

## PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA PLASTER PADA FREKUENSI 2.45 GHz UNTUK KOMUNIKASI WIRELESS BODY AREA NETWORK

Mega Shatila<sup>1</sup>, Ir<sup>2</sup>, Heroe Wijanto.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Saat ini dengan semakin berkembangnya berbagai teknologi yang berupaya untuk memberikan kemudahan bagi manusia menjadi trend yang terus diupayakan oleh berbagai peneliti untuk memberikan kualitas pelayanan yang terbaik. Salah satu diantaranya yakni maraknya teknologi WBAN (Wireless Body Area Network) yang memungkinkan terjadinya interaksi antara tubuh manusia dengan perangkat elektromagnetik tertentu. kini berkembang yaitu dibuatnya suatu body worn antenna yang direalisasikan dengan memanfaatkan bahan yang fleksibel sehingga bisa digunakan dengan aman oleh manusia. Salah satu perangkat WBAN yang kini menjadi sorotan yaitu body worn antenna yang bisa terintegrasi dengan perangkat tertentu diimplementasikan dalam bidang kesehatan seperti aplikasi medis yang mengumpulkan data kondisi pasien berupa denyut jantung, laju pernapasan, atau kadar oksigen pada darah. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah bodyworn antenna yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan bahan yang fleksibel di tubuh manusia, sehingga mampu diaplikasikan dalam komunikasi WBAN yang salah satunya bisa menjadi perangkat transceiver dalam memonitoring data kondisi kesehatan tubuh. Antenna yang dirancang yaitu menggunakan strip monopole antenna pada frekuensi 2.45 GHz yang menggunakan substrat berupa hypafix plaster. Adapun untuk perancangan patch dan groundplane menggunakan bahan copper tape yang dapat dengan fleksibel menempel di permukaan kulit tubuh manusia. Perancangan antenna disimulasikan menggunakan Computer Simulation Technology (CST) Microwave Studio. Pada akhir tugas akhir ini dilakukan perbandingan pengukuran terhadap parameter antenna antara kondisi free space dan di tubuh pada frekuensi 2.45 GHz yang memiliki gain  $\geq 2.5$  dB serta memiliki VSWR  $< 1.5$  dengan pola radiasi unidireksional. Kemudian dilakukan pengukuran parameter antenna pada beberapa bagian tubuh, diperoleh bahwa antenna bekerja mendekati spesifikasi yang diinginkan saat diletakkan pada tangan. Sementara itu melalui hasil simulasi diperoleh bahwa untuk mendapatkan gain yang positif antenna harus diletakkan minimal pada jarak 6 mm dari tubuh. Adapun simulasi penghitungan Spesific Absorbtion Ratio (SAR) memiliki nilai SAR  $\leq 1.6$  W/kg.

Kata Kunci : Bodyworn Antenna, Strip Monopole Antenna, WBAN.

---

Telkom  
University

### Abstract

Nowadays as the development of various technologies that try to make an easier way for humans to be a trend that continues to be pursued by various researchers to provide the best quality service . One of them is the proliferation of WBAN ( Wireless Body Area Network ) technology that allows the interaction between the human body with a certain electromagnetic devices . Now, one of the curious thing that have been developed is made of a body worn antenna which is realized by utilizing a flexible material so that it can be used safely by humans . WBAN can be applied into an application which using body worn antenna that can be integrated with a particular device is implemented in the health field as a medical application that collects data such as the condition of the patients heart rate , respiratory rate , or oxygen levels in the blood . In this final project designed a bodyworn antenna that can be implemented using a flexible material in the human body ,so it can be applied in the WBAN communication that one of them could be a data transceiver device in monitoring the health condition of the body . Antenna is designed using strip monopole antenna at a frequency of 2.45 GHz using a substrate hypafix plaster . For the design of the patch and the groundplane using copper material with a flexible tape that can be attached to the skin surface of the human body . The design of the antenna is simulated using Computer Simulation Technology ( CST ) Microwave Studio . At the end of this final project performed a comparison between the measurements of antenna parameters and conditions of free space in the body at a frequency of 2.45 GHz which has a gain of  $\geq 2.5$  dB and has a VSWR  $< 1.5$  with unidirectional radiation pattern . We measured antenna parameters on some parts of the body , found that the antenna works approaching the desired specifications when placed on the hand . Meanwhile obtained through simulation results that in order to obtain a positive gain antenna should be placed at least at a distance of 6 mm from the body . The simulation Specific Absorption Ratio calculation ( SAR ) SAR values  $\leq 1.6$  W / kg .

Keywords : Bodyworn Antenna, Strip Monopole Antenna, WBAN.

