

Pendeteksi Arah dan Amplitudo Pemancar Radio VHF 146 MHz

Denny Dermawan¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta
Korespondensi : dennydermawan@stta.ac.id

ABSTRAK

Pemancar radio ada kalanya perlu untuk dideteksi keberadaannya, baik posisi maupun amplitudonya karena keberadaannya kadangkala mengganggu frekuensi yang telah dialokasikan oleh pemerintah.

Salah satu metode pendeteksian keberadaan radio pemancar dapat dideteksi menggunakan metode efek doppler yaitu suatu metode yang menggunakan adanya perbedaan frekuensi doppler jika sebuah radio pemancar bergerak mendekat ataupun menjauhi alat pendeteksi. Frekuensi pemancar yang dideteksi adalah frekuensi VHF (Very High Frequency) 146 MHz. Arah radio pemancar akan ditampilkan dalam sekumpulan led yang dibuat melingkar dengan setiap nyala led mewakili arah 22,5 derajat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendeteksian arah dari sebuah pemancar radio menggunakan efek doppler ini dapat dilakukan untuk jarak kurang dari 100 meter.

Kata kunci: deteksi pemancar radio, efek doppler, frekuensi VHF

ABSTRACT

Radio transmitters sometimes need to be detected, both position and amplitude because their existence sometimes interferes with the frequency allocated by the government.

One method of detecting the presence of radio transmitters can be detected using the doppler effect method which is a method that uses a difference in doppler frequency if a radio transmitter moves closer or away from the detector. The transmitter frequency detected is 146 MHz VHF (Very High Frequency). The direction of the radio transmitter will be displayed in a set of leds that are made circular with each led flame representing the direction of 22.5 degrees.

The results show that the direction detection of a radio transmitter using the doppler effect can be carried out for distances of less than 100 meters.

Keywords: detection of radio transmitter, doppler effect, VHF frequency

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Handy Talky (HT) kadangkala perlu diketahui posisi penggunaannya untuk kepentingan tertentu. Agar dapat menentukan posisi dari pengguna HT ini, dibuatlah alat untuk mendeteksi yaitu sebuah Radio Direction Finder (RDF). RDF adalah pesawat radio pencari arah yang dioperasikan melalui penerimaan gelombang elektromagnetik oleh pemancar yang dipancarkan oleh stasiun pemancar.

Antena pesawat Radio Direction Finder (RDF) akan menerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh stasiun pemancar. Oleh karena antena itu merupakan suatu penghantar yang baik maka gelombang elektromagnetik dari pemancar yang diterima oleh antena akan membangkitkan arus gelombang yang getarannya sama dengan getaran gelombang elektromagnetik dari pemancar.

Bila bidang bingkai antena searah dengan arah datangnya isyarat dari pemancar maka tegangan yang dijangkitkan dalam antena akan maksimum dan bila bidang bingkai antena diputar 90° tidak searah lagi dengan arah datangnya isyarat maka tidak ada tegangan yang terjangkit dalam antena dan isyarat tidak akan terdengar isyarat yang diterima oleh antena diteruskan ke kotak penerima dan arah pemancar akan berada pada suara yang terkeras. Karena petunjuk arah dihubungkan dengan antena maka arah datangnya isyarat dapat dibaca pada indikatornya.

