

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA TEKSTIL *BODY CENTRIC* UNTUK KOMUNIKASI WBANs

DESIGN AND REALIZATION OF *BODY CENTRIC* TEXTILE ANTENNA FOR WBANs COMMUNICATION

Merghita, Zahrah Y.¹, Heroe Wijanto², Bambang Setia Nugroho³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

1merghita48@gmail.com, 2heroe@telkomuniversity.ac.id, 3bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi komunikasi *wireless* merupakan bagian penting dalam perkembangan sistem komunikasi generasi ke-4. Dan salah satu dari teknologi yang dikembangkan saat ini adalah *Body Centric Wireless Communications* (BCWCs). Teknologi BCWCs yang dipakai pada tugas akhir ini adalah *Wireless Body Area Networks* (WBANs). Dan pada perkembangannya kini antenna tidak hanya berbentuk seperti antenna yang biasa tetapi kini sudah ada antenna yang berbahan dasar kain. Dalam merancang sebuah antenna, dilakukan studi parametrik untuk mendapatkan dimensi antenna yang bisa bekerja pada frekuensi UWB dan bisa digunakan untuk komunikasi BCWCs. Jenis antenna yang digunakan adalah *microstrip patch hexagonal*, pada bagian substrat digunakan bahan aramid fabric dan untuk patch dan *groundplane* menggunakan bahan tekstil *zelt electro fabric*. Selain itu antenna *body centric* ini juga menggunakan *phantom* dalam simulasi untuk menggantikan bagian-bagian tubuh manusia seperti *skin, fat, muscle*, dan *bone* yang berdekatan dengan antenna. Tugas akhir ini membahas tentang bagaimana hasil simulasi dan pengukuran parameter antenna berdasarkan bahan antenna tekstil dan bagaimana pengaruh tubuh terhadap performansi antenna pada jarak tertentu. Parameter yang akan dilihat adalah VSWR, impedansi, pola radiasi, dan gain. Simulasi dilakukan dalam software CST Microwave Studio. Perancangan dan simulasi antenna tekstil *body centric* menghasilkan antenna yang bisa diaplikasikan untuk komunikasi WBANs yang bekerja pada rentang frekuensi UWB. Hasil yang didapatkan dalam tugas akhir ini meliputi frekuensi kerja sebesar (3.1 - 10.6) GHz, bandwidth selebar 7.5 GHz, $VSWR \leq 2$, impedansi input mendekati 50 Ω , gain sebesar 3.914 dBi di frekuensi center yaitu 6.85 GHz pada pengukuran antenna saat dekat 2 mm dari tubuh manusia, memiliki polarisasi elips dan pola radiasi omnidirectional.

Kata kunci : **antena tekstil *body centric*, mikrostrip patch hexagonal**

ABSTRACT

Wireless communication technology becomes an important part in communication system fourth generation. One of the technology that developed at this point is Body Centric Wireless Communications (BCWCs). BCWCs technology that used in this final project is WBANs (Wireless Body Area Networks). In this final project has been design and simulation body centric textile antenna. In designing this antenna, study parametric need to done to get dimensions of antenna which can work on range frequency UWB and can be employed for application BCWCs. In design of this antenna made by metallic material replaced in textile material that can be used to design antenna. The type of antennas which used is hexagonal patch microstrip, antenna design using aramid fabric to replaced dielectric material in substrate and for patch and groundplan used zelt to replaced cooper. In this final project the human body replaced with a model phantom consisting of several layers of human body, like skin, fat, muscle and bone. In this final project discuss about how about result of simulation and antenna parameter measurement and how about the influence from human body to antenna performance. The parameters is VSWR, impedance, radiation pattern and gain. Process simulation in software CST Microwave Studio. Design and simulation body centric antenna produce the antenna which can be applied to communication WBANs and have a range frequency of UWB. The result that got from this final project include frequency (3.1 – 10.6) GHz, $VSWR \leq 2$ and impedance almost 50 Ω , gain result in 6.85 GHz when antenna 2 mm from human body is 3.914 dBi, has elips polarization, and omnidirectional radiation pattern.

