

## PEMBUKTIAN POLA PANCARAN GELOMBANG RADIO (RF) MENGUNAKAN METODE PELACAKAN SINYAL (*TRACKING*) DAN APLIKASI *SURFER*

Samuel Kristiyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta

Masuk: 18 Juli 2007, revisi masuk: 15 Mei 2008, diterima: 25 Juni 2008

### ABSTRACT

*Antenna is a physical structure made from metal conductor as a medium between of transmission electromagnetic wave of standing wave and as free space wave in the air which is capable of carrying information signal. The antenna structure will give specific radiation pattern around it. Radiation pattern cannot see with eyes but really can transmission of signal so far. Radiation pattern of electromagnetic wave has understood using software application. Position of place observation and signal strength around of transmitter antenna are needed to analysis with tracking method.*

**Keywords:** *Electromagnetic Wave, Radiation Pattern*

### INTISARI

Bangunan fisik antena menentukan pola radiasi yang terjadi disekitar antena. Pola radiasi gelombang elektromagnetik tidak dapat dilihat oleh mata manusia namun keberadaannya terbukti ada dan dapat mentransmisikan informasi ke tempat yang jauh. Untuk dapat mengetahui pola radiasi pancaran gelombang secara visual dapat digunakan program aplikasi yang memerlukan data kuat sinyal di berbagai posisi pengamatan yang mengitari antena sumber sinyal dengan jarak tertentu dengan metode pelacakan sinyal. Hasil penelitian menunjukkan bentuk pola radiasi pancaran gelombang elektromagnetik yang berasal dari antena *omnidirectional* menyerupai bola yang dapat terlihat secara tiga dimensi.

**Kata kunci :** Gelombang Elektromagnetik, Pola Radiasi

### PENDAHULUAN

Gelombang radio (*radio frequency*) merupakan gelombang elektromagnetik yang merambat dengan media perambatan udara yang mempunyai beberapa parameter-parameter yaitu antara lain parameter fisik, parameter kelistrikan dan parameter kemagnetan. Gelombang elektromagnetik yang terdiri dari medan elektrik dan medan magnetik yang saling tegak lurus dan tegak lurus pada arah rambatan dengan kecepatan tertentu (Kraus, 1985)

Gelombang tersebut dapat membawa informasi dengan cara memodulasikan gelombang pembawa dengan frekuensi tertentu yang dipancarkan oleh pemancar (*transmitter*) yang diterima oleh penerima (*receiver*) sampai dengan jarak tertentu yang tergantung pada daya pemancar (Collin, 1988). Dimensi dari gelombang

tersebut tidak tampak oleh mata manusia (tidak kasat mata). Untuk dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik diperlukan suatu struktur yang berhubungan dengan daerah peralihan antara gelombang tegak pandu dengan gelombang bebas yang berupa antena.

Pola pancaran radiasi gelombang elektromagnetik yang lepas dari antena dapat terjadi dengan mengikuti pola linier, melingkar dan eliptik yang sangat tergantung dari jenis dan bentuk bangunan antena (Fadilah, 2004). Karena pola radiasi gelombang elektromagnetik disekitar antena tidak kasat mata diperlukan suatu metode untuk membuktikan bentuk pola pancaran yang terjadi. Untuk membuktikan hal tersebut penulis menggunakan metoda pelacakan sinyal, untuk mendapatkan data nilai kuat sinyal, maka

data posisi pengamatan yang diaplikasikan dengan program surfer untuk dapat menghadirkan hasil pengamatan secara 2 dimensi dan 3 dimensi.

### PEMBAHASAN

Metode pelacakan sinyal disebut *tracking* dilakukan dengan cara mengukur kuat sinyal pancaran gelombang elektromagnetik dari sejumlah tempat kedudukan tertentu (posisi) dengan jarak tertentu dari segala arah pengamatan  $360^\circ$  mengitari antena sumber pancaran gelombang elektromagnetik yang mempunyai nilai frekuensi tertentu. Untuk mendapatkan pengukuran kuat sinyal penulis menggunakan cara *field strength meter* ANRITSU ML524 B dan untuk mendapatkan data posisi penulis menggunakan GPS (*global position system*) GARMIN GPSMAP276 C.

