

## STUDI PERANCANGAN ANTENA *MICROSTRIP MONOPOLE* BENTUK *PATCH* SEGITIGA DENGAN TEKNIK *DEFECTED GROUND STRUCTURE* UNTUK APLIKASI *ULTRA-WIDEBAND*

M.Darsono<sup>1</sup>, Dwi Widiatmoko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450  
Email: <sup>1</sup>emdarunsanda@gmail.com, <sup>2</sup>widiatdwi@gmail.com

### Abstrak

Studi perancangan antenna *monopole* jenis *microstrip* sebagai bentuk dukungan dan pengembangan perangkat komunikasi *wireless* teknologi *Ultra-Wideband (UWB)*. Konsep dasar rancangan antenna yang usulkan adalah minimalis dengan karakteristik beroperasi pada *broadband* sesuai dengan yang di-regulasi-kan oleh *Federal Communications Commission (FCC)*. Rancangan antenna *microstrip* jenis *planar* dengan pe-radiasi segitiga dengan menggunakan teknik *Defected Ground Structure (DGS)* untuk rancangan bidang ground berbentuk trapezium. Sebagai dukungan dalam penelitian ini digunakan jenis material substrat Duroid RT 5880 dan piranti lunak CST untuk metode simulasi. Hasil dari metode simulasi diperoleh ada dua, yaitu: Bentuk konfigurasi rancangan antenna bersifat minimalis dan kompak serta parameter kinerja antenna. Untuk parameter kinerja antenna yang diperoleh melalui metode simulasi, seperti: *bandwidth fractional* dari return loss dibawah 10 dB adalah 3,8:1 ( $VSWR < 2$ ), dan daya pancar radiasi kekuatan maksimum adalah 2,59dBi, membentuk pola radiasi yang bersifat *omnidirectional* dengan polarisasi vertikal. Karakteristik dari operasi kinerja antenna pada spektrum *UWB* mampu menjangkau daerah frekuensi di C-Band dan X-band dan secara aplikasi rancangan antenna mendukung untuk komunikasi wireless LAN dan sistem komunikasi satelit.

**Kata Kunci:** Antena Microstrip, Patch Segitiga, Simulasi, Ultra-Wideband.

### Abstract

*Study on the design of a microstrip monopole antenna as a form of support and development of UWB (Ultra-Wideband) wireless communication devices. The basic concept of the proposed antenna design is minimalist with the characteristics of operating on broadband in accordance with those regulated by the FCC (Federal Communications Commission). The design of a planar type of microstrip antenna with triangular radiation using the DGS (Defected Ground Structure) technique for the design of a trapezoidal ground plane. As support in this research, Duroid RT 5880 substrate material and CST software were used for the simulation method. The results of the simulation method obtained are twofold: The shape of the antenna design configuration is minimalist and compact and the antenna performance parameters. For antenna performance parameters obtained through simulation methods, such as the fractional bandwidth of return loss below 10 dB is 3.8:1 ( $VSWR < 2$ ), and the maximum power radiation transmittance is 2.59dBi, forming an omnidirectional radiation pattern with vertical polarization. The characteristics of the operating performance of the antenna on the UWB spectrum are able to cover the frequency area in the C-Band and X-band and in the application, the antenna design supports wireless LAN communication and satellite communication systems.*

**Keywords:** Microstrip Antenna, Triangular patch, Simulation, Ultra-Wideband.

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan dan aplikasi teknologi Ultra-Wideband (UWB) semakin menonjol dan menjadi sangat menarik pada sistem komunikasi nirkabel modern dan masa depan. Ada dua faktor utama dalam hal ini, yaitu: pertama adalah kebutuhan perangkat yang memiliki kemampuan

tingkat transmisi pita lebar (*Broadband*) untuk komunikasi nirkabel dan kedua adalah kemampuan mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi, konsumsi daya rendah, dan biaya rendah. Pada tahun 2002 komisi komunikasi federal atau FCC (*Federal Communications Commission*) telah merilis tentang definisi dan konsep komunikasi nirkabel

jarak pendek, dengan kecepatan yang tinggi menggunakan alokasi *bandwidth* mencapai 7,5 GHz dari 3.1-10.6 GHz. Secara Teknologi UWB tersebut dapat diaplikasikan untuk *imaging system*, *radar system*, *medical imaging*, *indoor communication* dan lain sebagainya (Federal Communications Commission, 2002). Sebuah tantangan sekaligus permasalahan ke depan terkait penelitian pengembangan bidang teknologi *wireless* atau radio, dimana spektrum besar yang dapat menjangkau frekuensi C-band dan X-band dengan multi aplikasi. Hal ini agar terhindar dari gangguan terhadap aplikasi komunikasi *wireless* dengan spektrum *narrowband*. Kondisi tersebut merupakan bagian dari spektrum pita frekuensi UWB, seperti: *World Wide Interoperability Microwave Access* (WiMAX) pada frekuensi 3,3GHz-3,6GHz, *Wireless Local Area Network* (WLAN) pada frekuensi 5,15GHz-5,825 GHz, sistem komunikasi satelit X-band di frekuensi 7,25GHz-8,4GHz, WiFi pada frekuensi 5,47GHz-5,725GHz dan C-band pada frekuensi 3,7GHz-4,2GHz) (Sarkar et al., 2018).