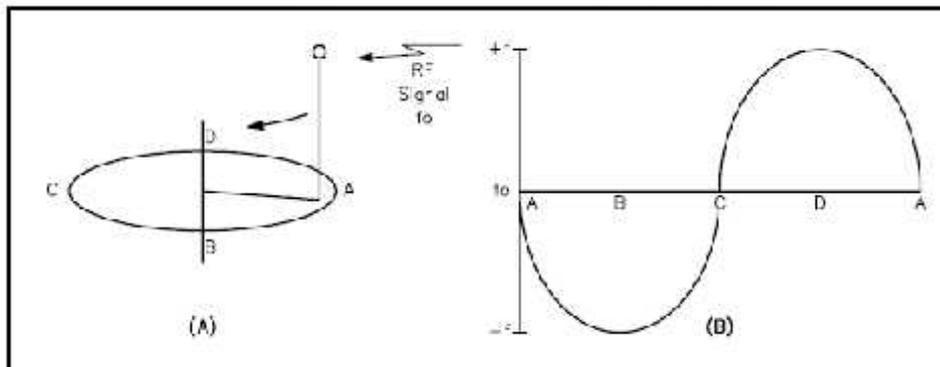
Kristiyana (2015), Melakukan penelitian dengan judul Sistem Detektor Arah Sinyal RF Menggunakan Antena Doppler. Teknologi Komunikasi Dua-Arah menggunakan gelombang elektromagnetik berkembang dengan sangat pesatnya. Berbagai bidang kehidupan umum, militer, dan keperluan *emergency* menggunakan spektrum frekuensi radio, yang tentunya akan sangat membantu. Kelemahan sistem komunikasi ini, tidak dapat dipakai untuk memancarkan satu frekuensi bersama dalam waktu yang bersamaan. Bila hal ini terjadi akibatnya komunikasi akan tertutup (*jammed*) karena *crowded frequency* bahkan kadang ada kesengajaan untuk mengganggu komunikasi seperti banyak terjadi dibidang frekuensi amatir radio. *Radio Directional Finder* secara konvensional telah bertugas bertahun-tahun yang digunakan untuk mencari pemancar frekuensi pengganggu secara *direct* yang sekarang sudah tidak efisien dalam hal

waktu dan operasionalnya. Aplikasi sistem Doppler dengan sistem Adaptif dapat digunakan sebagai dasar kerja *RadioStand Finder* untuk mendeteksi arah posisi pemancar RF tanpa melakukan mobilitas *direct*. Antena Roanoke Doppler dirancang dengan suatu sistem *switching* dan penguat penerimaan sinyal oleh susunan *square-4* antena setengah panjang gelombang yang dapat menentukan arah datangnya sinyal RF.

(Suhartini, 2008), melakukan penelitian tentang “Sudut Elevasi Dan Ketinggian Antena Untuk Komunikasi Radio HF”, Gelombang radio dapat sampai ke penerima dengan cara langsung, merambat dekat permukaan bumi, dan melalui pemantulan ionosfer. Cara perambatan yang terakhir inilah yang digunakan untuk komunikasi jarak jauh, menggunakan frekuensi tinggi (HF 3 – 30 MHz), dengan memanfaatkan pemantulan lapisan ionosfer. Antena yang umum digunakan dalam komunikasi radio HF adalah antena dipole setengah panjang gelombang. Tiga komponen yang menentukan keberhasilan komunikasi dengan gelombang antariksa adalah frekuensi, sudut elevasi, dan daya pancar. Frekuensi berkaitan dengan kerapatan elektron di lapisan ionosfer, sudut elevasi ditentukan oleh jarak komunikasi dan ketinggian lapisan ionosfer, dan menentukan ke arah mana gelombang radio harus dipancarkan, sedangkan daya pancar menunjukkan besarnya energi gelombang radio yang dipancarkan. Ketinggian antena menentukan pola radiasinya, yaitu distribusi energi gelombang radio yang dipancarkan, oleh karena itu berperan dalam menentukan sampainya gelombang radio di tujuan komunikasi.

2. METODE PENELITIAN

Contoh klasik efek Doppler adalah saat mobil mendekati sumber pengamat, suara klakson mobil lebih tinggi dari (frekuensi) yang pengamat dengar ketika mobil menjauh dari pengamat. Perubahan frekuensi terjadi karena gerakan mobil memperpendek panjang gelombang suara terdengar lebih rendah dari (frekuensi) yang pengamat dengar. Ini terjadi karena mobil tersebut menjauh pergi dari pengamat secara efektif meningkatkan panjang gelombang, maka frekuensi menjadi rendah. Efek serupa terjadi karena antena tidak mendekat atau jauh dari sumber pemancar. Sinyal yang diterima dari antena dikirim menuju pemancar yang frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan transmisi aktual. Sinyal yang diterima oleh antena dikirim ke sumber transmisi aktual yang lebih rendah frekuensinya seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Frekuensi rotasi antenna Doppler