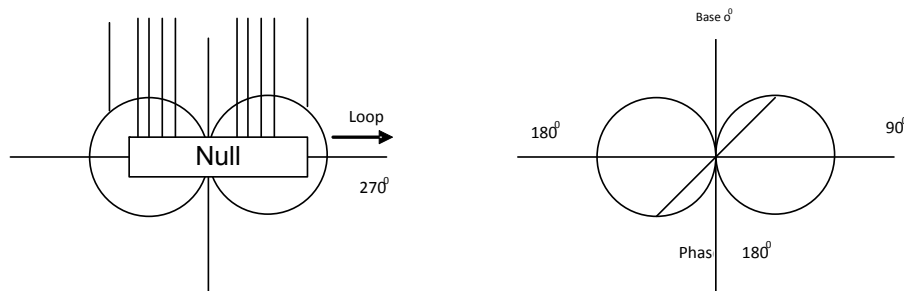
Metode radio pencari arah, adalah merupakan alat yang digunakan untuk menentukan posisi setiap sumber dari radiasi gelombang elektromagnetik menggunakan propagasi yang ada pada gelombang gelombang tersebut. Jika sumber-sumber gelombang elektromagnetik berada di permukaan bumi, maka penentuan dengan menggunakan radio pencari arah dapat dilakukan. Dengan menganggap bahwa propagasi selalu berada di sepanjang lengkung lingkaran besar yang menghubungkan antara sumber radiasi dengan penerima, maka de-

ngan perangkat yang cocok akan dapat ditentukan arah suatu sumber radiasi. Ada beberapa metode radio pencari arah yang dapat digunakan untuk menentukan posisi dari sumber radiasi elektromagnetik: Metode Pencari Arah *Loop Tunggal* Pendengaran Minimum.

- Metode Pencari Arah *Cross Loop*.
- Metode Pencari Arah Goniometer.
- Metode Pencari Arah Sinar Katoda.
- Metode Pencari Arah *Doppler*.
- Metode Pencari Arah *Wullenber*.

Alat pelacak pemancar ini memakai metode radio pencari arah goniometer elektrik yang merupakan pengembangan dari goniometer manual (ada bagian mekanik yang bergerak). Metode radio pencari arah goniometer merupakan pengembangan dari metode Radio Pencari Arah *Loop Tunggal* Pendengaran Minimum dan metode Radio Pencari Arah *Cross Loop*.

Pencarian Arah *Loop Tunggal* Pendengaran Minimum, Dalam metode ini digunakan sebuah antena *loop* tunggal dan dihubungkan langsung ke penerima untuk mendeteksi pendengaran minimum. Pola tangkapan dari sebuah antena *loop* tunggal adalah suatu bentuk angka delapan lihat gambar 1 sehingga titik minimum dari pola tangkapan, dapat digunakan untuk menentukan arah terjadinya permukaan gelombang titik minimum pada pola tangkapan antena *loop* tunggal terjadi pada sumbu antena.



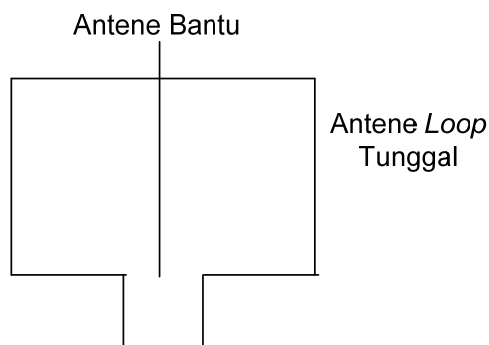
Gambar 1. Pola Tangkapan Antena *Loop*

Permukaan gelombang yang terjadi adalah tegak lurus terhadap bidang antena *loop* tunggal. Sebagai contoh jika arah gelombang yang ditunjukkan oleh *azimuth* adalah  $40^\circ$  maka masih belum dapat ditentukan apakah permukaan ge-

lombang sebenarnya datang dari arah  $40^\circ$  atau berlawanan, yaitu  $220^\circ$ . Untuk membedakan antara dua kemungkinan ini maka harus digunakan sebuah antena bantu (*sense antenne*) yang digunakan untuk membantu penginderaan. Prinsip

