

PERANCANGAN DAN REALISASI PATCH ARRAY ANTENA RADAR FMCW PADA FREKUENSI 9.4GHZ DENGAN CATUAN PROBE COAXIAL

Marthin Purba¹, Budi Prasetya,ST,MT.², Dr . Ir Yuyu Wahyu,MT.³

^{1,2} Fakultas Eletro Dan Komunikasi Universitas Telkom Bandung

Jln. Telekomunikasi Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

¹purbamarthin@gmail.com ²bpy@telkomuniversity.ac.id ³yuyuwahyu@yahoo.com

Abstrak

Radar merupakan adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, ketinggian dan memetakan suatu objek. Dewasa ini banyak terjadi pelanggaran di wilayah teritorial perairan Indonesia oleh pihak asing yang ingin memanfaatkan luasnya perairan Indonesia . Hal ini terlihat dengan banyaknya praktek illegal fishing oleh kapal asing yang mengambil kekayaan laut Indonesia , banyaknya imigran gelap yang masuk tanpa sepengetahuan pemerintah , terjadinya human trafficking , penyelundupan bahan bakar minyak ke pihak asing dan sebagainya telah mengakibatkan kerugian besar bagi negara Indonesia . Hal inilah yang mengakibatkan teknologi radar semakin berkembang untuk menanggulangi masalah di perairan Indonesia . Radar yang akan dibuat berbentuk sebuah antenna .

Pada tugas akhir ini telah dirancang sebuah antenna mikrostrip array bentuk rectangular pada frekuensi 9,4 GHz menggunakan substrat Roger 5880 / Duroid (2.2) . Proses perancangan antenna ini dimulai dengan membuat perhitungan terhadap parameter - parameter antenna ,penentuan spesifikasi , melakukan perancangan di software CST dan membuat simulasi serta merealisasikan antenna tersebut .

Setelah perancangan , realisasi dan pengukuran antenna , diperoleh parameter – parameter yang menunjukkan bahwa antenna tersebut dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi awal dimana Gain = 21.4 dBi , VSWR < 1.5 , Impedansi sebesar $55,517999+j0.571636 \Omega$, Bandwidth sebesar 60 MHz .

kata kunci : mikrostrip , array , radar , duroid ,rectangular

Abstract

Radar is an electromagnetic wave system which serves to detect, measuring distances , heights and describe an object. Today , many violations in the territorial waters of Indonesia by foreign who wish to take advantage the breadth of the waters of Indonesia. It is seen by many practice illegal fishing by foreign ships, taking Indonesia's marine wealth, illegal immigrants who enter without permission to the government, human trafficking, smuggling of fuel to foreign , has resulted big losses to Indonesia country. This caused radar technology is growing up to overcome the problem in the waters of Indonesia. Radar that will be created is a antenna.

In this final project has been designed a rectangular microstrip antenna array at afrequency of 9.4 GHz using Roger 5880 substrate / Duroid (2.2). Antenna design process begins with making the calculation of the antenna parameters , determining specifications, designing with using CST software and make the simulation as well as the realization of the antenna.

After design, realization and measurement antennas , obtained the parameters that indicate that the antenna can work in accordance with the previous specification where Gain = 21.4 dBi, VSWR <1.5, Impedance = $55.517999 + j0.571636 \Omega$, bandwidth ≥ 60 MHz.

Key Word : microstrip , array , radar , duroid , rectangular

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyaknya pelanggaran yang dilakukan pihak asing ke Indonesia mendorong pemerintah untuk mengatasi masalah pelanggaran tersebut dengan mengawasi dan menjaga kedaulatan negara republik Indonesia . Pemerintah harus menerapkan teknologi yang mampu mendeteksi objek – objek yang ada di laut .

Radar adalah teknologi yang banyak digunakan di seluruh dunia untuk mendeteksi objek objek yang ada di laut . di darat maupun di udara. Tugas akhir mengembangkan radar FMCW yang mampu mengatasi masalah pelanggaran yang terjadi di wilayah perairan Indonesia .

