

## ABSTRAK

### PEMBUATAN ANTENA LOG PERIODIC DIPOLE ARRAY (LPDA) SISTEM KNOCK DOWN UNTUK PENERIMAAN SINYAL TELEVISI PADA JALUR VHF DAN UHF

Yulindon<sup>a)</sup>, Rusmardi<sup>b)</sup>, Afrizal Yuhanel<sup>c)</sup>

Industri kerajinan aluminium Gunung Mas di Jl. Belakang Lintas Padang mempunyai produk berupa perabotan rumah tangga dari bahan aluminium. Hingga saat ini industri ini mempunyai kelemahan untuk produk ukuran lebih besar dan kuat, karena akan mudah bengkok dan rapuh konstruksinya sehingga kalah bersaing dengan perabot yang terbuat dari bahan besi-baja ataupun kayu. Pembuatan antena LPDA merupakan salah satu solusi diversifikasi produk industri tersebut ke produk yang lebih ringan dan mempunyai prospek pasar yang lebih bagus. Kegiatan ini dengan studi kepustakaan, diteruskan dengan survey ke pemancar ulang (*repeater/stasiun relay*) siaran televisi yang ada di kota Padang dan sekitarnya. Tahap selanjutnya adalah proses disain alat untuk kemudian direalisasikan dalam bentuk prototype sistem antena LPDA. Uji coba keandalan sistem ini dilakukan di laboratorium, termasuk ujicoba dengan antena pembanding berupa jenis antena penerima televisi VHF dan UHF yang sudah banyak di pasaran. Hasil kegiatan ini adalah berupa adanya antena penerima televisi jenis LPDA yang dapat membantu penerimaan siaran dengan hanya satu antena saja dan siap untuk dipasarkan guna membantu diversifikasi produk dan peningkatan penghasilan industri kerajinan aluminium yang juga berdampak positif dari sisi ekonomi dan iptek secara nasional.

---

<sup>a)</sup> Dosen Politeknik Universitas Andalas Jurusan Teknik Elektro

<sup>b)</sup> Dosen Politeknik Universitas Andalas Jurusan Teknik Mesin

<sup>c)</sup> Dosen Politeknik Universitas Andalas Jurusan Teknik Elektro

## ABSTRACT

### THE LOG PERIODIC DIPOLE ARRAY (LPDA) ANTENNA DESIGN WITH KNOCK DOWN SYSTEM USING FOR VHF AND UHF TELEVISION SIGNALS RECEPTION

Yulindon<sup>a)</sup>, Rusmardi<sup>b)</sup>, Afrizal Yuhane<sup>c)</sup>

The Gunung Mas Shop is a kind of small handicraft industry usually have in house furniture product which made of aluminium. At the present this industry has the problem in producing bigger and stronger furnitures, the aluminium tends to bend and weak. By this situation the consumer will choose other product which stronger material such as steel and wood. The design of LPDA antenna is one solution for product diversification of the industry to lighter and better market product. Activity of the vucer program initiated by literature study, television broadcast repeater survey around Padang city and continued by designing of the technical part of the antenna to become a prototype. The reliability troubleshooting of the system counducting in the laboratory including comparative troubleshooting with the existing conventional antenna. The program has result in the LPDA television signals reception antenna which useful on television broadcast reception by only one antenna and ready to offer for sale. As the addition it will have big contribution on product diversification and spesifically increasing the benefit of aluminium handicraft industry. Finally it give positive effect on national economy, science and technology development.

---

<sup>a)</sup> Lecturer of Polytechnic of Andalas University on Electrical Engineering Dept.

<sup>b)</sup> Lecturer of Polytechnic of Andalas University on Mechanical Engineering Dept.

<sup>c)</sup> Lecturer of Polytechnic of Andalas University on Electrical Engineering Dept.

## PENDAHULUAN

Pesatnya arus informasi di era globalisasi sekarang ini mendorong setiap orang, dalam hal ini dimulai dari keluarganya untuk mendapatkan berita-berita dari seluruh belahan dunia secara cepat dan instan. Salah satu media yang memenuhi kriteria ini adalah televisi. Melalui televisi masyarakat tidak saja dapat mendapatkan beragam informasi dan program berita lainnya namun juga memperoleh berbagai hiburan yang murah meriah yang langsung hadir ke tengah-tengah keluarga.

