

ANTENA SUSUNAN MIKROSTRIP DIPOLE SIRKULAR UNTUK PENGATURAN *FOOTPRINT* ANTENNA GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

MICROSTRIP DIPOLE CIRCULAR ANTENNA ARRAY FOR FOOTPRINT ADJUSTMENT OF ANTENNA GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

Fardhina Amalia¹, Aloysius Adya Pramudita², Trasma Yunita³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹frdnamalia@student.telkomuniversity.ac.id, ²pramuditaadya@telkomuniversity.ac.id,
³ trasmayunita @ telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Parameter yang mempengaruhi hasil pendeteksian antenna pada *Ground Penetrating Radar* (GPR) adalah *antenna footprint*. *Footprint* adalah bidang pada permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah yang diiluminasi oleh medan elektromagnetik yang dipancarkan antenna *Ground Penetrating Radar* (GPR). Pada kenyataannya, kondisi tanah yang ingin dideteksi bersifat inhomogenitas dan pada umumnya antenna GPR hanya memiliki ukuran atau bentuk *footprint* yang terbatas.

Dengan pertimbangan tersebut, dalam penelitian tugas akhir ini penulis mencoba mengembangkan sistem antenna GPR yang memiliki kemampuan untuk mengatur *footprint* antenna. Teknologi yang diusulkan adalah menggunakan antenna *ultra-wideband* yang terdiri dari tiga susunan konsentris mikrostrip dipole dengan panjang lengan yang berbeda berbentuk sirkular. Untuk memperlebar *bandwidth* yang dihasilkan, penulis menggunakan penambahan beban resistif pada lengan antenna.

Tugas Akhir ini dirancang menggunakan *software* dan merealisasikan antenna dengan substrat FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik 4,3 dan ketebalan 1,6 mm. Antenna didesain untuk bekerja pada rentang frekuensi 0.1-1 GHz. Hasil rancangan yang telah dibuat dari tugas akhir ini adalah antenna yang direalisasikan telah memenuhi kriteria GPR yaitu bersifat UWB. Pengukuran antenna menggunakan VNA menunjukkan bahwa antenna yang direalisasikan dapat menghasilkan ukuran bentuk *footprint* lebih dari satu tanpa mempengaruhi nilai VSWR pada antenna.

Kata Kunci: *Antenna footprint*, *Ground Penetrating Radar*, GPR, *Microstrip Line*

Abstract

The parameter that affects the antenna detection results on the *Ground Penetrating Radar* (GPR) is the *antenna footprint*. *Footprint* is a field on the ground surface or below the surface of the land that is illuminated by an electromagnetic field emitted by a *Ground Penetrating Radar* (GPR) antenna. In reality, the condition of the soil to be detected is inhomogeneity and in general the GPR antenna has only a limited size or shape of the footprint.

With these considerations, in this thesis research the author tries to develop a GPR antenna system that has the ability to adjust the antenna footprint. The proposed technology is to use an *ultra-wideband* antenna consisting of three concentric dipole microstrip arrangements with different arm lengths in a circular shape. To widen the bandwidth produced, the authors use the addition of resistive load on the antenna arm.

This Final Project was designed using software and realized an antenna with FR-4 Epoxy substrate with dielectric constant 4.3 and thickness of 1.6 mm. The antenna is designed to work in the 0.1-1 GHz frequency range. The result of the design that has been made from this final project is that the antenna which is realized has fulfilled the GPR criteria, which is UWB. Antenna measurement using VNA shows that the antenna that is realized can produce more than one footprint shape without affecting the VSWR value on the antenna.

Keywords: *Antenna footprint*, *Ground Penetrating Radar*, GPR, *Microstrip Line*

1. Pendahuluan

Ground Penetrating Radar (GPR) adalah sistem radar yang digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan yang secara luas mengadopsi teknik *non-destructive* dan *non-conductive* dengan radiasi elektromagnetik dalam spektrum frekuensi gelombang mikro dari Mhz sampai Ghz [1-5]. GPR merupakan teknologi radar jarak pendek [3]. Hasil deteksi dari GPR sangat bergantung dari *bandwidth* dan lebar pulsa antenna yang digunakan [6]. Antena yang dibutuhkan untuk GPR harus memiliki *bandwidth* yang lebar serta lebar pulsa yang sempit, sehingga antenna yang dibutuhkan untuk karakteristik tersebut yaitu antenna *ultra wideband* (UWB)[3-7]. Syarat suatu antenna yang dikategorikan suatu antenna UWB menurut Federal Communication Commission (FCC) yaitu harus memiliki lebar *bandwidth* lebih besar daripada 20% frekuensi tengahnya [8].

