

Simulasi Rancangan Antena Planar *Bow-tie* untuk Aplikasi GPR

Muhamad Darsono¹⁾, Alfin Hidayat²⁾

Abstrak— Perancangan antena *bow-tie* mikrostrip dikembangkan guna mendukung pengembangan Teknologi *Ground penetrating radar* (GPR) pada frekuensi 1,6 GHz. Untuk merancang antena dilakukan dengan menggunakan metode simulasi melalui software microwave office. Material substrat yang digunakan pada simulasi adalah duroid jenis RT/5880, dimana konstanta dielektrik 2,2 dengan ketebalan 1,57 mm. Struktur antena *bow-tie* terdiri dari dua patch simetris dengan dua saluran pencatu indetik dipasang paralel masing-masing untuk karakteristik impedansi 50 Ohm. Penambahan slot indetik pada masing-masing patch berpengaruh pada performance untuk memperoleh frekuensi resonansi dan bidang grounding sebagian berpengaruh pada lebar bandwidth. Hasil dari simulasi perancangan antena diperoleh parameter, sebagai berikut: bandwidth return loss < 10 dB adalah 285 MHz (wideband), VSWR antara 1 sampai dengan 2 diperoleh 1,025 dengan frekuensi resonansi pada 1,6 GHz, impedansi masukan saat resonansi terhadap karakteristik impedansi 50 Ohm dalam keadaan mismatch. Untuk maksimum directivity radiasi diperoleh 3,39 dB dengan lebar sudut beamwidth adalah 91,2 derajat dan maksimum power radiasi sebesar 5,39 dB pada level diatas 3 dB. Pencapaian target performance sebagai rancangan antena GPR terlihat dengan baik seperti yang terlihat pada bandwidth maupun VSWR terhadap nilai frekuensi kerja yang ditetapkan oleh GSSI (*Geophysical Survey Systems, Inc.*).

Kata Kunci— Antena mikrostrip, Planar *Bow-tie*, Simulasi, GPR

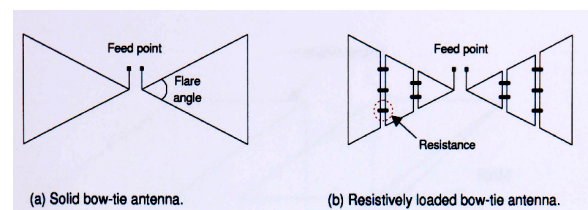
I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi dan industri untuk penerapan *Ground Penetrating Radar* (GPR) masih terus dikembangkan sebagai alat pendeteksi. Saat ini Teknologi *Ground Penetrating Radar* (GPR) digunakan pada bidang cakupan yang cukup luas, antara lain: bidang geofisika, teknik sipil, militer, polisi, program luar angkasa dan arkeologi[11]. Sebuah badan non lisensi *Federal Communication Commision* (FCC) ID QF75100 merekomendasikan sebagai standar *Ground Penetrating Radar* (GPR) yang beroperasi di frekuensi 1.6 GHz (0.8 GHz-3.2 GHz)[7,10]. Pada makalah ini akan dijelaskan tentang perancangan antena mikrostrip dari suatu model planar *Bow-tie* melalui metode

simulasi. Untuk merancang antena digunakan piranti lunak *Microwave Office* (MWO). Sebagai material substrat digunakan jenis duroid RT/5880 yang memiliki ketebalan 1,57 mm dengan konstanta dielektrik 2,2 dan loss tangent 0,0002[12]. Konfigurasi antena planar *bow-tie* yang dirancang bentuk solid, dimana terdiri dari dua patch yang dihubungkan oleh masing-masing pencatu daya yang terpisah. Eksperimen yang dilakukan untuk memperoleh karakteristik antena dengan pencatutan satu sisi sebagai monopole yang beroperasi di frekuensi 1,6 GHz dan VSWR antara 1 sampai 2.