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Frekuensi pada pita *industry, scientific and medical* (ISM) merupakan frekuensi yang bebas dari pengaturan . Begitu banyaknya peralatan yang menggunakan frekuensi yang sama, menyebabkan munculnya penurunan kinerja secara signifikan dan menyebabkan interferensi yang cukup tinggi. Disamping itu, tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi *wireless* yang sangat cepat disertai dengan layanan yang beragam ini menuntut adanya peningkatan kualitas maupun kapasitas dari sistem komunikasi wireless yang ada. Salah satu perkembangan teknologi *wireless* telah menunjukkan peran yang sangat penting dapat terlihat dalam dalam berbagai aspek, baik dari teknologi WPAN (*wireless personal area networks*), WSN (*wireless sensor networks*), begitupun juga dengan WBAN (*wireless body area networks*), sehingga muncul berbagai penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja teknologi *wireless* , salah satu diantaranya dengan menggunakan antena yang ukurannya kecil, *low cost*, daya yang rendah, serta kompleksitas yang rendah sebagai perangkat yang digunakan untuk mendukung terciptanya jaringan wireless yang ada. Hal inilah yang kemudian menjadi dasar dari banyaknya riset yang dilakukan dalam mengembangkan *body worn* antena yang dapat di desain untuk bisa bekerja pada tubuh manusia yang memanfaatkan teknologi WBAN.

Adapun pengembangan *body worn* antena dengan teknologi WBAN banyak dilakukan untuk keperluan medis, salah satunya dengan membuat suatu perangkat *medical* sensor yang mampu meningkatkan kemampuan dokter dalam memantau kondisi pasiennya dalam jarak yang jauh, sehingga memungkinkan pasien memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas di luar rumah sakit tanpa harus berlama-lama dirawat di rumah sakit dalam masa *medical treatment*.

Dalam menentukan perangkat yang akan secara langsung berinteraksi dengan tubuh manusia tentunya diperlukan suatu ketelitian yang sangat tinggi disertai dengan

beberapa pertimbangan akan beberapa kemungkinan yang terjadi. Antena yang digunakan hendaknya mampu memberikan kenyamanan serta tidak memberikan dampak yang negatif terhadap penggunanya. Adapun bahan plaster yang notabennya merupakan salah satu bahan yang biasa digunakan untuk keperluan medis merupakan suatu bahan yang umum digunakan dan mudah tersedia, sehingga dapat dimungkinkan untuk digunakan dalam perancangan antena dalam komunikasi *on-body* pada WBAN.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perancangan antena pada frekuensi 2.45 GHz<sup>[4]</sup> dengan menggunakan bahan *mefix* plaster sebagai substrat, dengan menggunakan patch rectangular yang menggunakan bahan copper tape. Adapun agar dapat lebih mudah diintegrasikan dengan perangkat yang mendukung komunikasi WBAN, maka diperlukan desain antena yang lebih *simple*, nyaman serta aman pada tubuh manusia, maka pada tugas akhir ini difokuskan akan mendesain suatu antena yang dapat fleksibel dengan menggunakan substrat *hypafix* plaster beserta strip monopul sebagai patch antena.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Perbedaan pengaruh tubuh saat antena yang di desain dengan kondisi *free space* diletakkan pada permukaan tubuh.
2. Pengaruh posisi serta jarak antena pada tubuh terhadap perubahan parameter antena.
3. Pengaruh daya yang diradiasikan oleh antena terhadap tubuh.
4. Melakukan pengujian parameter antena yang telah dibuat kemudian membandingkan dan menganalisis hasil pengukuran dengan hasil simulasi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Dapat menganalisis pengaruh tubuh terhadap beberapa parameter antenna berupa VSWR, impedansi input, gain, *bandwidth*, serta pola radiasi.
2. Dapat mengetahui pengaruh lokasi dan jarak antenna pada tubuh terhadap perubahan yang terjadi pada beberapa parameter antenna yang ada.
3. Dapat menganalisis pengaruh radiasi antenna terhadap tubuh melalui hasil simulasi perhitungan SAR menggunakan simulator CST Microwave Studio.
4. Mampu membandingkan dan menganalisis parameter-parameter *body worn* antenna antara hasil pengukuran dengan simulasi.