Pengoprasian antenna GPR yang dekat dengan tanah menyebabkan kondisi tanah sangat mempengaruhi hasil deteksi GPR [2]. Parameter pada antenna yang sangat mempengaruhi hasil deteksi GPR adalah *antenna footprint* [9-10]. *Footprint* adalah bidang pada permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah yang

diiluminasi oleh medan elektromagnetik yang dipancarkan antenna [10]. Ukuran dan bentuk *antenna footprint* harus sebanding dengan ukuran target agar kinerja GPR dapat ditingkatkan [9-10]. Umumnya antenna hanya memiliki satu bentuk *footprint* dan *footprint* akan menentukan hasil pendeteksian sistem GPR [4]. Pada kenyataannya, ukuran bentuk benda yang ingin dideteksi tidak sama dan dapat berubah-ubah, hal ini mendasari penulis untuk dapat mengembangkan sistem antenna GPR yang memiliki bentuk *footprint* lebih dari satu untuk mendeteksi benda yang berbeda-beda kondisi tanah yang ada.

Penelitian [11] merupakan salah satu rancangan antenna yang sudah diusulkan untuk permasalahan yang serupa. Antena ini memiliki struktur wire bow-tie menggunakan prinsip kerja mengubah ukuran sudut pada lengan bowtie secara elektronik menggunakan perangkat *switching* elektronik seperti dioda PIN untuk mendapatkan bentuk *footprint* sesuai yang diinginkan, namun karena metode ini mengadaptasi impedansi input hal ini dapat berdampak pada nilai VSWR antenna tersebut yang tidak stabil. Rancangan antenna lain yang ditawarkan oleh penelitian [10] adalah dengan beberapa struktur antenna mikrostrip U-Shape yang terhubung menggunakan saklar RF. Bentuk *footprint* yang dihasilkan oleh antenna dapat disesuaikan dengan mengontrol keadaan masing-masing saklar RF yang digunakan di dalam antenna. Ukuran *footprint* semakin besar jika jumlah saklar yang dihidupkan semakin banyak dan sebaliknya. Walaupun bentuk *footprint* pada antenna U-Shape dapat berubah dan memiliki nilai *matching impedance* yang tetap, Namun antenna U-Shape memiliki bentuk *footprint* yang belum proporsional karena perubahan *footprint* yang didapat hanya melebar atau mengecil kesamping tidak kesegala arah.

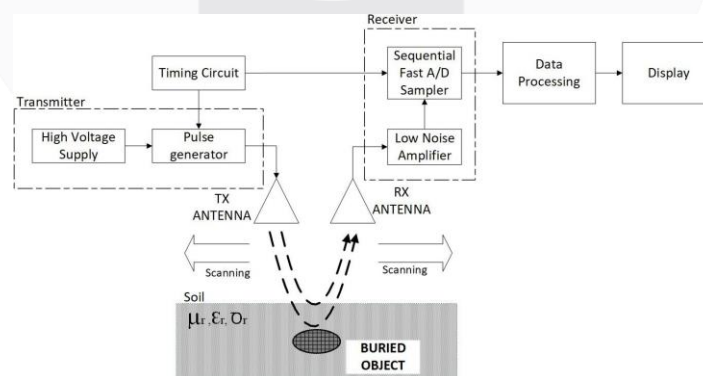
Untuk usulan aplikasi GPR ini adalah menggunakan antenna UWB yang terdiri dari tiga susunan konsentris mikrostrip dipole dengan panjang lengan yang berbeda berbentuk sirkular dengan pembebanan resistif pada masing-masing lengan. Sistem antenna yang akan disimulasikan dengan pemilihan pencatutan antenna akan menentukan *footprint* yang dihasilkan. Hal tersebut memungkinkan pengoperasian GPR untuk berbagai *footprint* dengan menggunakan satu sistem antenna serta memiliki *footprint* yang berbentuk proporsional yang dapat membesar atau mengecil pada segala arah serta bisa menghasilkan ukuran bentuk *footprint* lebih dari satu yang bisa menyesuaikan dengan kondisi tanah dan ukuran objek yang ingin dideteksi tanpa mengubah nilai impedansi pada antenna.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Ground Penetrating Radar (GPR)