II. DESAIN ANTENA BOW-TIE

Antena *bow-tie* merupakan pengembangan dari jenis antena dipole. Struktur *bow-tie* memiliki dua peradiasi identic yang merupakan dari gabungan antena monopole. Gambar 1 memperlihatkan dua bentuk model rancangan antena *bow-tie*. Untuk gambar 1a adalah antena model solid, dimana antena *bow-tie* memiliki sudut *flare* yang berpengaruh terhadap pola radiasi dan impedansi input. Sudut *flare* dapat disesuaikan untuk mengontrol pola radiasi antena dan mendapatkan radiasi maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa sifat pada antena *bow-tie* tersebut memiliki pergerakan medan elektromagnetik sebagian yang besar mengalir di sepanjang tepi *bow-tie*[3]. Gambar 1b adalah model *resistively loaded bow-tie*. Model tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan sifat dan karakteristik pada antena *bow-tie*. Konfigurasi antena dengan pembebanan resistif dapat mengoptimalkan radiasi pulsa dari antena *bow-tie* [3,8-9].



Gambar 1. Jenis bentuk dari antena *bow-tie*

Antena *bow-tie* memiliki polarisasi *omnidirectional* pada bidang simetri. Oleh karena itu antena *bow-tie* sangat sensitif terhadap gangguan elektromagnetik dari luar[5].

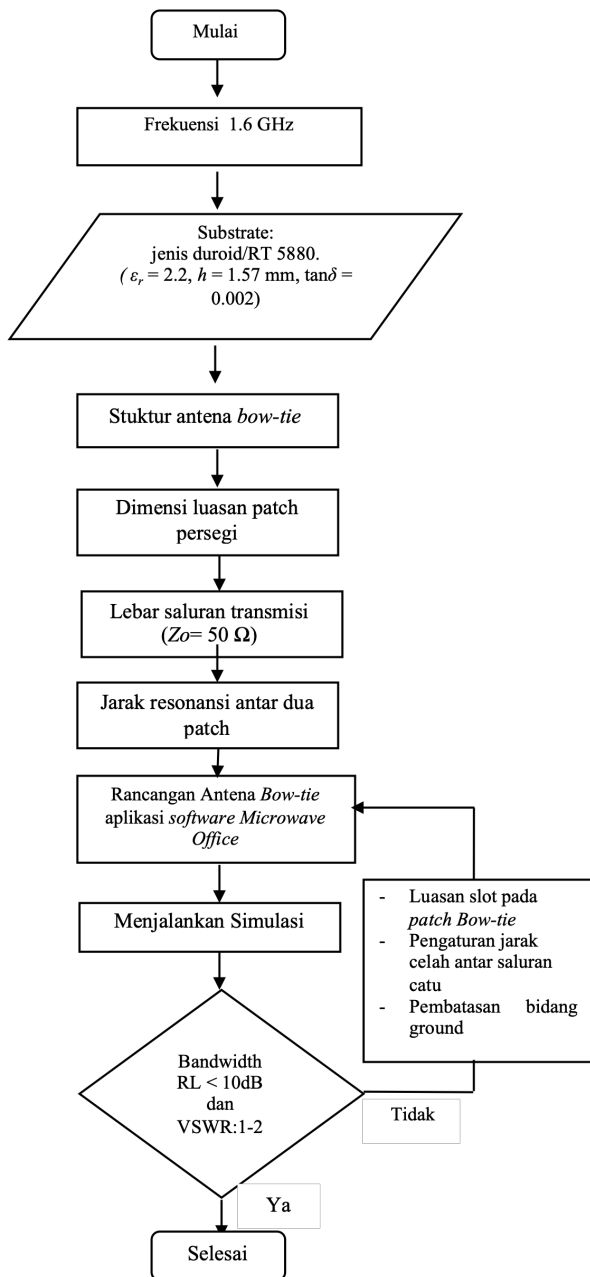
III. METODE PERANCANGAN ANTENA

Mekanisme perancangan antena mikrostrip *bow-tie* dilakukan melalui beberapa tahapan sampai dapat

¹⁾Muhamad Darsono adalah dosenn jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia; email emdarunsanda@gmail.com.

