

TERAKREDITASI RISTEKDIKTI No. 36b/E/KPT/2016

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 14 NOMOR 2

AGUSTUS 2018

Rancang Bangun Antena Helix Mode Axial dan Patch Meanderline DGS untuk Aplikasi LPWAN Berbasis IoT pada Daerah Rural 105-115

Dodi Setiabudi dan Lutfi Bayu Haniffian Wicaksono

JRE	Vol. 14	No. 2	Hal 83-144	Banda Aceh, Agustus 2018	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

Rancang Bangun Antena Helix Mode Axial dan Patch Meanderline DGS untuk Aplikasi LPWAN Berbasis IoT pada Daerah Rural

Dodi Setiabudi dan Lutfi Bayu Haniffian Wicaksono
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Jember 68121
e-mail: dodi@unej.ac.id

Abstrak—Aplikasi *Low Power Wide Area Networks* (LPWAN) menjadi perhatian utama di bidang infrastruktur. Daerah rural merupakan daerah yang memiliki kualitas miskin sinyal, penyebabnya terletak pada lokasi daerah rural yang jauh dari *coverage area Base Transceiver Station* (BTS) sehingga perlu adanya perangkat telekomunikasi berupa *Repeater Global System for Mobile communications* (GSM). Perangkat repeater GSM memerlukan sebuah antena yang memiliki *gain* besar terutama pada antena penerima, salah satu antena yang memiliki karakteristik *gain* besar adalah antena *helix mode axial* memiliki dimensi besar menyerupai pegas dan memiliki sifat pola radiasi direksional, sedangkan antena dengan pola radiasi omnidireksional adalah antena *patch meanderline* memiliki dimensi compact dan mudah difabrikasi. Antena *patch meanderline* memiliki kelemahan salah satunya *gain* kecil yang disebabkan oleh terjebaknya gelombang permukaan di ground. Penelitian ini akan membahas perancangan dan realisasi antena *helix mode axial* dan *patch meanderline Defected Ground Structure* (DGS) untuk aplikasi LPWAN di daerah rural sehingga mampu digunakan untuk monitoring cuaca berbasis *Internet Of Things* (IoT). Integrasi antena *helix mode axial* sebagai antena penerima dan antena *patch meanderline* DGS sebagai antena *rebroadcast* di *repeater* GSM mampu membuat jaringan *edge* di daerah rural menjadi jaringan *High Speed Packet Access +* (HSPA+). Hasil pengujian berbasis IoT didapatkan nilai *Received Signal Strength* (RSSI) rata-rata sebesar -89 dBm dalam jaringan HSPA+.

Kata kunci: *Low Power Wide Area Networks* (LPWAN), rural, repeater, *Helix Mode Axial*, *Patch Meanderline Defected Ground Structure* (DGS)

Abstract—*Low Power Wide Area Networks* (LPWAN) applications are a major concern in infrastructure. Rural are areas that have a poor quality signal; the cause lies in the location of the rural regions away from the coverage area *Base Transceiver Station* (BTS) so that the need for telecommunications equipment in the form of *Global System for Mobile communications* (GSM) repeaters. GSM repeater devices require an antenna that has a large gain mainly on the receiving antenna, one antenna that has a large gain character is *helix axial mode* has a large dimension resembling a spring and has a directional radiation pattern properties, whereas the antenna with an omnidirectional radiation pattern is a *patch meander line* antenna has compact dimensions and is easy to fabricate. The *meanderline patch* antenna has the disadvantage one of which is the small gain caused by trapped surface waves on the ground. This research will discuss the design and realisation of *helix axial mode*, and *patch meanderline Defected Ground Structure* (DGS) for *Low Power Wide Area Networks* (LPWAN) application in a rural area so it can be used for *Internet of Things* (IoT) based weather monitoring. Integrating antenna *helix axial mode* as receiving antenna and antenna *patch meanderline* DGS as *rebroadcast* antenna in GSM repeater able to make edge network in a rural area become *High-Speed Packet Access +* (HSPA+) network. The test result IoT based obtained the value of *Received Signal Strength* (RSSI) an average of -89 dBm in HSPA+ network.

