

Pengembangan Antena Fleksibel Mikrostrip Bowtie

Development of Flexible Microstrip Bowtie Antenna

Levy Olivia Nur^{1*}, Muhammad Fathan Hizbuddin², Bambang Setia Nugroho³

^{1,2,3}School of Electrical Engineering, Telkom University,
Jl Telekomunikasi, Dayeuh Kolot, Bandung, Indonesia
levyolivia@telkomuniversity.ac.id¹, hizbuddingfathan@gmail.com²,
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak – Antena mikrostrip fleksibel dengan patch bowtie dipresentasikan dalam penelitian ini. Antena berbahan fleksibel Duroid Roger 3003C dengan frekuensi 2,45 GHz telah dirancang dan diukur. Penelitian ini mengusulkan penggunaan antena dengan bahan fleksibel untuk komunikasi saat dan pasca terjadi bencana alam seperti gempa atau erupsi gunung berapi. Pada makalah ini dilakukan modifikasi dengan penambahan elemen parasitic untuk meningkatkan bandwidth dan mengefektifkan pola radiasi. Pola radiasi, gain, S-parameter, dan VSWR dievaluasi dalam kondisi normal, bend, dan on-body dengan simulasi nilai SAR. Hasil pengukuran terhadap parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa antena fleksibel patch bowtie ini dapat digunakan dalam kondisi on-body centric.

Kata kunci: antenna microstrip, fleksibel, elemen parasitic, nilai SAR

Abstract – This paper reports the development of flexible microstrip antenna. The antenna is developed using roger 3003C flexible with the frequency 2.45 GHz, which is designed and characterized its performance. The resulted antenna can be used for rescue and search communication during and after the natural disaster including earthquake and volcano eruption. In this report, the modification of antenna by adding the parasitic element is investigated to improve the bandwidth and make more effective the radiation pattern. The radiation pattern, gain, s-parameter, and VSWR are studied in several condition including normal, bend, and on-body using SAR value simulation. The measurement results of these parameters indicate that the flexible microstrip bowtie antenna can be used in on-body centric conditions.

Keywords: microstrip antenna, flexible, parasitic element, SAR value

1. Pendahuluan

Kondisi pencarian dan penyelamatan pada berbagai bencana alam yang banyak terjadi di Indonesia sering membutuhkan kecepatan dan monitoring yang terus menerus agar kebutuhan untuk tindakan penyelamatan dapat dijalankan. Kegiatan pertolongan dan evakuasi yang cepat tersebut sangatlah penting untuk menyelamatkan jiwa manusia yang terdampak bencana. Kegiatan ini biasa dilakukan oleh tim SAR atau *search and rescue*. Pada proses pencarian dan evakuasi, tim SAR menggunakan Teknik Track spacing dengan jalur pencarian tidak berdekatan, sehingga sangat dibutuhkan komunikasi yang baik antar tim untuk saling berkoordinasi satu

dengan yang lainnya. Salah satu perangkat penting pada sistem monitoring secara *real time* adalah antenna. Secara khusus jenis antenna fleksibel sangat dibutuhkan agar dapat dilekatkan pada pakaian atau tubuh manusia saat proses penyelamatan berlangsung [1].