dasarnya adalah pola tangkapan *horizontal* yang berbentuk angka delapan dapat digunakan untuk menentukan besarnya tegangan yang diinduksikan dalam *antena loop DF (Direction Finder)* untuk masing-masing arah yang terjadi. Jadi fase tegangan DF merupakan suatu pengukuran untuk ukuran waktu tegangan bolak-balik, berhubungan satu dengan yang lainnya dan berhubungan dengan suatu referensi waktu akan tetap konstan pada cakupan sudut *azimut*  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  dan berubah  $180^\circ$  untuk cakupan sudut  $180^\circ$  sampai  $360^\circ$ , dan selanjutnya pemancar dianggap pada *azimut*  $0^\circ$ .

Dapat ditentukan bahwa fase tegangan DF dalam cakupan  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  mempunyai fase  $0^\circ$  dan dalam cakupan  $180^\circ$  sampai  $360^\circ$  mempunyai fase  $180^\circ$ . Fase tegangan DF yang berlawanan ini sesuai dengan pemancar yang diobservasi apakah tegak lurus ke kiri atau ke kanan dari *loop*. Cara membandingkan tegangan DF tersebut dengan suatu fase tegangan referensi maka akan dapat ditentukan apakah tegak lurus ke kiri atau ke kanan.



Gambar 2. Konstruksi Antena Loop Tunggal

Suatu antena vertikal mempunyai pola tegangan segala arah (*omnidirectional*) yaitu luas medan magnet yang sama rata menghasilkan tegangan output antena dari masing-masing arahnya. Antena ini cocok untuk memberikan suatu tegangan referensi. Fase tegangan antena bantu adalah konstan dan berpindah melalui  $+90^\circ$  berkenaan dengan fase tegangan DF dan memberikan tegangan

tegangan komponen dari dua susunan sorotan yang mempunyai selisih vektorial menghasilkan tegangan DF yang sama amplitudonya.

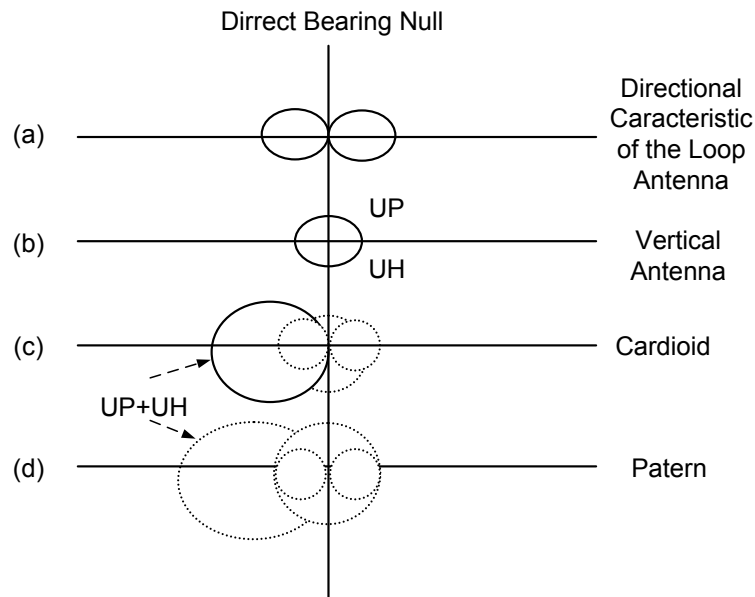
Gambar 3 menunjukkan konstruksi antena *loop* tunggal dan antena bantu serta menunjukkan resultan tegangan yang diperoleh dengan penambahan (separuh bawah) tegangan DF dan tegangan antena bantu, sesudah pergeseran fase pertama dari antena bantu dalam separuh diagram di atasnya dan ini mempunyai fase yang sama seperti tegangan antena bantu dalam separuh diagram bawah.

Gabungan antara antena bantu dengan antena DF menghasilkan pola tangkapan yang dikenal dengan sebagai pola *kor-dioid* (jantung). Dengan kondisi ideal tegangan yang dihasilkan adalah nol dalam arahnya terhadap pemancar dan dua kali lebih besar dari sebelumnya dalam arah yang berlawanan.