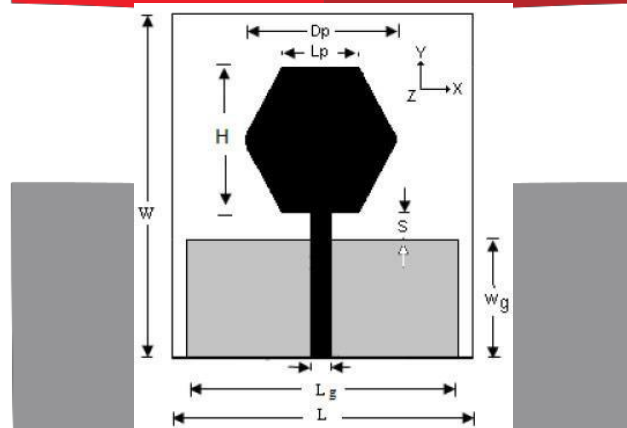
Keyword : *body centric textile antenna, hexagonal patch microstrip*

I. Pendahuluan

Ada beberapa teknik dalam penempatan sensor (Body Centric Wireless Network) pada tubuh manusia yaitu ada yang ditempatkan di dekat tubuh manusia dan di dalam tubuh manusia. Konsep BCWCs terdiri dari WBANs (Wireless Body Area Networks), WPANs (Wireless Personal Area Networks), dan BSNs (Body Sensors Networks). Pemasangan sensor tersebut juga dibagi menjadi on-body, in-body dan off body. Beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika melakukan desain terhadap antenna body centric, antara lain cost-effective, pemakaian daya rendah sehingga baterai bisa awet, dan yang paling penting adalah efek yang dirasakan oleh tubuh manusia terhadap parameter antenna serta kanal propagasi yang dihasilkan. Antena merupakan komponen esensial dalam BCWCs. Ketika antena ditempatkan dalam atau dekat dengan tubuh (lossy medium) memiliki performansi berbeda dengan antena yang ditempatkan dalam keadaan *free space*. Hal tersebut disebabkan karena gelombang datang yang merambat mengalami redaman (atenuasi) yang besar sebelum sampai ke penerima. Pada Tugas Akhir bertujuan untuk mengembangkan antena body centric dengan frekuensi 3.1 GHz - 10.6 GHz untuk komunikasi WBANs dengan mengganti bahan pembuatnya, yaitu dengan bahan tekstil. Bahan Zelt (copper fabric) untuk patch dan groundplane dan aramid fabric untuk substrat. Kemudian akan dilakukan analisis terhadap karakteristik antena jika antena tersebut didekatkan pada tubuh manusia dan jika terjadi deformasi/ melengkung. Adapun karakteristik yang diamati yaitu VSWR, impedansi, gain, dan pola radiasi.

II. Dasar Teori

2.1 Dimensi Antena Mikrostrip Patch Hexagonal



Gambar 1 Antena Mikrostrip Patch Hexagonal^[10]

Untuk mencari dimensi antena mikrostrip (W dan L) dibutuhkan parameter tebal dielektrik substrate (h), konstanta dielektrik (ϵ), tebal konduktor (t) dan rugi-rugi bahan, r

1. Menghitung L dan W

$$L = \frac{\epsilon}{2\sqrt{\epsilon r + 1}} \quad (2.4)$$

$$W = \sqrt{3L} \quad (2.5)$$

2. Menghitung Frekuensi lower band pada antena UWB

$$f = \frac{c}{L(\epsilon r + 1)} \quad (2.6)$$

3. Menentukan H , r dan p untuk mencari frekuensi dengan rumus seperti diatas

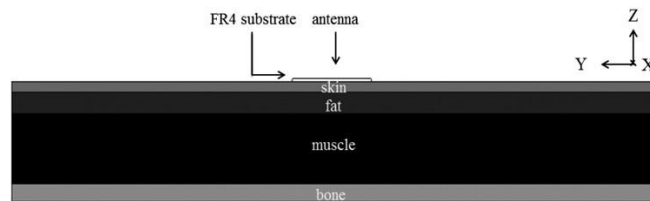
$$r = \frac{3Lp}{4\pi} \quad (2.7)$$

$$H = \sqrt{3Lp} \quad (2.8)$$

$$Lp = 2Lp \quad (2.9)$$

2.2 Phantom

Phantom adalah pengganti model tubuh manusia yang digunakan pada saat simulasi.