Pada dekade terakhir ini penelitian mengenai antenna fleksibel telah berkembang dengan pesat. Antena fleksibel banyak digunakan untuk aplikasi militer, olah raga, kesehatan, dan radar. Antena fleksibel merupakan jenis antenna yang menggunakan bahan fleksibel sebagai substrat. Penggunaan bahan fleksibel pada antenna membuat antenna lebih ringkas, ringan dan tipis sehingga lebih nyaman digunakan terutama pada saat penyelamatan dan pencarian yang membutuhkan fleksibilitas tinggi. Felksibiltas yang tinggi juga dibutuhkan untuk mengidentifikasi secara langsung (*real time*) berbagai pengukuran dan monitoring untuk aplikasi pada olahraga maupun kesehatan. Antena fleksible ini akan dapat diaplikasikan pada berbagai bagian tubuh manusia [2-4]. Bagian tubuh manusia memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda sehingga perlu dilakukan proses pengujian *bending* untuk mengetahui apakah antenna dapat bekerja dengan baik pada kelengkungan tertentu, serta dilakukan uji *on-body* untuk mengevaluasi antenna pada saat pengaplikasian pada tubuh. Penelitian ini berkonsentrasi pada merancang antenna berbahan fleksibel untuk kebutuhan *wearable communication*. Pada makalah ini dilaporkan mengenai pengembangan antenna fleksibel dengan menggunakan bentuk *patch bowtie* dengan bahan substrat Roger 3003C dan tembaga sebagai konduktor. Parameter antenna yang diukur antara lain nilai *gain*, pola radiasi, VSWR, return loss, polarisasi. Pengujian antenna dilakukan dalam tiga kondisi yaitu kondisi normal, saat dibengkokkan dan *on-body*. Pengujian fleksibilitas antenna dengan membengkokkan antenna untuk membuktikan bahwa antenna fleksibel mempunyai sifat yang dinamis dan mudah di aplikasikan pada perangkat *wearable*. Pengujian *on-body* dilakukan dengan meletakkan antenna pada beberapa bagian tubuh manusia dengan hasil akhir nilai *gain*, pola radiasi dan *Spesific Absorption Ratio* yang sesuai persyaratan dan bisa diaplikasikan untuk aplikasi pencarian dan penyelamatan di frekuensi *Industrial, Scientific and Medical (ISM) 2,45 GHz*.

2. Desain Penelitian

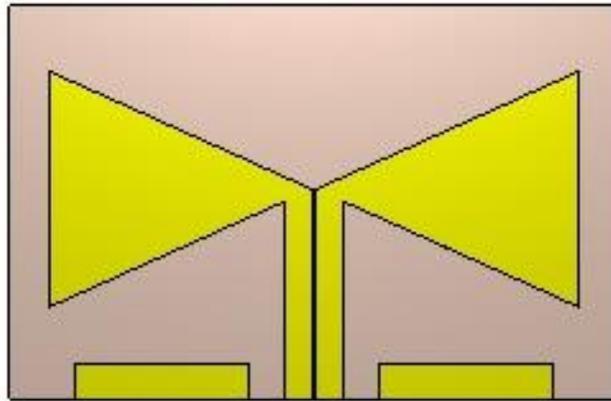
Antena yang dirancang merupakan antenna mikrostrip dengan *patch* berbentuk *bowtie* dengan menambahkan elemen parasitik disamping catuan. Antena bekerja pada frekuensi ISM Band 2.45 GHz dengan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai substrat adalah duroid roger 3003C dengan permitivitas $\epsilon_r = 3$ dan ketebalan $h = 0.75 \text{ mm}$. Antena *Patch bowtie* merupakan pengembangan dari antenna *bowtie* yang masuk dalam jenis antenna *dipole* [5]. Kelebihan bentuk *bowtie* yaitu mempunyai radiator besar dan menghasilkan frekuensi kerja yang sama pada kedua sisinya. Dimensi dari *patch bowtie* didapatkan dari persamaan (1) [6]

$$\lambda_g = \frac{c}{f_x \sqrt{\epsilon_r}}, \quad a = \frac{1}{2} \lambda_g, \quad (1)$$

dengan $\epsilon_r = 3$, $c = 3 \times 10^8$, dan $f_r = 2.45 \times 10^9$. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan dimensi antenna yang ditunjukkan pada Tabel.1 dan layout desain antenna ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Dimensi Antena *Patch Bowtie*

