

Perancangan Antena Fleksibel dengan Substrat Polydimethylsiloxane untuk Pendeteksi Tumor Otak

Maulana Hafez Reza¹⁾, Yusnita Rahayu²⁾, Yuyu Wahyu³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ²⁾Dosen Teknik Elektro, ³⁾Kalitbang Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi BRIN

Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. H.R Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru Panam,
Pekanbaru, Riau 28293

E-mail : maulana.hafez5942@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Cancer is one of the leading causes of death worldwide. Early detection is the best solution for cancer treatment. One of the most promising technologies in the field of medical diagnosis is Ultra-wideband (UWB) microwave imaging technology, because it does not have ionizing properties (Non-Ionizing) and low cost. This paper will propose the design of flexible antenna for brain tumor detections. The proposed antenna is designed using polydimethylsiloxane (PDMS) as a substrate. The simulation results show flexible antenna is work at 5.8 GHz frequency with -29.54 dB value of return loss, 1.06 value of VSWR, 3.1 GHz bandwidth at frequency range of 4.78-7.88 GHz. The radiation pattern is bidirectional and its gain is 2.34 dB.

Keywords: Brain tumor detections, Flexible antenna, polydimethylsiloxane, ultra-wideband.

I. PENDAHULUAN

Penyakit kanker merupakan salah satu penyebab kematian utama diseluruh dunia (Faisal, 2017). Satu dari 5 pria dan satu dari 6 wanita diseluruh dunia menderita kanker selama masa hidup, dan satu dari 8 pria dan satu dari 11 wanita meninggal akibat kanker (Bray, 2018). Solusi terbaik untuk penyakit kanker adalah dengan mengetahui lebih awal mengenai gejala-gejala kanker sehingga dapat ditentukan langkah selanjutnya untuk menghambat perkembangan sel kanker lebih lanjut.

Ultra Wideband (UWB) adalah teknologi baru yang memiliki potensi aplikasi dibidang kedokteran diagnostik. Teknologi pencitraan gelombang mikro UWB adalah salah satu teknologi yang paling menjanjikan

di bidang diagnosis medis, karena tidak memiliki sifat pengion (*Non-Ionizing*) dan biaya yang murah (Alsharif, 2018).

Untuk merancang dan mengimplementasikan antena UWB, pekerjaan yang berhubungan dengan BW harus dipertimbangkan sesuai dengan Komisi Komunikasi Federal (FCC) dan area *bandwidth* frekuensi yang diperlukan. Sebagai contoh, standar UWB yang digunakan di Amerika Serikat dan Kanada adalah 3.1-10.6 GHz, yang tidak berlisensi dan tidak memiliki batasan pada BW (Cicchetti, 2015).

Komponen dielektrik yang umum digunakan dalam rancang bangun antena mikrostrip fleksibel seperti polimer, kertas dan plastik merupakan bahan yang dapat dijadikan sebagai substrat pada antena karena struktur

yang fleksibel. Salah satu jenis bahan yang digunakan dalam penelitian baru-baru ini adalah *polydimethylsiloxane* (PDMS). PDMS adalah elastomer berbasis silikon, stabil secara termal, mudah dimanipulasi dan menunjukkan sifat isotropik dan homogen. Selain itu PDMS tidak mudah membuat bahan konduktif AgNW mengalami oksidasi. Keadaan cair awal PDMS memungkinkan proses fabrikasi yang serbaguna (Othman, 2015).

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah antena fleksibel dengan substrat *polydimethylsiloxane* (PDMS) pada frekuensi 5,8 GHz yang digunakan untuk pendeteksian tumor pada otak.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Antena Mikrostrip dengan Patch Persegi Panjang

Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang terdiri dari 3 bagian, yaitu *patch* sebagai elemen peradiasi gelombang elektromagnetik, substrat yang merupakan bahan dielektrik dan ground. Dalam perancangan antena mikrostrip, bentuk *patch* persegi panjang adalah bentuk umum yang sering digunakan. Untuk perumusan yang digunakan dalam perancangan antena mikrostrip dengan bentuk persegi panjang adalah (Gusman, 2014):

Menentukan lebar peradiasi (w):