Sebelumnya . Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sedang meneliti radar FMCW dan menghasilkan sebuah perangkat antenna yang mampu bekerja pada frekuensi 9.4 GHz dan sudah diaplikasikan di beberapa tempat di Indonesia . Namun ada beberapa kekurangan yang mengakibatkan antenna tersebut bekerja tidak efisien . Antena mikrostrip untuk radar FMCW yang dibuat masih menggunakan banyak konektor dan combiner yang mengakibatkan banyak loss yang terjadi sehingga mengakibatkan berkurangnya gain antenna tersebut . Dengan kekurangan – kekurangan yang terjadi mendorong penulis untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengefisienkan kinerja antenna dengan mengurangi banyaknya pemakai konektor dan combiner sehingga gain dapat meningkat .

2. DASAR TEORI

2.1 Antena Mikrostrip

Antena *mikrostrip* adalah salah satu jenis antena radio yang dibentuk dengan salah satu ujung (outer) dari antenna dipole di ground dan ujung lainnya (inner) disambung dengan logam (tembaga). Pada dasarnya antena mikrostrip dapat disamakan dengan kapasitor plat paralel. Keduanya memiliki dua buah lempeng metal yang dipasang paralel dan diantara lempeng tersebut terdapat substrat dielektrik. Akan tetapi pada antena mikrostrip, salah satu lempengnya berukuran lebih besar, disebut sebagai ground plane, dan lempeng yang lebih kecil sebagai *radiating patch*. Antena mikrostrip atau disebut juga *patch antenna* memiliki berbagai bentuk diantaranya antena mikrostrip *rectangular*, *cirkular*, *semicirkular*, *tringular*, bentuk cincin (*ring*) dan berbagai bentuk modifikasi lainnya. Antena mikrostrip array dengan patch rectangular merupakan salah satu jenis antena mikrostrip berbentuk persegi yang memiliki polaradiasi ke satu arah (*unidirectional*) dan memiliki ukuran yang kecil . Antena mikrostrip array patch rectangular ini menawarkan berbagai macam keuntungan, yaitu antena ini dapat dibuat dengan ukuran yang kecil, dan dapat mengoptimalkan gain.

2.1 Parameter Antena

Dalam perancangan dan pembuatan antena , diperlukan beberapa parameter untuk mengetahui apakah hasil perancangan sesuai dengan realisasi sehingga antena dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan . Adapun parameter – parameter tersebut adalah pola radiasi , *vswr* , *bandwidth* dan *gain* .

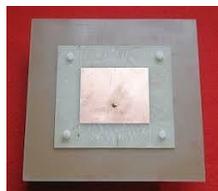
2.2 Antena Array

Antena array adalah antena dengan susunan dua buah atau lebih elemen antena untuk menaikkan gain dan memperoleh pola radiasi, beberapa antena dapat disusun dalam space untuk menghasilkan suatu pola radiasi yang terarah. Antena array adalah Konfigurasi dari beberapa elemen radiasi.

Antena menawarkan suatu kemampuan khusus yaitu scanning beam utama. Dengan cara mengubah fase arus pembangkit pada setiap elemen antena array, pola radiasi dapat ditinjau melalui space. Konfigurasi paling dasar adalah bentuk konfigurasi array linier (*Uniform Linier*) setiap elemen disusun membentuk garis lurus, tiap elemen bisa memiliki jarak yang sama maupun tidak sama. Ketika pusat elemen array diletakkan dalam suatu bidang, maka konfigurasi ini biasa disebut dengan array bidang (*Planar*).

2.3 Antena Mikrostrip array dengan patch rectangular

Antena mikrostrip array dengan patch rectangular merupakan salah satu jenis antena mikrostrip berbentuk persegi yang memiliki polaradiasi ke satu arah (*unidirectional*) dan memiliki ukuran yang kecil . Antena mikrostrip array patch rectangular ini menawarkan berbagai macam keuntungan, yaitu antena ini dapat dibuat dengan ukuran yang kecil, dan dapat mengoptimalkan gain. Antena mikrostrip patch rectangular ini dapat digambarkan seperti dibawah ini



Gambar 2.1 antena mikrostrip patch rectangular

2.4 Radar

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, ketinggian dan memetakan suatu objek. Radar bisa di gunakan untuk mendeteksi pesawat, kapal, *spacecraft*, misil, kendaraan bermotor, cuaca dan lain sebagainya.