#### 1.4 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengukuran antenna dilakukan pada free space dan *on body* .
2. Phantom yang digunakan untuk simulasi menggunakan Voxel Model yang memodelkan tubuh manusia dengan konstanta dielektrik tertentu pada frekuensi 2.45 GHz untuk perhitungan SAR, sementara phantom yang digunakan untuk melihat parameter lainnya menggunakan phantom kotak dengan beberapa lapisan jaringan yang ada pada tubuh.
3. Perhitungan SAR hanya dilakukan dalam simulasi menggunakan CST Microwave Studio.
4. Tidak membahas topik mendalam selain antenna, seperti sensor serta jaringan yang berkaitan dengan konsep menyeluruh pada komunikasi WBAN.
5. Tidak membahas parameter antenna berupa polarisasi, dikarenakan polarisasi dipengaruhi oleh kanal propagasi pada suatu link komunikasi, pada komunikasi WBAN, terdapat beberapa komunikasi, sehingga perlu pengukuran lebih spesifik dengan metode yang berbeda untuk masing-masing bentuk komunikasi.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan pembelajaran dari sumber bacaan yang mendukung pengerjaan tugas akhir ini. Adapun referensi yang digunakan meliputi buku, jurnal, paper, laporan penelitian sebelumnya yang terkait dengan antenna *strip monopole* untuk *portable device* serta perkembangan teknologi WBAN.

## 2. Perancangan dan simulasi

Perancangan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu melakukan perhitungan matematis berdasarkan teori untuk membuat desain awal, kemudian dilakukan proses simulasi dan optimasi parameter *body worn* antenna *strip monopole* menggunakan CST Microwave Studio dengan cara mengubah ukuran desain komponen penyusunnya agar mendapatkan hasil yang optimum.

## 3. Pabrikasi

Proses pabrikasi dilakukan membuat antenna secara manual menggunakan baha substrat yang terbuat dari *hypafix* plaster *strip monopole* yang menggunakan *copper tape* sebagai patch antenna dengan ukuran yang diperoleh dari optimasi yang telah dilakukan saat simulasi.

## 4. Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan *network analyzer* untuk mengukur parameter-parameter antenna (VSWR input, *gain*, impedansi, polas radiasi, serta *return loss*).

## 5. Analisis

Analisis dilakukan setelah proses perancangan, realisasi, dan pengukuran dilakukan. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori dan hasil simulasi. Setelah dibandingkan kemudian dianalisis untuk setiap penyimpangan yang terjadi, dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.

## 6. Penyusunan laporan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis, hasil keluaran plaster antenna yang didapat ditulis dalam bentuk laporan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Bagian pendahuluan merupakan uraian dari latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II Landasan Teori**

Bab ini membahas tentang konsep dasar antenna, antenna *strip monopole*, *body worn* antenna, serta dasar teori yang mendukung dan melandasi permasalahan yang akan diteliti.

### **BAB III Perancangan dan Realisasi**

Bab ini membahas tentang perancangan *body worn strip monopole* antenna dengan simulasi menggunakan *software* CST Microwave Studio.

### **BAB IV Pengukuran dan Analisis**

Bab ini berisi tentang pengukuran *body worn* antenna *strip monopole* yang disertai dengan analisis perbandingan hasil antara kondisi *free space* dengan *on-body* yang didapat dari pengukuran *prototype* yang dibuat dengan simulasi berdasarkan *software*.

### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini membahas kesimpulan-kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan tugas akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, berdasarkan seluruh proses perancangan dan realisasi antenna dengan menggunakan copper tape sebagai *strip monopole* dan *hypafix plaster* sebagai substrat untuk komunikasi *wireless body area network*, adalah sebagai berikut:

1. Panjang strip monopole mempengaruhi pergeseran frekuensi saat antenna dengan ukuran free space di 2.45 GHz diletakkan pada tubuh yang merupakan lossy medium.
2. VSWR yang dihasilkan saat antenna berada dalam kondisi free space maupun on-body memiliki nilai  $\leq 1.5$ , dimana saat antenna diletakkan pada tubuh VSWR yang dihasilkan semakin bagus karena dipengaruhi oleh tubuh yang menyebabkan impedansi input menjadi rendah sehingga saat antenna *free space* dengan impedansi input yang lebih tinggi menyebabkan terjadi kondisi yang match sehingga VSWR yang dihasilkanpun semakin bagus.
3. Pada saat antenna diletakkan dalam kondisi *bending* maka VSWR yang dihasilkan akan semakin besar, oleh karena itu antenna sebaiknya ditempel pada permukaan tangan yang rata.
4. Gain yang didapat berdasarkan hasil pengukuran yaitu sebesar 2.978 dB saat antenna berada dalam kondisi *free space*, sementara itu ketika berada di tangan gain yang dihasilkan sebesar 5.276 dB. Untuk kondisi di tangan terjadi perbedaan yang cukup signifikan antara hasil pengukuran dan simulasi, dimana gain yang seharusnya terjadi saat simulasi yaitu -13.08 akibat pengaruh tubuh disertai struktur *groundplane* yang tidak penuh. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh gain yang positif saat posisi antenna diberi jarak dari tubuh minimal 8 mm dari tubuh.