Dengan mempertimbangkan antena diposisi A, paling dekat dengan sumber pencarian, frekuensi sinyal yang diterima pada titik A sama dengan sinyal dari pemancar karena tidak bergerak ke arah atau menjauh dari sumber pencarian. Frekuensi sinyal yang diterima menurun pada saat antena bergerak dari titik A ke titik B dan dari titik B ke titik C. Deviasi Frekuensi maksimum terjadi pada saat antena melewati titik B. Frekuensi sinyal yang diterima dari titik C adalah sama dengan sinyal dari pemancar (tidak ada perubahan) karena antena tidak mendekat atau jauh dari sumber pencarian. Bila antena bergerak dari titik C ke titik D dan dari titik D kembali ke titik A, Frekuensi sinyal yang diterima akan meningkat. Deviasi frekuensi maksimum terjadi lagi pada saat antena melewati titik D. Pergeseran frekuensi Doppler sebagai fungsi rotasi antena diilustrasikan pada gambar 1 menurut persamaan (1)

$$dF = \frac{\omega r f_c}{c} \quad (1)$$

dengan :

dF = Perubahan dari puncak frekuensi (pergeseran Doppler dalam hertz)

ω = Kecepatan sudut rotasi dalam radian per detik ($2 \times \pi \times$ frekuensi rotasi)

r = Radius rotasi antena (m)

f_c = Frekuensi sinyal (Hz)

c = Kecepatan cahaya (m/s)

Untuk menghitung seberapa cepat antenna harus memutar untuk menghasilkan pergeseran frekuensi Doppler yang diperlukan, diberikan menurut persamaan (2)

$$fr = \frac{df \times 1879,8}{R \times fc} \quad (2)$$

dengan :

Fr = Pergeseran frekuensi dalam hertz (Hz)

Df = Pergeseran Doppler dalam hertz (Hz)

R = Radius antenna rotasi dalam inchi (inch)

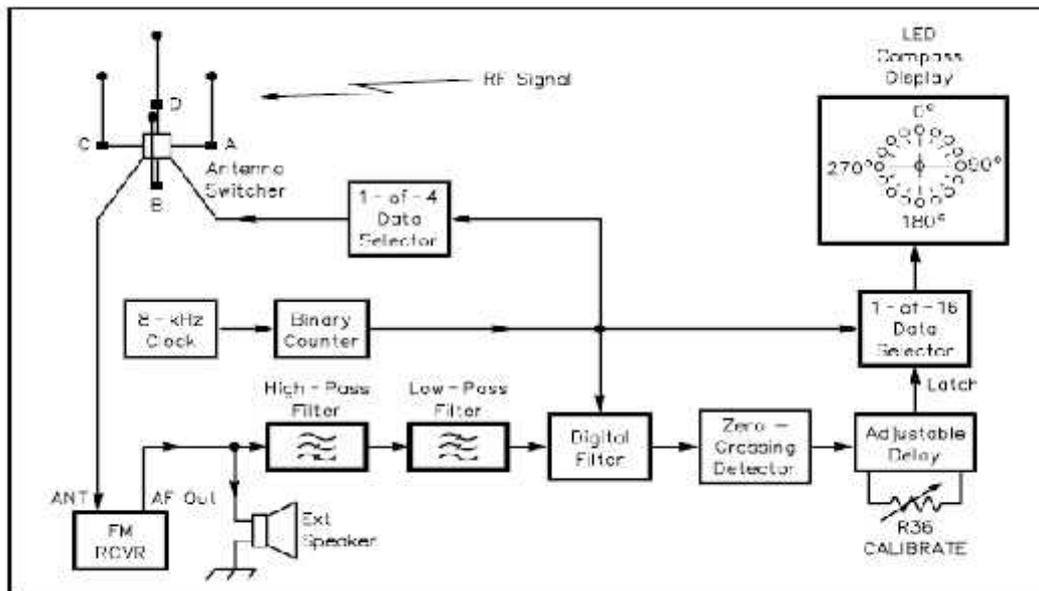
fc = Frekuensi sinyal yang diterima dalam megahertz (MHz)