Dimensi	a	Wf	Lf	gap	L	W	gap'	Wc	Lc
Nilai (mm)	30,3	3	24	0.5	45	70	4.2	20	4

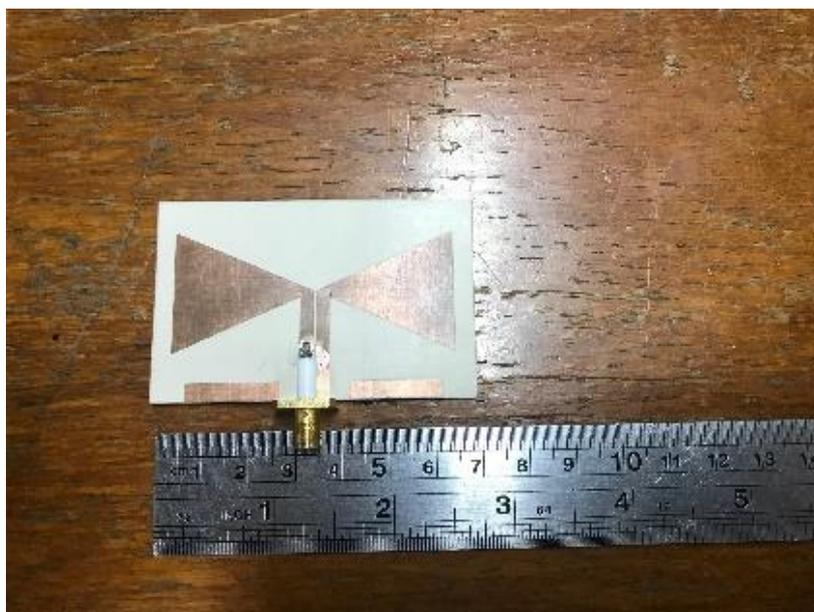


Gambar 1. *Flexible microstrip patch bowtie.*

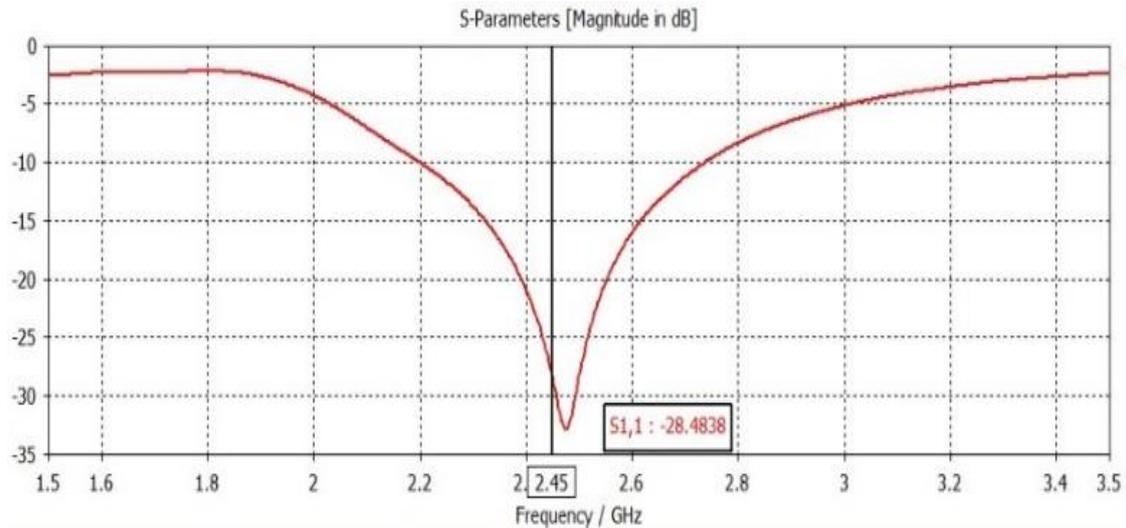
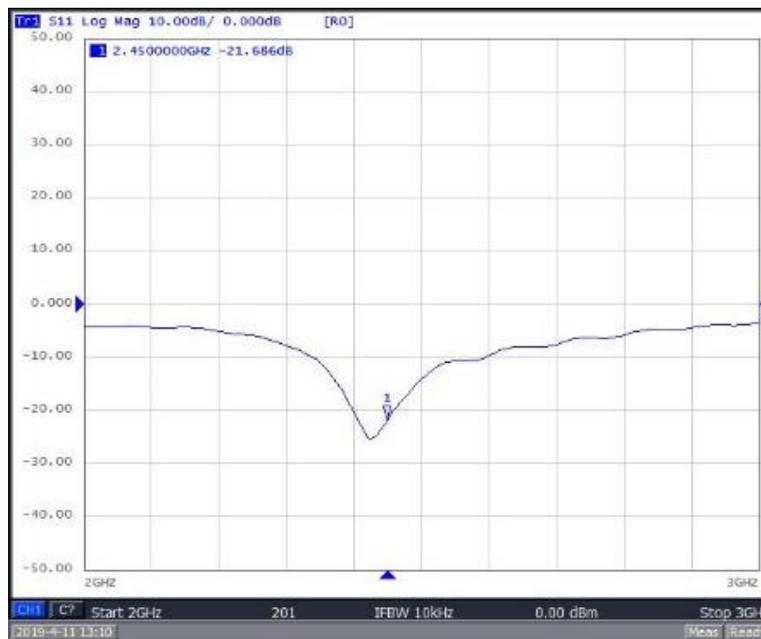
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Performansi Antena Fleksibel