¹⁾Alfin Hidayat adalah mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia;

diperoleh hasil pada akhir simulasi. Gambar 2 memperlihatkan diagram alir dari tahapan proses perancangan antenna.



Gambar 2. Diagram alir proses rancangan antenna.

Rancangan ini di mulai dengan penggunaan regulasi frekuensi 1,6 GHz dan pemilihan material substrat duroid. Selanjutnya penggunaan dasar konsep struktur model solid *bow-tie*, dimana ada dua patch peradiasi dan dua titik pencatu daya. Konsep dasar patch peradiasi digunakan bentuk persegi panjang, dimana analisa melalui perhitungan nilai panjang sisi lebar (W) dan panjang (L). Untuk analisa sisi lebar digunakan persamaan 1, dimana nilai frekuensi center yang ditetapkan 1,6 GHz, maka diperoleh sisi lebar patch adalah 74 mm[2-3].

$$W = \frac{c}{2 f_o \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Dimana W adalah lebar patch peradiasi, c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/dt), f_o adalah frekuensi center dan ϵ_r adalah konstanta dielektrik[1-3].

Sedangkan untuk sisi panjang patch analisa digunakan melalui persamaan 2, dimana sebelumnya dilakukan analisa perhitungan terhadap nilai L_{eff} melalui persamaan 3 dan ΔL melalui persamaan 4.

$$L = L_{e_j} \quad (2)$$

Dimana L_{eff} adalah pajang efektif yang diperoleh melalui persamaan 3 adalah 64,2 mm, sedangkan ΔL adalah efek radiasi pada sisi tepi patch melalui persamaan 4 adalah 0,83 mm.

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

$$\Delta L = 0.412 h \left[\frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \right] \quad (4)$$

Pada persamaan 4 nilai W/h adalah rasio lebar saluran pencatu terhadap ketebalan substrat. Lebar saluran transmisi mikrostrip pencatu setara dengan nilai impedansi karakteristik sebesar 50 Ohm. Lebar saluran transmisi W dapat diperoleh melalui persamaan 5 sebesar 4,8 mm [2-3].

$$Z_0 = \frac{120 \pi / \sqrt{\epsilon_{eff}}}{W/h + 1.393 + 2/3 \ln(W/h + 1.44)} \quad (5)$$

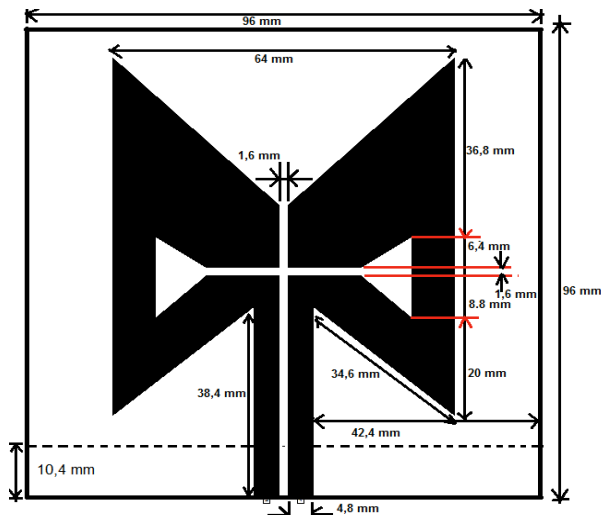
Pembatasan pada luasan bidang ground secara konsep antenna planar akan berpengaruh pada hasil frekuensi untuk pita lebar (wideband). Selain hal tersebut penambahan celah luasan segitiga pada patch berpengaruh terhadap pergeseran untuk target pencapaian frekuensi resonansi pada bandwidth. Rancangan antenna secara simulasi untuk hasil optimum terhadap target kinerja sangat dipengaruhi, antara lain: lebar celah sempit patch, jarak celah antar patch dan luasan bidang ground[8].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