Antena radar mentransmisikan pulsa dari gelombang radio atau *microwave* yang akan memantul kembali apabila ada suatu objek di lintasannya. Objek tersebut akan mengembalikan sebagian kecil dari energi gelombang ke antena penerima di radar yang lokasinya sama dengan antena pemancar radar.

2.5 Radar FMCW

Radar FMCW adalah radar mengirimkan gelombang setiap saat, oleh karena itu dia disebut *continuous wave*. Penggunaan radar yang memanfaatkan modulasi frekuensi dimulai sejak hampir 90 tahun yang lalu, tepatnya pada tahun 1928 ketika J.O. Bentley mematenkan temuannya, yaitu *Airplane Altitude Indicating System* atau suatu peralatan yang mampu memberikan informasi tentang ketinggian suatu pesawat terbang.

Transmitter akan mengirimkan suatu sinyal yang frekuensinya dimodulasi oleh suatu sinyal segitiga dan dipancarkan ke permukaan bumi dari atas pesawat terbang. Sinyal ini dipantulkan oleh permukaan bumi kembali ke pesawat. Dengan teknik pengolahan sinyal tertentu, didapatkanlah informasi ketinggian pesawat dari permukaan bumi.

3. PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Desain

Dalam suatu proses perancangan antena, diperlukan penentuan spesifikasi yang ingin dicapai, yang pada tahap selanjutnya dilakukan perancangan dan realisasi antena sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pada Tugas Akhir ini telah direalisasikan sebuah antena mikrostrip *array patch rectangular*. Spesifikasi dari antena tersebut adalah sebagai berikut:

1. Frekuensi Kerja : 9.4 GHz
2. Bandwidth : 60 MHz
3. Impedansi : 50 ohm
4. VSWR : < 1.5
5. Polarisasi : Vertikal Linear
6. Pola Radiasi : Unidireksional
7. Gain : >= 10 dBi
8. Jumlah elemen : 32

3.2 Dimensi Antena

Pada perancangan antena ini, antena bekerja pada frekuensi 9.37 GHz – 9.43 GHz dengan frekuensi tengah 9.4 GHz. Sehingga dengan persamaan yang didefinisikan dimensi *rectangular* (a) [4] sebagai berikut :

1. Menghitung W (lebar *patch*)

$$W = \frac{l_0}{\sqrt{\epsilon_r + 1}} \quad [3.1]$$

)

$$\frac{2}{2}$$

l_0 = panjang gelombang

ϵ_r = konstanta dielektrik = 2.2

Dengan perhitungan, diperoleh W (lebar *patch*) = 12.6 mm

2. Menghitung L (panjang *patch*)

$$L = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_r}} - 2\Delta \quad [3.2]$$

Dengan :

$$\Delta = 0,412h \sqrt{\frac{\epsilon_r + 0,3}{\epsilon_r - 0,258} \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}$$

+0.8)

$$\Delta l = 0.0435 \left(\frac{12.6}{5.335 + 0.3} \right) \left(\frac{12.6}{1.57} + 0.264 \right) \quad [3.3]$$

Karena nilai $w/h = 12.6 / 1.57 = 8.025$

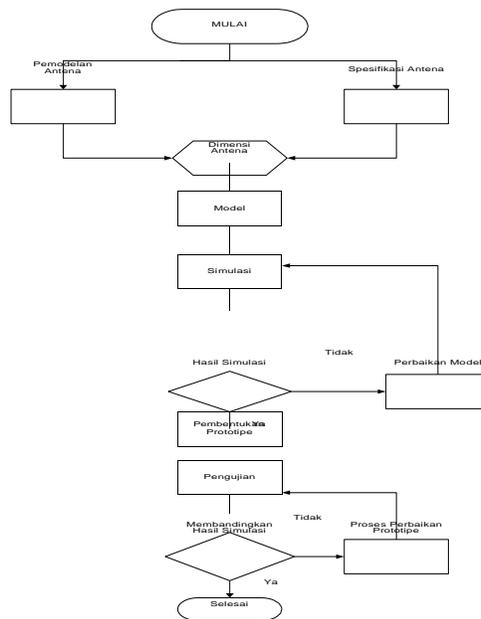
$\Delta l = 0.412(1.57) \left(\frac{12.6}{5.335 - 0.258} + 0.8 \right)$
 (w/h > 1), maka kita menggunakan persamaan:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{1 + \frac{12h}{W}} \right]^2 \quad [3.4]$$