Gambar 2 inhomogeneous phantom[7]

Pada tugas akhir ini simulasi dilakukan pada bagian tubuh manusia yaitu tangan. Adapun besar permitivitas dan konduktivitas dari phantom pada frekuensi tengah UWB yaitu 6.85 GHz adalah sebagai berikut;

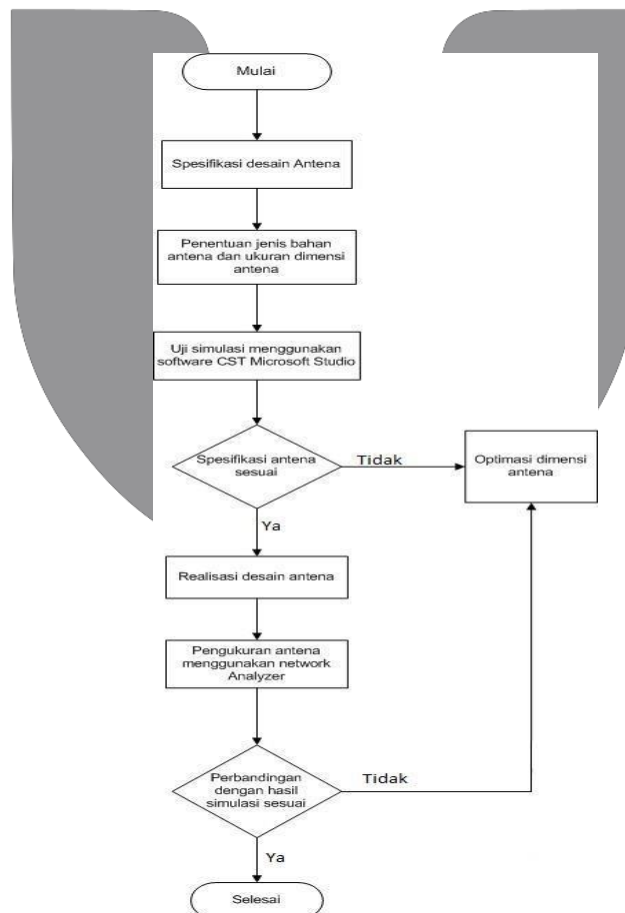
Tabel 1 Permitivitas, Konduktivitas, Dan Tebal Phantom Pada Frekuensi 6.85 GHz^[7]

Lapisan Tubuh	Permitivitas	Konduktivitas (s/m)	Tebal
Skin	34	4.1609	0.6 mm
Fat	5	0.32677	8 mm
Muscle	47	5.5818	15 mm
Bone	9.4543	1.2722	6.1 mm

III. Perancangan dan Simulasi

3.1 Proses Perancangan Antena

Dalam perancangan antena tekstil *body centric* dilakukan beberapa tahap yaitu tahap penentuan spesifikasi antena, tahap perancangan, dan tahap pembuatan. Lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3 Diagram Alir Proses Realisasi Antena

3.2 Penetapan Spesifikasi Antena

Tahap pertama yang dilakukan dalam perancangan antena ini adalah menentukan spesifikasi antena. Adapun spesifikasi antena tekstil body centric yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

a. Pemilihan bahan tekstil yang digunakan^[9]

Bahan patch dan groundplane Antena : Zelt (copper fabric)

Bahan Substrat : Aramid fabric

Spesifikasi dari bahan aramid fabric ini adalah sebagai berikut :