Sebagai contoh mari kita hitung seberapa cepat antenna harus memutar untuk menghasilkan pergeseran doppler sebesar 500 Hz dari frekuensi 146 MHz, dengan asumsi radius rotasi adalah 13.39 inchi, maka rotasi frekuensi adalah:

$$fr = \frac{500 \times 1879,8}{146 \times 13,39} = 480 \text{ Hz}$$

Frekuensi rotasi 480Hz jika diuraikan dalam rpm adalah $480 \times 60 = 28.800$ atau hampir 30.000 putaran per menit.

Prinsip kerja dari Doppler RDF ini mengacu pada blok diagram pada gambar 2. Sebuah 8 kHz clock osilator mengendalikan *binary counter*. Keluaran dari *binary counter* menghubungkan tiga fungsi yaitu antenna pencari, mengendalikan tampilan LED dan menjalankan *filter digital*. Keluaran dari *binary counter* mengendalikan 1 dari 4 multiplexer antenna pencari secara berurutan atau yang mana terdeteksi lebih dulu maka itu yang dipilih (menyala) pada satu waktu pada perintah A, B, C, D, A, dan seterusnya dengan kecepatan 500 kali perdetik. *Output counter* juga mengendalikan 1 dari 16 multiplexer digunakan untuk mengendalikan LED *display* dengan antenna pencari. Sinyal RF yang diterima dari antenna pencari terhubung ke antenna input dari *receiver* VHF seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram Radio Doppler

Clock 8 KHz dan binary counter

Rangkaian *clock* 8 kHz dibangun dari IC LM 555 berguna sebagai timer yang dikonfigurasi sebagai *multivibrator*. Keluaran rangkaian *clock* 8 KHz ini akan diumpankan ke *clock* 4 bit *binary counter* untuk mengoperasikan tiga fungsi sinkronisasi. *Binary counter* yang dibangun ini pada hakekatnya adalah sebuah pembagi frekuensi, sehingga keluaran 4 bit *binary counter* Q0, Q1, Q2 dan Q3 berturut turut adalah 4KHz, 2 KHz, 1 KHz dan 500 Hz.

Tiga fungsi sinkronisasi

Fungsi sinkronisasi yang pertama adalah putaran antenna (*antenna spinning*). Diperoleh dari 2 buah keluaran *most significant bit* dari 4 bit *binary counter* untuk menggerakkan 1 to 4 multiplexer. Keluaran

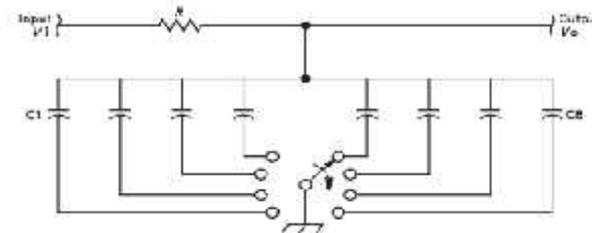
multiplexer ini akan mengaktifkan antenna mana yang akan aktif (A, B, C, D, A, B...) untuk menerima siaran radio dari pemancar. Keluaran multiplexer ini akan menggerakkan antenna selama 0,5 mS sehingga 1 putaran A, B, C, D antenna membutuhkan waktu selama $0,5 \text{ mS} \times 4 = 2,0 \text{ mS}$, sehingga frekuensi putar antenna adalah 2,0 mS atau 500 Hz. Sehingga radio penerima VHF selain menerima sinyal VHF juga akan menerima frekuensi sinyal *tone* 500 Hz.