Secara konsep modul perangkat UWB bersifat kompak, sehingga dibutuhkan komponen atau perangkat yang dapat diintegrasikan melalui rangkaian media PCB (*Portable Circuit Board*). Salah satu modul perangkat yang dapat mendukung teknologi UWB adalah antena mikrostrip, dimana antena mikrostrip menggunakan modul rangkaian MMIC (*monolithic microwave integrated circuits*), karena memiliki dimensi minimal dan profil sederhana (Mandal, 2015). Kesederhanaan profil sebuah antena menjadi tantangan, ketika dibutuhkan kemampuan kapasitas *bandwidth* yang lebih lebar atau *wideband*. Sebuah upaya dalam suatu permasalahan rancang bangun untuk peningkatan *bandwidth*.

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan untuk tujuan peningkatan *bandwidth* melalui teknik atau metode tertentu. Sebagai bentuk laporan publikasi penelitian untuk rancangan antena *microstrip* dengan maksud peningkatan *bandwidth*, seperti: antena mikrostrip patch pe-radiasi segitiga dengan struktur bidang *ground* bentuk trapezium untuk aplikasi UWB dengan capaian *bandwidth* 3-12 GHz menggunakan material FR-4, dimensi 40 mm x 35 mm. Bentuk rancangan bidang *ground* trapesium menggunakan jenis material FR-4 untuk aplikasi UWB capaian *bandwidth* 3,4-10,2 GHz, dimensi 40 mm x 30 mm dan antena patch pe-radiasi bentuk persegi dengan pematangan

*ground* trapesium menggunakan material FR-4 untuk aplikasi UWB dengan capaian *bandwidth* 1-12GHz (Zhang et al., n.d.)(Naufal et al., 2021)(Lin et al., 2008). Bentuk struktur bidang *ground* trapezium tersebut memperoleh suatu dimensi antena UWB yang minimalis dan kompak, dimana capaian *bandwidth* UWB yang lebih baik sebagai teknik DGS untuk peningkatan *bandwidth* dalam penelitian ini.

Guna mendukung pengembangan dan aplikasi komunikasi *wireless broadband* menggunakan teknologi UWB diusulkan proposal penelitian tentang teknologi *wireless* masa depan. Dukungan ini berupa studi literatur, perangkat keras maupun perangkat lunak. Studi literatur diperlukan sebagai pengembang konsep rancangan, sedangkan perangkat keras dan perangkat lunak diperlukan guna implementasi realisasi rancangan. Untuk hal tersebut rancangan dilakukan melalui metode simulasi menggunakan perangkat lunak CST dan material jenis substrate Duroid RT 5880 memiliki spesifikasi, sebagai berikut: ketebalan (h) adalah 1,57 mm, konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) adalah 2,2 dan *lost tangent* 0,0001(Corporation, 2021).

Tujuan penelitian adalah memperoleh pemodelan dari suatu rancangan antena mikrostrip bersifat *monopole*, kompak serta minimalis. Sebuah pemodelan dilakukan dengan metode simulasi, dimana terukur kinerja parameter antena yang mampu beroperasi pada cakupan *bandwidth* UWB. Secara struktur antena menggunakan elemen patch pe-radiasi bentuk segitiga dengan saluran transmisi dan struktur bidang *ground* bentuk trapesium.

Pada penelitian ini pemilihan dan penggunaan teknik DGS adalah salah satu teknik cara kerja antena yang dapat mempengaruhi peningkatan *bandwidth*, selain teknik pemberian celah atau slot. dalam perancangan antena dengan pertimbangan untuk memperoleh peningkatan *bandwidth*. Teknik DGS telah banyak digunakan di bidang mikrostrip antena untuk meningkatkan *bandwidth* dan gain mikrostrip antena dan untuk menekan harmonik mode yang lebih tinggi, saling kopling antara elemen yang berdekatan, dan polarisasi silang untuk meningkatkan karakteristik radiasi mikrostrip antena. Selain itu sebagai pengembangan dari teknik tersebut dikenal dengan teknik EBG (*Electromagnetic Band Gap*) (Khandelwal et al., 2017). Sebagai usulan pada penelitian ini dengan penerapan teknik DGS digunakan konsep struktur bidang *ground* dengan model trapezium. Bentuk ini

merupakan konsep yang dikembangkan melalui teknik EBG dengan pertimbangan melalui penempatan lebar celah atau gap simetris terhadap guna mengkopel saluran transmisi.

Pencapaian hasil akhir dari keseluruhan kegiatan penelitian ini memperoleh suatu pemodelan struktur baru yang mampu beroperasi pada spektrum UWB. Penggunaan struktur bidang ground trapezium mampu memperlihatkan pada peningkatan bandwidth, sehingga target capaian pada frekuensi C-band dan X-band terpenuhi. Karakteristik dan profile rancangan antenna memperlihatkan bentuk minimalis, kompak dan *omnidirectional*.

## II. METODOLOGI

Pada penelitian ini dalam merumuskan suatu permasalahan rancangan antenna, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan antara lain, seperti: pemilihan bentuk *patch* pe-radiasi, teknik pencatutan saluran transmisi daya, dan struktur bidang *ground*. Guna mendukung penelitian ini salah satu faktor masalah dalam perancangan adalah pemilihan jenis material antenna yang akan dipakai untuk menghasilkan atau memiliki pengaruh dengan dimensi rancangan antenna minimalis. Selain itu dalam proses perancangan antenna yang menjadi faktor pendukung utama adalah penggunaan aplikasi perangkat lunak atau *software CST*. Perangkat lunak ini mampu menjadi media simulator untuk melakukan proses implementasi bagi kepentingan perangkat yang beroperasi pada frekuensi *microwave*.