Keywords: *Low Power Wide Area Networks* (LPWAN), Rural, Repeater, *Helix Axial Mode*, *Patch Meanderline Defected Ground Structure* (DGS)

Copyright © 2018 Jurnal Rekayasa Elektroika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Repeater sinyal adalah suatu perangkat yang membantu *provider* untuk memperbaiki kualitas layanan sinyal yang buruk, *repeater* sinyal sangat ekonomis dan mudah diintegrasikan oleh perangkat antena. Cara kerja *repeater*

sinyal serupa dengan menara siaran seluler yang digunakan oleh *provider*, tetapi ukurannya lebih kecil [1]. Pada bagian *receiver* maupun *transmitter* akan membutuhkan sebuah antena yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi energi elektromagnetik begitu sebaliknya [2].

Antena dibuat karena memiliki karakteristik dan

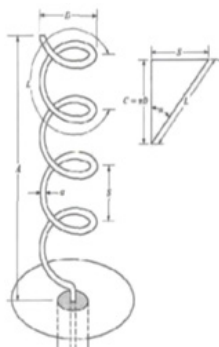
kebutuhannya masing-masing, setiap dimensi antenna mempunyai pancaran dengan kekuatan yang berbeda-beda yang disebut radiasi. Pada komunikasi daerah *rural* yang miskin sinyal sangat membutuhkan antenna donor yang mempunyai pola radiasi direksional (satu arah) dan *gain* besar yaitu berupa antenna *helix*. Antenna *helix* memiliki karakteristik yaitu berbentuk seperti pegas, memiliki jarak antar lilitan, diameter lilitan dan jumlah lilitan yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Sedangkan pada antenna *rebroadcast* atau memancarkan kembali, membutuhkan antenna omnidireksional (segala arah) karena untuk mencakup semua wilayah, yaitu berupa antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip merupakan antenna yang *low profile* dan sangat efisien jika digunakan pada proses pentransmisi antenna *rebroadcast* karena memiliki ukuran *compact*, ringan, dan mudah dibentuk. Antenna ini memiliki dimensi yang kecil, ringan, tipis, mudah difabrikasi sehingga cocok untuk masyarakat daerah *rural*. Tetapi antenna ini juga memiliki kekurangan yaitu *gain* kecil dan timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Gelombang permukaan timbul karena terjebaknya gelombang elektromagnetik di dalam *substrate* saat antenna mikrostrip meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara [3].

Pada Penelitian ini akan membahas tentang merancang antenna *helix mode axial* dan antenna *patch meanderline* menggunakan *DGS (Defected Ground Structure)* dengan *gain* besar pada frekuensi kerja 1710-1880 MHz, mengintegrasikan antenna *helix mode axial* dan antenna *patch meanderline* menggunakan *DGS (Defected Ground Structure)* pada *repeater*, sehingga kedua antenna diharapkan bekerja maksimal dalam memperkuat sinyal *LPWAN (Low Power Wide Area Networks)* di daerah *rural* untuk *monitoring* cuaca berbasis *IoT*.

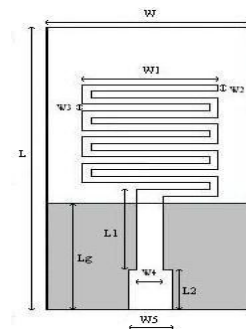
II. STUDI PUSTAKA

A. Antenna Helix Mode Axial

Antenna *helix mode axial* adalah antenna yang terdiri dari *conducting wire* yang dililitkan pada media penyangga berbentuk *helix*. Antenna *helix* berbentuk tiga dimensi menyerupai pegas dan memiliki diameter lilitan serta jarak antar lilitan berukuran tertentu. Antenna *helix* memiliki bentuk secara geometri 3 dimensi yang mempunyai hubungan antara D , S , C , L seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Helix mode axial



Gambar 2. Patch meanderline

B. Antenna Patch Meanderline

Antenna *patch meanderline* seperti ditunjukkan pada Gambar 2 adalah antenna *patch* yang mempunyai bentuk seperti garis yang berliku-liku dengan kombinasi garis horizontal maupun garis vertikal, bentuk tersebut sangat mempengaruhi frekuensi resonansi maupun pola radiasinya, antenna *patch meanderline* memiliki pola radiasi omnidireksional [4]. Dalam proses pencatutan antenna *patch meanderline* biasanya menggunakan *line feeding* memiliki kelebihan efisiensi baik dalam *return loss* dan *VSWR* [5].