Sebagaimana yang lumrah kita ketahui bahwa di tanah air kita dalam dekade terakhir ini, sudah banyak bermunculan siaran dari berbagai televisi swasta di samping TVRI sebagai stasiun televisi pemerintah yang sudah lebih dahulu hadir. Stasiun-stasiun yang dimaksud adalah RCTI, SCTV, TPI, ANTEVE dan INDOSIAR yang mana dapat diterima melalui antena parabola (penerima digital) ataupun bagi stasiun yang sudah memiliki pemancar ulang (*repeater* ataupun stasiun *relay*) maka dapat diterima melalui antena non-parabola seperti antena VHF (*Very High Frequency*) dan antena UHF (*Ultra High Frequency*). Hal ini disebabkan stasiun-stasiun siaran televisi nasional tersebut memang memancar pada frekuensi-frekuensi yang berada pada jalur atau *band* VHF (30MHz-300MHz) hingga UHF (300MHz-3000MHz). Begitu pula di Padang khususnya (tempat pelaksanaan kegiatan ini) dan propinsi Sumatera Barat umumnya, juga sudah bisa menikmati semua siaran tersebut melalui antena parabola. Adapun stasiun yang dapat diterima tanpa menggunakan antena parabola karena sudah memiliki stasiun *relay* adalah TVRI (menggunakan antena VHF) dan RCTI serta SCTV (menggunakan antena UHF), terutama untuk kota-kota besar seperti Padang, Padang Panjang, Bukittinggi serta Pariaman dan sekitarnya.

Kondisi yang selama ini menarik perhatian adalah untuk dapat menerima siaran televisi tersebut tanpa menggunakan antena parabola maka pemirsa di wilayah tersebut harus memiliki dua buah antena penerima dari jenis yang berbeda yaitu antena penerima VHF (untuk TVRI) dan antena UHF (untuk RCTI,SCTV). Antena-antena tersebut dipasang pada dua lokasi vertikal yang terpisah namun masih pada tiang yang sama. Berdasarkan kondisi ini maka menurut penulis diperlukan suatu sistem antena yang mampu mencakup semua kanal televisi tersebut dengan hanya satu buah antena, dimana tidak saja memadai dari segi kemampuan penerimaannya dan kualitas yang baik, namun yang tidak kalah pentingnya adalah efisiensinya (tidak perlu membeli dua antena) dan kepraktisan pemakaiannya (hanya satu kali pemasangan). Sebenarnya permasalahan ini tidak terlalu berpengaruh bagi keluarga yang sudah terlanjur memiliki pesawat televisi dengan memasang dua antena UHF dan VHF. Namun bagi yang belum memiliki pesawat televisi terutama bagi keluarga baru, bila suatu

saat membeli pesawat televisi, sudah barang tentu akan berfikir ekonomis dalam memilih jenis antena yang digunakan.

Di Sumatera Barat terdapat 24 buah industri logam dasar (data statistik Sumbar) yang memproduksi peralatan rumah tangga dari bahan aluminium di antaranya lemari (kaca+aluminium), rak piring, serta jemuran pakaian. Bahan aluminium banyak disukai karena tidak berkarat (anti korosi), mudah dipotong, tidak memerlukan pengecatan serta mudah membersihkannya. Namun produk ini punya kelemahan apabila digunakan untuk ukuran yang lebih besar dan harus menahan beban yang lebih berat lagi, dimana konstruksinya akan goyah dan cenderung akan bengkok atau patah. Sehingga untuk kasus-kasus seperti ini masyarakat lebih memilih peralatan/perabot dari bahan besi/baja ataupun kayu. Oleh sebab itu mereka terkendala mendapatkan jenis produk baru yang ringan namun mempunyai potensi pasar yang baik. Pembuatan antena TV dari bahan aluminium merupakan salah satu solusi dalam menciptakan diversifikasi produk yang memacu peningkatan hasil usaha industri tersebut serta kesejahteraan dan kegairahan kerja para pekerjanya.

Industri kerajinan aluminium Gunung Mas di Jl.Belakang Lintas Padang merupakan usaha produksi dan penjualan peralatan rumah tangga dari aluminium dan kaca. Di samping itu industri ini juga merangkap sebagai toko yang menjual bahan-bahan tersebut. Berdasarkan pengamatan penulis pada industri tersebut, peralatan dan fasilitas yang selama ini digunakan untuk produksinya cukup memadai bila digunakan untuk membuat antena penerima TV dari bahan aluminium.