Dari pengembangan antenna yang telah dilakukan maka dapat ditentukan perhitungan dengan proses simulasi, yang selanjutnya dapat dilakukan fabrikasi untuk menghasilkan purwarupa. Purwarupa hasil pabrikan antenna dapat dilihat pada Gambar 2. SMA *connector* digunakan sebagai konektor untuk catuan. Pengukuran antenna hasil fabrikasi dilakukan untuk memvalidasi hasil simulasi yang telah dilakukan. Pengukuran *return loss* dilakukan untuk melihat daerah kerja antenna, hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *return loss* yang dicapai pada frekuensi 2.45 GHz sebesar -28.48 dB dengan rentang frekuensi kerja 2.2 GHz sampai 2.68 GHz. Pengukuran *return loss* antenna pabrikan pada Gambar 4 menunjukkan nilai *return loss* pada frekuensi 2.45 GHz sebesar -21,68 GHz dengan rentang frekuensi kerja 2.34 GHz sampai 2.6 GHz. Pergeseran terjadi dari hasil simulasi dengan hasil pengukuran disebabkan faktor pabrikan, meskipun demikian hasil antara simulasi dan pengukuran pada frekuensi resonansi 2.45 GHz menunjukkan nilai yang baik.



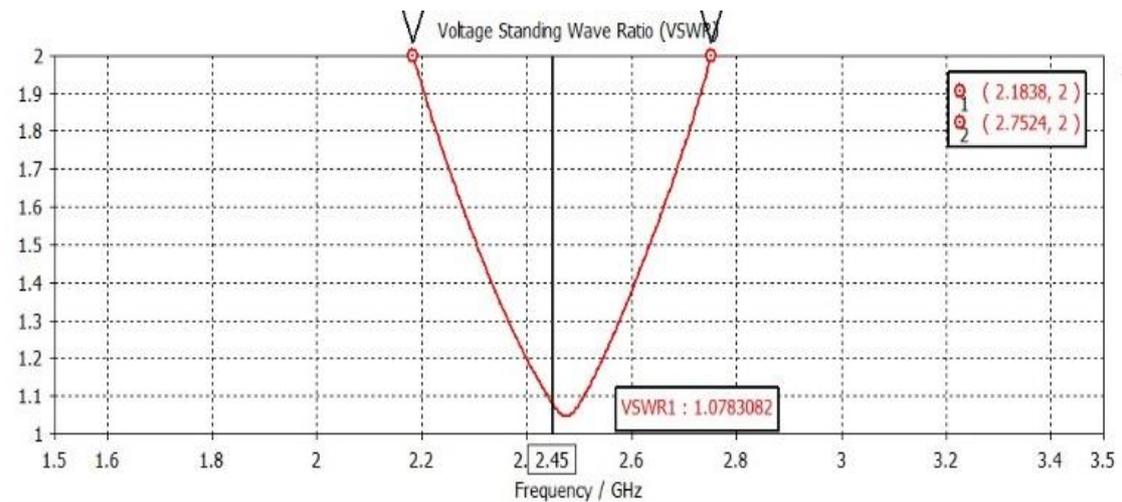
Gambar 2. Prototipe antenna fleksibel.