Ground Penetrating Radar (GPR) atau *Surface Penetrating Radar* (SPR) merupakan aplikasi dari teknik geofisika yang dapat digunakan untuk menyelidiki serta memetakan sifat dielektrik bawah permukaan [1-2]. Manfaat utama dari penggunaan teknologi GPR ini adalah mengetahui semua informasi yang berada di bawah permukaan tanah (misalnya tentang karakteristik/corak di bawah permukaan dan keberadaan maupun letak dari sebuah objek didalam tanah) yang dapat diketahui tanpa perlu merusak permukaan tanah, karena GPR mendeteksi perbedaan dari permitivitas, permeabilitas dan resistivitas dari hal yang dideteksi.

Sistem GPR terdiri atas pengirim (*transmitter*), yaitu antenna yang terhubung ke sumber pulsa (generator pulsa) dengan adanya pengaturan timing circuit, dan bagian penerima (*receiver*), yaitu antenna yang terhubung ke LNA dan ADC yang kemudian terhubung ke unit pengolahan (data processing) serta display sebagai tampilan outputnya untuk melihat bentuk dan kedalaman objek yang dideteksi. Blok diagram dari sistem GPR dapat dilihat pada gambar 1.



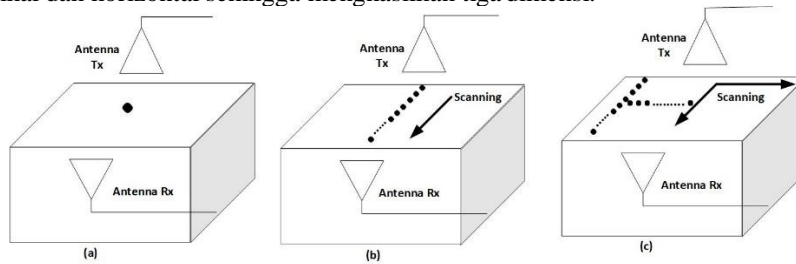
Gambar 1. Blok diagram sistem GPR

Dalam proses menentukan tipe antenna yang digunakan, sinyal yang ditransmisikan dan metode pengolahan sinyal tergantung pada beberapa hal, yaitu:

1. Jenis objek yang akan dideteksi.
2. Kedalaman objek.
3. Karakteristik elektrik medium tanah atau properti elektrik.

2.2 Metode scanning

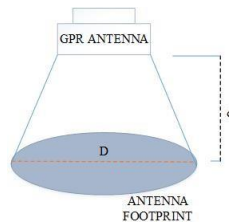
Metode *scanning* yang dilakukan untuk pengambilan data dibagi menjadi 3 yaitu A-scan, B-scan, dan C-scan seperti pada gambar. A-scan (a) adalah pengambilan data yang dilakukan pada satu titik secara vertikal, sehingga menghasilkan satu dimensi. B-scan (b) adalah kumpulan dari A-scan pada satu garis secara vertikal, sehingga menghasilkan dua dimensi. C-scan (c) adalah kumpulan dari B-scan pada satu bidang secara vertikal dan horizontal sehingga menghasilkan tiga dimensi.



Gambar 2. Skema A-scan (a), B-scan(b), C-scan(c).

2.3 Footprint Antena

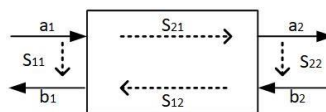
Footprint adalah distribusi level daya puncak ke puncak (*peak-to-peak*) yang sama dari gelombang yang ditransmisikan pada bidang horizontal di bawah permukaan tanah, yang menunjukkan bentuk dan ukuran dari daerah yang dipindai oleh antena [2]. *Footprint* juga diartikan sebagai daerah/bidang pada permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah yang diiluminasi oleh medan elektromagnetik yang dipancarkan antena [11]. Ukuran dan bentuk *footprint* antena harus sebanding dengan ukuran target agar kinerja GPR dapat ditingkatkan [4].