Tambahan pengaturan ini untuk mendapatkan sudut pemancaran yang diobservasi :

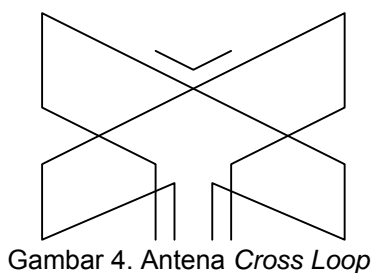
- Tuning penerima DF pada frekuensi pemancar yang diobservasi.
- Penentuan pendengaran minimum dengan memonitor menggunakan *headphone* dan memutar antena *loop* DF. Dalam penyetelan pendengaran minimum, skala menunjukkan suatu harga *azimut* yang mungkin benar atau berbeda  $180^\circ$  dari *azimut* pemancar terhadap utara sebenarnya.
- Supaya dapat membedakan antara dua kemungkinan ini (penentuan *sense*), tegangan antena bantu harus dihidupkan pula dan antena *loop* DF diputar melalui  $+90^\circ$  dan  $-90^\circ$  dan akhirnya tinggal mengatur volume terkecil.
- Tegangan antena bantu selanjutnya diatur dengan menggunakan potensio-meter untuk mendapatkan suatu perbedaan pendengaran minimum.

Tegangan antena bantu kemudian dimatikan lagi, kemudian antena *loop* DF diputar berlawanan arah jarum jam sampai  $90^\circ$  dan kemudian diatur untuk pendengaran minimum.



Gambar 3 Proses Pembentukan Pola *Kardioid*

Metode Pencarian Arah *Cross Loop*, merupakan pengembangan dari metode pencari arah *loop* tunggal. Pengembangan tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam penentuan sudut DF. Perbedaan dari pencari arah *loop* tunggal adalah penggunaan *loop* yang keduanya mirip dengan *loop* DF yang dan dipasang saling tegak lurus dalam bidang-nya gambar 4. Antena *loop* yang kedua ini berfungsi sebagai antena *sense* yang digunakan untuk penentuan sudut datang tegak lurus ke kiri atau tegak lurus ke kanan. *Loop* DF tetap mempertahankan fungsinya menurut arah gelombang yang ditentukan dengan pencarian DF minimum. Namun untuk penentuan *sense* tidak perlu memutar antena *loop* DF  $90^\circ$ , sebagai gantinya dengan menukar antena *loop* DF dengan antena *loop sense* yaitu yang semula sebagai *loop sense*. Dengan demikian akan dihasilkan suatu pola tangkapan *kardioid*.



Prosedur untuk menentukan *azimut* dari suatu pemancar dipermudah menjadi operasi-operasi sebagai berikut :

- Tuning pada frekuensi pemancar yang diamati.
- Penentuan pendengaran minimum ini dengan mendengarkan melalui *head-phone* sambil memutar antena *cross loop*.
- Antena DF ditukar dengan model antena *sense* untuk menggantikan pemutaran  $90^\circ$ .
- Tegangan antena *sense* diatur untuk mendapatkan pendengaran minimum yang jelas.
- *Azimut* pemancar dapat dibaca pada skala.

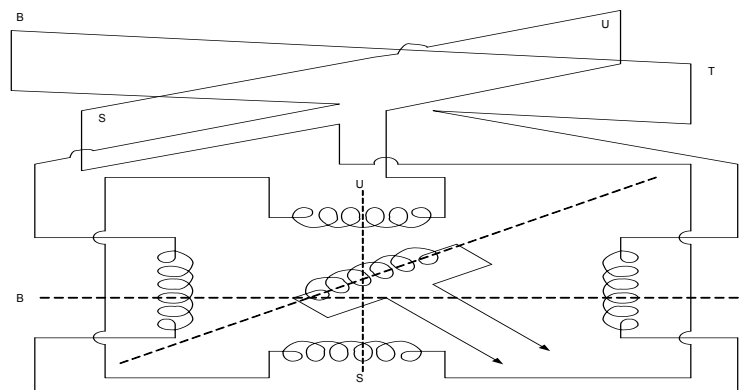
Metode Pencari Arah Goniometer. Goniometer ini dikembangkan untuk memudahkan dalam penentuan sudut yang telah digunakan dalam metode pencari arah *loop* tunggal dan pencari arah *cross loop*. Dengan menggunakan goniometer akan memungkinkan penempatan antena DF yang tetap dan penempatan penerima yang terpisah sehingga didapat suatu operasi yang optimum.