C. Low Power Wide Area Networks (LPWAN)

Sampai saat ini infrastruktur komunikasi seluler (3G/4G) merupakan satu-satunya pilihan untuk konektivitas jarak jauh. Namun, teknologi ini jelas mahal dan tidak hemat energi untuk perangkat otonom yang harus dijalankan dengan baterai berbulan-bulan. Baru-baru ini muncul *Low Power Wide Area Networks (LPWAN)* yang didasarkan oleh Sigfox™ atau Semtech's LoRa™ yaitu jaringan yang memiliki wilayah luas tanpa ada tambahan *node relay* dengan kebutuhan *bandwidth* kecil [6].

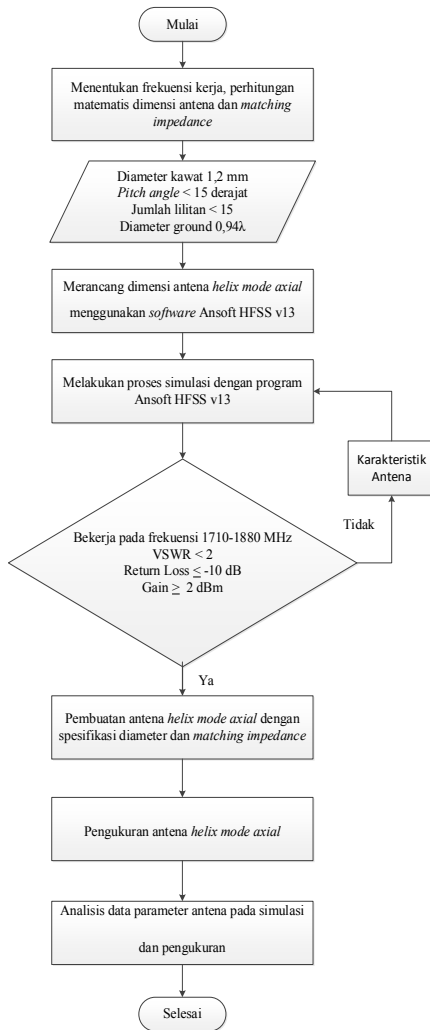
III. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

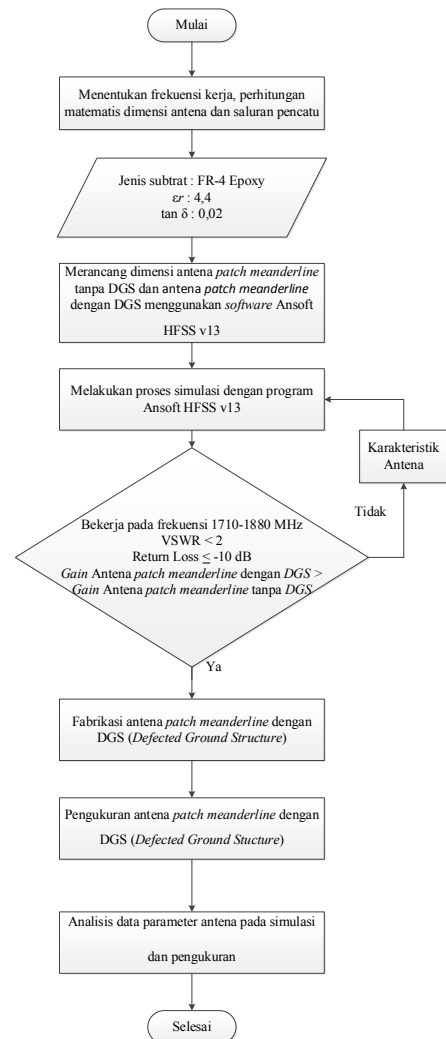
Pada *flowchart* perancangan antenna *helix mode axial* akan ditunjukkan pada Gambar 3. Pada diagram alir menjelaskan beberapa tahap yaitu tahap menentukan frekuensi kerja perhitungan matematis dimensi antenna dan *matching impedance*, lalu pada tahap kedua akan menentukan diameter kawat, *pitch angle*, jumlah lilitan, dan diameter *ground*, kemudian tahap ketiga merancang dimensi antenna *helix mode axial* menggunakan *software Ansoft HFSS v13*. Jika proses perancangan sesuai maka melakukan pembuatan antenna *helix mode axial* dan terakhir melakukan proses pengukuran di laboratorium serta analisis karakteristik antenna simulasi dan pengukuran.

