

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP ULTRA WIDEBAND (UWB) BERBENTUK DUAL ELIPS UNTUK RADAR TEMBUS TEMBOK

Design and Realization an Ultra Wideband (UWB) Dual Elipticsl Microstrip Antenna for Through Wall Radar

Adino Ponto Priyatna
otouatkinson10@gmail.com

Dr.Heroe WIJANTO, ST., MT.
heroe.wijanto@gmail.com

Dr.Yuyu wahyu, Ir., MT.
yuyuwahyusr@yahoo.com

Program Studi S-1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu, Bandung 40257, Indonesia

ABSTRAKSI

Perkembangan di bidang teknologi salah satunya antenna *UWB* sekarang ini memegang peranan penting sebagai aplikasi yang banyak digunakan untuk sarana komunikasi seperti sistem pendeteksi radar dan radio. *UWB* memiliki berbagai keunggulan karena alat antenna yang digunakan berukuran kecil, biaya murah, dapat tembus dinding dan aman bagi kesehatan. Tugas akhir dengan judul “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Ultra-Wideband Berbentk Dual Elips untuk Aplikas Radar Tembus Tembok” bertujuan untuk merancang dan meralisasi antenna mikrostrip berbentuk dual elips untuk aplikasi radar tembus tembok sebagai solusi untuk memenuhi perkembangan tersebut.

Proses pengerjaan yang dilakukan adalah, merancang design antenna mikrostrip *UWB* dengan menentukan bahan dielektrik Roger 8550. Antenna mikrostrip *UWB* yang dapat diaplikasikan pada radar tembus tembok disimulasikan menggunakan *software* CST sebagai alat simulasi sebelum melakukan pabriksi. Simulasi dilakukan untuk melihat pengaruh penggunaan slot dan reflector pada antenna dan dilihat parameter-parameter antenna yang dirancang agar sesuai dengan karakteristik antenna *UWB* untuk aplikasi radar tembus tembok. Untuk keperluan validasi design antenna maka didesain prototype yang nantinya dapat dipabriksi. Prototype kemudian diukur, dihitung dan dibandingkan dengan hasil simulasi.

Hasil yang ingin diperoleh diukur mengkonfirmasi bahwa antenna yang diusulkan memiliki bandwith 9,1 GHz selama rentang *UWB* dari 3,1 GHz sampai 10,6 GHz, gain maksimum sekitar 9 dBi, pola radiasi unidirectional, dan polarisasi elips. Oleh karena itu antenna cocok untuk aplikasi radar tembus tembok

Kata kunci: mikrostrip, *UWB*, reflector, radar tembus tembok, bandwith

ABSTRACT

One of many Improvements in tecnology on Ultra Wide-Band (*UWB*) antenna plays an importnat role as an application that widely used for communication facility such as radio and radar detection systems. *UWB* antenna has many advantages such as small size antenna, low cost, can penétrate walls and safe for health. Final Project titled “Design and Realization an Ultra Wideband (*UWB*) Dual Elliptical Microstrip Antenna for Through-Wall Radar” aim to design and create dual eliptical shaped microstrip antenna for through-wall radar aplication as a solution to fulfill of these developments.

Process of working was carried, to design *UWB* antenna with dielectrical material Roger 8550. *UWB* antnna which appliedfor through wall radar simulated using *software* CST 2010 as simulation tool before fabrication process. Simulation were performed to see the effect of reflector and slot for the antenna and to fit its parameters for characteristic of *UWB* antenna for through wall apliication. In order to validate the design, a prototype is also fabricated and measured. Measured results agree well with the simulated ones.

The measured results confirm that the proposed antenna features bandwidth 9.1 over the *UWB* range from 3,1 GHz to 10,6 GHz, a maximum gain around 9 dBi, radiation patern unidirectional, and polarization eliptical. Thus it is suitable for see-through-wall imaging applications.

Keywords: mikrostrip, *UWB*, reflector, radar tembus tembok, bandwith

1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keterbatasan pandangan manusia untuk melihat dan mengetahui objek yang berada di balik tembok dapat menghambat dalam pengambilan keputusan seperti di saat terjadi kebakaran atau perampokan. Dengan sistem radar tembus tembok keputusan dapat diperoleh lebih akurat di saat saat genting, karena

objek-objek yang terhalang tembok dapat diidentifikasi dengan baik. Biasanya perkiraan lokasi manusia dapat dicapai melalui radar pencitraan (*imaging radar*), sementara pergerakan mereka dapat diekstrasi melalui radar Doppler. Pencitraan manusia dapat memprediksi lokasi (yaitu, jarak dan sudut) dari objek. Contohnya, digunakan untuk mendeteksi dan melacak lokasi teroris melalui dinding bangunan juga digunakan

untuk mencari orang-orang yang terperangkap saat kebakaran atau gempa bumi. Sementara itu, deteksi Doppler, sangat membantu untuk lebih memahami kegiatan obyek manusia dan dapat meningkatkan kemampuan deteksi. Misalnya, dalam pengawasan keamanan secara diam-diam, selain mendeteksi lokasi para teroris, analisis gait melalui deteksi Doppler dapat digunakan untuk menilai apakah mereka membawa senjata atau tidak. Teknologi Radar Ultra-Wideband menggunakan pulsa UWB dan dapat mencapai kedua fitur ini secara bersamaan, baik radar pencitraan maupun radar Doppler.

UWB (*Ultra Wide Band*) adalah sistem komunikasi jarak pendek yang mempunyai bandwidth yang sangat lebar, agar dapat dikategorikan sebagai komunikasi UWB syarat lebar *bandwidth* fraksionalnya 25 % dari Frekuensi Tengahnya. UWB memancarkan semburan begitu banyak RF (*Radio Frequency*), di mana radiasinya terpancar secara *wide band*, mentransmisikan melalui begitu banyak frekuensi secara simultan. Hal inilah yang memungkinkan kecepatan transfer data yang sangat tinggi. UWB ini beroperasi pada frekuensi 3,1-10,6 GHz. Radar tembus tembok dengan teknologi UWB mempunyai kelebihan yaitu mempunyai akurasi deteksi jangkaun yang tinggi pada target, mempunyai karakteristik penetrasi pada dinding yang baik, operasi tidak terpengaruh oleh kondisi siang atau malam dan kondisi cuaca, dan kebal terhadap noise, jamming, inferferensi dari teknologi narrow band.