Pemikiran pokok yang mendasari konsep suatu goniometer adalah suatu konstruksi bantu yang mempunyai parameter suatu konstruksi bantu yang dapat mempunyai parameter listrik, mampu mensimulasikan medan elektromagnetik dengan kebenaran sudut pada posisi

penerima DF, dikenai medan elektromagnetik yang sebenarnya berada dalam posisi tetap pada sesuatu yang cocok. Medan dalam goniometer mensimulasikan medan elektromagnetik luar yang selanjutnya dapat dicari *sense*-nya dengan *loop*.

Goniometer secara pokok terdiri dari beberapa kumparan yang digulung secara simetri pada suatu batang ferit silinder yang berlaku sebagai stator. Kumparan-kumparan yang berada berlawanan merupakan sepasang kumparan yang membangkitkan suatu bidang garis-garis

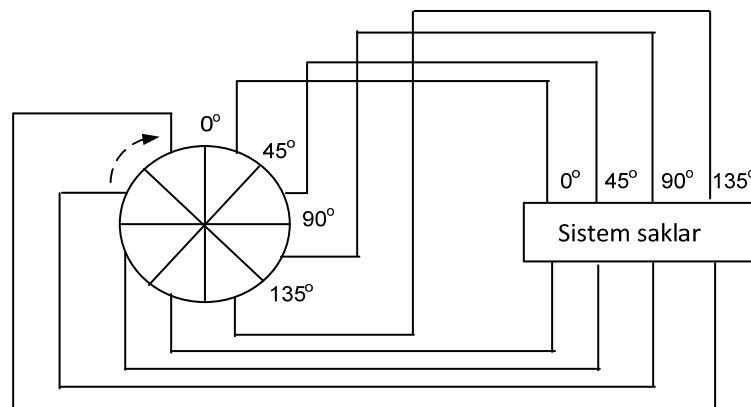
magnet yang berkaitan dengan bidang sepasang antenna. Secara manual kerja kumparan pencari ditempatkan secara terpusat dalam batang ferit dan mengelilingi batang ferit silinder lain. Tegangan yang diinduksikan pada kumparan pencari akan menghasilkan suatu pola angka delapan seperti pola tangkapan antenna *loop*. Sejauh lokasi DF yang kecil dan penentuan *sense* dengan suatu antenna bantu maka akan didapatkan pola tangkapan *kardioid*. Dengan demikian pemutaran antenna *loop* digantikan oleh goniometer diperlihatkan pada Gambar 5.



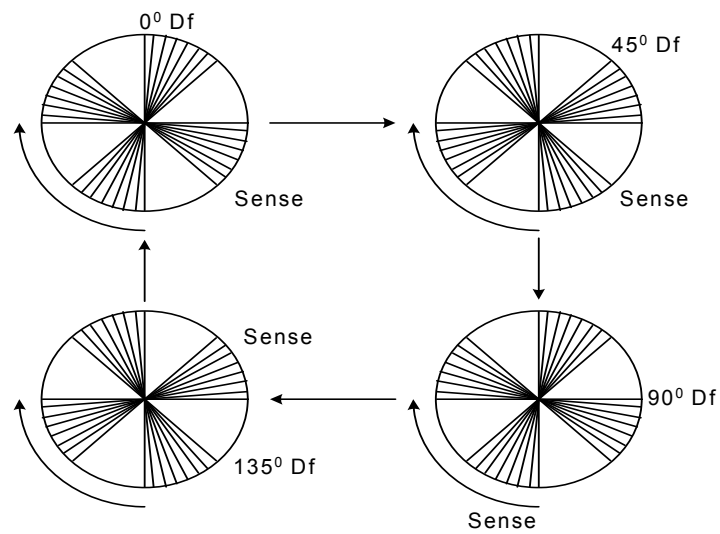
Gambar 5 Goniometer Mekanik

Goniometer Elektronik merupakan pengembangan dari goniometer mekanik yang dikembangkan oleh TAIYO digunakan pada alat pelacak pemancar V-UHF. Antena yang digunakan berupa antena *flat* melingkar, seolah-olah dibagi menjadi empat yang masing-masing dari bagian ini dihubungkan dengan *switch*.