Kemudian untuk *flowchart* perancangan antenna *patch meanderline* dengan *DGS (Defected Ground Structure)* akan ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada diagram alir tersebut menjelaskan beberapa tahap yaitu tahap menentukan frekuensi kerja perhitungan



Gambar 3. Diagram alir perancangan antena helix mode axial



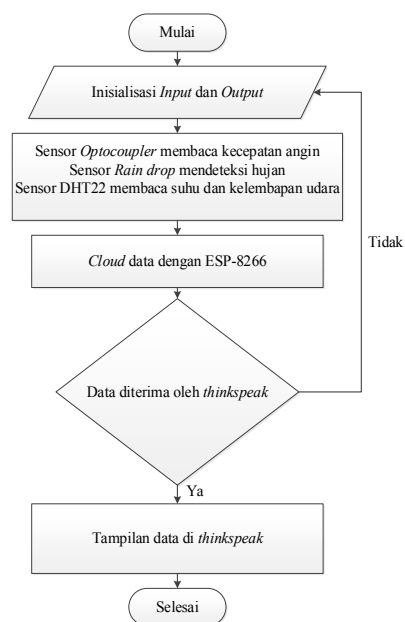
Gambar 4. Diagram alir perancangan antena patch meanderline dengan DGS (*Defected Ground Structure*)

matematis dimensi antena dan saluran pencatunya, lalu pada tahap kedua akan menentukan jenis *substrate* FR-4 Epoxy, kemudian tahap yang ketiga merancang dimensi antena *patch meanderline* tanpa *DGS* dan *patch meanderline* dengan *DGS* menggunakan *software* Ansoft HFSS v13. Jika proses perancangan sesuai maka melakukan fabrikasi antena, pengukuran serta analisis karakteristik antena simulasi dan pengukuran.