1. Permittifitas relative (ϵ_r) : 3,5
2. Permeabilitas relative (μ_r) : 1
3. Loss tangent : 0,0027
4. Ketebalan : 1,76

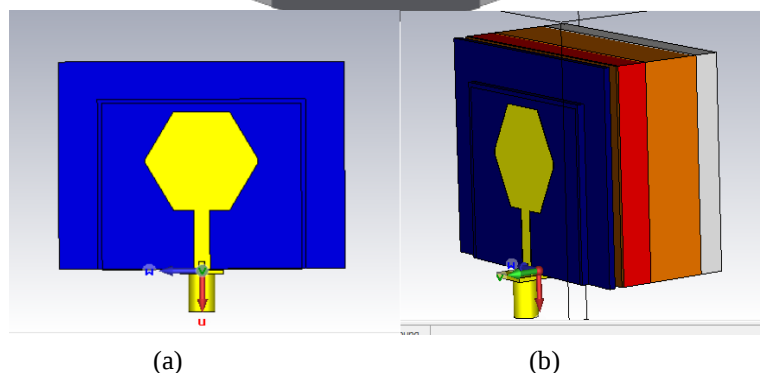
b. Spesifikasi antena tekstil body centric yang diharapkan adalah sebagai berikut :

- Frekuensi kerja : 3.1 – 10.6 GHz
- Bandwidth : 7.5 GHz
- VSWR : ≤ 2
- Impedansi : 50Ω
- Gain : Gain positif lebih direkomendasikan, namun pada antena body centric gain negative diperbolehkan. [2]
- Pola radiasi : Omnidirectional

c. Dimensi Antena Setelah Uji parametric

Tabel 2 Tabel Perbandingan Dimensi Antena Sebelum Dan Sesudah Dilakukan Studi Parametrik

No	Nama	Simbol	Ukuran (sebelum)	Ukuran (sesudah)
1.	Lebar substrat	Ws	31 mm	40.5 mm
2.	Panjang substrat	Ls	52 mm	48 mm
3.	Tebal substrat	Hs	1.59 mm	1.76 mm
4.	Diameter Patch	DP	26 mm	26 mm
5.	Height	H	22.5 mm	22.5 mm
6.	Tebal patch	Hp	0.035 mm	0.11 mm
7.	Panjang groundplane	Wg	13.5 mm	13 mm
8.	Lebar groundplane	Lg	28 mm	46 mm
9.	Tebal groundplane	Hg	0.035 mm	0.11 mm
10.	Panjang feedline	Lf	14 mm	14 mm
11.	Lebar feedline	Wf	3 mm	3.8 mm



Gambar 4 (a) Antena Microstrip Patch Hexagonal pada Kondisi Free Space Setelah Dilakukan Uji Parametrik, (b) Antena Microstrip Patch Hexagonal Berada 2mm dari Phantom

3.3 Realisasi Antena

Setelah melakukan simulasi pada software CST Microsoft Studio maka dilakukan pabrikan dari dimensi yang didapat saat simulasi. Pabrikan pun memakai bahan tekstil yang sudah ditentukan.

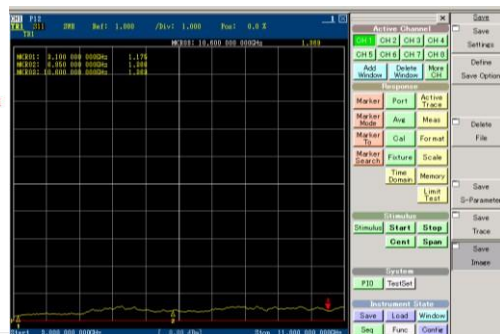
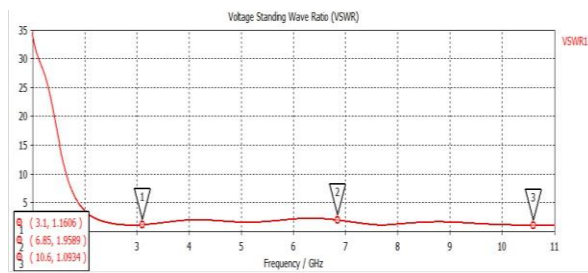


Gambar 5 Realisasi Antena Tekstil Body Centric

VI. Pengukuran dan Analisis

Pengukuran dilakukan pada medan dekat dan medan jauh. Pengukuran medan dekat menggunakan perangkat Network Analyzer untuk melihat nilai VSWR, bandwidth, impedansi, pola radiasi dan gain antena.