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Dalam menentukan panjang peradiasi (l) maka digunakan parameter Δl yang merupakan pertambahan panjang dari l dikarenakan adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari l (Δl) tersebut dirumuskan dalam (Gusman, 2014):

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \left(\frac{h}{W} \right)}} \right) \quad (3)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (4)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (5)$$

Keterangan:

- c = kecepatan cahaya pada ruang bebas (3×10^8 m/s)
- f_0 = frekuensi kerja dari antena
- ϵ_r = konstanta dielektrik yang dimiliki substrat
- h = merupakan tinggi substrat
- ϵ_{reff} = konstanta dielektrik efektif
- L = panjang *patch*
- Δl = pertambahan panjang dari L
- L_{eff} = panjang *patch* efektif

2.2 Ultra-Wideband (UWB)

Ultra-wideband yang berarti memiliki bandwidth yang sangat lebar. Sistem UWB bekerja pada bandwidth yang memiliki lebar lebih dari 500 MHz dan untuk aplikasi penerapan UWB memungkinkan pengguna dapat melihat secara x-ray pada benda padat, bawah tanah, dan menembus dinding (Taylor, 2016).

Teknologi UWB memiliki banyak aplikasi potensial dalam komunikasi jarak pendek seperti untuk keperluan medis. Selain itu, karena resolusi tinggi dan kemampuan penetrasi yang baik, UWB sering dianggap sebagai teknologi potensial untuk pencitraan. Dengan demikian manfaat dari sistem UWB

dalam kesehatan terbukti dalam domain komunikasi dan domain radar. Pada domain komunikasi untuk kesehatan membutuhkan teknologi UWB karena domain komunikasi kesehatan memiliki rentang frekuensi dari 3,1 – 10,6 GHz. Pada domain radar UWB telah diadopsi pencitraan untuk pemantauan medis dari tanda-tanda vital tubuh manusia dengan mengukur parameter fisiologis seperti pola pernapasan, detak jantung, suhu, dan tekanan darah (Ghosh, 2016).

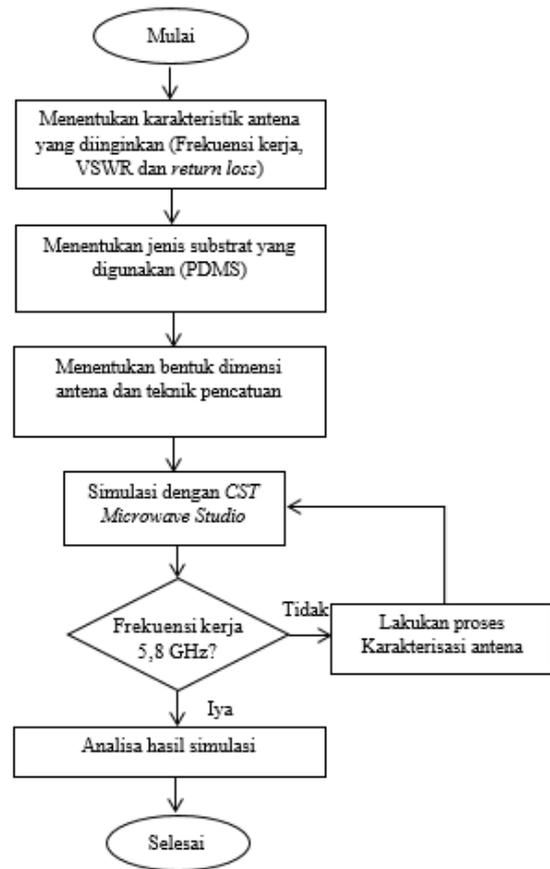
2.3 Teknik Pencatu Antena

Teknik pencatutan pada sebuah antena mikrostrip adalah teknik yang digunakan untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antena mikrostrip. Teknik pencatutan yang digunakan pada antena mikrostrip merupakan salah satu hal penting yang berpengaruh dalam sebuah perancangan antena mikrostrip.

Pada penelitian ini akan digunakan teknik pencatu *Coplanar Waveguide* (CPW). Teknik pencatutan ini tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah strip dengan lebar (w) dan bidang ground, keduanya berada pada satu sisi substrat yang memiliki permitivitas relatif (ϵ_r) dengan ketebalan (h). Parameter utama pada suatu saluran transmisi adalah nilai impedansi karakteristiknya (Z_0) (Wibowo, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Diagram alir perancangan berisi tahapan-tahapan yang bertujuan untuk membantu dalam menyelesaikan penelitian. Gambar 1 merupakan diagram alir dalam perancangan antena secara umum pada penelitian ini.