Gambar 3. Grafik nilai *return loss* hasil simulasi antenna fleksibel.Gambar 4. Grafik nilai *return loss* hasil pengujian antenna fleksibel.

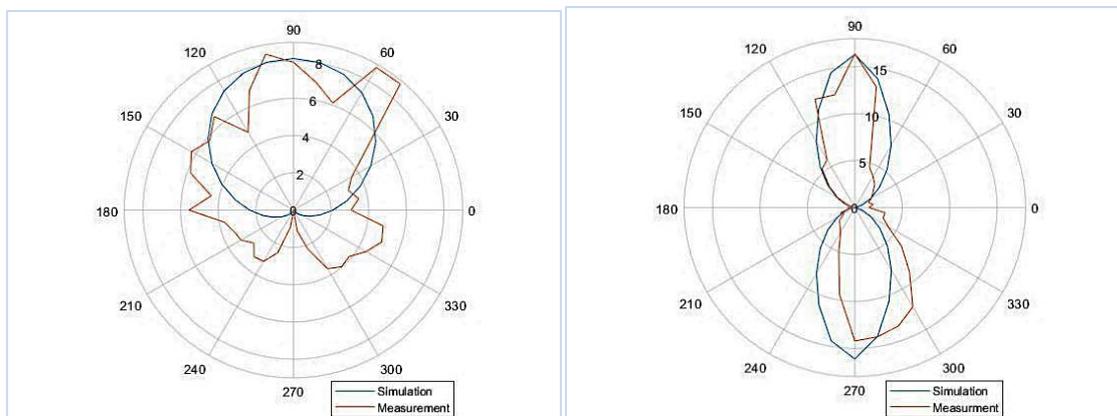
Pengukuran VSWR dilakukan menggunakan Network Analyzer dan hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil VSWR pada frekuensi resonansi 2.45 GHz terlihat baik dengan nilai 1.4 dB dengan *bandwidth* sebesar 350 MHz. Hasil pengukuran mengalami pergeseran nilai VSWR bila dibandingkan dengan hasil simulasi dengan nilai 1.07 dB seperti terlihat pada Gambar 6. Pergeseran nilai VSWR tersebut berdampak pada penurunan *bandwith* dengan nilai awal hasil simulasi sebesar 530 MHz. Pergeseran nilai tersebut disebabkan faktor konektor pada antenna purwarupa yang tidak identik dengan simulasi. Sementara itu, pola radiasi dalam E dan H-plane terlihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Nilai VSWR hasil pengukuran.