Sedangkan teknologi yang akan digunakan adalah teknologi mikrostrip dengan *patch* berbentuk dual elips. Teknologi mikrostrip dipilih karena memiliki ukuran yang kecil (*small size*), *low profile*, *compact*, *low weight*, dan *low fabrication cost*, serta mudah untuk di integrasikan dengan sirkuit/rangkaian dibelakangnya (*receiver/transmitter*). Cara membuat antenna mikrostrip adalah dengan cara mencetak pada lempengan PCB (*Printed Circuit Board*), kemudian bahan *substrate* yang digunakan adalah *Roger Duroid 5880* ($\epsilon_r=2,2$).

Pada tugas akhir kali ini dirancang antenna *ultra wideband* (UWB) berbasis mikrostrip dengan patch dual elips dengan menambah reflektor pada bagian belakang antenna untuk meningkatkan gain. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk mendapatkan desain *Antena microstrip* yang bekerja pada frekuensi 3.1-10.6 GHz dengan gain 9dB serta pola radiasi unidirectional. Pertama-tama antenna akan dirancang menggunakan software *CST MICROWAVE 2010* sebagai simulator. Setelah berhasil disimulasikan, antenna akan dirancang *prototype*-nya agar dapat dilakukan pengukuran langsung dan dapat dibandingkan dengan hasil simulasinya. Sayangnya, hasil terbaik yang bisa dihasilkan oleh sistem ini hanya sekitar 35%.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir yang akan dikerjakan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi perancangan dan pabrikan antenna berbentuk dual elips *ultra wideband* (UWB) berbasis mikrostrip untuk radar tembus tembok sebelum dan setelah ditambah reflektor dan slot.

Mengukur, menghitung dan menganalisis parameter yang akan diukur antara lain *bandwidth*, *return loss*, VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*), *gain*, pola radiasi, dan impedansi masukan dari antenna tersebut.

Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini masalah yang akan dibahas diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang antenna mikrostrip patch dual elips *ultra wideband* (UWB) untuk radar tembus tembok?
2. Bagaimana cara meningkatkan gain antenna mikrostrip patch dual elips untuk radar tembus tembok?
3. Bagaimana pengaruh penambahan reflektor pada antenna terhadap gain antenna?
4. Bagaimana perbandingan antar analisis hasil pengukuran langsung dan pengujian menggunakan *software*..

Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada tugas akhir ini antara lain:

1. Perancangan dan realisasi antenna berbentuk dual elips *ultra-wideband* (UWB) berbasis mikrostrip ini bekerja pada rentang frekuensi 3,1-10,6 Ghz.
2. Tidak membahas proses deteksi obyek pada radar tembus tembok terlalu mendalam hanya dibatasi pada pembahasan dibagian fungsi *band information*.
3. Bahan substrat yang digunakan adalah Roger Duroid 5880.
4. Pencatutan yang dilakukan pada antenna dengan cara pencatutan tunggal langsung melalui saluran mikrostrip.
5. Proses pabrikan antenna dilakukan dengan cara *fotocutting*.
6. Simulasi menggunakan software CST 2010
7. Spesifikasi dari antenna yang akan dibuat adalah sebagai berikut:
 - *Bandwidth* : 3,1 – 10,6 GHz
 - Desain antenna : Dual Elips
 - VSWR : ≤ 2
 - Pola Radiasi : *Unidirectional*
 - Gain : ≥ 6 dB.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian tugas akhir ini meliputi beberapa tahapan, diantaranya sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Merupakan proses pembelajaran teori-teori dan teknik yang digunakan dari literature-literatur berupa buku referensi, artikel-artikel, jurnal-

jurnal ilmiah yang mendukung dalam proses penyusunan teori dasar dan penjelasan mengenai *Antena microstrip ultra wideband patch dual elips*.

2. Perancangan dan simulasi
Setelah di desain sesuai spesifikasi yang diinginkan kemudian di lakukan simulasi dengan CST *Microwave Studio* 2010, dengan bantuan simulator ini akan didesain sebuah *Antena microstrip ultra wideband patch dual elips* yang bekerja pada frekuensi 3.1-10.6 GHz.
3. Pabrikasi
Proses pembuatan antena berdasarkan hasil perancangan dan simulasi
4. Pengukuran
Pengukuran dilakukan setelah proses perancangan dan pabrikasi selesai dilaksanakan. Pengukuran ditujukan untuk mengetahui parameter-parameter antena yang sudah direalisasikan
5. Analisis
Analisis dilakukan setelah mendapatkan parameter-parameter antena pada proses pengukuran. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan hasil simulasi dan teori. Setelah dibandingkan kemudian disimpulkan penyimpangan yang terjadi serta bagaimana mengatasinya.

Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini akan disusun menjadi 5 bab dengan rincian sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan
Berisi latar belakang, tujuan penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.
- Bab II Dasar Teori
Bab ini berisi teori-teori yang mendukung tugas akhir ini juga menjelaskan istilah-istilah yang digunakan pada tugas akhir ini.
- Bab III Perancangan Sistem dan Simulasi
Bab ini menjelaskan tentang tahapan perancangan sistem dengan perangkat lunak sampai realisasi sistem.
- Bab IV Pengujian Sistem dan Analisis
Bab ini membahas tentang analisa hasil percobaan secara kualitatif dan kuantitatif, analisa dilakukan terhadap parameter performa sistem yang diamati.
- Bab V Penutup
Bab terakhir ini menyajikan kesimpulan hasil penelitian dan saran pengembangan penelitian ke depan.

2 DASAR TEORI

Teknologi Ultra Wideband

Sejarah perkembangan UWB dimulai dari Marconi. Konsep radio impuls awalnya berasal dari

Marconi, pada tahun 1900an, ketika *spark gap transmitters* menginduksi sinyal pulsa memiliki bandwidth yang sangat luas. Pada saat itu tidak ada cara yang efektif untuk memulihkan energi wideband yang dipancarkan oleh *spark gap transmitters*. Akibatnya sinyal *wideband* menyebabkan terlalu banyak interferensi dengan satu sama lainnya sehingga komunikasi ultra wideband ditinggalkan dan beralih ke pemancar radio dengan band yang sempit yang mudah untuk diatur dan dikoordinasikan. Pada tahun 1973, Ross mematenkan sistem komunikasi *ultra-wideband*. Pada Februari 2002 *United State Federal Communications Commission* (US-FCC) mengeluarkan mandat bahwa UWB telah dapat digunakan oleh publik di luar kepentingan militer untuk komunikasi data, sama seperti pada radar dan aplikasi pengamanan. Sesuai aturan revisi *Part 15*, besar *band* yang dialokasikan FCC untuk penggunaan komunikasi UWB secara komersial berada di antara frekuensi 3,1 GHz hingga 10,6 GHz yang terbentang sangat lebar jauh dari sistem teresterial manapun.