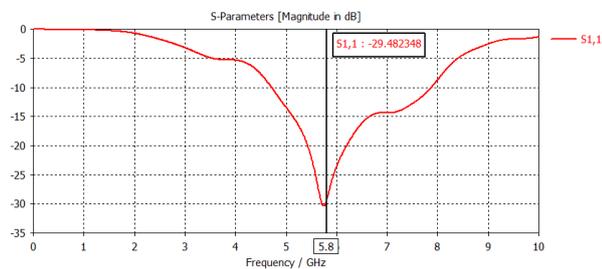
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari perancangan dan simulasi fleksibel antena. Perancangan dimulai dengan menentukan karakteristik dari antenna yang diinginkan dan dilanjutkan dengan penentuan jenis substrat yang digunakan. Pada penelitian ini jenis substrat yang digunakan adalah PDMS dilanjutkan dengan menentukan bentuk dimensi antena dan teknik pencatutan selanjutnya disimulasikan dengan menggunakan CST MWS. Hasil simulasi tidak sesuai dengan frekuensi kerja yang diinginkan dilakukan proses karakterisasi antena untuk mendapatkan parameter hasil yang diinginkan, karakterisasi antena meliputi dimensi panjang *patch*, lebar *patch* dan penambahan *slot* pada *patch*.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Antena Fleksibel

Berdasarkan perhitungan teoritis, nilai *return loss* dari antena tidak sesuai dengan yang diinginkan pada frekuensi 5,8 GHz.

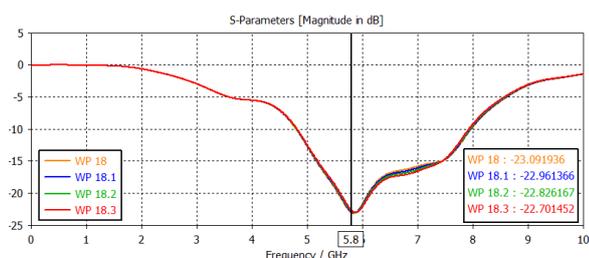


Gambar 2. Return loss rancangan awal antena

Gambar 2 menunjukkan nilai *return loss* bergeser sedikit dari frekuensi yang diinginkan yaitu 5,8 GHz. Oleh karena itu diperlukan proses karakterisasi dengan merubah dimensi dari *patch* dan penambahan *slot* pada *patch* antena.

a. Hasil Karakterisasi Lebar Patch

Karakterisasi antena yang pertama dilakukan adalah merubah ukuran lebar *patch* antena. Proses karakterisasi ini diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih baik dari yang diperoleh berdasarkan perhitungan teori. Diharapkan nilai *return loss* yang lebih baik pada frekuensi kerja yang diinginkan. Karakterisasi lebar *patch* dilakukan tanpa merubah ukuran dimensi lainnya. Hasil simulasi karakterisasi pada lebar *patch* ditunjukkan pada Gambar 3.