Cara kerja daripada goniometer ini adalah bahwa antena dihubungkan dan diputuskan oleh *system switching* yang secara bergantian, sementara satu sebagai antena DF (*Direction Finder*) dan sebagai arah sudut siku-sikunya digunakan sebagai antena bantu (*sense*) secara bergantian. Hasil yang diperoleh adalah



Gambar 6. Goniometer Elektronik



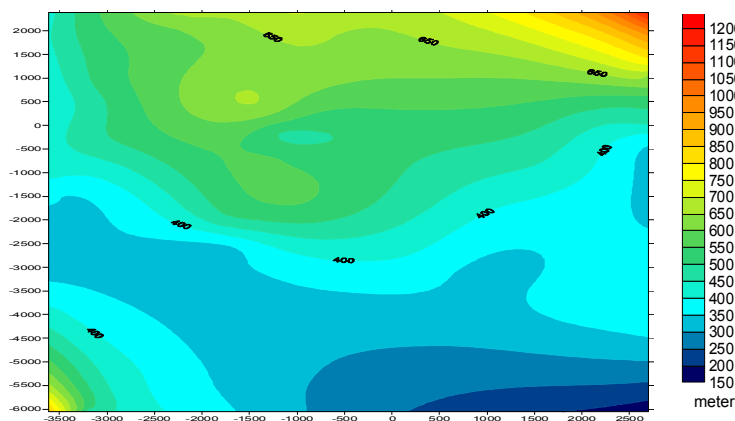
Gambar 7. Kerja Goniometer Elektronik

pola tangkapan jantung (*kardioid*) yaitu gabungan tegangan antara antena bantu dengan tegangan antena DF diperlihatkan pada Gambar 7.

Penelitian dengan pengamatan yang dilakukan pada pancaran gelombang elektromagnetik radio FM dengan frekuensi 96,2 MHz yang dimiliki oleh PT. RADIO ISTAKALISA yang berkedudukan di Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan Yogyakarta dengan menggunakan antena *circular OMB* pada posisi koordinat bumi 110°3'11,8' bujur timur dan 7°46'40' lintang selatan sebagai koordinat (0,0) kartesian yang diamati. Pengukuran dengan menggunakan GPS dapat didapat data posisi, ketinggian posisi diatas permukaan laut, sudut *bearing*, sudut

azimuth, jarak destinasi dan jarak trip antar tempat pengamatan, memberikan informasi kepadatan kontur gelombang diudara yang telah di korelasikan dengan kontur permukaan bumi. Peta ini terletak diantara 07°44'00" lintang selatan sampai dengan 07°52'00" dan serta 110°19'00" dengan 110°26'00" bujur timur (GARMIN GPS) dengan persebaran kuat sinyal (Diukur dengan ANRITSU MEASURING RECEIVER ML-524 B) dan ketinggian diatas permukaan laut (*altitude*) sesuai dengan *legent* warna berikut dalam satuan meter :

Data hasil pengamatan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 8 dan gambar 9. Dengan cara menggunakan aplikasi program surfer akan didapatkan hasil-