Fungsi sinkronisasi yang kedua adalah untuk menggerakkan penampil 16 Led. Hal ini dilakukan oleh multiplexer 1 ke 16 yang memperoleh masukan dari 4 bit *binary counter*. Setiap penunjuk arah led mereprestasikan perubahan arah sebesar $22,5^\circ$.

Fungsi sinkronisasi yang ketiga adalah operasi tapis digital untuk membuang sinyal doppler 500 Hz. Sinyal *tone* doppler 500 Hz muncul pada audio penerima, sinyal ini akan ditapis oleh HPF, LPF dan BPF pada frekuensi doppler 500 Hz.

Tapis digital

Tapis ini memiliki komponen utama berupa analog multiplexer, resistor dan susunan kapasitor jajar (yang dapat dipilih nilai kapasitannya. Gambaran umum tapis digital diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Tapis digital dengan saklar mekanik

Multiplexer yang digunakan pada tapis digital ini adalah multiplexer 3 ke 8 dengan mendapat pilihan masukan dari keluaran 3 buah *most significant bit binary counter* dengan frekuensi 2 KHz, 1 KHz dan 500 Hz. Pilihan ini akan membuat 8 buah sample dalam frekuensi 500 Hz ($t = 2 \text{ mS}$) sehingga sample yang baru akan diambil setiap $2 \text{ mS} / 8 = 0,25 \text{ mS}$ sehingga sampling rate nya adalah sebesar $(1/t) = 4 \text{ KHz}$. Frekuensi tengah dari tapis digital ditentukan oleh frekuensi rate dibagi dengan orde dari filter. Filter ini adalah filter orde 8 sehingga frekuensi tengah dari filter adalah $4 \text{ KHz} / 8 = 500 \text{ Hz}$ dan ini adalah frekuensi putar antenna.

Zero crossing detector

Zero crossing detector mengindikasikan apabila efek doppler bernilai nol, kemudian digunakan untuk mengaktifkan monostabil multivibrator, apabila monostabil multivibrator ini terpicu maka akan menggerakkan penampil led.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Hasil Pengujian Rangkaian Clock 8 kHz

Hasil pengujian rangkaian *clock* 8 kHz diperlihatkan pada gambar 4.



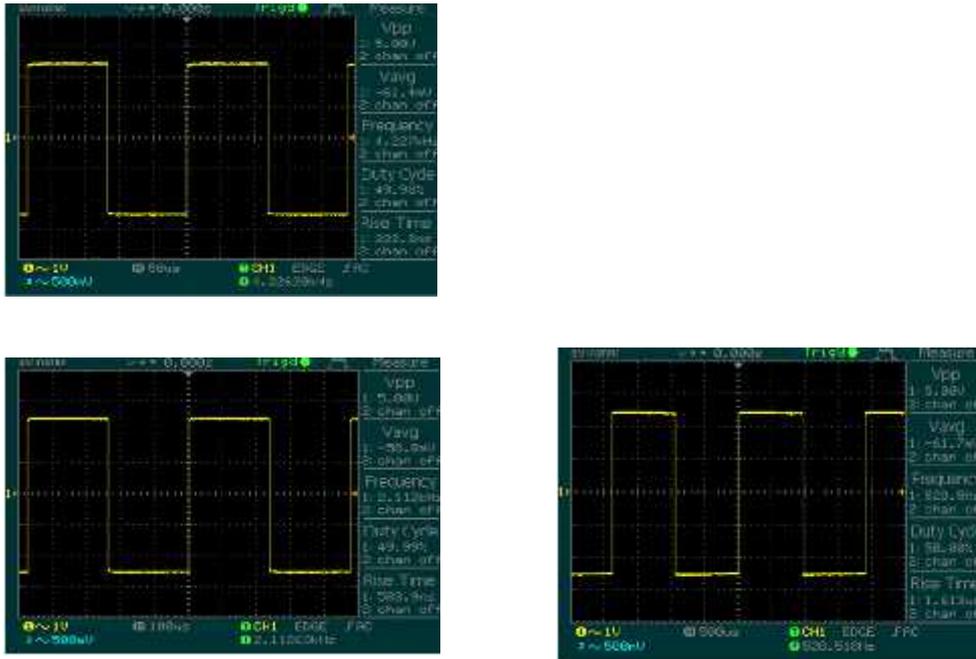
Gambar 4. Pengujian Rangkaian Clock 8 kHz