Gambar 3. Ilustrasi *footprint* antena.

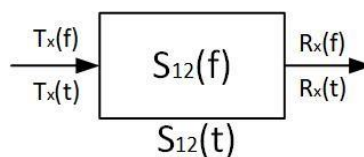
2.4 S-Parameter

S-Parameter atau biasa disebut dengan *Scattering-parameter* merupakan suatu konsep pendekatan kutub-4 yang dipergunakan untuk menganalisis karakteristik suatu perangkat radio frekuensi. S-parameter digunakan untuk menggambarkan VSWR, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *polarisasi* dan *pola radiasi*. S-parameter digambarkan sebagai sebuah kotak atau sistem yang memiliki hubungan antar input dan output dari port yang tersedia [12].



Gambar 4. S-parameter dengan dua port.

Dapat dilihat gambar 2.6, S-parameter memiliki 2 port pada satu sistem, dengan S_{11} menggambarkan koefisien pantul pada port 1 (*return loss*), S_{22} menggambarkan koefisien pantul (*return loss*) pada port 2, sedangkan S_{21} merupakan nilai koefisien transmisi dari port 1 ke port 2 [12] dan S_{12} merupakan nilai koefisien transmisi dari port 2 ke port 1 [12].



Gambar 5. Fungsi transfer.

Jika dilihat dari gambar 2.7, Parameter S_{21} menunjukkan fungsi transfer yang menghubungkan antena Tx dan Rx Sinyal yang dipantulkan objek dan diterima oleh Rx dapat ditentukan dengan rumus (1).

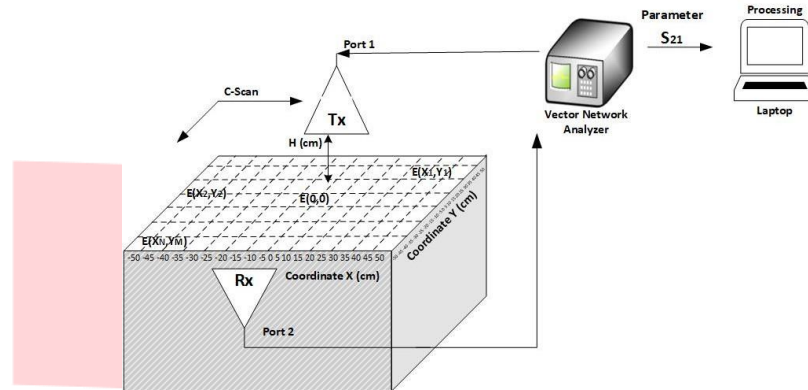
$$Rx(f) = Tx(f) \cdot S_{21} \quad (1)$$

Maka transformasi fouriernya dalam domain waktu yang berfungsi untuk merekonstruksi bentuk sinyal

terima dapat ditentukan dengan rumus (2).

$$Rx(t) = F^{-1}[Rx(f)] \quad (2)$$

Untuk mengukur S-parameter ini dapat menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) dengan cara menyambungkan antenna utama (Tx) dan antenna tunggal (Rx) kepada port 1 dan port 2 yang dimiliki VNA. VNA berkerja dengan cara mengatur rentang frekuensi kerja yang diinginkan dan menampilkan serta menyimpan hasil pengukuran berupa S-parameter. VNA sebagai model sistem radar GPR pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan pengukuran parameter S21. Berikut gambar 6. yang menunjukkan saat antenna dihubungkan dengan VNA untuk melihat karakteristik footprint yang dihasilkan tiap stripline antenna.