Teknologi Radar Tembus Tembok

Radar ultra-wideband tembus tembok telah menarik perhatian baik di pihak akademi maupun industri karena sangat berperan penting di bidang keamanan, penyelamatan saat kebakaran atau dalam gedung yang runtuh, dan bencana alam seperti gempa bumi dan badai. Diantara berbagai perusahaan dan laboratorium yang bekerja pada Radar UWB tembus tembok Xaver 800 adalah produk terbaru yang beroperasi dari 3 Ghz sampai 10Ghz. Xaver 800 menyediakan gambar beresolusi tinggi setelah melewati 20 mm tembok hampir di semua tembok dengan bahan yang biasa digunakan membuat tembok, dan radius deteksi sampai 30 cm.

Secara umum system radar tembus tembok terdiri dari beberapa bagian yaitu: unit control proses dan imaging, basic uwbr hardware, TX RX antenna.

Antena Mikrostrip UWB untuk Radar Tembus Tembok

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

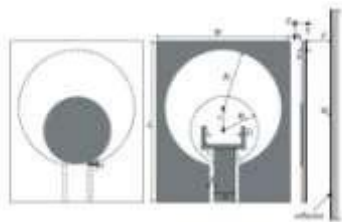
1. Kelebihan
 - a. *Low-profile*, ringan serta ukuran kecil dan *compact*.
 - b. *Low-fabrication*, fabrikasi mudah dan murah, dan diproduksi dengan menggunakan teknik *printed circuit* atau dengan teknik pemotongan biasa.
 - c. Bisa menghasilkan polarisasi sirkular maupun linier.
 - d. Bisa dibuat *compact* sehingga cocok untuk komunikasi bergerak.
 - e. Bisa beroperasi pada *single*, *dual*, ataupun *multi band*.
2. Kekurangan

- Bandwidth* yang kecil, <1% (dengan teknik pencatutan konvensional).
- Gain yang rendah, berkisar 3-10 dBi untuk satu *patch*.
- Sistem pencatutan yang kompleks untuk *array*.
- Efisiensi rendah.
- Membutuhkan substrat berkualitas baik (mahal)

2.3.1 Antena Acuan

^[9]Penelitian ini mengacu pada penelitian perancangan antenna mikrostrip UWB karya F. Zhu dan rekan-rekannya dengan judul "LOW-PROFILE DIRECTIONAL ULTRA-WIDEBAND ANTENNA FOR SEE-THROUGH-WALL IMAGING APPLICATIONS". Pada penelitian tersebut dirancang

antenna mikrostrip UWB berbentuk lingkaran dengan garpu dan menggunakan reflector.



Gambar: Konfigurasi Antena Acuan

Pada penelitiannya dihasilkanlah antenna dengan parameter berikut ini :

- Frekuensi kerja : 4,2 – 8,5 GHz
- Gain minimum : 4 - 9 dBi
- Pola radiasi : Unidireksional
- Polarisasi : sirkular

2.3.2 Antena Mikrostrip Patch Dual Elips

^[11]Antena Patch dual elips yang akan dirancang

diharapkan memiliki parameter lebih baik dari antenna acuan dengan spesifikasi:

- *Bandwidth* : 3,1 – 10,6 GHz
- Jenis antenna : *Ultra wideband*
- VSWR : ≤ 2
- Pola Radiasi : *Unidirectional*
- Gain minimum : ≥ 6 dB

Perancangan antenna mikrostrip dengan patch dual elips diharapkan mampu diaplikasikan untuk sistem radar tembus tembok sebagaimana antenna acuan yang mampu diaplikasikan untuk radar tembus tembok yang hampir mampu melihat benda dibalik tembok dengan ketebalan 20 mm dengan bahan yang biasa digunakan dalam membuat tembok.

Antenna patch dual elips yang dirancang lewat pendekatan antenna mikrostrip lingkaran merupakan antenna mikrostrip bentuk lain yang telah banyak

digunakan. Pada perancangan antenna, parameter yang dibutuhkan adalah jari-jari antenna.

Frekuensi *cutoff* mode TM pada bumbung gelombang lingkaran memberikan frekuensi resonansi pada antenna mikrostrip dengan tempelan lingkaran seperti yang diberikan oleh persamaan:

$$f_{mn} = \frac{X'_{mn} c}{2\pi a_e \sqrt{\epsilon_r}} \quad [11]$$

$X'_{mn} = x_{mn}$ adalah akar turunan fungsi Bessel $J_n(x)$ pada orde n , f_{mn} merupakan frekuensi kerja pada mode

TM_{mn} dengan m dan n adalah mode propagasi yang digunakan, a_e merupakan dimensi efektif antenna, ϵ_r adalah permitivitas bahan dielektrik. Selanjutnya untuk menghitung dimensi fisik mikrostrip lingkaran antenna menggunakan persamaan berikut:

$$a_e = a \left[1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left(\ln \frac{\pi a}{2h} + 1,7726 \right) \right]^{-1/2} \quad [11]$$

a adalah dimensi fisik *patch* antenna dan h adalah ketebalan substrat dielektrik yang digunakan. Dalam perancangan, ukuran yang digunakan untuk jari-jari *patch* adalah a yang merupakan jari-jari fisik antenna. Penggabungan rumus diatas menghasilkan rumus untuk menghitung frekuensi resonansi yang lebih teliti, yaitu:

$$a_e = \frac{a}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left[\ln \left(\frac{\pi a}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} \quad [11]$$

Sehingga a dan a_e akan hampir sama, dengan penurunan dari persamaan (2.4) akan diperoleh a , jari-jari fisik mikrostrip lingkaran:

$$a = \frac{a_e}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left[\ln \left(\frac{\pi a}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

Dari pendekatan matematis antenna patch sirkular didapatkanlah ukuran antenna mikrostrip dual elips yang akan dirancang

Teknik Pencatutan Antenna

^[12]Teknik pencatutan antenna mikrostrip-patch dapat dikelompokkan menjadi metoda *contacting* dan *non-contacting*. Pada metode *contacting*, daya langsung dicatu ke *patch* melalui elemen penghubung seperti mikrostrip line. Sementara pada metode *non-contacting*, transfer daya dari mikrostrip line ke *patch* dilakukan melalui kopling medan elektromagnetik. Berikut adalah tiga teknik pencatutan yang sering digunakan :