Frekuensi keluaran seharusnya adalah 8 kHz, tetapi setelah melakukan pengujian menggunakan osiloskop keluaran frekuensinya 8.469 kHz dengan bentuk gelombang kotak dan amplitudonya 4.40 Volt.

3.2. Hasil Pengujian Rangkaian Binary Counter

Hasil pengujian rangkaian *binary counter* di perlihatkan pada gambar 5.



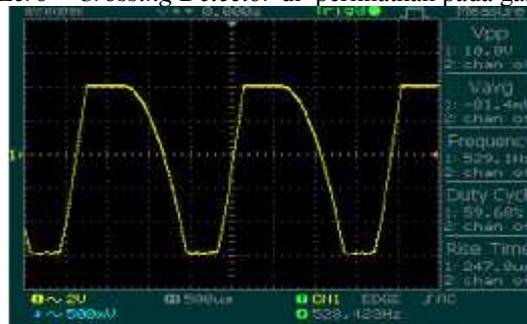


Gambar 5. Frekuensi-frekuensi keluaran 4 bit binary counter

Frekuensi keluaran seharusnya Q0=4 kHz, Q1=2 kHz, Q2=1kHz dan Q3=500 Hz tetapi setelah melakukan pengujian menggunakan osiloskop keluaran frekuensinya adalah Q0=4.226 kHz, Q1=2.112 kHz, Q2=1.056 kHz dan Q3=521 Hz dengan bentuk gelombang kotak dengan Amplitudo 5 Volt.

3.3 Zero –Crossing Detector

Hasil pengujian rangkaian *Zero – Crossing Detector* di perlihatkan pada gambar 6.

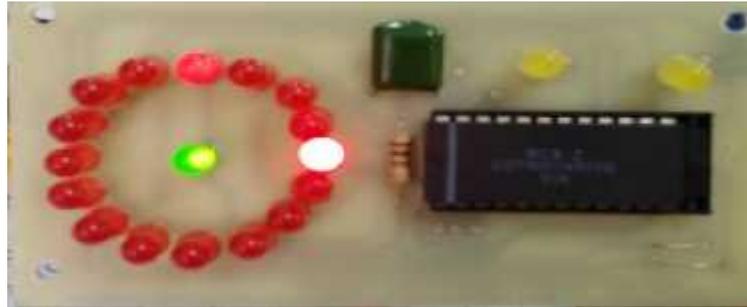
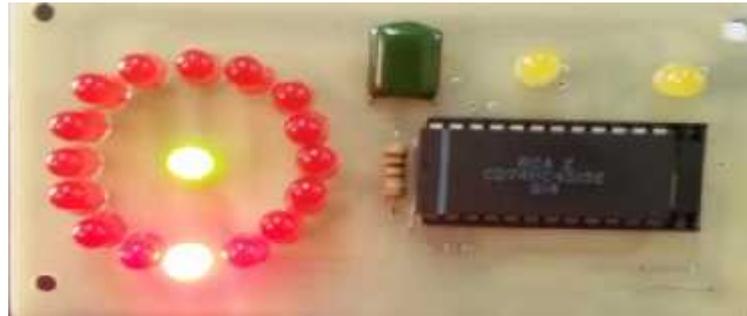
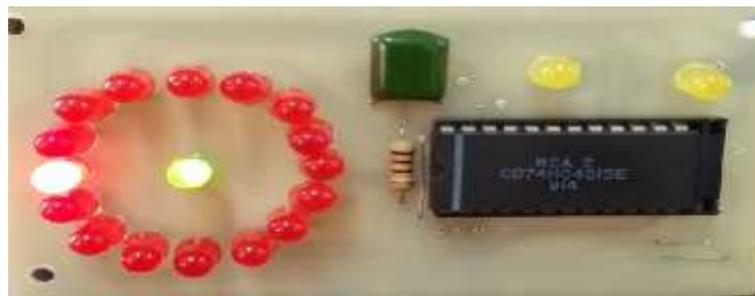