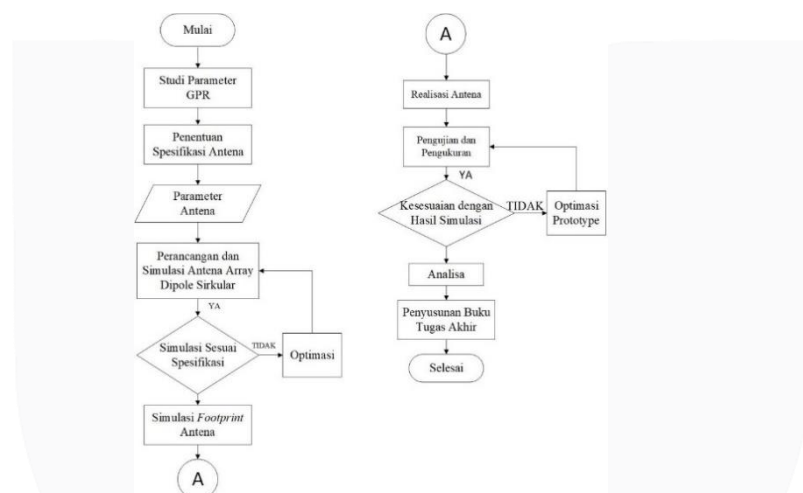


Gambar 6. Penggunaan VNA dalam memodelkan sistem GPR.

3. Simulasi dan Perancangann

3.1 Tahapan Perancangan

Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukannya proses perencanaan simulasi dan realisasi sebagai alur kerja. Diagram alur proses penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 7. dibawah ini:



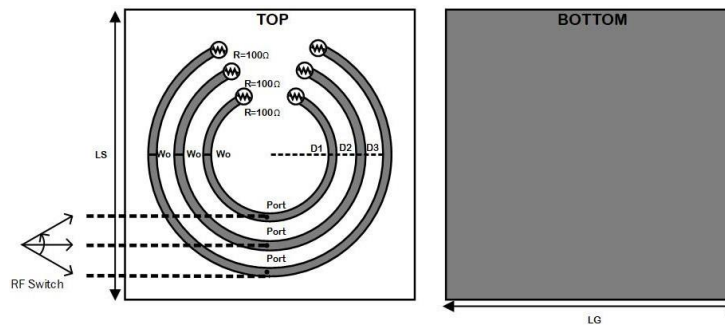
Gambar 7. Diagram alur kerja.

3.2 Penentuan Spesifikasi Antena

Dalam penelitian tugas akhir ini, antenna GPR yang diusulkan yaitu antenna *ultra wideband* yang terdiri dari tiga susunan konsentris mikrostrip dipole dengan panjang lengan yang berbeda berbentuk sirkular berkarakteristik *ultra wideband* yang berkerja pada frekuensi 100-1000Mhz. Bahan yang akan digunakan dalam perancangan antenna ini adalah tembaga untuk bagian *stripline* dan *groundplane*. Sedangkan untuk substrat, bahan dielektrik yang akan digunakan adalah FR-4 epoxy.

3.3 Dimensi Antena

Antena yang akan disimulasikan dan direalisasikan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada gambar 8. Ukuran panjang lengan ketiga antenna dibikin berbeda agar bisa menghasilkan tiga bentuk *footprint* yang berbeda. Antena ini menggunakan teori mikrostrip line, maka lebar *stripline* (W_0). Dimensi antenna yang dirancang pada *software* dapat dilihat pada tabel 3.3:



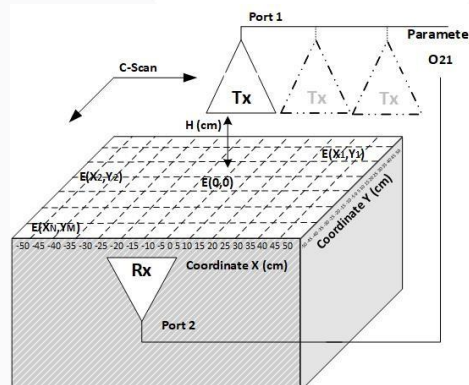
Gambar 8. Bentuk antenna yang akan dirancang.

Tabel 2. Dimensi Antena

Parameter Antena	Dimensi (mm)	Keterangan
W0	0.65	Lebar Patch
D3	95	Panjang lengan <i>stripline</i> Kecil
D2	145	Panjang lengan <i>stripline</i> sedang
D1	195	Panjang lengan <i>stripline</i> besar
LG	160	Lebar dan Panjang Ground
LS	160	Lebar dan Panjang Ground

3.4 Skenario Simulasi *Footprint*

Skenario simulasi *footprint* yang dilakukan di *software* CST yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini digambarkan seperti pada Gambar 9. dengan menggunakan dua antenna (antena pemancar dan antenna penerima) yang berhadapan sejauh 15 cm pada medium *free space*. Antena tunggal diposisikan tetap di koordinat pusat (0.0) cm, sedangkan antena utama digeser pada bidang xy di permukaan dengan step 5 cm.