Gambar 6. Simulasi VSWR dari antenna

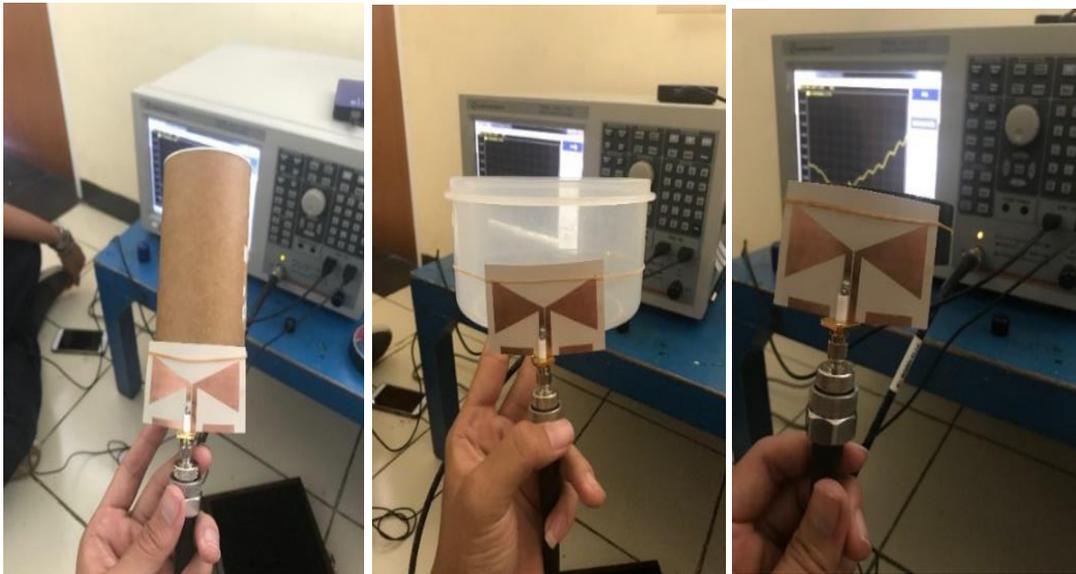


Gambar 7. Perbandingan pola radiasi hasil simulasi dan pengukuran antenna fleksibel.

Pengukuran pola radiasi dalam E dan H plane terlihat baik dibandingkan dengan simulasi. Pola radiasi antenna pada simulasi dan hasil pengukuran menunjukkan hasil pola radiasi *uni directional*. Hasil pengukuran *gain* pada pengukuran antenna mendapatkan nilai sebesar 2,38 dBi dan untuk simulasi sebesar 3,2 dBi. Perbedaan antara hasil pengukuran dan simulasi disebabkan oleh ketidak identikan antara antenna simulasi dan pengukuran akibat proses fabrikasi terutama pada proses pencatuan.

3.2. Bending dan Pengukuran *Body Centric*

Pada bagian ini menjelaskan dampak fleksibel antenna pada saat kondisi kelengkungan dan diaplikasikan pada tubuh. Faktor yang diuji kelengkungan adalah antenna dilengkungkan dengan tabung diameter 7 cm, 9 cm dan 14 cm. Pada pengujian *body centric* dilakukan uji pada bagian kepala sebagai *phantom* dengan mengevaluasi nilai SAR. Faktor kelengkungan sangat berpengaruh pada antenna yang akan diimplementasikan pada tubuh manusia. Perancangan antenna ditujukan mengikuti bentuk tubuh untuk memudahkan penggunaan. Untuk mendemonstrasikan kondisi bending pada tubuh, tabung silinder digunakan untuk pengujian kelengkungan. Pada pengujian kelengkungan ini digunakan 3 tabung silinder dengan ukuran berbeda yaitu 7 cm, 9 cm, 14 cm, masing-masing ukuran merepresentasikan diameter lengan, dada, dan kepala sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



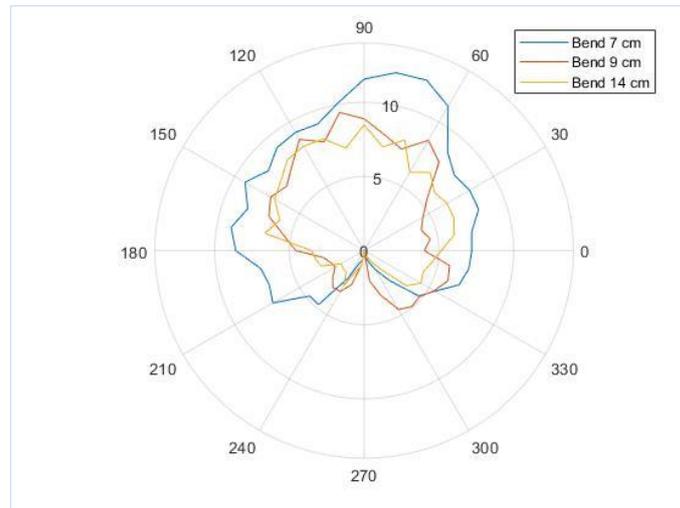
(a)