Gambar 6. Frekuensi Zero Crossing Detektor

Frekuensi keluaran seharusnya adalah 500 Hz, tetapi setelah melakukan pengujian menggunakan osiloskop keluaran frekuensi 528 Hz dengan bentuk gelombang sinus dan amplitudonya 10 Volt. Gambar 6 menunjukkan pada saat keluaran zero crossing detector tidak nol.

3.4 Pengujian pendeteksi arah dan amplitudo pemancar radio VHF 146 MHz

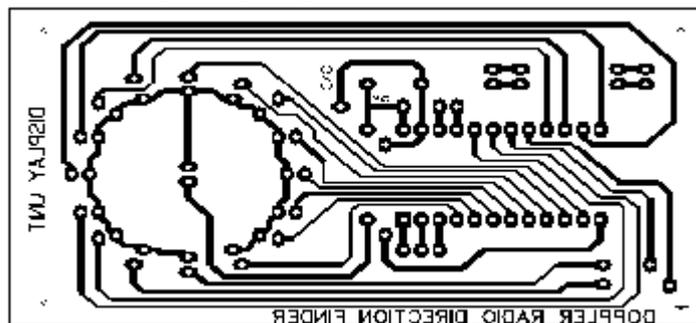
Hasil pengujian pendeteksi arah menggunakan tampilan LED Indikator diperlihatkan pada gambar 7 sampai dengan gambar 10.

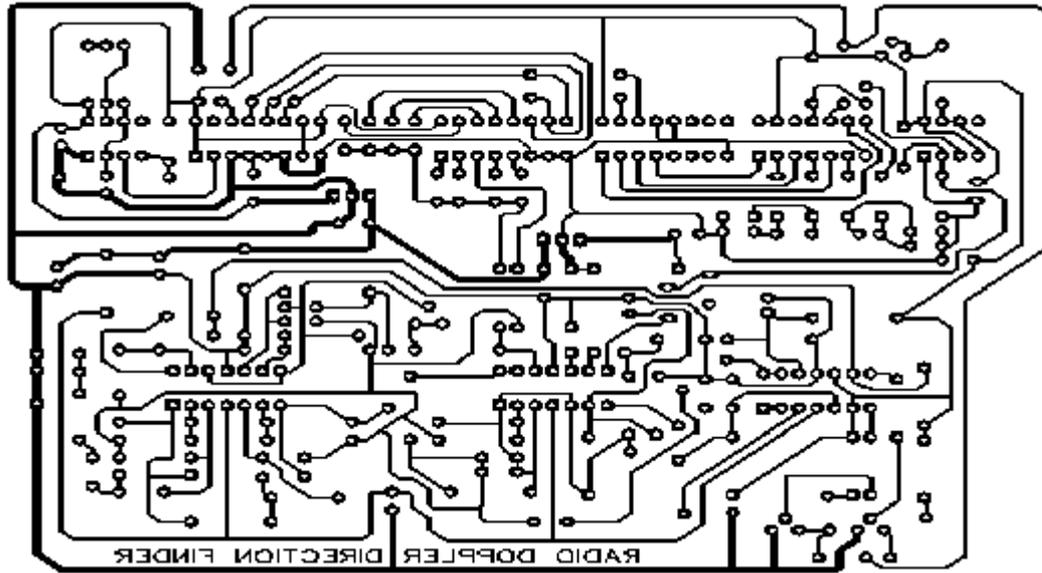
Gambar 7. Indikasi pemancar pada sudut 90° Gambar 8. Indikasi pemancar pada sudut 180° Gambar 9. Indikasi pemancar pada sudut 270°

Rangkaian ini merupakan rangkaian akhir dari *radio direction finder* yang difungsikan sebagai penunjukan arah datangnya sinyal pancaran yang dipantau atau dilacak dalam kegiatan pelacakan sinyal yang belum diketahui keberadaanya. Pelacakan dilakukan pada berbagai sudut datang antara 0° sampai dengan 360° dengan hasil yang disajikan pada sudut 90° , 180° dan 270° .