Probe coaxial

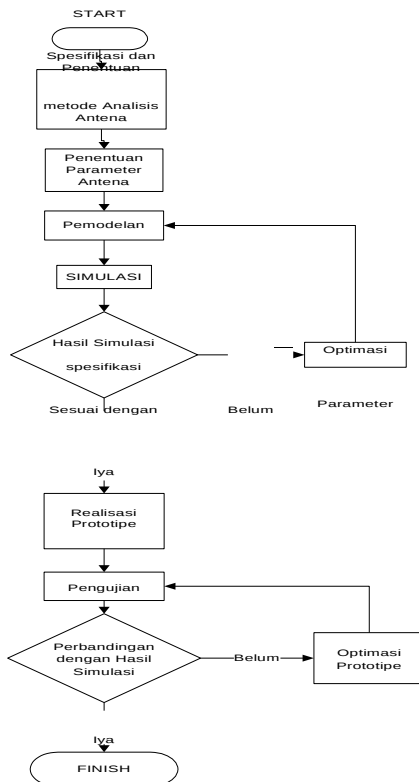
Teknik pencatutan ini memiliki beberapa karakteristik antara lain adalah tidak perlunya rangkaian penyepadanan karena penyepadanan dapat dilakukan dengan menentukan titik catu yang tepat pada *patch*. Kopling catuan dengan *patch* antenna dapat diminimalisasi karena saluran transmisi dihubungkan langsung dengan *patch* tersebut, tetapi *bandwidth* yang dihasilkan relatif sempit. Pada substrat yang tipis teknik pencatutan

ini dapat menghasilkan impedansi input yang induktif.

3 PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM

Pendahuluan

Secara umum perancangan sistem pada tugas akhir ini bisa digambarkan dengan diagram alir dibawah ini.



Gambar: Diagram pemodelan

Penentuan Spesifikasi Antenna

Pada perancangan antenna terlebih dahulu di tentukan spesifikasi teknik yang sesuai dengan aplikasi yang di inginkan seperti berikut:

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| a. Bandwith | : 3,1 - 10,6 GHz |
| b. VSWR | : ≤ 2 |
| c. Gain | : ≥ 6 dBi |
| d. Pola Radiasi | : <i>Unidirectional</i> |

Penentuan Bahan Antena

Pada tugas akhir ini, proses uji data dilakukan dengan perhitungan manual untuk perhitungan akurasi juga error yang terjadi di sistem. Berikut adalah penjelasan ringkasnya.

Penggunaan mikrostrip sebagai bahan pembuatan antenna tidak lepas dari faktor komponen dielektrik pada mikrostrip tersebut. Karena faktor permitivitas relatif bahan maka panjang gelombang di bahan lebih kecil daripada panjang gelombang di udara, seperti yang

dijelaskan pada persamaan:

$$\lambda_{\text{udara}} = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_{\text{bahan}} = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}}$$

Dengan begitu, maka dimensi antenna pada mikrostrip lebih kecil daripada dimensi antenna kawat yang berada di udara. Bahan yang digunakan dalam perancangan jenis antenna ini adalah Roger duroid 5880 dengan konstanta dielektrik 2,2 dan ketebalan 1,575 mm.

3.4 Metoda Penelitian

Metoda penelitian yang dilakukan adalah dengan metoda experimental. dalam metoda experimental

terdapat beberapa jenis variabel yaitu variabel bebas, terikat, dan control. variabel kontrol adalah variabel yang disesuaikan dan nilainya relatif tetap. berikut ini beberapa variabel kontrol dalam penelitian: bahan yang digunakan roger 8005 dengan konstanta dielektrik 2.2, bentuk antenna dual elips dengan dimensi ($W = 35$ mm, $L = 35$ mm, $a = 10,4$ mm, $b = 16,6$ mm, $d = 0,5$ mm, $l_g = 10$ mm, $W_s = 4,4$ mm). Variabel bebas adalah variabel yang digunakan untuk merubah variabel terikat

dan variabel terikat adalah hasil yang dipengaruhi variabel bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah : penggunaan reflektor dan jarak reflektor, penggunaan

Pengaruh dari variable bebas terhadap variable terikat akan diperjelas pada sub bab 3.5 Desain Antena Mikrostrip UWB Untuk Radar Tembus Tembok

3.5 Desain Antena Mikrostrip UWB Untuk Radar Tembus Tembok

Antena yang diharakan bekerja untuk teknologi UWB dengan detail spesifikasi sebagai berikut :

1. Antena masuk rentang frekuensi 3,1-10,6 GHz. FCC telah memutuskan bahwa rentang frekuensi yang digunakan pada UWB adalah 3,1-10,6 GHz.
2. Antena mempunyai pola radiasi *unidirectional*. Pola radiasi *unidirectional* diinginkan karena radar tembus tembok cocok dengan pola satu arah dan gain yang cukup besar untuk dapat memperoleh informasi object apa yang berada di balik tembok.
3. Ukuran antenna harus kecil dan jika mungkin tidak terlalu berat, tapi di sisi lain sangat kuat. Ini persyaratan adalah karena ukuran perangkat UWB yang kecil dan diperlukan untuk mobilitas pengguna.

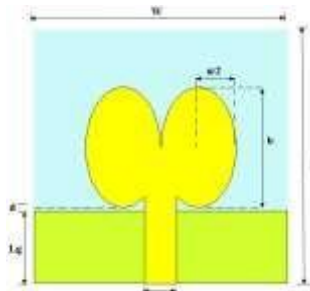
3.5.1 Patch Dual Elips Tanpa Slot dan Reflektor

Penentuan lebar saluran transmisi.

$$Z_{00} = \frac{Z_0 + \frac{Z_L}{\tan^2 \beta l}}{1 + \frac{Z_0 Z_L}{\tan^2 \beta l}}$$

$$Z_{00} = \frac{2.2 + j1}{2} + \frac{j1}{2} \frac{1 + j1}{1 + j1} = 1,860$$

Dari perhitungan didapat bahwa saluran transmisi memiliki nilai impedansi 52,59 Ω mendekati nilai impedansi saluran transmisi ideal yaitu 50 Ω .



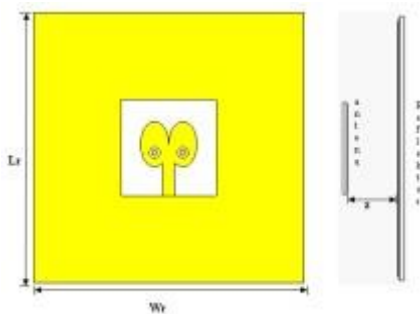
Gambar: Rancangan Antenna Dual Elips Tanpa Slot Pada Patch

Ukuran dan detail mengenai konfigurasi antenna ditunjukkan pada gambar 3.3 dengan $W = 35$ mm, $L = 35$ mm, $a = 10,4$ mm, $b = 16,6$ mm, $d = 0,5$ mm, $lg = 10$ mm, $Ws = 4,4$ mm, dan bahan substrat Roger duroid 5880 konstanta dielektrik dielektrik 2,2.