Seperti pada tahapan dari perancangan antenna di atas tersebut penting untuk menentukan metode penelitian dalam penetapan frekuensi resonansi. Pada rentang frekuensi spektrum UWB yang ditargetkan sesuai dengan aplikasi komunikasi *wireless LAN* digunakan frekuensi resonansi 6,5 GHz. Selanjutnya pada penelitian sebagai literatur berikutnya adalah pemilihan jenis material substrat yang sesuai dan aplikasi frekuensi *microwave*. Karakteristik jenis material substrat ditentukan oleh sifat konduktivitas dan ketebalan material. Pada penelitian jenis substrat yang digunakan adalah dari jenis Duroid RT 5880.

### Patch Segitiga

Sebuah *patch* dari suatu perancangan antenna microstrip merupakan unsur pe-radiasi yang menghasilkan gelombang elektromagnetik. Bentuk *patch* segitiga sama sisi merupakan

bagian dari salah satu bentuk dasar patch lainnya, seperti: lingkaran, persegi panjang, elips, segitiga, dll. Berdasarkan nilai frekuensi resonansi yang digunakan adalah 6,25 GHz dan data spesifikasi material substrate jenis RT/duroid 5880, maka hasil analisa dan perhitungan menggunakan persamaan nomor 2 dan 3 diperoleh 20 mm (Wong, 2002) (Toktas et al., 2013) (Huang & Boyle, n.d.).

$$f_{r,nm} = \frac{2C}{3a\sqrt{\epsilon_r\mu_{eff}}} \sqrt{(n^2 + nm + m)} \quad (1)$$

Dimana  $f_r$  adalah frekuensi resonansi dalam Hertz,  $C$  adalah kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/det),  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik,  $\mu_{eff}$  adalah effective permittivity bahan dielektrik dan  $a$  adalah panjang dimensi sisi segitiga dalam meter.

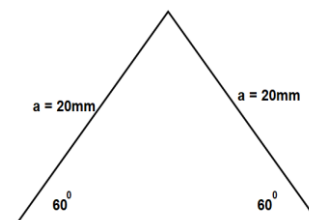
Untuk mode dominan dari rambatan gelombang (propagasi)  $TM_{01}$ , dimana untuk  $m = 0$  dan  $n=1$ , diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$f_r = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Selanjutnya nilai panjang sisi *patch* segitiga sama sisi diperoleh menggunakan perhitungan melalui persamaan sebagai berikut:

$$a = \frac{2C}{3f_r\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

Gambar 1 memperlihatkan hasil bentuk *patch* segitiga melalui analisa dan perhitungan menggunakan persamaan 3. Sebuah segitiga sama sisi dengan panjang tiap sisi adalah 20 mm dengan besar sudut sama adalah 60 derajat.



Gambar 1. Patch segitiga sama sisi

### Saluran Transmisi

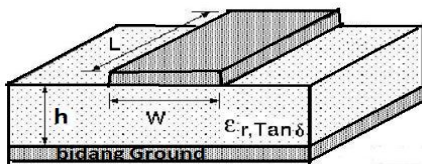
Gambar 2 memperlihatkan bentuk dimensi sebuah saluran transmisi *microstrip*. Lebar saluran transmisi ( $W$ ) dibangun pada bidang konduktor pada sisi lapisan atas dari suatu substrat. Karakteristik impedans dari saluran transmisi frekuensi *microwave* adalah 50 Ohm. Selanjutnya analisa lebar saluran transmisi

berdasarkan spesifikasi material substrat dapat dilakukan dengan perhitungan persamaan (4) dan (5) sebagai berikut (Steer, n.d.)(Kai Chang et al., 2002):

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right] \quad (4)$$

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff} \left[ \frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \ln \left( \frac{w}{h} + 1.444 \right) \right]}} \quad (5)$$

Hasil analisa perhitungan melalui kedua persamaan tersebut diperoleh lebar saluran transmisi ( $W$ ) adalah 4,8 milimeter.



Gambar 2. Saluran Transmisi *microstrip*.

### Defected Ground Structure (DGS)

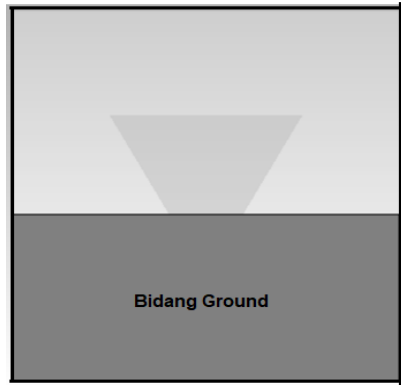
Konsep dan struktur DGS pada penelitian ini adalah dengan membatasi luasan bidang *ground* dari antena mikrostrip. Teknik DGS banyak digunakan saat ini di perangkat aktif dan pasif, dimana setiap bentuk DGS memiliki karakteristiknya sendiri dan memberikan efek pada kinerja perangkat sesuai dengan geometri dan ukurannya. Teknik DGS banyak digunakan pada rangkaian filter, *coplanar wave guide*, amplifier gelombang mikro, dan antena untuk meningkatkan kinerjanya. Secara implementasi teknik DGS digunakan untuk mengecilkan ukuran komponen, meningkatkan bandwidth operasi dan gain, serta mengurangi mutual *coupling* antara dua saluran (Khandelwal et al., 2017). Ada beberapa teknik yang digunakan untuk meningkatkan bandwidth, seperti: metode *beveled half cut*, teknik penambahan slot bentuk U atau E, dan teknik *coupling proximity* (Ojaroudi et al., 2013) (Bhanumathi & Swathi, 2019).