5. Nilai impedansi input antenna pada tubuh menyebabkan kondisi antenna lebih match dibandingkan saat dalam kondisi free space.
6. Karakteristik pola radiasi antenna yang diperoleh pada tugas akhir ini menyebar ke segala arah (omnidireksional) , namun terlihat sedikit back lobe pada kondisi *free space*. Sementara itu saat antenna berada di tangan pola radiasi yang terbentuk mendekati unidireksional. Hal ini disebabkan oleh struktur antenna yang memiliki *groundplane* yang parsial sehingga adanya tubuh mengakibatkan terjadinya pantulan yang membuat direktivitas antenna semakin besar, sehingga pola yang terbentuk cenderung unidireksional.
7. Pengaruh posisi antenna pada tubuh diantaranya disimulasikan dan diukur pada tangan, lengan, dan kaki, dimana posisi ini mempengaruhi frekuensi kerja dan *bandwidth impedance*. Adapun yang menunjukkan performansi terbaik pada 2.45 GHz yaitu saat antenna diletakkan pada tangan.
8. Hasil simulasi SAR menunjukkan total daya yang diserap sebesar 0.48 W dengan total SAR 1 gram yang diperoleh sebesar 0.43 W/kg, hasil ini sudah memenuhi standar yang diterapkan oleh Amerika sehingga diizinkan untuk digunakan pada tubuh. Adapun SAR yang dihasilkan pada rentang frekuensi ISM dengan mengambil sampel pada frekuensi 2.4 GHz dan 2.483 GHz diperoleh nilai SAR yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan saat frekuensi 2.45 GHz, sehingga memiliki nilai sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi antenna yang lebih baik lagi, maka beberapa hal yang akan menjadi saran untuk penelitian berikutnya tentang antenna plaster untuk komunikasi *wireless body area network* antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menganalisis pengaruh material yang digunakan pada substrat terhadap parameter antenna apabila terjadi *bending*

terhadap parameter antenna lainnya berupa impedansi, *return loss*, pola radiasi, serta gain.

2. Kedepannya jenis antenna yang digunakan dapat dibuat lebih *compact* sehingga bisa lebih mudah jika diintegrasikan dengan perangkat lainnya untuk dapat mengimplementasikan sebuah aplikasi menggunakan WBAN.
3. Pengukuran dilakukan di suatu ruangan yang benar-benar memenuhi syarat pengukuran seperti *anechoic chamber*.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat menganalisis pengaruh tubuh terhadap polarisasi antenna dengan membandingkan diantara jenis komunikasi *on-body*, *in-body* serta *off-body*.
5. Kerapihan dan proses pemasangan konektor dengan menggunakan pasta silver dan proses pengovenan yg baik perlu menjadi perhatian khusus pada saat akan mulai melakukan pengukuran.
6. Material yang digunakan untuk membuat *patch/ strip* maupun substrat yang digunakan dapat diganti dengan material lain untuk menganalisis perbedaan parameter antenna yang di dapat akibat adanya perbedaan jenis material.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alomainy, Akram, and Yang Hao.2007. *Antennas for Wearable Devices*.Antennas for portable Devices, p.204-243.
- [2]. A. Alomainy et al. 2007. *Statistical analysis and performance evaluation for on body radio propagation with microstrip patch antenna*. IEEE Trans. on Antennas and Prop., vol. 55, no. 1, pp. 245- 248.
- [3]. Augustine, Robin. 2009. *Electromagnetic modelling of human tissues and its application on the interaction between antenna and human body in the BAN context*. Universite Paris-Est.
- [4]. Balanis, Constantine A, 1982, *Antenna Theory: Analysis and Design*, New York : Harper & Row PubisherInc.
- [5]. Conway, G. A. and W. G. Scanlon. 2009. *Antennas for over-body-surface communication at 2.45 GHz*. IEEE Trans. on Antennas and Propagation, Vol. 57, No. 4, 844.
- [6]. E. Reusens et al. 2009. *Characterization of on-body communication channels and energy efficient topology design for wireless body area networks*. IEEE Trans. On Information Tech. in Biomedicine, vol. 13, no. 6, pp. 933-945.
- [7]. G. A. Conway and W. G. Scanlon. 2009. *Antennas for over-body-surface communication at 2.45 GHz*. IEEE Trans. on Antennas and Prop.,vol. 57, no. 4, pp. 844-855.
- [8]. Garg, R., P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon.2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House Publishers.
- [9]. H. A. Rahim, F. Malek, I. Adam, S. Ahmad, N. B. Hashim and P. S. Hall. 2012. *Design and Simulation of a Wearable Textile Monopole for Body Centric Wireless Communications*. Moscow : in *Proc. of Progress in Electromagnetics Research Symp. (PIERS)* pp. 1381-1384.