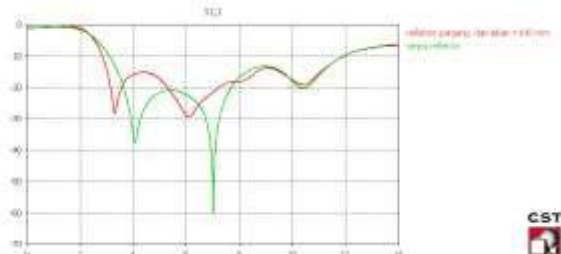
3.5.1 Patch Dual Elips Dengan Slot dan Reflektor

Untuk mengubah pola radiasi dan meningkatkan gain dari antenna mikrostrip patch dual elips dengan slot, maka dipasang reflektor pada bagian belakang antenna dengan jarak "z" dari antenna tersebut.

Gambar 3.10 menunjukkan konfigurasi unidireksional antenna UWB setelah dipasangkan reflektor dengan Jarak antara antenna dan reflektor 20 mm dan ukuran reflektor 100 x 100 mm

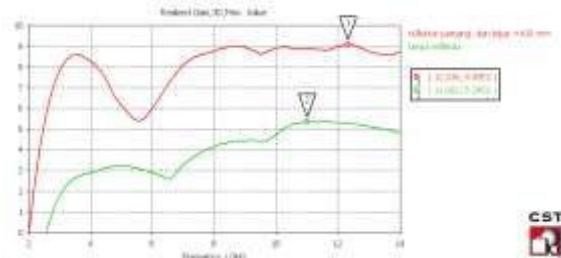


Gambar :Antenna dual elip dengan slot dan reflector Sebelum ditetapkan untuk menggunakan reflektor dianalisis terlebih dahulu perbandingan parameter VSWR, range frekuensi dan Gain antara Antenna yang belum dipasangkan reflektor dan antenna yang sudah dipasangkan reflektor.



Gambar: Perbandingan range frekuensi antenna sebelum dan setelah dipasangkan reflektor

Pada Gambar 3.11 terpampang frekuensi kerja dilihat dari S_{11} pada -10 dB tidak terlalu berubah signifikan pada saat sebelum dipasangkan reflektor frekuensi kerja (3,069 -11,945) GHz dan Bandwidth 8,876 GHz yang lebih besar dari 20% bandwidth cutoff 1,46 Gz, setelah dipasangkan reflektor frekuensi kerja di -10 dB (3,00 -11,945) GHz dan Bandwidth 8,945 Ghz hanya saja ada node frekuensi yang ditekan pada saat antenna belum dipasangkan reflektor di frekuensi 7 GHz yang akhirnya menjadi lebih stabil saat antenna dipasangkan reflektor.



Gambar : Perbandingan Gain sebelum dan sesudah antenna dipasangkan reflektor

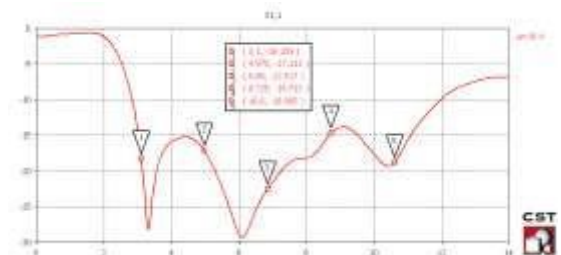
Gain maksimum sebelum dipasang reflektor sebesar 5,342 dB pada frekuensi 11,003 GHz. Setelah dipasang reflektor gain maksimum naik menjadi 9,0551 pada frekuensi 12,326 GHz dan relatif sama dari rentang frekuensi 10 GHz. Berkenaan dengan batasan masalah yang mensyaratkan gain ≥ 6 dBi maka diputuskan menggunakan antenna UWB yang dirancang perlu menggunakan reflektor.

3.6 Simulasi 5 Sample Frekuensi Rentang Frekuensi Kerja UWB

Frekuensi kerja UWB yang sangat lebar mengharuskan pengujian di beberapa. titik frekuensi agar dapat mengetahui karakteristik antenna. Maka dilakukan simulasi pada frekuensi 3,1 Ghz, 4,975 GHz, 6,85 GHz, 8,725 GHz, dan 10,6 GHz.

3.6.1 Analisa Parameter Return Loss

Untuk grafik simulasi return loss antenna mikrostrip ultra wideband patch berbentuk dual elips, dapat dilihat pada 1D result pada folder | S | dB pada software CST Microwave.



Gambar : Grafik Return Loss Antenna Dengan Slot Dan Reflektor Pada Rentang Frekuensi 3,1 -10,6 GHz

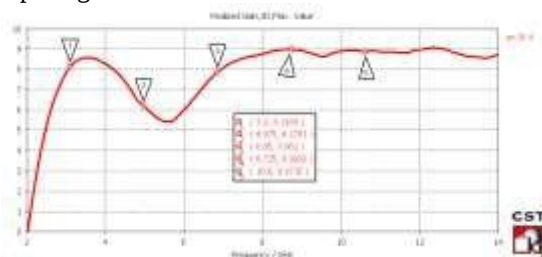
dapat dilihat bahwa grafik simulasi return loss antenna mikrostrip UWB patch dual elips pada rentang 3,1-10,6 GHz telah memenuhi standar spesifikasi Ultra Wideband dengan return loss dibawah nilai -10 dB.

Tabel Return Loss Antena Mikrostrip UWB Patch Dual Elips Dengan Slot Dan Reflektor

Nomer	Frekuensi (GHz)	Return loss (dB)
1	3,1	-18,259
2	4,975	-17,211
3	6,85	-22,517
4	8,725	-14,713
5	10.6	-18,805

3.6.2 Analisa Parameter Gain

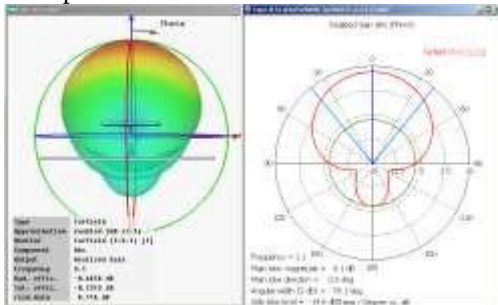
Untuk grafik simulasi Gain terhadap frekuensi pada antena mikrostrip ultra wideband patch berbentuk dual elips, dapat dilihat pada tabel realized gain, 3D, max value. Grafik simulasi gain terhadap frekuensi dapat dilihat pada gambar 3.16.