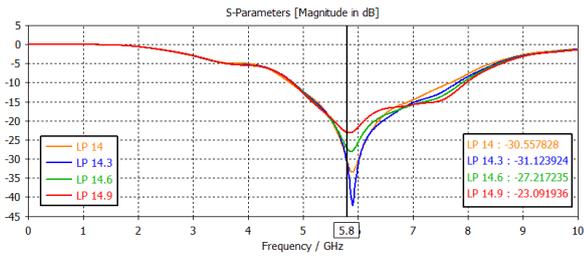


Gambar 3. Return loss karakterisasi lebar patch pada antena elemen tunggal

Gambar 3 menunjukkan beberapa grafik hasil karakterisasi lebar *patch* antena fleksibel elemen tunggal. Variasi lebar *patch* yang dibuat adalah dimulai dari 18,3 mm sampai 18 mm dengan selisih 0,1 mm setiap perubahan dan tidak mengubah ukuran dimensi antena yang lain. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada lebar *patch* 18,3 mm diperoleh *return loss* terbaik sebesar -22,7 dB. Sedangkan pada lebar *patch* 18 mm diperoleh *return loss* terbaik sebesar -23,09 dB pada frekuensi 5,8 GHz. Pada gambar dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran lebar *patch* antena maka semakin kecil *return loss*, sedangkan frekuensi yang diperoleh semakin kecil. pada frekuensi resonansi 5,8 GHz diperoleh nilai *return loss* optimal sebesar -7,86 dB berada pada lebar *patch* 19 mm Ghz. Sehingga pada tahap karakterisasi ini diambil ukuran lebar *patch* antena sebesar 18 mm. Namun demikian hal tersebut menunjukkan hasil simulasi pada karakterisasi kali ini belum berhasil mendapatkan parameter yang ingin dicapai. Namun, dari hasil ini menunjukkan bahwa karakterisasi lebar *patch* mempengaruhi nilai *return loss* dari antena. Oleh karena itu, dilakukan karakterisasi berikutnya yaitu pada dimensi panjang *patch* untuk mendapatkan parameter yang diinginkan dari antena tersebut.

b. Hasil Karakterisasi Panjang Patch

Karakterisasi pada panjang *patch* antena dilakukan untuk melengkapi kekurangan pada hasil karakterisasi yang diperoleh pada lebar *patch* antena. Karakterisasi dilakukan dengan mengubah dimensi dari panjang *patch* sementara parameter lainnya tetap. Hasil simulasi karakterisasi pada panjang *patch* ditunjukkan pada Gambar 4.

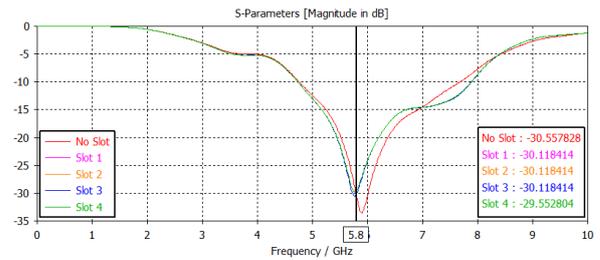


Gambar 4. Return loss karakterisasi panjang patch pada antena elemen tunggal

Gambar 4 menunjukkan beberapa grafik hasil karakterisasi panjang *patch* antena fleksibel elemen tunggal. Variasi panjang *patch* yang dibuat adalah dimulai dari 14,9 mm sampai 14 mm dengan selisih 0,3 mm setiap perubahan dan tidak mengubah ukuran dimensi antena yang lain. Ukuran panjang awal *patch* antena adalah 14,9 mm. Karakterisasi dilakukan dengan menurunkan ukuran panjang *patch* antena dari ukuran awal yang diperoleh berdasarkan perhitungan teori. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *return loss* terbaik pada panjang *patch* 14 mm, yaitu sebesar -30,55 dB pada frekuensi 5,8 GHz. Namun demikian hal tersebut belum menunjukkan hasil simulasi yang baik. Sehingga dilakukan karakterisasi berikutnya yaitu dengan menambahkan *slot* pada antena.

c. Hasil Karakterisasi Patch Penambahan Slot

Karakterisasi Penambahan *Slot* pada *patch* bertujuan untuk mendapatkan frekuensi resonansi antena yang diinginkan. Penambahan *slot* pada antena dilakukan dengan menambahkan *slot* persegi panjang (*rectangular*) dan *slot* persegi (*square*).

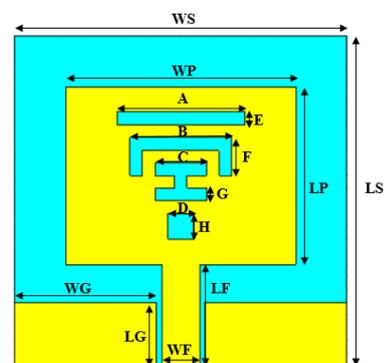


Gambar 5. Return loss karakterisasi penambahan slot pada antena elemen tunggal

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi karakterisasi penambahan *slot* pada bagian tengah *patch* antena. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa karakterisasi *slot* pada antena berfungsi untuk menggeser frekuensi hingga ke frekuensi kerja yang diinginkan. Variasi *slot* yang dibuat dimulai dari 1 mm sampai 4 mm. Perubahan ukuran slot hanya dilakukan pada lebar *slot*, sementara tingginya tetap yaitu sebesar 1 mm. Hasil simulasi menunjukkan pada frekuensi kerja 5,8 GHz diperoleh *return loss* sebesar -29,552 dB. Hasil tersebut telah sesuai dengan frekuensi kerja yang diinginkan. Dengan demikian, hasil simulasi dari proses karakterisasi slot mempengaruhi perubahan frekuensi kerja, *return loss*, dan *bandwidth* antena.