Gambar 9. Skenario Simulasi *footprint*

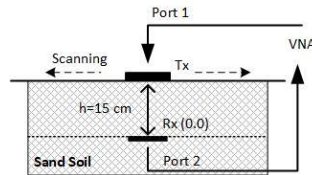
3.5 Skenario Pengukuran Eksperimental

Dalam penelitian tugas akhir ini hasil simulasi antena yang telah sesuai kemudian direalisasikan atau difabrikasikan untuk diukur parameternya dan dilihat kemampuan *footprint*nya. Gambar 12. adalah hasil antena yang telah difabrikasi pada papan PCB oleh jasa percetakan PCB dan diberi konektor untuk catuan daya antena.



Gambar 10. Antena Hasil Fabrikasi

Gambar 3.6 merupakan *setup* posisi antena dalam pengukuran eksperimental. Antena utama digeser dengan step 5 cm pada bidang xy di permukaan tanah yang memiliki panjang dan lebar 100 cm, di setiap posisinya dilakukan penyimpanan data parameter S_{21} . Metode pengolahan sinyal untuk mendapatkan *footprint* tersusun menjadi 3 bagian antara lain melakukan pengambilan data S_{21} , melakukan rekonstruksi sinyal, dan memunculkan hasil *footprint*.

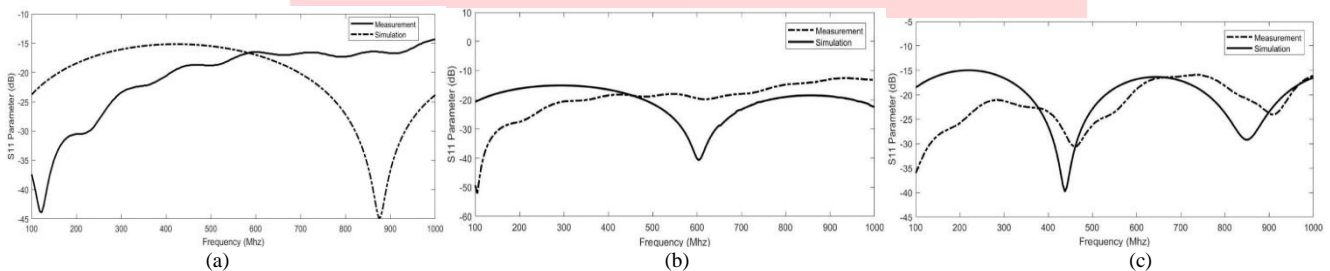


Gambar 11. Setup antenna dalam pengukuran *footprint*

4. Hasil Dan Analisis

4.1 Hasil Pengukuran S_{11}

Gambar dibawah ini adalah hasil perbandingan parameter S_{11} atau *return loss* tiap *stripline* yang telah diukur melalui simulasi software CST dan secara eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Elektronika Telekomunikasi, Universitas Telkom.

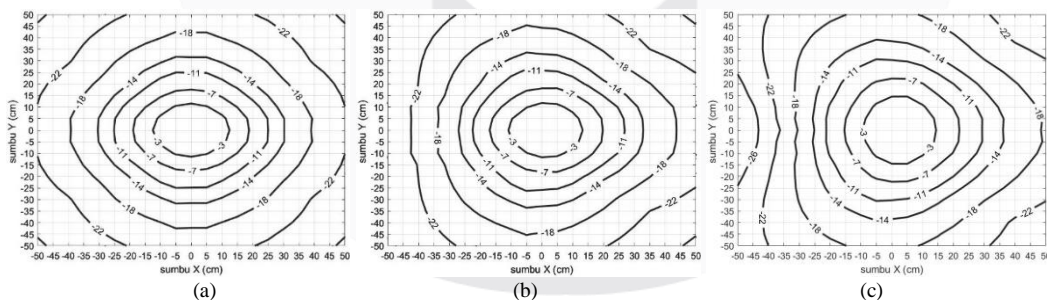


Gambar 12. Simulasi dan pengukuran antenna (a) *stripline* kecil, (b) *stripline* sedang, dan (c) *stripline* besar