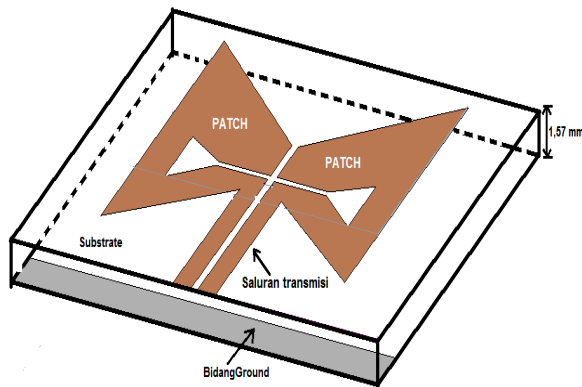
Gambar 3 memperlihatkan hasil dari rancangan dan dimensi antenna bow-tie melalui simulasi. Secara material substrat antenna membutuhkan dengan luasan adalah 96 mm x 96 mm. Untuk luasan bidang ground pada sisi lapisan belakang adalah 10,4 mm x 96 mm. Konfigurasi patch peradiasi dengan saluran transmisi terletak pada sisi lapisan atas, dimana bentuk dua patch

dan dua saluran transmisi adalah simetris. Lebar celah sempit antar patch sama dengan lebar celah sempit pada patch adalah 1,6 mm, dimana letak saluran transmisi dari tepi patch adalah 42,4 mm. Untuk patch sisi lebar adalah 73,6 mm dan sisi panjang miring adalah 34,6 mm.

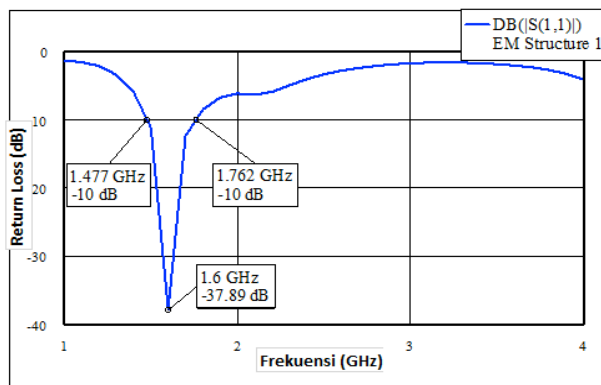
Simulasi terhadap rancangan antenna pada gambar 2 memperlihatkan kinerja antenna terukur pada nilai-nilai parameter, seperti : Bandwidth, VSWR, impedansi masukan, pola radiasi, beamwidth dan maksimum directivity radiasi[1-2].



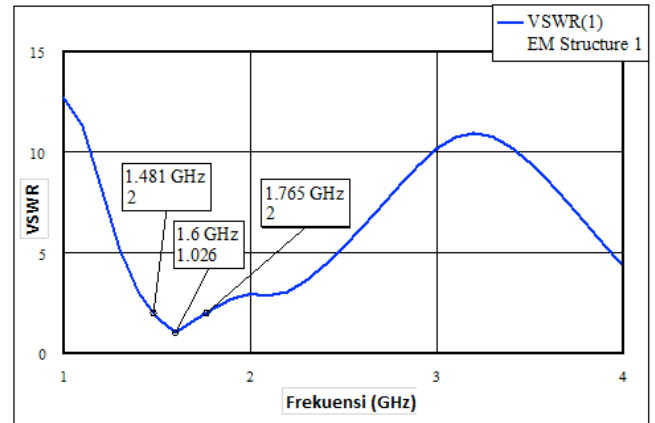
Gambar 3. Konfigurasi rancangan antenna bow-tie