4.2. Hasil Karakterisasi Antena Fleksibel

Gambar 6 dibawah merupakan geometri dari hasil rancangan akhir antena *stretchable* setelah proses pengkarakterisasian.



Gambar 6. Rancangan Antena Fleksibel

Setelah selesai melakukan optimasi maka didapatkan nilai dimensi antenna yang ideal dengan telah mengganti/merubah nilai beberapa dimensi saluran pencatu dan dimensi *patch* antenna, yaitu lebar saluran pencatu, lebar *patch*, dan panjang *patch*. Tabel 1 merupakan dimensi rancangan akhir antenna fleksibel.

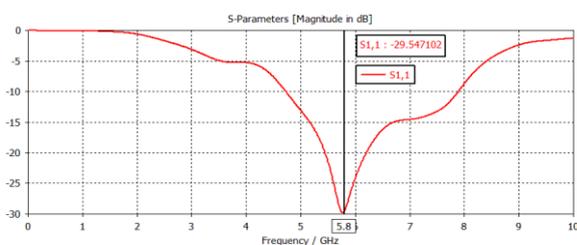
Tabel 1. Dimensi Rancangan Antena Fleksibel

Parameter	Ukuran (mm)	Parameter	Ukuran (mm)
WS	26	LF	8
LS	26	A	9
TS	1	B	7
WP	18	C	3
LP	14	D	1,5
TP	0,1	E	1
WG	5	F	3
LG	11	G	1
WF	3	H	1,5

Dengan telah diketahui beberapa karakteristik dari antenna yang dirancang, sehingga dapat membantu dan mempermudah dalam memperoleh rancangan yang optimal.

4.3. Hasil Simulasi Antena Fleksibel

Hasil simulasi antenna fleksibel disimulasikan menggunakan *software* CST *Microwave Studio*. Setelah antenna disimulasikan akan menghasilkan beberapa nilai parameter seperti *return loss*, *bandwidth*, VSWR, polaradiasi dan *gain* seperti berikut.



Gambar 7. Hasil Simulasi *Return Loss* Antena Fleksibel

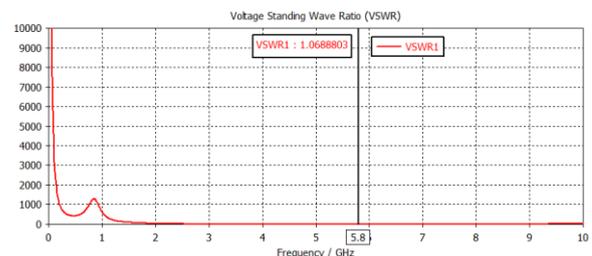
Dari hasil simulasi maka didapatkan nilai *return loss* pada frekuensi 5,8 GHz adalah -29,54 dB dan *bandwidth* yang dihasilkan pada rentang frekuensi 4,78–7,88 GHz adalah:

$$\text{Bandwidth} = 7,88 - 4,78 = 3,1 \text{ GHz}$$

$$\text{Impedansi Bandwidth} = \frac{7,88 - 4,78}{5,8} \times 100 \%$$

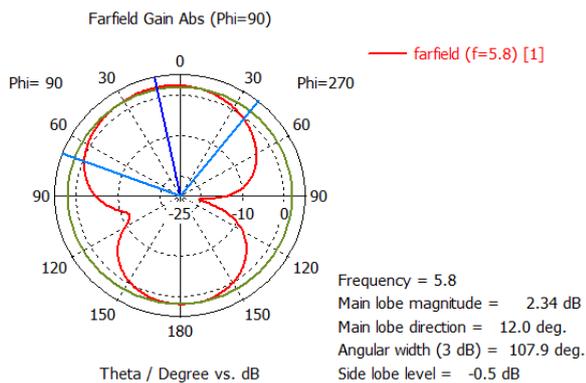
$$\text{Bandwidth} = 53,448 \% (3,1 \text{ GHz})$$