$$\epsilon_{eff} = 5.335$$

Dengan perhitungan, diperoleh L (panjang patch) = 8.001 mm

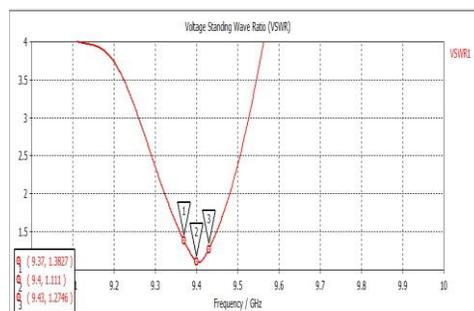
3.3 Diagram Alir Kerja



Gambar 3.2 Blok Diagram pengerjaan

3.3 Hasil Simulasi

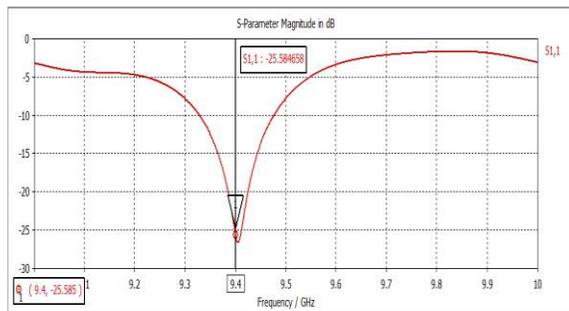
3.3.1 VSWR



Gambar 3.3 VSWR Simulasi

Dari hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa *bandwidth* perancangan (9.37 GHz-9.43 GHz) tercapai pada batas $VSWR \leq 1.5$ dan dari hasil simulasi didapatkan *bandwidth* ≥ 60 MHz dan nilai *VSWR* di masing – masing frekuensi 9.37 GHz , 9.4 GHz dan 9.43 GHz adalah 1.3827 , 1.111 dan 1.2746

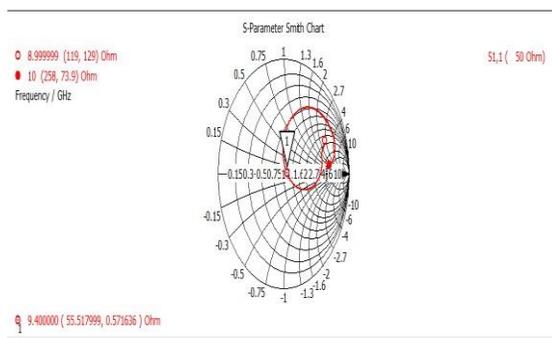
3.3.2 Return Loss



Gambar 3.4 Return Loss Simulasi

Dari gambar diatas , parameter return loss (S11) bernilai – 25.58 dB.

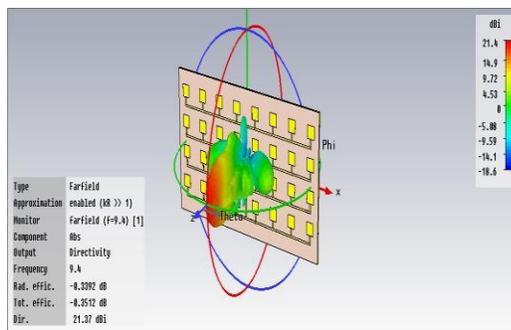
3.3.3 Impedansi



Gambar 3.5 Impedansi Simulasi

Nilai impedansi pada frekuensi 9.4 GHz adalah $55,517999+j0.571636\Omega$

3.3.4 Pola Radiasi



Gambar 3.6 Pola Radiasi Simulasi

Dari Gambar diatas , pola radiasi antenna unidireksional dan gain yang dihasilkan sebesar 21,4 dBi .

4. Pengukuran

4.1 VSWR



Gambar 3.7 VSWR pengukuran

Dari hasil pengukuran diatas, pada frekuensi 9.4 GHz menunjukkan nilai VSWR sebesar 1.225.