Antena yang akan dibuat adalah jenis *Log Periodic Dipole Array* (LPDA) 16 elemen. Berdasarkan penelitian penulis yang juga dimuat di Majalah BISTEK (Bisnis dan Teknologi) Politeknik Universitas Brawijaya Malang, Volume 7 Nomor 9 bulan Desember 1999, antena ini mempunyai penguatan atau gain 36,9dB, yang mana lebih baik dari gain antena TV Yagi 7 elemen (29,7dB). Kelebihan lainnya adalah mempunyai karakteristik pengarahan yang lebih baik. Bila kebutuhan akan kepemilikan pesawat televisi baru didasarkan kepada jumlah pernikahan (baca: keluarga baru) per tahunnya, maka sesuai dengan data statistik Sumbar, tahun 1999 terdapat 901 pernikahan di wilayah yang bisa menikmati siaran-siaran televisi tersebut (Padang, Padang Panjang, Bukittinggi serta Pariaman dan sekitarnya) dengan peningkatan rata-rata 5,62% pernikahan/tahun. Dengan asumsi lebih dari separoh (misalnya 60%) dari keluarga baru tersebut berminat memiliki pesawat televisi sendiri, maka setidaknya setiap tahun ada minimal ±540 keluarga baru (60% dari 901) yang berminat memiliki pesawat televisi (beserta antenanya) atau rata-rata 45 peminat/bulan. Angka ini akan terus bertambah pada tahun kedua, ketiga dan seterusnya sehingga sangat realistis bila dikatakan produksi dan penjualan antena LPDA ini dapat membantu kinerja industri Gunung Mas baik dari segi hasil

usaha dan kesejahteraan pekerjanya. Apalagi bila ditinjau dari kecenderungan stasiun-stasiun TV yang ada saat ini selalu ingin memperluas jangkauan siarnya, akibatnya peminat baru televisi di Sumatera Barat (bahkan Indonesia) akan bertambah, sehingga membuka kesempatan peningkatan hasil usaha bagi industri serupa lainnya baik yang berada di kota Padang dan sekitarnya maupun Sumatera Barat umumnya, hingga wilayah lainnya di Indonesia ini. Hadirnya antena LPDA ini juga akan membuka kesempatan usaha baru di bidang *packaging* dan cetak plastik, karena antena ini nantinya dirancang dalam sistem *knock down* (bongkar pasang) berarti membutuhkan *packaging* antena yang baik; sedangkan sekat-sekat pada antena direncanakan terbuat dari bahan isolator (plastik).

## PERUMUSAN MASALAH

Dengan berpedoman kepada hal-hal yang telah diuraikan pada analisa situasi di atas maka dapat dirumuskan permasalahan program vucer ini yaitu:

1. Industri kerajinan aluminium Gunung Mas membutuhkan diversifikasi produk ke arah peralatan/produk yang ringan namun dengan prospek pasar yang baik.
2. Produk yang sudah ada tidak variatif, memiliki kelemahan pada saat penggunaan untuk beban yang lebih besar dan kuat.
3. Semakin banyaknya masyarakat kota Padang dan sekitarnya yang ingin memiliki sistem penerima televisi di rumah masing-masing, dan selama ini selalu memerlukan media antena penerima sebanyak dua buah yaitu untuk jalur VHF dan UHF agar dapat menerima siaran TVRI, RCTI dan SCTV.
4. Sistem antena penerima televisi yang ada saat ini membutuhkan suatu sistem antena yang lebih praktis dan efisien agar dapat menangkap sinyal dari ketiga siaran tersebut.
5. Sistem antena penerima televisi yang dimiliki saat ini mempunyai kelemahan dari segi efisiensi dan efektifitas penggunaannya karena konsumen harus membeli dua macam antena dan memasangnya dua kali pada tempat yang terpisah secara vertikal dan hal ini juga akan menyangkut efisiensi biaya waktu dan tempat.

## REVIEW PUSTAKA

Sistem komunikasi radio mempunyai elemen-elemen dasar berupa pemancar, penerima dan antena. Antena berfungsi sebagai penyalur sinyal elektrik dari pemancar untuk dikirimkan melalui media udara dan juga menerima sinyal elektrik yang sesuai di udara untuk disalurkan ke penerima. Informasi yang akan dikirimkan berupa sinyal suara, gambar atau jenis data lainnya, pertama kali akan diumpungkan pada masukan (*input*) pemancar dan diharapkan pada akhir prosesnya yaitu pada keluaran (*output*) penerima akan diterima

kembali datanya dengan benar.