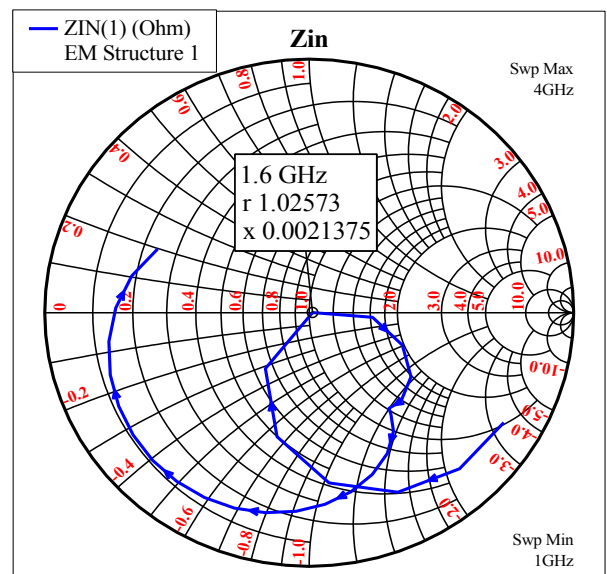
Gambar 4. Bentuk dimensi hasil rancangan antenna bow-tie



Gambar 5. Grafik Frekuensi terhadap Return Loss hasil simulasi



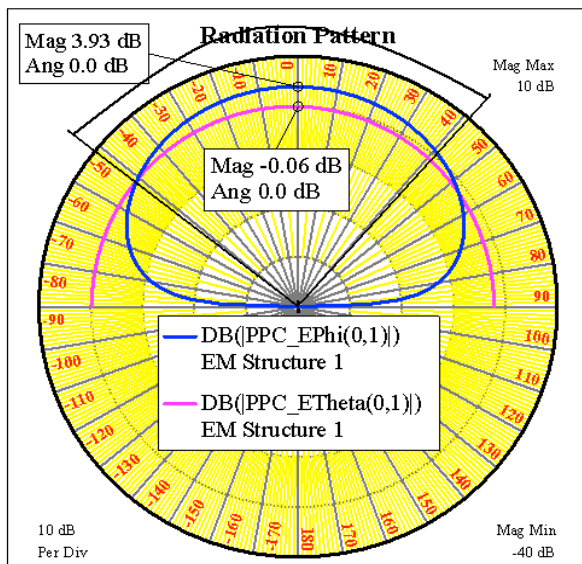
Gambar 6. Grafik Frekuensi terhadap VSWR hasil simulasi



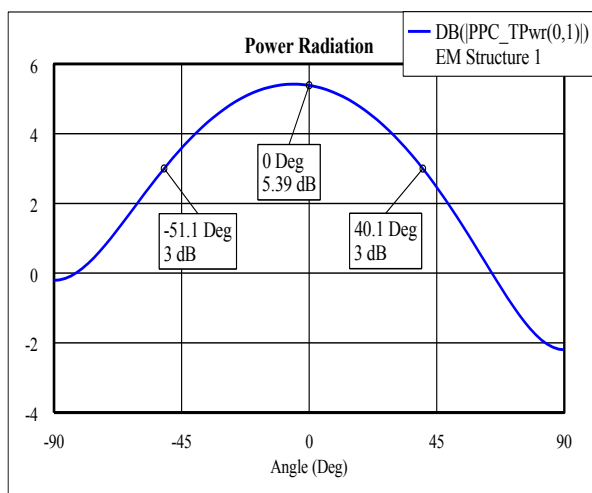
Gambar 7. Grafik smith Chart input impedansi

Gambar 5 menunjukkan simulasi untuk *return loss*, dimana bandwidth terukur dari rentang frekuensi kerja tertinggi dan terendah pada saat *return loss* 10 dB. Bandwidth yang diperoleh sebesar 285 MHz (wideband) dengan resonansi di frekuensi 1,6 GHz dengan minimum *return loss* 37,8 dB saat resonansi. Selanjutnya nilai parameter VSWR yang dipersyaratkan dengan batas antara 1 dan 2 di peroleh minimum VSWR adalah 1,026 (lihat gambar 6).