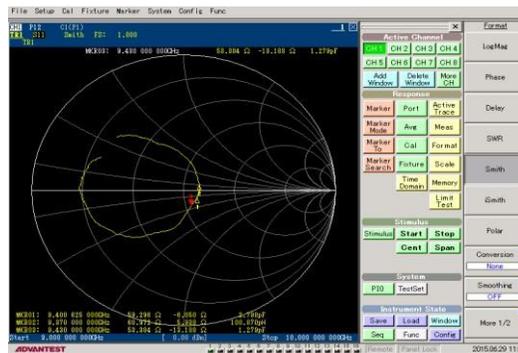
4.2 Return Loss



Gambar 3.8 Return Loss pengukuran

Dari hasil pengukuran menggunakan Network Analyzer di atas , nilai return loss pada frekuensi 9.37 GHz , 9.4 GHz dan 9.43 GHz berturut – turut sebesar - 18.995 dB , - 19.870 dB dan - 17.678 dB .

4.3 Impedansi



Gambar 3.9 Impedansi pengukuran

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa pada frekuensi 9.4 Ghz impedansi yang tertera sebesar 59 Ω, dan ini cukup memenuhi kriteria penyepadanan beban sebesar 50 Ω.

4.4 Gain

Metode yang digunakan dalam pengukuran gain adalah analisis link budget . Berikut persamaan pengukuran gain .

$$P_{\text{antena}} = P_{\text{transmitter}} - L_{f1} + G_{\text{antena}} - L_{f2} + G_{\text{antena}} - L_{f3}$$

$$G_{\text{antena}} + G_{\text{antena}} = P_{\text{antena}} - P_{\text{transmitter}} + L_{f1} + L_{f2} + L_{f3} \quad (4.1)$$

Berikut data yang telah didapatkan sebelum dilakukan pengukuran .

1. Loss Konektor = 0.5 dB
2. Loss Kabel coaxial = 0.5 dB
3. Power transmit transmitter = 0 dBm
4. Gain antena transmitter = 12 dB .

Dengan persamaan 4.1 , data loss perangkat , gain antena transmitter dan power transmit antena transmitter , gain antena receiver dapat dihitung .

Loss free space pada frekuensi 9.4 GHz sebesar 63.954 dB . Nilai tersebut didapatkan dari persamaan loss free space . Sedangkan nilai gain yang dihasilkan sebesar 15 .231 dB .

4.5 Analisis perancangan , simulasi dan realisasi serta pengukuran

Setelah dilakukan perancangan dan realisasi serta pengukuran , terdapat perbedaan hasil yang tidak terlalu besar dan masih mendekati spesifikasi awal dan berfungsi dengan baik . Ada beberapa faktor yang mengakibatkan perbedaan hasil pengukuran , diantaranya

1. Dimensi antena pada saat simulasi dan setelah pabrikan tidak sama persis ukurannya namun ukurannya hampir sama sehingga hasil simulasi dan pengukuran tidak jauh berbeda dan masih dalam kualifikasi sangat bagus .
2. Pemasangan antara konektor SMA female dengan antena melalui groundplane dengan cara disolder yang tidak akurat , mengakibatkan impedansi antara konektor dan antena tidak sama sehingga terjadi perbedaan antara tegangan antara konektor dan antena yang mengakibatkan nilai vswr , bandwidth serta return loss tidak sama persis
3. Kondisi pengukuran yang kurang ideal
4. Pabrikan antena yang tidak ideal dibandingkan dengan yang disimulasikan
5. Terdapat loss di konektor dan kabel coaxialnya
6. Transfer daya belum maksimum akibat pematchingan yang kurang ideal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada tugas akhir perancangan dan realisasi patch array antenna radar FMCW setelah dilakukan perancangan , realisasi serta pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Antena mikrostrip array patch rectangular yang dirancang memiliki bandwidth yang lebar untuk direalisasikan dalam aplikasi radar .
2. Bentuk pola radiasi yang diperoleh adalah unidireksional, walaupun ada terjadi sedikit perbedaan hasil simulasi dan pengukuran yang dikarenakan kondisi pengukuran yang kurang sempurna akibat adanya pantulan sinyal.
3. Pengaruh susunan pada antenna mikrostrip ini adalah untuk memberikan gain yang besar untuk bisa digunakan dalam perancangan radar .
4. Gain pengukuran yang didapat lebih kecil dibanding hasil simulasi yaitu 615.432 dBi dikarenakan tidak kondusifnya tempat pengukuran.
5. Antena mikrostrip dengan catuan probe coaxial dapat menghemat jumlah konektor sebanyak 24 konektor dan 8 combiner 4 ke 1 .
6. Dengan penghematan jumlah konektor dan combiner , loss yang ditimbulkan dapat diminimalisir untuk memaksimalkan kinerja antenna .
7. Pembuatan antenna radar FMCW dengan catuan probe coaxial dapat meminimalisir biaya serta meminimalisir tools error .