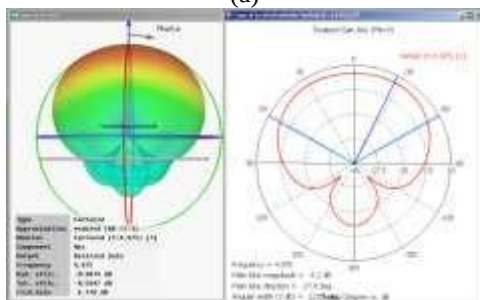
Gambar: Grafik Gain Antena Patch Dual Elips Slot Dengan Slot Dan Reflektor Frekuensi 3,1 -10,6 GHz.

3.6.3 Analisa Parameter Pola Radiasi.

Untuk gambar simulasi pola radiasi pada antena mikrostrip ultra wideband patch berbentuk dual elips, dapat dilihat pada tabel farfields CST Microwave.



(a)



(b)

Gambar (a) pola radiasi di frekuensi 3,6 Ghz, (b) 6,85 Ghz

4 PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Tujuan Pengujian Sistem

Tujuan dari pengujian sistem yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Mengetahui apakah keluaran hasil transformasi Hilbert-Huang bisa dijadikan sebagai ciri dalam mengklasifikasikan sinyal EKG ke dalam 6 kelas yang telah ditentukan sebelumnya
- Mengetahui performansi sistem yang telah dibuat
- Mengetahui pengaruh parameter-parameter pada k-NN terhadap tingkat akurasi yang dihasilkan sistem.

4.1 Prosedur Pengukuran Spesifikasi Antena

Prosedur pengukuran karakteristik yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Pengukuran VSWR, *bandwidth* dan *return loss*

Pada Tugas Akhir ini nilai VSWR yang diharapkan tidak lebih dari 2. Pengukuran VSWR antena menggunakan *network analyzer*, yaitu dengan membaca parameter S_{11} , yang merepresentasikan perbandingan daya yang dikirim ke beban dengan daya yang terpantul dari beban. Dalam hal ini antena dianggap sebagai beban yang mempunyai impedansi masukan yang berbeda-beda untuk setiap frekuensi.

Pengukuran dilihat pada tiga titik frekuensi yaitu frekuensi terendah (3,1 GHz), tengah (6,85 GHz), dan frekuensi tertinggi (10,6GHz) dari frekuensi yang ditargetkan.

2) Pengukuran *gain*

Metoda yang digunakan dalam pengukuran ini disebut sebagai metoda substitusi yang menggunakan dua buah antena yaitu antena referensi yang sudah terlebih dahulu diketahui *gain*-nya dan antena yang akan diukur (AUT). Antena referensi yang digunakan adalah antena *horn* yang mempunyai *gain* sebesar 12 dB. Pada saat pengukuran *gain*, antena pemancar di

hubungkan *Function Generator* dan antena penerima ke Spektrum Analyzer. Melalui *Function Generator*, besar daya input antena pemancar pada frekuensi tertentu dapat diatur. Daya input yang diatur pada saat pengukuran adalah 5 dB. Dengan mengeset daya pancar dari antena pemancar pada suatu rentang frekuensi tertentu, daya terima dari antena penerima pada rentang frekuensi tersebut dapat diamati melalui SA. Dengan mengetahui daya pancar dan daya penerima antena, melalui persamaan

$$\frac{P_{\text{antena}}}{P_{\text{SA}}} = \frac{P_{\text{antena}}}{P_{\text{antena}}} = \frac{P_{\text{antena}}}{P_{\text{antena}}}$$

$$G_{\text{antena}} = 12 \text{ dB} - P_{\text{antena}} + P_{\text{SA}}(\text{dB})$$

3) Pengukuran pola radiasi

Pengukuran polaradiasi juga dilakukan dengan menggunakan antena pemancar yang terhubung ke *Function Generator* dan antena penerima yang terhubung ke SA. Antena pemancar yang penulis gunakan untuk ketiga jenis antena yang akan diukur

adalah antena Horn lain. Pada saat pengukuran, antena penerima diputar dan dicatat daya terimanya pada setiap sudut 30 derajat. Daya terima pada setiap sudut ini kemudian diplot untuk melihat polaradiasi antena.

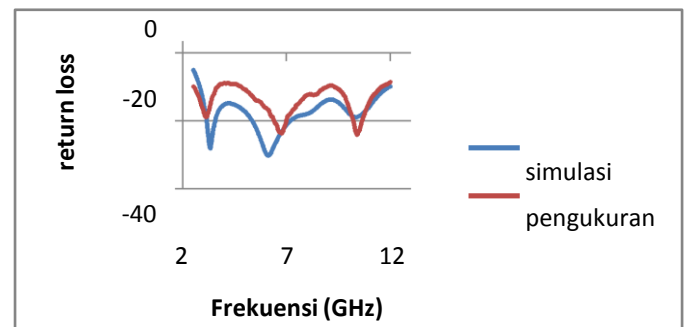
4) Pengukuran Polarisasi

Proses pengukuran polarisasi antena diperlukan generator yang terhubung ke antena berpolarisasi linier sebagai pemancar dan pada sisi penerima terdapat *Antena Under Test (AUT)* terhubung pada spectrum analyzer. Prosedur pengukuran sama dengan pengukuran pola radiasi yang membedakan adalah untuk pengambilan datanya *Antena Under Test (AUT)* diputar 360° dengan posisi arah pola radiasi antena. Pengambilan data dilakukan setiap 30°, sehingga didapatkan level penerimaan saat maksimum (*mayor lobe*) dan saat minimum (*minor lobe*).

AUT diputar 360° per 30° vertikal dengan patch sebagai sumbu putarnya sehingga didapatkan level penerimaan saat maksimum (sumbu mayor) dan saat minimum (sumbu minor). Daya terima dicatat dan diolah dengan *Software Excel*. Frekuensi *Sweep Oscillator* diatur 6,85 GHz.

Hasil Pengukuran dan Analisa

Hasil pengukuran *return loss* pada antena mikrostrip *dual elppis* dengan reflektor yang ditunjukkan pada gambar.



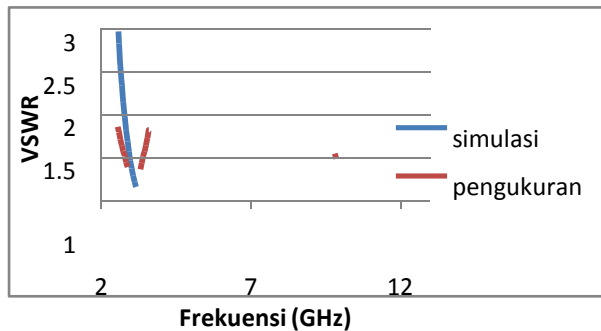
Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan hasil simulasi. Perbandingan nilai hasil pengukuran dan hasil simulasi dapat dilihat pada tabel.