Proses tahapan dari rancangan dan struktur DGS bentuk trapezium dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4 dan gambar 5. Gambar 3 memperlihatkan bidang *ground* bentuk persegi

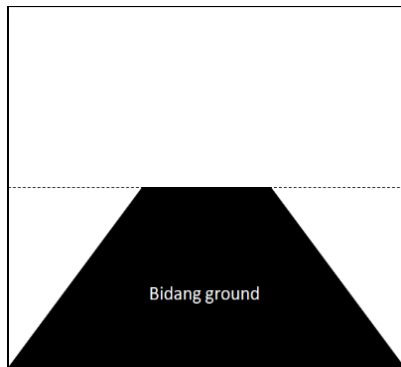
setengah luas bidang *ground* sebagai dasar dari untuk bidang DGS. Gambar 4 memperlihatkan struktur atau konsep dari bentuk trapezium untuk bidang *ground* antena. Eksperimen pertama simulasi dilakukan dengan membatasi bidang *ground* seperti gambar 3. Selanjutnya eksperimen dilakukan dengan membentuk untuk DGS dengan bentuk trapezium seperti terlihat gambar 4. Hasil eksperimen ini belum mencapai Optimasi terhadap *bandwidth* yang diharapkan target pada UWB dengan hasil *narrowband* seperti pada gambar 6. Selanjutnya eksperimen dilakukan dengan penambahan sebuah celah lekukan pada sisi pusat puncak dari trapezium seperti yang terlihat pada gambar 5.

Selanjutnya gambar 5 memperlihatkan bentuk struktur DGS bentuk trapezium dengan penambahan bidang lekukan di pusat bidang *ground* yang terletak simetris dengan saluran transmisi. Agar memperoleh capaian frekuensi kerja UWB bidang *ground* trapezium dibuat celah lekukan pada sisi tengah terlihat pada gambar 5. Gambar 6 memperlihatkan nilai grafik frekuensi terhadap *return loss* untuk nilai *bandwidth* hasil simulasi saat DGS trapezium tanpa celah lekukan. Hasil tersebut memperlihatkan nilai *bandwidth* yang diperoleh adalah 1,5 GHz. Selanjutnya eksperimen dilanjutkan dengan model DGS trapezium penambahan celah lekukan pada pusat DGS dan simetris di bawah saluran transmisi (lihat gambar 5). Gambar 7 memperlihatkan hasil simulasi untuk nilai *bandwidth return loss* dengan DGS tambah celah dengan lekukan. Perubahan nilai cakupan frekuensi dipengaruhi oleh pergeseran jarak celah ( $C$ ) dan lebar lekukan ( $N$ ) terlihat pada gambar 9. Hasil akhir nilai Optimasi *bandwidth* yang diperoleh dari tersebut adalah 35 % cukup signifikan mencapai target.

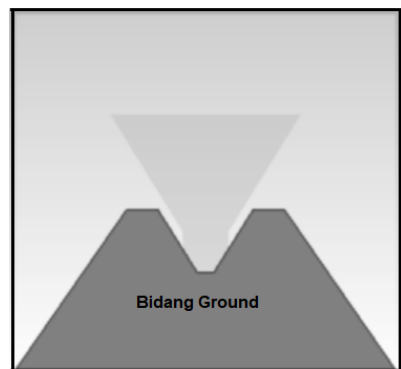
Proses simulasi selesai, ketika bentuk rancangan antena sebagai konfigurasi menghasilkan parameter target *bandwidth* UWB. Sehingga hasil capaian dari perancangan antena adalah Pemodelan antena dan parameter dasar antena sesuai dengan cakupan frekuensi kerja pada system perangkat.



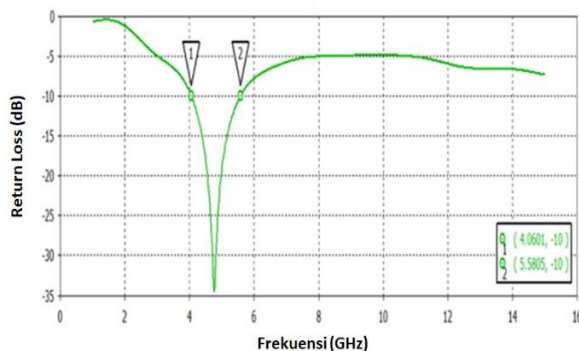
Gambar 3. Bidang Ground Persegi



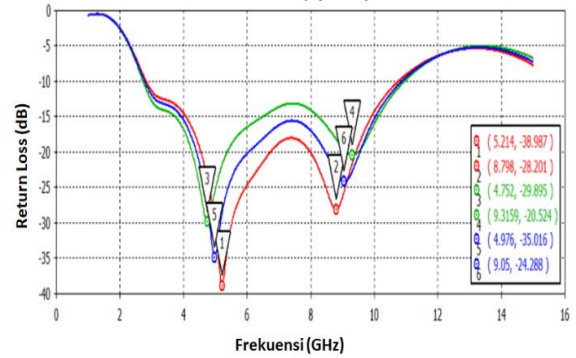
Gambar 4. Ground Trapezium



Gambar 5. Trapezium dengan celah lekukan.