Kunci antenna efisien adalah antenna yang dapat mengeluarkan daya antenna yang maksimum, arah antenna yang baik, lebar *band* (jalur), sudut radiasi dan polarisasi. Sebuah pemancar akan mengeluarkan energi RF (*Radio Frequency*) yang kemudian akan disalurkan lewat saluran transmisi melalui antenna. Bila saluran transmisi dan tidak sesuai impedansinya (*mismatch*), maka energi tadi akan terbuang di tengah jalan, selain itu juga akan menyebabkan transmisi tidak ke luar. Pada antenna, yang diperlukan adalah bagaimana agar arus besar dapat disalurkan lewat antenna, pertama antenna harus diatur sesuai dengan frekuensi yang dipancarkan.

Di dalam sistem telekomunikasi dikenal berbagai macam antenna yang mana pemilihannya sesuai dengan pemakaiannya. Antenna *Log Periodic Dipole Array* (LPDA) merupakan contoh antenna dengan jalur lebar yang dapat divariasikan sesuai dengan penggunaannya. Array ini tersusun dari elemen-elemen dipole yang panjangnya merupakan fungsi sudut yang diperoleh dari titik puncak (*apex*) dari array dan jarak dari titik puncak menentukan ukuran lebar bandnya.

## TUJUAN DAN MANFAAT

### A. Tujuan

Tujuan kegiatan vucer ini adalah membuat suatu antenna Log Periodic Dipole Array/LPDA (jenis knock down) yang dapat dipergunakan untuk penerimaan sinyal televisi pada dua jalur frekuensi yaitu VHF dan UHF, yang memberikan manfaat bagi industri kecil aluminium khususnya, serta berdampak positif dari segi ekonomi maupun iptek serta aspek sosial lainnya secara nasional.

### B. Manfaat

#### 1. Potensi Ekonomi Produk

Pada pembuatan antenna LPDA sistem *knock down* untuk penerimaan sinyal televisi pada jalur VHF dan UHF ini secara garis besar akan mempunyai potensi ekonomi produk sebagai berikut:

1. Meningkatkan penghasilan industri kerajinan aluminium melalui diversifikasi produk berupa pembuatan antenna penerima televisi yang terbuat dari aluminium.
2. Saat ini di kota Padang dan sekitarnya harga satu buah antenna UHF adalah Rp.25000,00 sementara itu satu buah antenna VHF berharga Rp.20000,00. Sedangkan antenna LPDA setelah dihitung secara ekonomi dapat dijual dengan harga Rp.30000,00 yang mana jelas

lebih murah dari harga pembelian antena UHF beserta VHF. Dengan performance yang tidak kalah dari dua buah antena TV yaitu VHF dan UHF, jelas sekali antena LPDA akan dapat diterima di pasaran (diminati oleh masyarakat).

3. Bila kebutuhan akan kepemilikan pesawat televisi baru didasarkan kepada jumlah pernikahan (baca: keluarga baru) per tahunnya, maka sesuai dengan data statistik Sumbar, tahun 1999 terdapat 901 pernikahan di wilayah yang bisa menikmati siaran-siaran televisi (Padang, Padang Panjang, Bukittinggi serta Pariaman dan sekitarnya) dengan peningkatan rata-rata 5,62% pernikahan/tahun. Dengan asumsi lebih dari separoh (misalnya 60%) dari keluarga baru tersebut berminat memiliki pesawat televisi sendiri, maka setidaknya setiap tahun ada minimal  $\pm 540$  keluarga baru (60% dari 901) yang berminat memiliki pesawat televisi (beserta antenanya) atau rata-rata 45 peminat/bulan. Angka ini akan terus bertambah pada tahun kedua, ketiga dan seterusnya sehingga sangat realistis bila dikatakan produksi dan penjualan antena LPDA ini dapat membantu kinerja industri Gunung Mas baik dari segi hasil usaha dan kesejahteraan pekerjanya. Apalagi bila ditinjau dari kecenderungan stasiun-stasiun TV yang ada saat ini selalu ingin memperluas jangkauan siarnya, akibatnya peminat baru televisi di Sumatera Barat (bahkan Indonesia) akan bertambah, sehingga membuka kesempatan peningkatan hasil usaha bagi industri serupa lainnya baik yang berada di kota Padang dan sekitarnya maupun Sumatera Barat umumnya, hingga wilayah lainnya di Indonesia ini.
4. Berdasarkan potensi ekonomi produk point 2 di atas maka dari sisi peminat baru kepemilikan televisi, dengan adanya antena LPDA ini terdapat penghematan pengeluaran Rp.15000,00 dibandingkan bila peminat baru tersebut memilih membeli dua buah antena yaitu antena televisi VHF dan UHF. Selanjutnya dengan berpedoman kepada jumlah minimal peminat baru televisi di tahun-tahun yang akan datang di wilayah Padang dan sekitarnya sebagaimana diuraikan pada point 3 di atas, maka terdapat setidaknya 540 peminat yang akan membeli pesawat televisi per tahunnya. Bila dikalikan dengan penghematan Rp.15000,00 dengan 540 peminat maka total penghematan adalah Rp.8.100.000,00 per tahunnya. Angka ini dapat diartikan bahwa kehadiran antena LPDA memberikan total subsidi berupa tabungan kepada masyarakat di wilayah Padang dan sekitarnya sebanyak 8,1 juta rupiah. Perhitungan ini jelas akan semakin membesar bila hal yang sama diterapkan pada propinsi lainnya di tanah air kita ini.