- [10]. Hall, Peter S, and Yang Hao.2008. *Wearable Antennas for Body Area Networks*. Microstrip and Printed Antennas: News Trends, Techniques and Applications, p.183-209.
- [11]. Hasliza A. Rahim, Fareq Malek, Ismahayati Adam, Ahmad Sahadah, Nur B. M. Hashim, Nur A. M. Affendi, Azuwa Ali, Norshafinash Saudin, and Latifah Mohamed. 2012. *Investigation of a Wearable Textile Monopole Antenna on Specific Absorption Rate at 2.45 GHz*. World Academy of Science, Engineering and Technology.
- [12]. Khan, Mohammad Monirujjaman. 2012. *Antenna and Radio Channel Characterisation for Low-Power Personal and Body Area Networks*. Queen Mary, University of London.
- [13]. Kellomaki,T, W.G. Whittow, J.Heikkinen, and L.Kettunen. 2009. *Bendable Plaster Antenna for 2.45 GHz Applications*. Proceedings Loughborough Antennas and Propagation (LAPC).
- [14]. Kellomaki,T, W.G. Whittow, J.Heikkinen, and L.Kettunen. 2009. *2.4 GHz Plaster Antennas for Health Monitoring*. Proceedings of European Conference on Antennas and Propagation, p. 211-215.
- [15]. Kraus, J. D., R. J. Marhefka, and A. S. Khan. 2006. *Antennas for All Applications*, 3rd edition. New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- [16]. Locher, I., M. Klemm, T. Kirstein, and G. Troster. 2006. *Design and characterization of purely textile patch antennas*. IEEE Trans. on Advanced Packaging, Vol. 29, No. 4, 777.
- [17]. P. S. Hall. 2007. *Antennas challenges for body centric communications*. In Int. Workshop on Antenna Tech.: Small and Smart Antennas Metamaterials and Applications (IWAT'07), pp. 41-44.
- [18]. P. S. Hall and Y. Hao. 2006. *Antennas and propagation for body centric communications*. In 1st European Conf. on Antennas and Prop. (EuCAP), pp. 1-7.

- [19]. Reusens, E., et al. 2009. *Characterization of on-body communication channels and energy efficient topology design for wireless body area networks.* " IEEE Trans. On Information Technology in Biomedicine, Vol. 13, No. 6, 933.
- [20]. Riyadi, Taufik Prihananto. 2013. *Desain Dan Realisasi Butler Matrix 4x4 Dual Phase Shifter Dengan Metode Pin Diode Switched Line.* Tugas akhir S1 Teknik Telekomunikasi IT Telkom, Bandung.
- [21]. Salomen, P. and H. Hurme. 2003. *A novel fabric WLAN antenna for wearable applications.* Proceedings of IEEE APS International Symposium, Vol. 2, 700.
- [22]. Salonen, P. and Y. Rahmat-Samii. 2007. *Textile antennas: Effects of antenna bending on input matching and impedance bandwidth.* IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 22, No. 3, 10.
- [23]. Sankaralingam, S. and B. Gupta. *A novel technique for determination of dielectric constant of fabric materials for wearable antennas.* Proceedings of International Conference on Near-Field Charact.
- [24]. Tim, 2009, *Modul Praktikum Antena dan Propagasi S 1 Teknik Telekomunikasi,* LaboratoriumAntena IT Telkom. Bandung.
- [25]. Vuorela, T, J.H annik ainen, and J.Vanhala. 2008. *Plaster like Physiological Signal Recorder- Design Process, Lesson learned.* Proceedings of the Ambience 08 Smart Textiles- Technology and Design, Boras, Sweden.p.89-96.
- [26]. Wnuk, M. T., M. Bugaj, R. Przesmycki, L. Nowosielski, and K. Piwowarczyk. 2012. *Wearable antenna constructed in microstrip technology.* Malaysia: PIERS Proceedings, 67.
- [27]. Yogaswara, I Made Aditya. 2012. *Perancangan, Simulasi, Dan Realisasi Antena Fleksibel Untuk Aplikasi Komunikasi Radio Militer Pada Frekuensi 2350 MHz.* Tugas akhir S1 Teknik Telekomunikasi IT Telkom, Bandung.