns", *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol.47, No.3, March 1999.
- Budi Aswoyo, "Aplaikasi Algoritma Genetika dalam Sintesa Pola Radiasi Optimum Berbasis Antena Array", *Prosiding SNIKTI V*, Vol. V No. 1 Sept. 2004, FMIPA IPB, Bogor 2004.