Gambar 6. Frekuensi terhadap *return loss* simulasi trapezium tanpa celah lekukan.



Gambar 7. Return loss terhadap Frekuensi dengan trapezium celah lekukan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

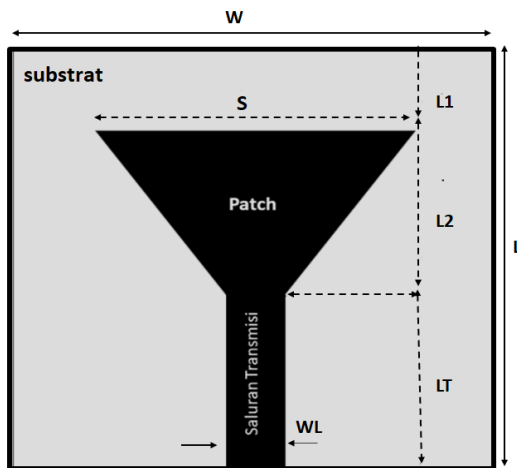
#### Konfigurasi Rancangan Antena

Pada penelitian ini ada dua hal yang perlu diketahui penggunaan piranti lunak CST dalam kegiatan perancangan antenna *microstrip*, yaitu: membantu dalam Pemodelan dan menganalisa parameter kinerja antenna. Pemodelan antenna memperlihatkan bentuk struktur sebagai bentuk konfigurasi antenna *monopole microstrip*, sedangkan parameter kinerja memperlihatkan sifat atau karakteristik fungsi antenna UWB.

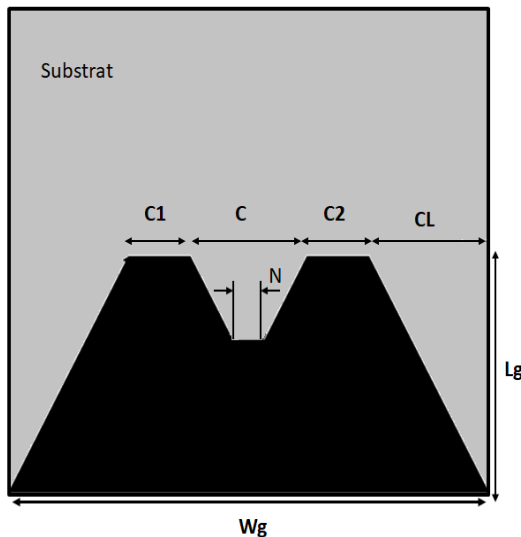
Gambar 8 dan gambar 9 merupakan bentuk hasil dari konfigurasi rancangan dan dimensi antenna *monopole microstrip* untuk aplikasi UWB. Gambar 8 memperlihatkan struktur rancangan dari antenna nampak depan, dimana terlihat sebuah *patch* bentuk segitiga sebagai peradiasi dan sebuah saluran transmisi *microstrip* sebagai pencatu daya. Secara dimensional suatu hasil rancangan antenna nampak depan terlihat pada tabel 1. Luasan bidang material substrat sebagai media antenna memiliki ukuran panjang dan lebar adalah 40 mm x 40 mm (W x L). Panjang sisi *patch* segitiga sama sisi memiliki ukuran dimensi adalah 20 mm (S). Selanjutnya rancangan saluran transmisi *microstrip* dengan nilai karakteristik impedans 50 Ohm memiliki dimensi panjang adalah 15,5 mm (LT) dengan dimensi lebar adalah 4,8 mm (WL). Jarak *patch* terhadap tepi batas substrat sisi bagian atas adalah 11,3 mm (L1) dan jarak *patch* ke tepi ujung saluran transmisi adalah 13,11 mm(L2).

Gambar 9 memperlihatkan struktur bidang ground bentuk trapezium yang terletak bagian belakang dari antenna. Sebuah bentuk trapezium dengan sisi bagian tengah terdapat lekukan yang secara simetris terletak dibawah saluran transmisi. Tabel 2 memperlihatkan data dimensi dari bentuk bidang ground trapezium sebagai hasil teknik DGS. Lebar dimensi bidang ground

adalah 40 mm (Wg) dengan panjang bidang ground adalah 18 mm (Lg). Dimensi celah lekukan sisi tengah bagian atas trapezium memiliki jarak lebar adalah 10,6 mm(C) dengan lebar celah lekukan bagian bawah adalah 1,82 mm (N). Lebar bidang puncak trapezium samping celah lekukan masing -masing adalah 3,3 mm (C1 dan C2).



Gambar 8. Rancangan antenna tampak depan.



Gambar 9. Rancangan antenna tampak belakang.