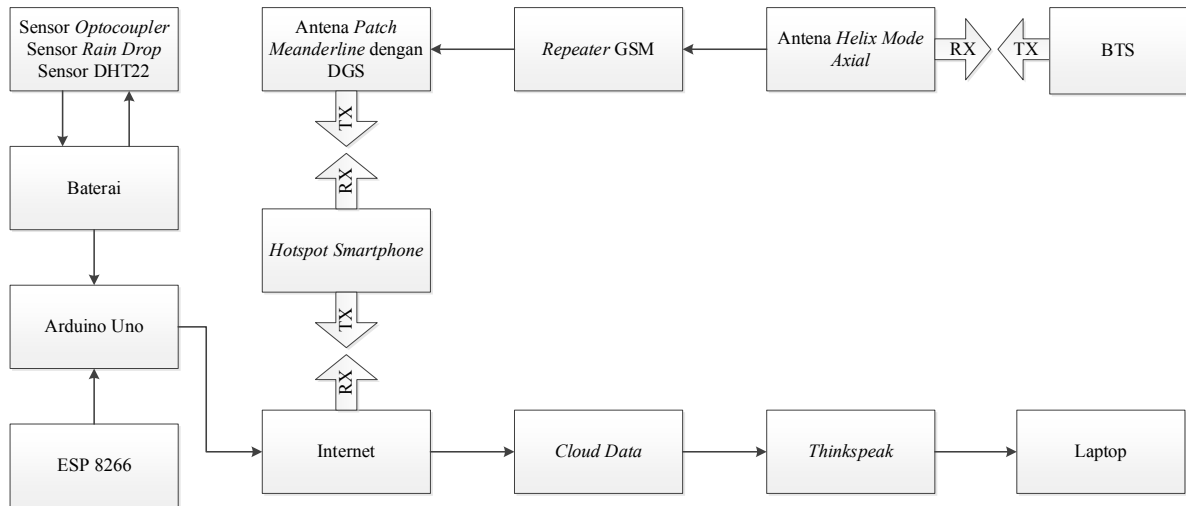
Adapun untuk diagram alir perancangan sistem *monitoring* cuaca berbasis *IoT* seperti pada Gambar 5. Diagram sistem *monitoring* berbasis *IoT* dengan langkah pertama inialisasi *input* dan *output* kemudian sensor *optocoupler* membaca kecepatan angin, sensor *rain drop* sebagai pendeteksi hujan, sensor *DHT22* membaca suhu dan kelembapan udara, lalu data di *cloud* dengan ESP-8266 di ThingSpeak™ jika berhasil maka akan muncul data pada tampilan ThingSpeak™.

B. Blok Diagram Sistem

Gambar 6 merupakan sebuah diagram blok dari rancang bangun alat yang akan dibuat meliputi baterai digunakan untuk *supply* daya dari arduino uno, sensor *optocoupler*,



Gambar 5. Diagram alir perancangan sistem monitoring cuaca berbasis IoT



Gambar 6. Blok diagram sistem monitoring cuaca berbasis IoT yang sudah ter-cover sinyal dari repeater GSM

sensor *rain drop*, sensor DHT22 dan ESP-8266. Sensor *optocoupler* untuk mendeteksi kecepatan angin, sensor *rain drop* untuk mendeteksi air hujan, sensor DHT22 untuk mendeteksi kelembaban dan ESP-8266 untuk proses *cloud data* ke ThingSpeak™. *Hotspot smartphone* berfungsi untuk memancarkan sinyal supaya ESP-8266 dan laptop terkoneksi dengan internet. *Repeater GSM* berfungsi untuk menerima dan memancarkan kembali sinyal dari BTS supaya daerah *rural* ter-cover dengan sinyal. Antena *helix mode axial* digunakan untuk menerima sinyal dari BTS. Antena *patch meanderline* berfungsi untuk antena *rebroadcast*. Laptop digunakan untuk *monitoring* cuaca yang ditampilkan di ThingSpeak™.

Gambar 7 menunjukkan bproses pengujian integrasi antena *helix mode axial* dan *patch meanderline DGS*, lalu pada proses integrasi kedua antena menggunakan konektor SMA dan N sehingga *repeater GSM* dapat bekerja.

C. Dimensi Antena Helix Mode Axial

Dari hubungan D, S, C, L akan menghasilkan sebuah rumus dari antena helix [7]. Untuk menghitung panjang gelombang menggunakan persamaan:

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1}$$

dimana c adalah kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{m/dtk}$) dan f frekuensi tengah.

Untuk menghitung diameter (D) menggunakan persamaan berikut:

$$D = \frac{\lambda}{\pi} \tag{2}$$

Sedangkan untuk keliling antena (C) menggunakan:

$$C \approx \lambda \tag{3}$$

Selanjutnya jarak antar lilitan (S) menggunakan persamaan:

$$S = C \tan a \tag{4}$$

Lalu untuk panjang total atau panjang vertikal antena dihitung menggunakan persamaan:

$$A = N.S \tag{5}$$

Adapun untuk diameter *ground plane* menggunakan persamaan:

$$D_{gp} = 0,94 \lambda \tag{6}$$

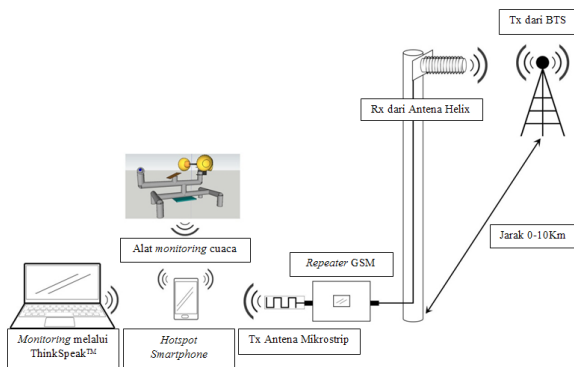
D. Dimensi Matching Impedance Antena Helix Mode Axial

Dalam mendesain antena *helix mode axial* perlu adanya *matching impedance* supaya hasil yang didapatkan maksimal. Dalam impedansi antena *helix* menggunakan *peripheral feed*, maka impedansi dari antena *helix* ini menggunakan persamaan sebagai berikut [7]:

$$Z_a = 150 \frac{C}{\lambda} \tag{7}$$

Dengan C sebagai keliling antena *helix* dan λ panjang gelombang.

Dalam impedansi antena helix memiliki impedansi (Z_a) sebesar 100–200 Ω , sedangkan impedansi kabel coax sebesar 50 Ω maka dari itu perlu adanya suatu penyesuaian impedansi pada antena dengan kabel *coax* [8]. Perhitungan



Gambar 7. Skema monitoring cuaca berbasis IoT (Internet of Things)

Tabel 1. Spesifikasi parameter antena

No.	Parameter	Nilai
1	Frekuensi kerja	1710-1880 MHz
2	Impedansi Terminal	50 ohm
3	VSWR	< 2
4	Return Loss	< -10 dB
5	Gain	> 2 dBm

tersebut dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z_{MI} = \sqrt{Z_c Z_a} \quad (8)$$

Proses pembuatan dari *impedance matching* antena ditentukan oleh tiga hal yaitu lebar plat (w), tebal plat (t), panjang plat (l) = $\frac{1}{4} \lambda$. Sedangkan perhitungan spasi di atas *ground plane* (h) menggunakan persamaan berikut:

$$h = \frac{(w+t) \ln^{-1} \left(\frac{Z_{MI}}{56} \right)}{7,5} \quad (9)$$

E. Perancangan Desain Antena Helix Mode Axial

Antena *helix mode axial* dirancang agar bekerja pada frekuensi *GSM* yaitu 1710–1880 MHz. Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan hasil yang diinginkan sesuai parameter Tabel 1.

Dalam merancang antena *helix* dapat dicari berdasarkan frekuensi kerjanya. Adapun desain dari dimensi antena *helix mode axial* dapat dilihat pada Tabel 2.

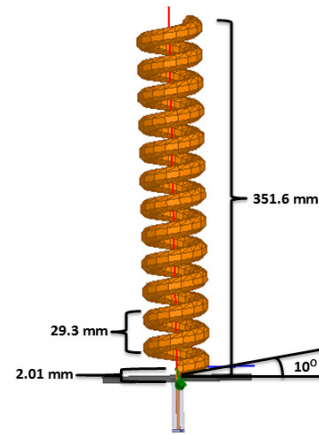
Adapun proses pembuatan *impedance matching* antena

Tabel 2. Dimensi perancangan antena helix mode axial

No	Nama (parameter)	Variabel	Dimensi (ukuran)
1	Panjang gelombang	λ	166,7 mm
2	Diameter antena helix	D	53 mm
3	Keliling antena helix	C	166,7 mm
4	Pitch Angle	α	10o
5	Jarak antar lilitan	S	29,3 mm
6	Panjang total antena	A	351,6 mm
7	Diameter ground plane	DGP	156,69 mm