Pada gambar diatas dapat disimpulkan, ketiga *stripline* antenna telah memenuhi spesifikasi *ultra wideband* karena memiliki nilai S_{11} dibawah -10 dB di sepanjang frekuensi kerja yaitu 100-1000 Mhz. Selain itu, gambar diatas juga menunjukkan adanya sedikit perbedaan nilai S_{11} antara hasil simulasi dan pengukuran setelah fabrikasi.

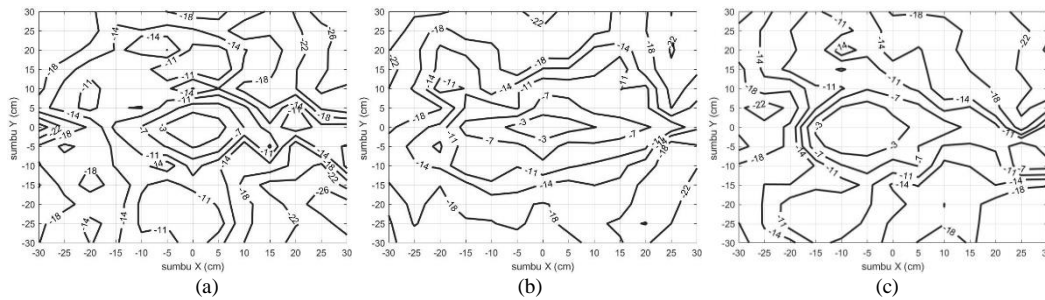
4.2 Hasil Simulasi dan Pengukuran Footprint

Gambar dibawah menunjukkan peta contour hasil simulasi *footprint* yang diperhitungkan pada medium *free space* sejauh 15 cm oleh ketiga *stripline* antenna. Luas *footprint* efektif yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan jumlah *pixel* yang ada pada area -3dB. Sehingga antenna *stripline* kecil memiliki luas *footprint* efektif lebih kurang jumlah *pixel* 16 kotak, sedangkan antenna *stripline* sedang memiliki luas *footprint* dengan jumlah *pixel* lebih kurang sebanyak 20 kotak, dan antenna *stripline* besar memiliki luas *footprint* efektif 625 cm^2 dan jumlah *pixel* sebanyak 25 kotak. Hal ini membuktikan dimensi antenna sangat mempengaruhi hasil *footprint* yang dihasilkan, karena semakin panjang lengan dari *stripline* semakin besar juga luas efektif *footprint* yang dihasilkan.



Gambar 13. *Footprint* simulasi (a) *stripline* kecil, (b) *stripline* sedang, dan (c) *stripline* besar

Tujuan dari pengukuran *footprint* eksperimental ini adalah untuk mengetahui luasan daerah yang mampu antenna deteksi pada medan yang sebenarnya sekaligus membuktikan bahwa ketiga *stripline* antenna yang berbeda ini, dapat menghasilkan tiga bentuk *footprint*. Pengukuran *footprint* dilakukan pada medium tanah pasir yang memiliki panjang dan lebar 60 cm. Hasil pengukuran *footprint* ketiga *stripline* antenna dapat dilihat pada Gambar 14. Dapat dibandingkan pada gambar dibawah, bahwa area *footprint* efektif tiap *stripline* antenna memiliki luas yang berbeda. Semakin besar dimensi *stripline* antenna maka *footprint*nya akan semakin besar. Adanya perbedaan yang signifikan antara hasil simulasi *footprint* dan pengukuran *footprint* secara eksperimental, disebabkan karena perbedaan konstanta dielektrik medium, ketidakhomogenan tanah, bentuk pasir yang beragam, ketidakstabilannya pengukuran, dan titik pengukuran yang kurang stabil.