Tabel :Perbandingan return loss hasil pengukuran dan simulasi

No	frekuensi (GHz)	hasil pengukuran (dB)	hasil simulasi (dB)
1	3,1	-18,795	-18,259
2	6,85	-22,478	-22,517
3	10,6	-20,7	-18,805

Pada Grafik ditunjukkan juga bandwidth antena saat diukur secara langsung. Bandwidth berkisar 10 GHz dari rentang 2,824 – 13 GHz. Pada frekuensi 10,6 GHz hasil pengukuran bahkan menunjukkan nilai

return loss yang relatif jauh lebih baik yaitu -20,7dB sementara pada simulasi -18 dB, walaupun pada frekuensi 6,85 GHz terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan.



Berdasarkan hasil pengukuran return loss yang lebih baik saat pengukuran maka VSWR yang didapat pun lebih baik saat pengukuran dibandingkan dengan saat simulasi. Berdasarkan hasil yang didapat VSWR lebih kecil dari 1,3 yang memenuhi kriteria pada batasan masalah VSWR < 2.

4.5.2 Gain

Dengan dimensi terbesar 4,94 cm yang merupakan diagonal dari antenna dan frekuensi 6,85 Ghz dipilih karena frekuensi tengah pada antenna, maka jarak minimum antara dua antenna untuk memenuhi kriteria medan jauh dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{6,85 \times 10^9} = 0,0438 \text{ m}$$

$$R \geq \frac{2 \times 4,94^2}{\lambda} \geq \frac{2 \times 24,4036}{0,0438} \geq 1111,11 \text{ m}$$

Dengan jarak sebesar 100 cm dan daya pancar sebesar 5 db, penulis hanya mencari daya terima antenna pada frekuensi 6,85 Ghz. Proses pengambilan data ini dilakukan sebanyak 10 kali yang kemudian nantinya diambil rata-ratanya. Kemudian hasil daya terima tersebut akan dibandingkan dengan daya terima antenna

Horn referensi yang mempunyai gain sebesar 12 dB.

$$G_{\text{antena}} = 12 \text{ dB} - P_{\text{horn}} + P_{\text{antena}}(\text{dB})$$

$$= 12 - (-38,229) + (-37,423)$$

$$= 12,9 \text{ dBi}$$

Dari hasil pengukuran, gain yang terukur diperoleh sebesar 12,9 dBi, hasil ini lebih baik dari hasil simulasi yang bernilai 7,871 dBi. Apabila melihat hasil yang diperoleh baik dari simulasi maupun dari pengukuran, gain yang diperoleh sudah memenuhi spesifikasi awal yang ditentukan, yaitu ≥ 6 dBi.

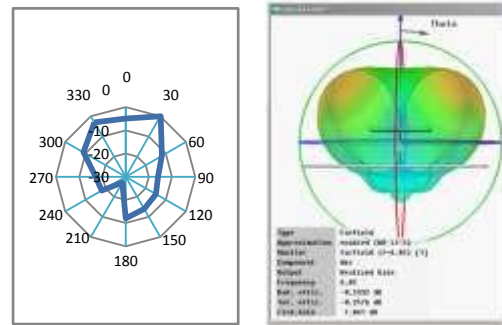
4.5.3 Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi dilakukan pada saat frekuensi 6,85 Ghz karena pada saat simulasi memiliki

pola radiasi yang mendekati unidirectional.

Setelah diperoleh level daya terima antenna yang

dicatat dan kemudian diolah dengan menggunakan software Excel, maka diperoleh plot pola pancar dengan bentuk 2D sebagai berikut :

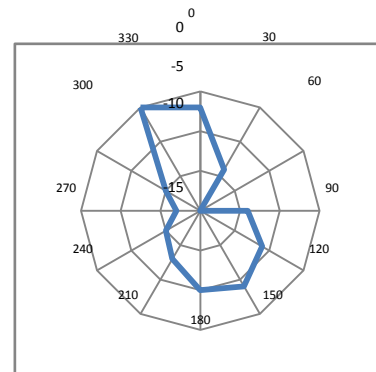


Gambar: Pola Radiasi Antena Mikrostrip Monopole Patch Dual Elips Arah Azimut (a) Hasil pengukuran, (b) Hasil simulasi

Dari gambar 4.8 terlihat bahwa antenna mikrostrip monopole patch dual elips pada saat pengukuran memiliki pola radiasi mendekati unidirectional. Pola radiasi pada saat pengukuran hampir sama dengan pola radiasi.

4.5.4 Polarisasi

Pengukuran polarisasi dilakukan pada saat frekuensi 6,85 Ghz. Setelah diperoleh level daya terima antenna yang dicatat dan kemudian diolah dengan menggunakan software Excel, maka diperoleh plot pola pancar dengan bentuk 2D sebagai berikut :



Gambar: Polarisasi Antena Mikrostrip Monopole Patch Dual Elips

Setelah dilakukan pengukuran didapatkan data sebagai berikut:

Daya terima maksimum (sumbu mayor) = -35 dBm = 0.000316 mW

Daya terima minimum (sumbu minor) = -50 dBm = 0.00001 mW

Dengan analisis rasio kuat medan elektrik, maka dapat diketahui tipe polarisasinya. Hubungan Daya dengan kuat medan elektrik adalah

$$P = \frac{E^2}{377}$$

$$P_{\text{watt}} = \frac{E^2}{377} \times A_e$$

$$\text{Maka } E^2 = \frac{P \times 377}{A_e} \rightarrow E = \sqrt{\frac{P \times 377}{A_e}}$$

$$\text{Rasio kuat medan elektrik(numerik)} = \frac{\sqrt{\frac{P_{\text{watt mayor}} \times 377}{P_{\text{watt minor}} \times 377}}}{\sqrt{\frac{P_{\text{watt mayor}} \times 377}{P_{\text{watt minor}} \times 377}}} =$$

$$\sqrt{\frac{P_{\text{watt mayor}} \times 377}{P_{\text{watt minor}} \times 377}} = \frac{\sqrt{3.16 \times 10^{-4} \times 377}}{\sqrt{10^{-5} \times 377}} = \frac{0.345}{0.0614} = 5,618$$

$$10 \log 5,618 = 7,4965$$

Pada perbandingan rasio kuat medan diatas, terlihat bahwa nilai perbandingan antara mayor dan minor adalah 7,496 yang artinya polarisasi antenna AUT tersebut adalah berpolarisasi Elips. Hal ini disebabkan oleh lingkungan sekitar tempat pengukuran yang tidak ideal yang mengakibatkan banyaknya sinyal penginterferensi. Selain itu penggeseran antenna setiap 30° tidak presisi dalam perpindahannya, sehingga mengakibatkan adanya perbedaan level daya yang diterima.