Tabel 1. Rancangan Antena Tampak Depan

Nama	Dimensi	Ukuran (mm)
Panjang substrat	L	40
Lebar substrat	W	40
Patch Segitiga	S	20
Panjang Saluran	LT	15,5
Lebar Saluran	WL	4,8
Jarak Patch	L1	11,3
Jarak Saluran-Patch	L2	13,11

Tabel 2. Rancangan Trapezium Ground Plane.

Nama	Dimensi	Ukuran(mm)
Lebar <i>Ground</i>	Wg	40
Panjang <i>Ground</i>	Lg	18
Lebar Trapezium	C1=C2	3,3
Lebar Celah Lekukan	C	10,6
Jarak tepi trapezium	CL	11,3
Lebar Lekukan	N	1,82

### Parameter Antena

#### Parameter S11(Bandwidth, VSWR dan Input Impedans)

Secara umum definisi bandwidth untuk system UWB dinyatakan sebagai *bandwidth fractional* untuk menandakan nilai dari antenna fractal (Ling, 2012).

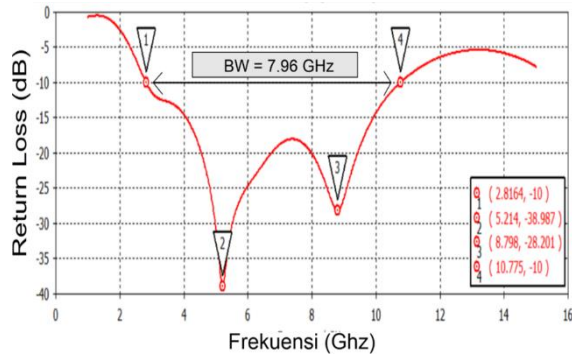
$$BW = \frac{f_H}{f_L} : 1 \tag{6}$$

Dimana  $f_H$  adalah batas frekuensi tinggi dan  $f_L$  adalah batas frekuensi rendah dari rentang frekuensi pada return loss -10dB.

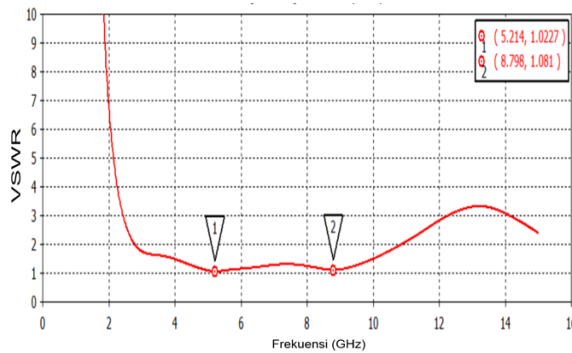
Gambar 10 memperlihatkan grafik *return loss* terhadap frekuensi hasil dari simulasi. Pencapaian frekuensi tinggi adalah 10,775 GHz (marker 4) dan frekuensi rendah adalah 2,8164 GHz (marker 3), sehingga nilai Optimasi *bandwidth fractional* yang diperoleh adalah 3,8:1.

Gambar 11 memperlihatkan grafik dari frekuensi terhadap *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) hasil simulasi. Untuk VSWR antara 1 sampai 2 keadaan *mismatch* impedance untuk dua frekuensi resonansi di *C-band* adalah 5,214 GHz dengan nilai VSWR adalah 1,02 (marker 1) dan *X-band* adalah 8,79 GHz dengan nilai VSWR adalah 1,08 (marker 2).

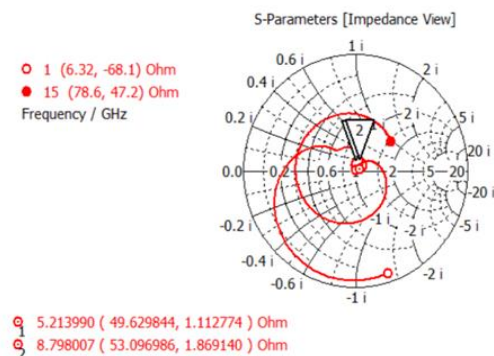
Gambar 12 memperlihatkan grafik *smith chart* keadaan *mismatch* impedans beban dengan nilai input impedans terhadap 50 Ohm. Pada saat di frekuensi C-band adalah 49 Ohm dan di X-band adalah 53 Ohm.



Gambar 10. Grafik return loss terhadap frekuensi



Gambar 11. VSWR terhadap frekuensi hasil simulasi



Gambar 12. Input Impedansi (Smith Chart)

### Pola Radiasi

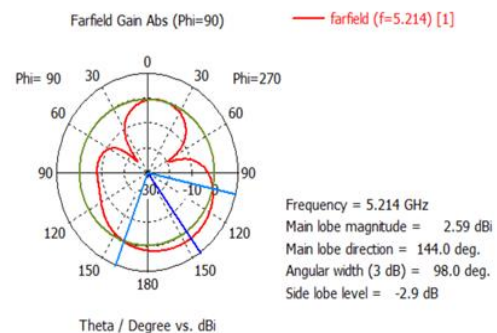
Pola radiasi antenna merupakan sebuah gambar grafik yang melambangkan perangkat radiasi antenna sebagai sebuah fungsi posisi pada koordinat *Spheris* (koordinat bola). Pola radiasi yang menggambarkan normalisasi daya terhadap posisi koordinat *Spheris*, dan pola medan yang menggambarkan normalisasi medan  $|H|$  dan  $|E|$  terhadap posisi koordinat *Spheris*(Huang & Boyle, n.d.).