Gambar 14. Footprint pengukuran (a) *stripline* kecil, (b) *stripline* sedang, dan (c) *stripline* besar

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas Akhir dengan judul "Antena Susunan Mikr- sotrip Dipole Sirkular Untuk Pengaturan Footprint Antenna Ground Penetrating Radar (GPR)", dapat disimpulkan bahwa:

- Penulis telah berhasil merancang, mensimulasikan dan merealisasikan antenna tiga susunan konsentris mikrostrip dipole dengan panjang lengan yang berbeda-beda berbentuk sirkular dengan pembebanan resistif sebagai antenna pada sistem GPR. Antena direalisasikan dengan bahan FR-4 Epoxy dengan pembebanan resistor 100 ohm pada lengan antenanya, yang berkerja pada frekuensi 100- 1000 Mhz.
- Hasil simulasi dan laboratorium eksperimental parameter S_{11} telah dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik antenna yang diusulkan dan hasilnya antenna yang dirancang merupakan antenna *ultra wideband* yang memenuhi syarat untuk menjadi antenna sistem GPR.
- Pengukuran parameter S_{21} antenna yang dilakukan dalam simulasi dan laboratorium eksperimental telah menunjukkan ketiga *stripline* antenna tersebut menghasilkan tiga bentuk footprint dan berukuran berbeda tergantung dari dimensi *stripline* antenna yang dicatu.
- Hasil saat simulasi dan pengukuran setelah fabrikasi memiliki perbedaan, hal tersebut dapat dipengaruhi beberapa faktor antara lain adalah loss dielektrik, ketidaksempurnaan fabrikasi, konstanta dielektrik medium, ketidakhomogenan tanah, karakteristik dan pemasangan konektor.

Daftar Pustaka

- [1] SE. C. Utsi, *Ground Penetrating Radar, Theory and Practice*, Butterworth-Heinemann, 2017.
- [2] H. M. Jol, *Ground Penetrating Radar Theory and Application*, Amsterdam: Elsevier B.V, 2009.
- [3] Karim, M. N. A., et al. "Ground penetrating radar: Antenna for buried object detection." *2013 IEEE Symposium on Wireless Technology & Applications (ISWTA)*. IEEE, 2013.
- [4] M. Roslee, K. S. Subari dan I. S. Shahdan, "Design of Bowtie Antena in CST Studio Suite Below 2 GHz For Ground Penetrating Radar Application," *IEEE International RF and Microwave Conference (RFM 2011)*, pp. 430-432, December 2011.
- [5] Oktafiani, Folin, Sulistyaningsih Sulistyaningsih, and Yusuf Nur Wijayanto. "Sistem Ground Penetrating Radar untuk Mendeteksi Benda-benda di Bawah Permukaan Tanah." *INKOM Journal* 1.2 (2010): 53-57.
- [6] R.V. de Jongh, A.G. Yarovoy, L.P. Ligthart, I.V. Kaploun, A.D. Shchukin, "Design and Analysis of New GPR Antena Concepts," 2009.
- [7] A.A. Lestari, *Antennas For Improved Ground Penetrating Radar: Modeling, Tools, Analysis And Design*, Ph.D.Dissertation, ISBN 90-76928-05-3, Delft University of Technology, The Netherlands, 2003.
- [8] Commission Federal Communications (FCC), "First Report and Order in The Matter of Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultrawideband Transmission System," ET Docket 98-153, Washington, D.C. 20554, 2002.
- [9] Pramudita, A. Adya, A. Andaya Lestari, A. Kumiawan, and A. Bayu Suksmono. "Footprint adjustment on SFCW-GPR with modified dipole array." In *2007 IEEE International Conference on Ultra-Wideband*, pp. 784-788. IEEE, 2007.
- [10] A. A. Pramudita, "Reconfigurable antenna for footprint adjustment of the GPR sistem," *Proc. 2015 IEEE 5th Asia-Pacific Conf. Synth. Aperture Radar, APSAR 2015*, pp. 135-138, 2015.
- [11] A. A Lestari, A.G Yarovoy, L.P Ligthart, "Adaptive Wire Bowtie Antena For GPR Application," *IEEE Trans. Antenas and Propagation*, vol. 53 pp. 1745-1754, 2005.
- [12] B. Jehanzeb, M. IEEE, T. Ali, and S. Arshad, "Vector network analyzer (VNA) based synthetic aperture radar (SAR) imaging," 2013 16th Int. Multi Top. Conf. INMIC 2013, pp. 207-212, 2013.