## 2. Nilai Tambah Produk Dari Sisi IPTEK

Sesuai dengan laporan penelitian penulis pada antena yang sama yang dibiayai oleh DIP Pusat Pengembangan Politeknik dan Pendidikan Program Diploma (P5D), Direktorat

Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, tahun 1999, produk ini mempunyai beberapa nilai tambah dari sisi IPTEK diantaranya:

1. Untuk penerimaan sinyal-sinyal televisi pada kedua *band* (VHF dan UHF) cukup digunakan satu buah antena LPDA dengan 16 elemen.
2. Meningkatkan efisiensi pemakaian antena pada dua *band* (VHF dan UHF) yang sebelumnya menggunakan dua antena terpisah yang berarti juga memerlukan dua kali instalasi antena
3. Antena LPDA mempunyai penguatan atau *gain* 36,9dB, lebih baik dibandingkan dengan antena penerima TV jenis Yagi 7 elemen yang mempunyai *gain* 29,7dB
4. Antena LPDA mempunyai karakteristik pengarahan (*directivity*) yang lebih baik dari pada antena penerima TV jenis Yagi 7 elemen.
5. Memberikan sumbangan pikiran dan ide-ide baru dalam sistem antena agar dapat memunculkan ide-ide selanjutnya yang lebih banyak menyentuh kepada kondisi dan kebutuhan masyarakat.
6. Adanya sekat plastik penyangga antara dua tiang penyusun dipole array memberikan stimulasi pengembangan teknologi cetak plastik baru yang menunjang performance produk tersebut.
7. Pengemasan (*packaging*) antena LPDA yang menggunakan sistem *knock down* juga memacu pengembangan teknologi pengolahan kardus bekas menjadi kardus yang bermanfaat.

### 3. Dampak Sosial Secara Nasional

1. Memberikan suntikan motivasi baru bagi pekerja maupun pengusaha industri kerajinan aluminium guna meningkatkan kesejahteraan melalui penambahan produk baru dengan prosepek pasar yang bagus.
2. Membantu meningkatkan produksi antena penerima TV dengan jenis produk yang lebih efisien dan efektif.
3. Penambahan kebutuhan akan bahan baku aluminium dengan diameter 0,2 inci (untuk elemen-elemen antena) dan diameter 1 inci (untuk tiang penyusun array) yang diproduksi di Medan maupun Jawa.
4. Penambahan lapangan kerja baru untuk industri cetak plastik isolator penyangga kedua tiang array begitu juga plastik isolator untuk jenis antena TV lainnya yang belum ada di wilayah ini. Bila di setiap kota besar di wilayah Sumatera Barat terdapat 1 industri cetak plastik ini dengan tenaga kerja 10 orang / industri termasuk pekerja kasar dan pemasaran, maka untuk 10 kota besar di Sumatera Barat akan menyerap setidaknya 100

tenaga kerja yang amat membantu menurunkan angka tingkat pengangguran yang sangat besar secara nasional. Penambahan lapangan kerja baru juga terbuka lebar dengan adanya industri pengolahan dan pembuatan kardus yang tidak saja untuk antena LPDA namun untuk produk lainnya, karena memang industri tersebut belum ada di wilayah ini. Dan dengan menggunakan asumsi yang sama sebagaimana pada industri cetak plastik di atas, industri *packaging* ini diperkirakan juga akan menyerap 100 tenaga kerja baru sehingga total penambahan tenaga kerja baru untuk kedua industri di atas adalah 200 orang. Seandainya propinsi lainnya di luar Jawa juga menerapkan sistem ini jelas akan membantu mengurangi pengangguran hingga 4000 orang.