### Polarisasi

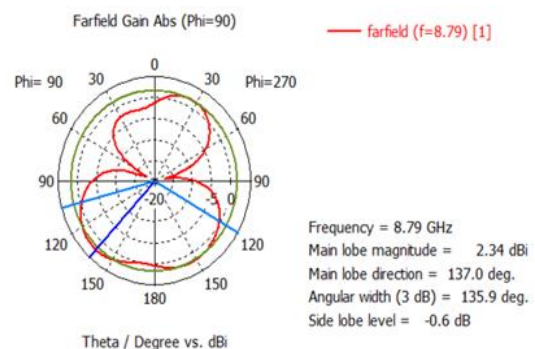
Polarisasi gelombang elektromagnetik adalah sifat dari gelombang elektromagnetik yang menggambarkan magnitudo relatif dari vektor medan listrik ( $E$ ) sebagai fungsi waktu pada titik

tertentu di ruang. Pada antenna sifat polarisasi menggambarkan bentuk pola rambatan energi gelombang elektromagnetik diatas permukaan bumi. Polarisasi gelombang secara vertikal, jika medan listrik  $|E|$  dari gelombang yang dipancarkan antenna berarah vertikal terhadap permukaan bumi. Sedangkan untuk polarisasi horizontal, jika medan listrik  $|E|$  arahnya horizontal terhadap permukaan bumi(Huang & Boyle, n.d.). Gambar 13 memperlihatkan grafik pola radiasi yang dihasilkan dari rancangan antenna *monopole* bersifat *omnidirectional* saat di frekuensi 5,21 GHz. Secara spesifik nilai *beamwidth* atau *angular width* (3dB) adalah 98 derajat dengan *main lobe direction* sebesar 144 derajat, dimana maksimum *directivity* (*Main lobe magnitude*) adalah 2,59dBi.

Gambar 14 memperlihatkan grafik pola radiasi saat beroperasi di frekuensi 8,79 GHz. Propagasi gelombang radiasi yang dihasilkan bersifat *omnidirectional* terlihat dari lebar cakupan radiasi untuk *beamwidth* atau *angular width* (3 dB) adalah 135,9 derajat dari *main lobe direction* sebesar 144 derajat, dimana maksimum *directivity* (*Main lobe magnitude*) adalah 2,34dBi.



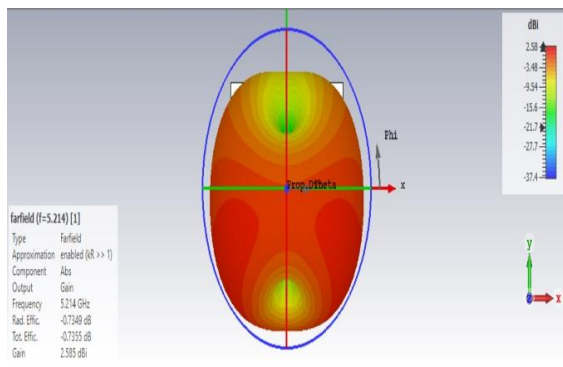
Gambar 13. Pola radiasi bidang Phi pada frekuensi 5,214 GHz



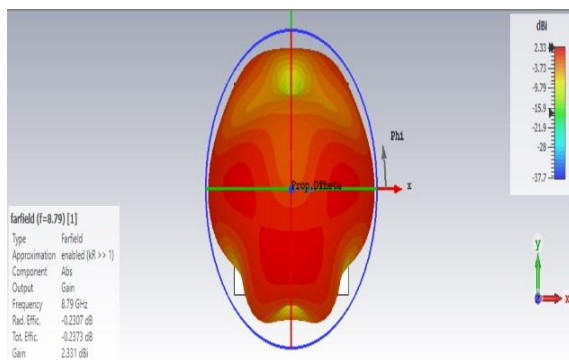
Gambar 14. Pola radiasi bidang phi pada frekuensi 8,79 GHz.

**Gain**

Gain antenna suatu nilai yang diperoleh dari suatu kinerja terkait dengan *directivity* dan faktor efisiensi. Suatu gain antenna dihitung berdasarkan *directivity* dan efisiensi yang dimilikinya, karena untuk mendapatkan *directivity* suatu antenna bukanlah suatu yang mudah, sehingga pada umumnya *gain* maksimum suatu antenna dihitung dengan cara membandingkannya dengan antenna lain yang dianggap sebagai antenna standar (Huang & Boyle, n.d.). Gambar 15 memperlihatkan bentuk pola radiasi medan jauh dan nilai *Gain* saat di C-band untuk frekuensi 5, 21 GHz. Hasil dari pola radiasi secara 3D, daya radiasi yang dipancarkan dengan *Gain* sebesar 2,585 dBi. Selanjutnya untuk gambar 16 memperlihatkan nilai propagasi radiasi 3D dengan kekuatan nilai *Gain* sebesar 2,331 dBi pada frekuensi X-band.



Gambar 15. Pola radiasi 3D pada frekuensi resonansi 5.21 GHz hasil simulasi.