8. Hasil simulasi, dan pengukuran ditabelkan sebagai berikut

| Karakteristik Antena | Simulasi | Pengukuran |
|------------------------|----------------|----------------|
| VSWR $f = 9.4$ GHz | 1.111 | 1.225 |
| Bandwidth | 60 MHz | 60 MHz |
| Pola radiasi | Unidireksional | Unidireksional |
| Impedansi (Ω) | 55.517+j0.571 | 59.296-j6.050 |
| Gain (dBi) | 21.4 dBi | 15.432 dBi |

5.2 Saran

Dalam perancangan antena biasanya terdapat penyimpangan terhadap karakteristik yang diinginkan, sehingga untuk mendapatkan performansi antena yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan kedepannya, antara lain:

1. Meningkatkan kepresisian pencetakan antenna
2. Nilai permitivitas substrat sebaiknya diperhatikan, karena nilai permitivitas substrat yang ada di pasaran biasanya berbeda dengan nilai permitivitas substrat di data sheet.
3. Pengukuran dilakukan di suatu ruangan yang benar-benar memenuhi syarat pengukuran seperti *anechoic chamber*.

Untuk membuat antena yang bersusun (array) dan untuk meningkatkan gainnya, harus bisa mendesign antena sebaik mungkin agar bisa menciptakan pola radiasi yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] http://www.lemhannas.go.id/portal/images/stories/humas/jurnal/jurnal_hankam.pdf
- [2] Mashury Wahab, Daday Ruhiyat, Suahan Hermana dan Hana Arisesa, "Aplikasi Radar FMCW untuk Pengawasan Objek Terbang pada kawasan wilayah pantai," Pusat Penelitian dan Pengetahuan Indonesia", Nopember 2012.
- [3] Egas Ardyanto, Bambang Setya dan Yuyu Wahyu, 2012, "Perancangan dan Realisasi Mikrostrip Rectangular 4 Elemen pada Frekuensi 2,97 GHz - 3,03 GHz dengan Pencatutan Probe Koaksial untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [4] Angga Dwian, Nachwan Mufti dan Yuyu Wahyu, 2012, "Perancangan dan Realisasi susunan 8 patch entena Mikrostrip Rectangular pada Frekuensi 2,9 GHz - 3,1 GHz untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [5] <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-14390-4206100066-Chapter1.pdf>
- [6] Marthin Purba, Budi Prasetya dan Yuyu Wahyu, 2013, "Desain dan Implementasi Antena Mikrostrip Patch Elips pada Frekuensi 2,3 GHz - 2,4 GHz untuk Aplikasi Wimax, Institut Teknologi Telkom, Bandung
- [7] <https://anantoep.wordpress.com/2011/07/04/mengenal-radar-part-3-radar-fmcw>

- [8] <http://www.radar-nasional.org/home/51-radar-sebagai-mata-pengawas-wilayah-nkri>
- [9] <http://www.nauticalsoftware.com/free-info/fmcw-diagram.html>
- [10] Kraus, Jhon D and Marhefka, Ronald J, 2003, Antennas For All Application
- [11] Iskander, Magdy F, 1992, Electromagnetic field and waves , Uneversity of Utah, US.
- [12] Balannis, Constantine, 1982 , ”Antenna Theory Analisis and Desain”, Harper and Row, New York.
- [13] Usman , Uke Kurniawan , 2010, Teknologi Broadband Access , Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [14] Fixed and Mibile Wimax Overview http://www.fujitsu.com/downloads/MICRO/fma/pdf/esc_wimax06.pdf,
- [15] <http://www.radartutorial.eu/>