5. Adanya *packaging* dari kardus, memerlukan identifikasi dan dekorasi bagian luar kardus agar mudah dikenal dan kelihatan lebih menarik. Hal ini akan memacu usaha percetakan/*advertising* termasuk untuk pencetakan lembaran manual (petunjuk) pemasangan antena yang dilampirkan bersama antena.

## METODE PEMECAHAN MASALAH

Kegiatan ini diawali melalui penelitian/studi kepustakaan tentang ide dasar antena tersebut, diteruskan dengan survey ke pemancar ulang (*repeater/stasiun relay*) siaran televisi yang ada di kota Padang dan sekitarnya untuk mendapatkan data-data mengenai karakteristik operasional *repeater* agar nantinya sinyal-sinyal dapat diterima dengan baik. Tahap selanjutnya adalah proses disain alat berupa perhitungan parameter-parameter teknis dan fisik antena yang direalisasikan dalam bentuk prototype sistem antena LPDA. Ujicoba keandalan sistem ini dilakukan di laboratorium, termasuk ujicoba dengan antena pembanding berupa jenis antena penerima televisi VHF dan UHF yang sudah banyak di pasaran.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Melalui kegiatan vucer dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya antena LPDA yang terbuat dari bahan aluminium telah menjadi tambahan jenis produk baru bagi industri kerajinan aluminium Gunung Mas dan akan bermuara pada peningkatan penghasilannya.
2. Diperolehnya sistem antena penerima televisi yang lebih praktis dan efisien yang dapat menangkap sinyal dari dua band yaitu VHF dan UHF.
3. Nilai produksi antena cukup ekonomis karena dapat lebih rendah dari harga pembelian 2 jenis antena jenis VHF dan UHF yang selama ini dilakukan sehingga dapat diperkirakan antena LPDA akan dapat diterima di pasaran (diminati oleh masyarakat).

4. Kemungkinan besar pembuatan antena ini membuka kesempatan peningkatan hasil usaha bagi industri serupa lainnya baik yang berada di kota Padang dan sekitarnya maupun Sumatera Barat umumnya, hingga wilayah lainnya di Indonesia ini dan memicu perkembangan industri hilir seperti industri cetak plastik, pengepakan (*packaging*) dan percetakan/*advertising*

Untuk pengembangan kegiatan ini yang lebih optimal kami menyarankan

1. Perlunya promosi yang lebih intensif bagi mitra usaha kepada masyarakat
2. Mitra usaha diharapkan terus menemukan bentuk fisik antena yang lebih efisien dan lebih efektif lagi dengan dasar antena yang sudah dibuat

## DAFTAR PUSTAKA

1. Herbert S.Brier, VHF Handbook, 2<sup>nd</sup> edition, Radio Publication, Inc. Wilton, Conn, USA, 1979.
2. Krauss, Antennas, 2<sup>nd</sup> edition, Mc.Graw Hill Book Co, Singapore, 1988
3. Robert G.Brown, es, Line, Waves and Antennas : The Transmission of Electric Energy, 2<sup>nd</sup> edition, John Willey and Sons, Inc., New York, 1973.
4. Robert M.Erwin, Pengantar Telekomunikasi, PT.Multimedia, Jakarta, 1986
5. Warren L.Stutzmann, Antenna Theory and Design, John Willey and Sons, Inc., New York, 1981.
6. Yulindon, Ichsan Mahjud, Afrizal YuhaneF, Pembuatan Antena Log Periodic Dipole Array (LPDA) Yang Dapat Dipergunakan Untuk Penerimaan Sinyal Televisi Pada Jalur VHF dan UHF, Laporan Penelitian P5D , Dirjen Dikti, Depdikbud, Kontrak Nomor 005/B/SPP/P4/VIII/98 tanggal 1 Agustus 1998.
7. Yulindon, Ichsan Mahjud, Afrizal YuhaneF, Pembuatan Antena Log Periodic Dipole Array (LPDA) Yang Dapat Dipergunakan Untuk Penerimaan Sinyal Televisi Pada Jalur VHF dan UHF, Majalah BISTEK vol.7, No.9, Politeknik Universitas Brawijya Malang, Desember 1999.