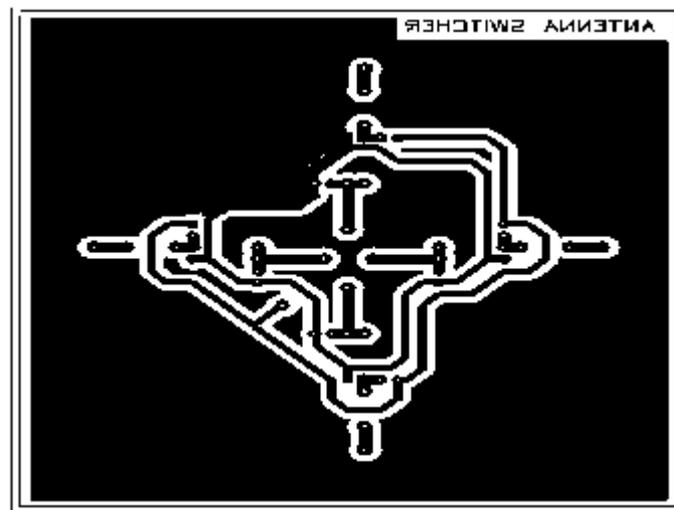
3.5 PCB design

Desain PCB untuk implementasi dibagi dalam 3 board yaitu : *Display board*, *main board* dan *antenna switcher board*. Hasil desain PCB ditunjukkan pada gambar 10 – 12.

Gambar 10. PCB untuk *display unit*



Gambar 11. PCB main board



Gambar 12. PCB antenna switcher

4. KESIMPULAN

Setelah mendapatkan hasil perancangan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Radio direction finder telah berhasil dibuat, dengan penampil berupa 16 buah led yang melingkar yang setiap nyala led mewakili sudut sebesar 22,5 derajat.
2. Radio doppler pencari arah ini baru dapat digunakan untuk jarak kurang dari 100 meter.
3. Radio Doppler ini sebelum digunakan untuk mendeteksi arah transmitter harus dikalibrasi dulu ke nol derajat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Marsda TNI (Purn) Dr. Ir. Drs. T. Ken Darmastono ,M.Sc selaku Ketua STTA yang telah memberikan ijin penelitian dan telah memberikan bantuan dana penelitian mendukung penelitian ini.
2. Kepala LP3M STTA yang telah menyetujui penelitian ini.
3. Kajar dan Sekjur jurusan Teknik Elektro STTA yang mendukung penelitian
4. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan dalam terlaksananya penelitian ini.
5. Panitia Seminar Nasional ReTII ke -13 yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempresentasikan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samuel Kristiyana, *Sistem detektor arah sinyal RF menggunakan antenna doppler*, Jurnal Techno Scientia, Vol 7 No. 2 tahun 2015, halaman 192 - 201
- [2] Suhartini Sri, *Studi elevasi dan ketinggian antena untuk komunikasi radio HF*, Jurnal Berita Dirgantara, Vol 9 No, 3 tahun 2008 halaman 75 - 78
- [3] Nisar Ahmed Rana, *Radio Direction Finding : Theory and Practices*, 2003
- [4] Mike Kossor, *A digital commutating filter*, Crestone technical books, 1999
- [5] Mike Kossor, *A Doppler radio direction finder, part 1*, Crestone technical books, 1999
- [6] Mike Kossor, *A Doppler radio direction finder, part 2*, Crestone technical books, 1999