4.1 VSWR



Gambar 6 (a) Grafik VSWR Pada Frekuensi (3.1 – 10.6) GHz di *Free Space*, (b) VSWR Antena pada Frekuensi (3.1-10.6) GHz saat *Free Space*

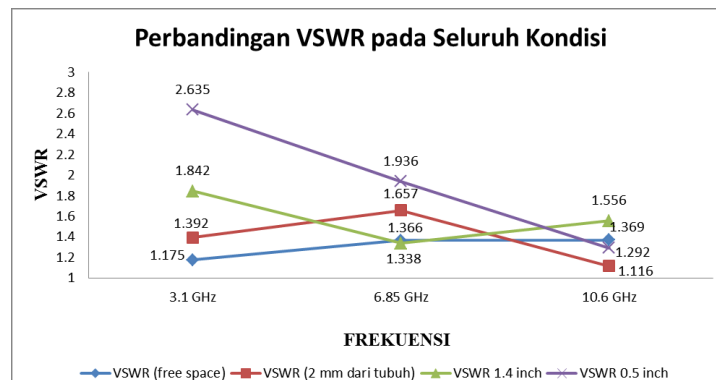


Gambar 7 (a) Grafik VSWR Pada Frekuensi (3.1 – 10.6) GHz, (b) VSWR Antena pada Frekuensi (3.1-10.6) GHz saat Berada Pada Phantom/Tubuh Manusia Sejah 2 mm

Setelah melihat gambar hasil perbandingan antara VSWR saat simulasi dan saat pengukuran yang dilakukan pada dua kondisi yaitu saat free space, saat berada dekat phantom/ tubuh manusia sejauh 2mm, dan VSWR saat antena melengkung sebesar permukaan pipa 1.4 inch dan 0.5 inch. kini dapat dilihat hasil data perbandingan yang lengkap sebagai berikut;

Tabel 3 Perbandingan Seluruh VSWR Pengukuran dan Simulasi Antena pada Seluruh Kondisi

FREKUENSI	VSWR Pengukuran				VSWR Simulasi	
	Free Space	Dekat Phantom 2 mm	Melengkung 1.4 inch	Melengkung 0.5 inch	Free Space	Dekat Phantom 2 mm
3.1 GHz	1.175	1.392	1.842	2.635	1.160	1.297
6.85 GHz	1.366	1.657	1.338	1.936	1.908	1.653
10.6 GHz	1.369	1.116	1.556	1.292	1.034	1.218

**Gambar 8 Grafik Perbandingan Nilai VSWR pada Seluruh Kondisi yang dianalisis**

4.2 Impedansi

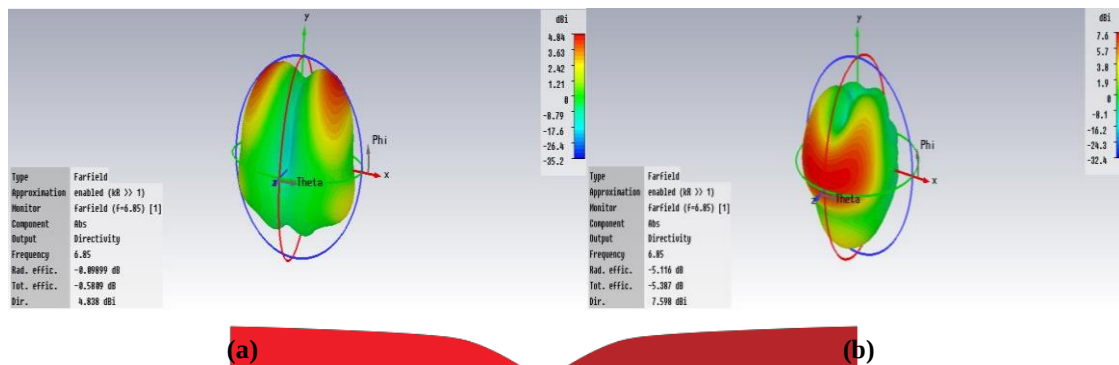
Tabel 4 Perbandingan Impedansi Hasil Pengukuran Dengan Simulasi Di Free space