Tabel 3. Data matching impedance antena helix mode axial

No	Nama (parameter)	Variabel	Dimensi (ukuran)
1	Impedansi Kabel	Z_c	50 Ω
2	Impedansi antena	Z_a	150 Ω
3	Matching Impedance	Z_{MI}	86,6 Ω
4	Lebar konduktor (dipilih)	W	3 mm
5	Tebal konduktor (dipilih)	T	0,2 mm
6	Panjang konduktor	L	41,675 mm
7	Spasi di atas ground plane	H	2,01 mm



Gambar 8. Desain antena helix mode axial (tampak samping)

ditentukan oleh tiga hal yaitu lebar plat (w) = 2mm, tebal plat (t) = 0,2mm, panjang plat (l) = $\frac{1}{4} \lambda$, lebar dan tebal plat dipilih mengingat bahan yang dijual di pasaran. Sehingga didapat hasil perhitungan seperti pada Tabel 3.

Untuk hasil dari desain antena *helix mode axial* menggunakan *software* HFSS v13 dihasilkan nilai VSWR sebesar 1,05, return loss -32,32 dB yang bekerja pada frekuensi 1,72 GHz dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.

F. Dimensi Antena Patch Meanderline DGS

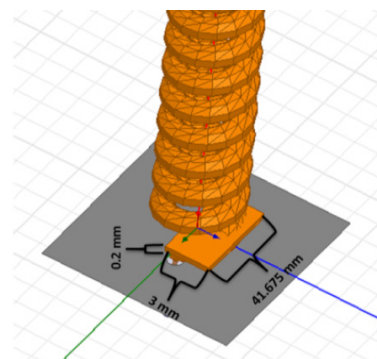
Dalam menentukan dimensi antena mikrostrip *meanderline*, terlebih dahulu harus mengetahui parameter bahan yang digunakan seperti jenis *substrate*, tebal *substrate* (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), dan parameter lainnya. Untuk menghitung elemen peradiasi *DGS* (*Defected Ground Structure*) menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut [3]:

$$W = \sqrt{h \lambda_d} \left[\ln(\lambda_d / h) - 1 \right] \quad (10)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (11)$$

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2 \Delta L \quad (12)$$

Dengan ΔL adalah panjang tambahan diakibatkan *fringing effect* dihitung melalui persamaan sebagai berikut:



Gambar 9. Desain antena helix mode axial (matching impedance)

$$\Delta L = 0,412h \frac{\epsilon_{\text{reff}} + 0,3 \frac{W}{h} + 0,264}{\epsilon_{\text{reff}} - 0,258 \frac{W}{h} + 0,813} \quad (13)$$

Untuk menghitung dimensi antenna mikrostrip dengan persamaan-persamaan sebagai berikut [4]:

$$h_s \leq \frac{0,3c}{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}} \quad (14)$$

Dengan h_s sebagai ketinggian *substrate*, f = frekuensi (GHz), c = kecepatan cahaya (m/s), dan ϵ_r = konstanta dielektrik *substrate*.

Untuk lebar *patch* dapat ditentukan melalui persamaan:

$$w_p = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r + 1}} \quad (15)$$

Dengan, ϵ_{eff} = *effective permittivity* dapat diperoleh dari:

$$\epsilon_{\text{eff}} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_p}}} \right) \quad (16)$$

Panjang fisik antenna dihitung melalui persamaan:

$$\Delta L = h_s \left[\frac{0,412h_s (\epsilon_{\text{eff}} + 0,3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{eff}} - 0,258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,8 \right)} \right] \quad (17)$$

Panjang *patch* antenna *meanderline* didapat melalui persamaan:

$$L_p = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} - 2\Delta L \quad (18)$$

Panjang *substrate* dihitung melalui persamaan:

$$L_s = L_p + 6h_s \quad (19)$$

Lebar *substrate* dihitung melalui persamaan:

$$w_s = w_p + 6h_s \quad (20)$$

G. Teknik Pencatuan Line Feeding

Dalam merancang antenna tidak hanya membuat bentuk saja, tetapi juga merancang teknik pencatuan yang dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut [5]:

Adapun lebar saluran mikrostrip dapat dihitung menggunakan persamaan (21):