Nilai *bandwidth* yang diperoleh pada simulasi perancangan antenna fleksibel adalah sebesar 3,1 GHz dengan impedansi *bandwidth* sebesar 53,448 %. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan antenna fleksibel ini memenuhi standar antenna *ultra wideband*, dimana *bandwidth* yang dihasilkan ≥ 500 MHz. Sedangkan untuk hasil VSWR dari simulasi antenna ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Simulasi VSWR Antena Fleksibel

Dari hasil VSWR yang diperoleh secara simulasi, terlihat pada frekuensi 5,8 GHz nilainya adalah 1,06. Dilihat dari data-data yang telah dapat, rancangan antenna elemen tunggal mampu bekerja pada nilai $\text{VSWR} < 2$ dimana memenuhi kebutuhan yang ingin dicapai, yaitu pada nilai $\text{VSWR} < 2$ atau *return loss* < -10 dB.



Gambar 9. Pola Radiasi dan Nilai Gain Simulasi Antena Fleksibel

Gambar 9 menunjukkan *Farfield Gain* antena, dimana gambar tersebut menjelaskan bentuk pola radiasi antena yaitu bidireksional serta *gain* antena sebesar 2,34 dB.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karakterisasi antena dilakukan pada dimensi *patch*, meliputi panjang *patch*, lebar *patch* dan penambahan *rectangular slot* pada *patch*. Karakterisasi dilakukan untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan (5,8 GHz) dengan nilai *return loss* terbaik ≤ -10 dB. Karakterisasi penambahan *slot* digunakan untuk menggeser ke frekuensi kerja yang diinginkan.
2. Hasil simulasi rancangan akhir antena fleksibel didapatkan nilai *return loss* sebesar -29,54 dB pada frekuensi 5,8 GHz dengan VSWR sebesar 1,06. dan *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 3,1 GHz pada rentang frekuensi 4,78–7,88 GHz. Pola radiasi antena yaitu bidireksional dengan *gain* antena sebesar 2,34 dB.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan fabrikasi antena dengan substrat

PDMS dan melakukan pengukuran dengan menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA), serta melakukan pengujian antena yang telah difabrikasi terhadap pemodelan kepala.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Alsharif, F., & Kurnaz, C. (2018, July). Wearable Microstrip Patch Ultra Wide Band Antenna for Breast Cancer Detection. In *2018 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)* (pp. 1-5). IEEE.
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*.
- Cicchetti, R., Faraone, A., Caratelli, D., & Simeoni, M. (2015). Wideband, multiband, tunable, and smart antenna systems for mobile and UWB wireless applications 2014. *International Journal of Antennas and Propagation*, 2015.
- Faisal, M. M. A., Uddin, M. J., Ullah, M. W., Kamrul, M. I., Haque, K. M., & Rahman, E. (2017, November). Comparative analysis of different types of breast cancer cell detection antennas. In *Inventive Computing and Informatics (ICICI), International Conference on* (pp. 927-930). IEEE.
- Gusman, R. A. 2014. Simulasi Antena Mikrostrip Patch Persegi Panjang Planar Array 6 Elemen dengan Pencatuan Aperture Coupled untuk Aplikasi CPE WiMax Pada Frekuensi 3,3-3,4 GHz. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Ghosh, D., & Sahu, P. K. (2016, September). UWB in healthcare. In *2016 International Conference on Electromagnetics in*

- Advanced Applications (ICEAA) (pp. 679-682). IEEE.
- M. A. Othman, H. A. Sulaiman, M. F. I. Othman, Y. A. Rahim, and N. C. Pee, "Advanced computerv and communication engineering technology: Proceedings of ICOCOE 2015," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 362, 2016.
- Taylor, J. D. (Ed.). (2016). *Advanced Ultrawideband Radar: Signals, Targets, and Applications*. CRC press.
- Wibowo R. P. 2017. Perancangan Dan Pembuatan Antena Array Dengan Beamwidth $\leq 5^\circ$ Pada Frekuensi S-Band Dengan Menggunakan Elemen Microstrip Bow-Tie. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.