Frekuensi (GHz)	Impedansi Simulasi	Impedansi Pengukuran
3.1	46.42 + j 5.69	44.511 + j3.172
6.85	62.14 - j 36.85	58.954 - j11.833
10.6	47.03 + j 2.03	67.643 + j5.071

Tabel 5 Perbandingan Impedansi Hasil Pengukuran dan Simulasi Antena Pada Jarak 2 mm Dari Tubuh

Frekuensi (GHz)	Impedansi Simulasi	Impedansi Pengukuran
3.1	53.96 + j13.36	40.365+j7.744
6.85	84.17 - j2.78	75.777-j3.274
10.6	44.86 + j7.18	55.677+j1.184

4.3 Gain



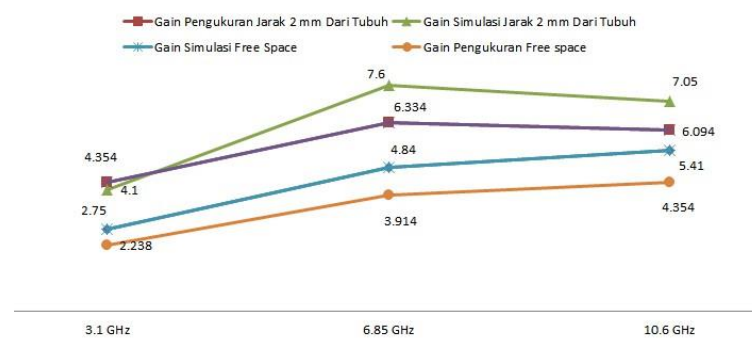
Gambar 9 (a) Gain Antena pada Frekuensi 6.85 GHz saat Free Space, (b) Gain Antena Pada Frekuensi 6.85 GHz saat Berada Dekat Phantom Sejauh 2mm

Gambar diatas merupakan hasil gain saat simulasi dimana frekuensi yang diambil adalah 6.85 GHz. Namun adapun data hasil gain pada titik frekuensi sampel yang lain yang akan dicantumkan pada table 4.6 beserta perbandingan hasil gain saat simulasi dan pengukuran

Tabel 6 Perbandingan Gain Antena Saat Simulasi Dengan Pengukuran Pada Rentang Frekuensi (3.1-10.6) Di Free space Dan Saat Jarak 2 mm Dari Tubuh

Frekuensi (GHz)	Gain Simulasi Free space	Gain Pengukuran Free space	Gain Simulasi Jarak 2 mm Dari Tubuh	Gain Pengukuran Jarak 2 mm Dari Tubuh
3.10	2.75	2.238	4.1	4.354
6.85	4.84	3.914	7.6	6.334
10.6	5.41	4.354	7.05	6.094

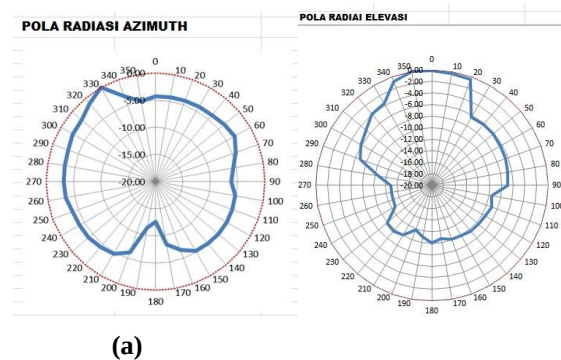
GAIN ANTENA SAAT SIMULASI DAN PENGUKURAN PADA SEMUA KONDISI



Gambar 10 Grafik Perbandingan Gain Antena Saat Simulasi Dengan Pengukuran Pada Frekuensi (3.1-10.6) GHz di Free space dan Saat Jarak 2 mm Dari Tubuh