(b)

(c)

Gambar 8. *Bending measurment setup* (a) Bending 7 cm (b) Bending 14 cm (c) Bending 9 cm

Pola radiasi dalam kondisi lengkung dapat dilihat pada Gambar 9. Pola radiasi terlihat baik pada kondisi melengkung dalam beberapa ukuran. Kelengkungan berpengaruh pada *beamwidth*, semakin antenna melengkung, *beamwidth* semakin besar. *Gain* hasil pengukuran pada kondisi kelengkungan 7 cm, 9 cm, dan 14 cm secara berurutan adalah 1,2 dBi, 1,6 dBi, dan 2,08 dBi mengalami penurunan jika dibandingkan dalam kondisi normal.



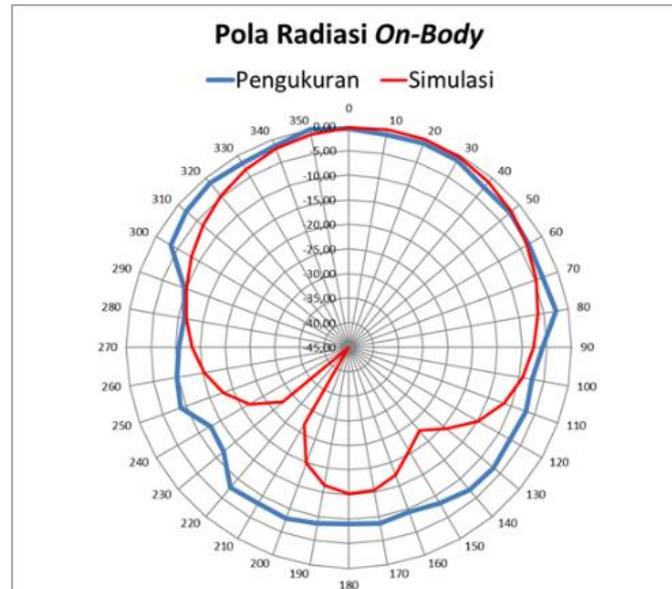
Gambar 9. Pengukuran Pola Radiasi pada kondisi *Bending*

Pengukuran *body centric* dilakukan dengan menggunakan kepala sebagai phantom. Pada pengukuran ini dilakukan uji terhadap pola radiasi, *return loss*, dan *spesific absorption rate*. Pengukuran *body centric* dilakukan untuk mendapatkan parameter yang sesungguhnya karena pada pengaplikasiannya antenna fleksibel ini diletakan pada tubuh manusia. Proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 10.



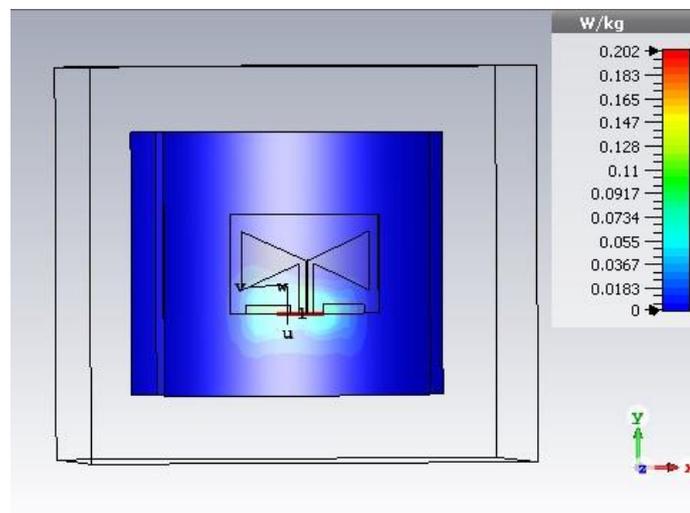
Gambar 10. Proses Pengukuran Antena pada kondisi *on-body*.