Gambar 16. Pola radiasi 3D pada frekuensi resonansi 8,79 GHz hasil simulasi

Hasil akhir nilai parameter antenna dari studi perancangan antenna microstrip keseluruhan terlihat pada tabel 3. Data dari tabel tersebut nilai kinerja terhadap rancangan antenna mencapai Optimasi *bandwidth* UWB melebihi yang diharapkan sebesar 7,9 GHz. Selanjutnya VSWR minimum yang dihasilkan efektif dua frekuensi

resonansi dengan nilai 1,02 (C- band) dan 1,08 (X-band) dan mismatch impedans beban antenna terhadap 50 Ohm saluran transmisi 49 Ohm dan 53 Ohm. Hasil pola radiasi efektif *Gain* adalah 2,59dBi dan membentuk pola radiasi omnidirectional efektif 135 derajat (X-band) dan polarisasi yang dibentuk vertikal.

Tabel 3. Spesifikasi Parameter Antena

Parameter	Frekuensi Resonansi (5,214GHz)	Frekuensi Resonansi (8,79 GHz)
Bandwidth Fractional	3,8: 1	
VSWR minimum	1,02	1,08
Zin	Zin = 49Ω	Zin = 53Ω
Beam width	98 Derajat	135 Derajat
Gain	2,59 dBi	2,34 dBi
Polarisasi	Vertikal	Vertikal
Pola radiasi	Omni-directional	Omni-directional

**IV. PENUTUP**

**Kesimpulan**

Hasil akhir pencapaian dari penelitian perancangan antenna *monopole* memperlihatkan karakteristik minimalis dan kompak. Penggunaan teknik DGS sangat mempengaruhi nilai optimasi *bandwidth* pada rentang frekuensi UWB. Capaian hasil *bandwidth* UWB secara *fractional* memperoleh 3,8 :1. Kekuatan radiasi (*Gain*) yang dipancarkan dengan pola radiasi *omnidirectional* antenna maksimum adalah pada frekuensi C-band (5,214 GHz) dan X-band (8,79GHz). Kinerja antenna tersebut sesuai untuk penggunaannya pada aplikasi *Wireless LAN* dan *Komunikasi Satelit*.

**Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih sebagai ketua tim peneliti disampaikan kepada anggota peneliti yang telah membantu pembentukan model antenna dengan piranti lunak komputer. Demikian halnya disampaikan kepada ketua LP2MK Universitas Darma Persada yang telah mendukung melalui pendanaan internal tahun akademik 2021-2022, sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik.



**V. DAFTAR PUSTAKA**

- Bhanumathi, V., & Swathi, S. (2019). Bandwidth Enhanced Microstrip Patch Antenna for UWB Applications. *ONLINE) ICTACT JOURNAL ON MICROELECTRONICS*, 4. <https://doi.org/10.21917/ijme.2019.01116>
- Corporation, R. (2021). *RT/duroid 5880LZ High Frequency Laminates Data Sheet*. [www.rogerscorp.com](http://www.rogerscorp.com)
- Federal Communications Commission. (2002). [https://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering\\_Technology/Orders/2002/fcc02048](https://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Orders/2002/fcc02048)
- Huang, Y., & Boyle, K. (n.d.). *Antennas : From Theory to Practice*.
- Kai Chang, Inder Bahl, & Vijay Nair. (2002). *RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless Systems* (Vol. 63). Wiley.
- Khandelwal, M. K., Kanaujia, B. K., & Kumar, S. (2017). Defected ground structure: Fundamentals, analysis, and applications in modern wireless trends. In *International Journal of Antennas and Propagation* (Vol. 2017). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2017/2018527>
- Lin, C.-C., Chuang, H.-R., & Kan, Y.-C. (2008). A 3-12 GHz UWB Planar Triangular Monopole Antenna with Ridged Ground-Plane. In *Progress In Electromagnetics Research, PIER* (Vol. 83).
- Ling, X. (2012). Ultra-Wideband Antenna and Design. In *Ultra Wideband - Current Status and Future Trends*. InTech. <https://doi.org/10.5772/47805>
- Mandal, K. (2015). IJARCCCE A Review on Printed Monopole Antenna for UWB Applications. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 4. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2015.4.12145>
- Naufal, M. R., Prasetyo, A. D., & Yunita, T. (2021). *RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA WITH TRAPEZOIDAL-CUT GROUNDPLANE METHOD FOR ULTRAWIDEBAND*. 8(2), 1668–1676.
- Ojaroudi, N., Ojaroudi, M., & Ghadimi, N. (2013). *UWB Monopole Antenna with WLAN Frequency Band-Notched Performance by using a Pair of E-Shaped Slits*.
- Sarkar, A., Sultana, S., Paul, A., & Rashid, M. (2018). *Study on Ultra-Wideband (UWB) System and Its Applications* (Vol. 18, Issue 3). <https://www.researchgate.net/publication/352561601>
- Steer, M. B. (n.d.). *Microwave and RF design : a systems approach*.
- Toktas, A., Yerlikaya, M., & Yiğit, E. (2013). Microstrip-fed Triangular UWB Microstrip Antenna Based on DGS. In *Original Research Paper This journal is © Advanced Technology & Science* (Issue 4). <http://ijamec.atscience.org>
- Wong, K.-L. (2002). *Compact and broadband microstrip antennas*. John Wiley & Sons.
- Zhang, Y., Sakurai, Y., & Miyashita, T. (n.d.). *Small Planar UWB Antenna with a Trapezoid Shape Ground*.