4.4 Pola Radiasi

Untuk pola radiasi dianalisis pada frekuensi tengah dari rentang frekuensi kerja yaitu frekuensi 6.58 GHz



Gambar 10 Perbandingan Pola Radiasi Saat Simulasi dan Pengukuran Pada Frekuensi 6.85 GHz Saat Jarak 2 mm Dari Tubuh (a) Elevasi (b) Azimuth

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Antena mikrostrip *patch* hexagonal berbahan tekstil yaitu cooper fabric untuk bagian patch dan aramid fabric untuk bagian substrat yang dirancang pada Tugas Akhir ini bisa beroperasi sebagai antena *receiver* pada rentang frekuensi (3.1–10.6) GHz dan memiliki bandwidth sebesar 7.5 GHz. Mampu beroperasi dengan baik meskipun didekatkan dengan tubuh manusia sejauh 2 mm dan memiliki tingkat fleksibilitas yang bagus, karena masih mampu beroperasi dengan baik saat antena melengkung sebesar permukaan pipa berukuran 1.4 inch. Namun pada saat melengkung sebesar permukaan pipa yang berukuran 0.5 inch antena memiliki performansi yang kurang baik, karena pada frekuensi 3.1 GHz terdapat $VSWR \geq 2$, yaitu sebesar 2.635. Nilai Impedansi input antena sudah cukup mendekati 50 ohm, dan gain antena yang didapatkan bernilai positif semua. Maka dapat disimpulkan bahwa antena tekstil body centric ini layak untuk di buat dan beroperasi sebagai antena *receiver* pada komunikasi WBANs dengan frekuensi kerja 3.1 GHz- 10.6 GHz.

Daftar Pustaka

- [1] Salvado Rita, "Textile Material For the Design of Wearable Antennas : A Survey", Institute of Telecommunication, Portugal.
- [2] Monirujjaman Khan, Mohammad, "Antenna and Radio Channel Characterisation for Low-Power Personal and Body Area Networks", Thesis, United Kingdom : Queen Mary, University of London, February 2012.
- [3] Hall, P.S, "Antenna And Propagation For Body Centric Communications", University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, UK.
- [4] Ramna, "Design of Rectangular Microstrip Patch Antenna using Particle Swarm Optimization", University Collage of Engineering, India.
- [5] Augustine, Robin, "Modelisation Electromagnetique Des Tissus Humains: Application Aux Interactions Entre Le Corps Humain Et Les Antennes Dans Le Contexte Des Reseaux Ban", These, Universite Paris-Est, 2009.
- [6] Sun., Y.Y., W.Cheung, and T.I Yuk, "Planar Monopole Ultra-Wideband with Different Radiator Shapes for Body-centric Wireless Networks", Hongkong, China : The University of Hong Kong, 2012.
- [7] Tuovinen Tommi, Markus Berg, Kanya Yekeh Yazdandoost, and Jari Iinatti, "Ultra Wideband Loop Antenna On Contact With Human Body Tissues", Oulu, Finland, University of Oulu, 2012.
- [8] Hapsari Puji Nuraini, "Perancangan dan Realisasi Antena Body Centric untuk Komunikasi WBANs Pada Range Frekuensi (3.1 - 10.6) GHz", Universitas Telkom, 2014.

- [9] Septrina Imelda, “Perancangan dan Realisasi Antena Tekstile untuk Komunikasi antar Pasukan Pemadam Kebakaran”, Universitas Telkom, 2014.
- [10] J. Microw. Optoelectron. Electromagn, “Microstrip feed spanner shape monopole antennas for ultra wide band applications”, Appl. vol.12 no.1, June 2013.