Pola radiasi hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 11. Pola radiasi mengalami perubahan arah dibandingkan dengan hasil dalam kondisi normal. Hal ini diakibatkan oleh helm dan kepala manusia sebagai reflektor antenna. Pengukuran *gain* antenna juga dilakukan pada penelitian ini, *gain* mengalami kenaikan dibandingkan dengan antenna kondisi normal hasil pengukuran *gain* bernilai 4,4 dBi sedangkan kondisi normal hanya 2,38 dBi.



Gambar 11. Pola Radiasi Hasil Pengukuran Antena pada kondisi *on-body*.

Fleksible antenna akan diaplikasikan untuk penggunaan pada tubuh. Penggunaan antena pada tubuh sangat mempengaruhi kondisi tubuh manusia, gelombang elektromagnetik yang diserap tubuh secara berlebihan akan mengganggu kesehatan sehingga perlu dilakukan simulasi *specific absorption rate* (SAR). Berdasarkan standar internasional yang ditentukan oleh *Federal Communication committee* (FCC), batas untuk paparan dari perangkat radio yang dapat ditoleransi tubuh adalah tingkat SAR dari 1,6 Watt per kilogram (1,6 W / kg). Hasil simulasi SAR pada antena fleksibel ini adalah 0,2 W/kg, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Specific absorption rate* dari antena.

4. Kesimpulan

Makalah ini mengevaluasi dan membangun fleksibel antena *patch bowtie* dengan menambahkan elemen parasitik. Antena fleksibel menguji beberapa parameter dalam kondisi normal, lengkung, dan *body centric*. Antena dapat bekerja dengan baik pada kondisi normal sedangkan pada kondisi bending mengalami penurunan *gain*. Pola radiasi pada kondisi lengkung tidak berdampak secara signifikan. Performansi VSWR dan *return loss* dalam kondisi lengkung tidak mengalami perubahan yang signifikan sehingga masih dapat bekerja dengan baik pada

kondisi lengkung. Pengukuran *on-body centric* dilakukan dengan menguji pola radiasi, *gain*, dan SAR. Pola radiasi pada *body centric* mengalami perubahan arah yang cukup signifikan dan *gain* pada antenna *body centric* mengalami kenaikan. SAR yang disimulasikan pada antenna fleksibel pada pengaplikasian di kepala memenuhi standar dibawah ambang batas toleransi SAR sehingga antenna fleksibel *patch bowtie* ini dapat digunakan dalam kondisi *on-body centric*.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini sebagian didukung oleh Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia, di bawah Kontrak No. 2879/L4/PP/2019.

Referensi

- [1] R. Joshi, C. Constantinides, S. K. Podilchak, and P. J. Soh, "Dual-Band Folded-Shorted Patch Antenna for Military Search and Rescue Operations and Emergency Communications," *2018 18th Int. Symp. Antenna Technol. Appl. Electromagn.*, pp. 1–2, 2018.
- [2] C. Parmar and S. Joshi, "Wearable textile patch antenna for on-body communications," *Glob. Conf. Commun. Technol. GCCT 2015*, no. Gcct, pp. 921–924, 2015.
- [3] R. Salvado, C. Loss, Gon, and P. Pinho, "Textile materials for the design of wearable antennas: A survey," *Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 11, pp. 15841–15857, 2012.
- [4] N.T Susyanto, T Yunita, L O Nur, "Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2.45 GHz untuk Aplikasi Telemedis." Semnastek, 2018
- [5] E. Sunny, RP Astuti, BS Nugroho, "Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip MIMO Modified Shape Bow-tie pada Frekuensi 28GHz", eProceedings of Engineering Telkom University, 2018
- [6] C. A. Balanis, *Antenna Theory*. Fourth Edition, 2016.