4.6 Perbandingan Spesifikasi Awal, Hasil Simulasi dan Pengukuran

Tabel :Perbandingan Spesifikasi Awal Dengan Simulasi Dan Prototipe Antena Mikrostrip Patch Dual Elips

Parameter	Spesifikasi awal	Hasil simulasi	Hasil Realisasi
Bandwidth	7,5 GHz	8,9 Ghz	9,03 GHz
Frekuensi kerja	3,1-10,6 Ghz	3,00 -11,945 Ghz	2,54 – 11,57 Ghz
return loss	≤ -10 dB	≤ -10 dB	≤ -10 dB
Pola radiasi	unidirectional	unidirectional	unidirectional
Polarisasi	Linier	Linier	Elips
Gain saat 6,85 GHz	≥ 5 dbi	7,871dbi	12,9 dbi

Evaluasi tabel 4.3, menunjukkan terjadinya perbedaan hasil simulasi dan hasil pengukuran antenna yang telah dipabrikasi. Perbedaan nilai frekuensi kerja, gain dan *bandwidth* hasil pengukuran dengan hasil simulasi disebabkan oleh faktor pemilihan jenis konektor, proses pensolderan konektor ke antenna, ketidakpresisian cetakan pada antenna. Terlihat bahwa antenna mikrostrip-*patch* dual elips saat pabrikasi terjadi perubahan dalam *bandwidth*. Meskipun demikian, antenna ini masih dapat digunakan untuk aplikasi *ultra wideband* (UWB) radar tembus tembok karena masih dalam rentang frekuensi kerja aplikasi tersebut.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut.

- 1) Antenna microstrip UWB patch dual elips yang dipasangkan reflector dapat digunakan untuk aplikasi radar tembus tembok karena memiliki spesifikasi yang lebih baik dari antenna yang dijadikan acuan.
- 2) Penambahan reflector persegi dengan sisi 100mm dan jarak 20 mm dari antenna meningkatkan gain maksimum antenna yang pada awalnya 5dB menjadi 8,9 dB yang dibuktikan lewat pengukuran secara simulasi program CST dan juga pengukuran hasil pabrikasi. Penggunaan reflector selain menambah gain juga mengganti pola radiasi antenna yang sebelum dipasangkan reflector berpola *omnidireksional* menjadi *unidireksional*. Penambahan slot pada patch elips antenna dapat merubah Bandwith antenna sehingga frekuensi kerja antenna masuk dalam standard UWB yang ditetapkan FCC yaitu 31 – 10,6 GHz.
- 3) Dari hasil pengukuran diketahui bahwa antenna mikrostrip patch dual elips memiliki *bandwidth* 9,03 GHz dengan rentang frekuensi 2,54 – 11,57 GHz. Hasil ini lebih lebar 85 MHz dari *bandwidth* yang didapatkan saat simulasi, yaitu 8,945GHz dengan rentang 3,00 -11,945 GHz. Kedua hasil pengukuran lewat simulasi maupun pengukuran langsung memenuhi target range frekuensi sehingga dapat dikategorikan sebagai antenna UWB. Polaradiasi yang didapatkan saat pengukuran software ataupun pengukurannya lapangan meunjukkan polaradiasi *unidireksional*. Polarisasi hasil pengukuran lapangan memiliki rasio kuat medan elektrik 7,49 yang berpolarisasi elips.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut terkait tugas kahir ini adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk pengamatan berikutnya, dapat dicoba dengan menggunakan bentuk patch yang lain, misalnya hati.
- 2) Untuk pengamatan lebih jauh, dapat dicoba dengan melakukan pengaplikasian antenna array agar pola radiasi dapat lebih baik.
- 3) Untuk memperoleh hasil pengukuran yang lebih akurat, pengukuran dilakukan pada antenna penerima diputar dan dicatat daya terimanya pada setiap sudut 10 derajat, dan dapat diuji langsung dengan menggunakan sistem radar UWB tembus tembok secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aftanas, Michael Ing. 2009. *THROUGH WALL IMAGING WITH UWB RADAR SYSTEM*. Thesis of University of Ko'sice.
- [2] Alaydrus, Mudrik DR-Ing. Antena Prinsip & Aplikasi .Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [3] Balanis, C. A.. 2005. *Antenna Theory Analysis and Design*. John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Chen, D. and C.-H. Cheng, 2011. A novel compact ultra-wideband (UWB) wide slot antenna with via holes, *IEEE Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 94, 343–349, 2009.
- [5] Di Benedetto, M.G., dkk. ed. 2006. *UWB Communications Systems: A Comprehensive Overview*, *EURASIP Series on Signal Processing and Communications*. 8th ed. New York : Hindawi Publishing.
- [6] Federal Communications Commission (FCC). 2002. First Report and Order in The Matter of Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultrawideband Transmission Systems, ET-Docket 98-153, FCC 02-48
- [7] Fontana, R.J. 1997. *An Ultra Wideband Communication Link for Unmanned Vehicle Applications*, *Proceedings AUVSI '97*, Baltimore, MD, June 3-6, 1997.
- [8] Francis Jacob, K. 2008. *Printed monopole antenna for ultra wide band (UWB) applications*, Thesis of Cochin University of Science and Technology.
- [9] F. Zhu, S. dkk, 2011. *LOW-PROFILE DIRECTIONAL ULTRA-WIDEBAND ANTENNA FOR SEE-THROUGH-WALL IMAGING APPLICATIONS*, *IEEE Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 121, 121–139, 2011
- [10] J. Liang. 2006. *Antenna Study and Design for Ultra Wideband Communication Applications*, Thesis of University of London.
- [11] J. Liang, dkk. 2005. *Study of a Printed Circular Disc Monopole Antenna for UWB Systems*, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 53, no. 11, November 2005, pp.3500-3504.
- [12] Sumanta, Suryana. (2013). *ANALISA BENTUK PATCH PADA ANTENA MICROSTRIP UNTUK TEKNOLOGI ULTRA WIDEBAND RENTANG FREKUENSI 3.1-10.6 GHz*. Tugas Akhir pada Universitas Telkom: tidak diterbitkan.