Gambar 7 memperlihatkan grafik smith chart untuk nilai input impedansi terhadap impedansi karakteristik dan beban antenna menghasilkan resonansi di frekuensi 1,6 GHz. Pada smith chat Input Impedasi (Z_{in}) adalah $1,02573 + j 0,00275$ Ohm memperlihatkan dalam keadaan *mismatch* impedansi terhadap 50 Ohm.



Gambar 8. Bentuk Polaradiasi hasil simulasi



Gambar 9. Bentuk grafik power radiasi terhadap sudut hasil simulasi

Energi radiasi yang dipancarkan dari membentuk directional dengan polarisasi linier. Gambar 8 memperlihatkan polaradiasi (radiation pattern), dimana pada level batas 3 dB beamwidth yang diperoleh adalah 91,2 derajat. Untuk penguatan radiasi (gain) dari antenna terukur melalui maksimum directivity adalah 5,39 dB pada saat 0 derajat diatas batas level 3 dB seperti yang terlihat pada gambar 9.

V. KESIMPULAN

Pemodel antenna bow-tie melalui simulasi memperlihatkan hasil *bandwidth wideband* untuk return loss di bawah 10 dB yaitu 258 MHz dengan nilai VSWR 1 sampai dengan 2. Hasil tersebut untuk capaian kinerja pada frekuensi kerja GPR hanya mendukung sampai dengan 11,9% yang ditetapkan oleh GSSI. Hasil rancangan masih mungkin diperbaiki kembali agar capaian bandwidth sesuai standar. Secara propagasi daya radiasi membentuk polarisasi linier dengan intensitas directivity maksimum (*gain*) 5,39 dB.

Hasil dari perancangan ini selanjutnya di buat antenna secara pabrikan melalui proses etching PCB (*Portable Circuit Board*) jenis duroid dan pengujian parameter di laboratorium. Hal ini digunakan untuk mendapatkan model atau prototipe antenna dan validasi data parameter pengujian terhadap hasil simulasi. Sehingga akhir dari riset ini dihasilkan sebuah prototipe antenna yang beroperasi pada frekuensi 1,6 GHz aplikasi GPR standard GSSI.

VI. REFERENSI

- [1] Robert E.Collin ; “ Foundation For Microwave Engineering “ , McGraw-Hill, 2nd ed, 1992.
- [2] JR James & PS Hall, “ Handbook of Microstrip Antennas”, Peter Peregrinus Ltd, Volume 1 dan Volume 2, 1993.
- [3] Kai Chang, Inder Bahl, Vijay Nair ; “ RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless System”, John Wiley & Son.
- [4] John D. Kraus , “ Antennas “ , McGraw –Hill, 2nd ed, 1988.
- [5] M.K.A Rahim, et al, “Bow-tie microstrip antenna design”, wireless communication centre, Faculty of electrical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 2005
- [6] Wong, K. L., Compact and Broadband Microstrip Antennas, (New York : John Willey & Son, 2002) <http://vrtp.ru/files/Compact%20and%20Broadband%20Microstri p%20Antennas>
- [7] Geophysical Survey System, Inc Product catalog antenna brochure. <http://www.geophysical.com>.
- [8] Elsherbani A.Z, et al, “Characteristic of Bow –Tie slot antenna with tapered tuning stub for wideband operation, PIER on line , vol.49, no53-69, 2004. <http://www.jpier.org/PIER/pier49/04.0402131.E.Elsherbeni.S.pdf>.
- [9] Martel, cedric, “Modelling and design of antenna for Ground Penetrating Radar Systems”, Disertasi Doktor university of Surrey, 2002. <https://www.epubs.surrey.ac.uk>fulltext>.
- [10] International Telecommunication Union (ITU-T). 2010. Rec.L.84(07/2010) fast Mapping of underground networks. <https://www.itu.int>rec>T-Rec-L.84-2>
- [11] Harry M.Jol, “Ground Penetrating Radar Theory and Applications”, Elsevier science, 2009.
- [12] High Frequency Laminate : Standard Thickness, Tolerances and Panel Sizes. www.rogerscorporation.com