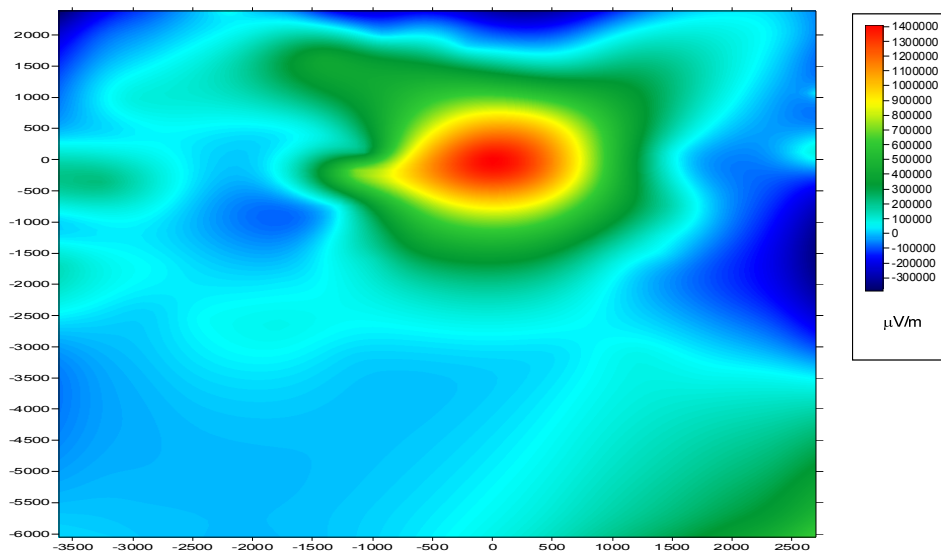


Gambar 8 Kontur gelombang

pengamatan data secara visual 2 dimensi dan 3 dimensi. Pada koordinat (0,0) peta diatas adalah terletak peman-car radio ISTAKALISA FM Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan, Yogyakarta.

Gambar Kuat Sinyal lihat pada Gambar 9 letak dari Radio ISTAKALISA FM memberikan informasi tentang kuat sinyal pancaran gelombang elektromag-

netik dari antenna yang me-nyebar ke seluruh arah dengan cakupan 360° telah dikorelasikan dengan peta permukaan bumi diantara 07°45'00" lintang selatan sampai pada 07°51'00" serta 110°20'30" sampai dengan 110°25' 00" bujur timur degan sebaran kuat sinyal sesuai dengan *legent* warna berikut dalam satuan dB $\mu$ V/m:



Gambar 9 Kuat Sinyal

Pusat bulatan warna merah pada Gambar 9 adalah letak antena pemancar radio ISTA-KALISA FM pada koordinat (0,0), warna kuning menunjukkan pola radiasi pancaran kuat sinyal pada jarak 1000 $\lambda$ , pada daerah yang dilingkupi warna hijau merupakan daerah yang mampu menerima sinyal sangat kuat lebih dari 60dB dan dapat muncul kembali meskipun melewati daerah warna biru yang mempunyai kuat sinyal 50 $\mu$ V/m yang masih dapat menerima sinyal dengan sempurna. Warna biru pekat menunjukkan daerah yang mampu menerima sinyal dibawah 50 $\mu$ V/m antara  $S_0$  sampai dengan  $S_9$ . Sedangkan *legent* warna hitam pekat merupakan daerah tertentu yang tidak dapat menerima sinyal, namun tidak terdapat dalam peta.

Peta Kuat Sinyal dan Peta Kontur Radio ISTAKALISA FM prinsip dasarnya sama dengan sebelumnya yaitu Peta Kuat Sinyal Radio ISTAKALISA FM memberikan informasi tentang kuat sinyal pancaran gelombang elektro-

magnetik dari antenna yang menyebar ke seluruh arah dengan cakupan 360° yang telah dikorelasikan dengan peta permukaan bumi diantara 07°45'00" lintang selatan sampai dengan 07°51'00" serta 110°20'30" sampai dengan 110°25'00" bujur timur dengan visualisasi kontur permukaan tanah yang divisualisasikan secara dua dimensi.

#### KESIMPULAN

Hasil pengamatan dan pembahasan dapat diketahui bahwa pacaran gelombang elektromagnetik pada radio ISTAKALISA yang menggunakan antena pemancar *omnidirectional* memiliki pola radiasi bulat pada yang ditunjukkan warna merah dan mempunyai persebaran kuat sinyal yang beragam tergantung dengan propagasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

Collin R E, 1985, *Antennas & Propagation*, Mc. Graw Hill, Singapore.

Kraus, 1988, *Antenas*, Mc. Graw Hill, second edition, Singapore.

Picquenard, 1973, *Radiowave Propagation*, Pitman Press, New York.

Fadilah, Umi , 2004, Simulasi Pola Radiasi Antena Dipole Tunggal, *Jur-*

*nal Teknik Elektro dan Komputer*, UMS Vol.4 (No.2).

Suswanto,2004, Analysis, Design Log Periodic Yagi Antena Multi Frekuensi Pada Band lebar, Edisi Agustus, *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*,