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (21)$$

Dengan nilai ϵ_r adalah konstanta dielektrik relatif maka B , dapat dihitung melalui persamaan (22):

Tabel 4. Dimensi antenna *patch meanderline DGS* secara keseluruhan

No	Nama (parameter)	Variabel	Dimensi (ukuran)
1	Panjang Substrat	Ls	39 mm
2	Lebar Substrat	Ws	105 mm
3	Panjang <i>patch</i>	Lp	29,76 mm
4	Lebar <i>patch</i>	Wp	85,69 mm
5	Panjang pencatu 50Ω	L	25,15 mm
6	Lebar Pencatu 50Ω	W	3,155 mm
7	Panjang <i>DGS</i>	L	7 mm
8	Lebar <i>DGS</i>	W	4 mm

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (22)$$

Kemudian untuk menghitung panjang saluran dari mikrostrip melalui persamaan (23):

$$L = \frac{c}{4fr \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \quad (23)$$

H. Perancangan Desain Antena Patch Meanderline DGS

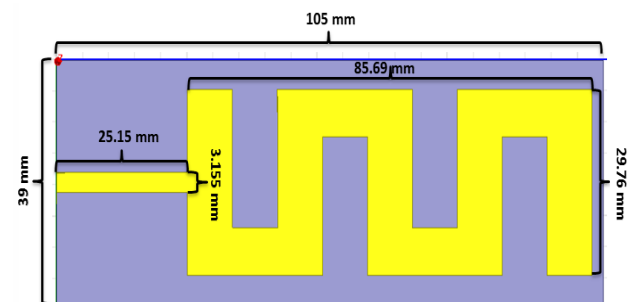
Pembuatan antenna *patch meanderline* dengan *DGS* (*Defected Ground Structure*) menggunakan bahan *substrate*. Adapun karakteristik *substrate* FR-4 Epoxy Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r) nilainya 4,4, *Dielectric Loss Tangent* ($\tan \delta$) nilainya 0,02, Ketebalan *Substrate* (h) nilainya 1,6 mm, massa jenis zat nilainya 1900.

Perancangan antenna *patch meanderline DGS* (*Defected Ground Structure*) membutuhkan proses iterasi yang terbaik dan menghasilkan nilai terbaik dengan ukuran *substrate* 39mm×105mm, dimensi pencatu 3,155mm×25,15mm, dimensi *DGS* 4mm×7mm menghasilkan frekuensi kerja 1,83 GHz (pembulatan 2 angka dibelakang koma) dengan nilai *return loss* -20,30 dB seperti Tabel 4. Hasil simulasi perancangan terdapat pada Gambar 10.

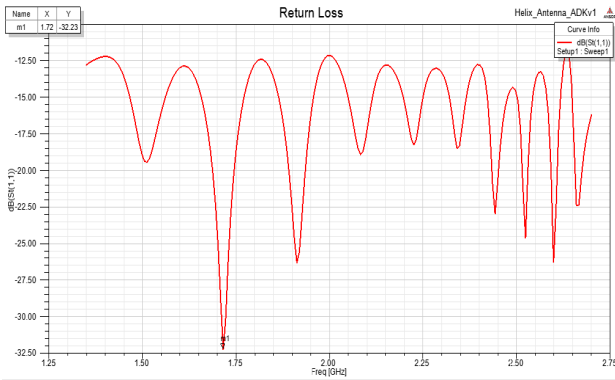
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Antena Secara Simulasi

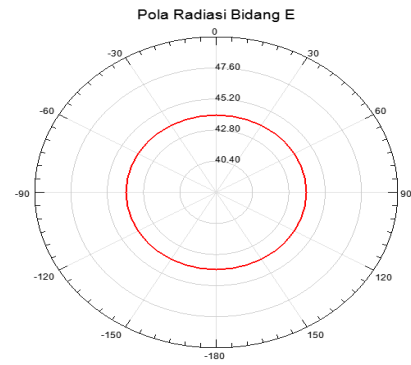
1. Pengujian Return Loss Antena Helix Mode Axial



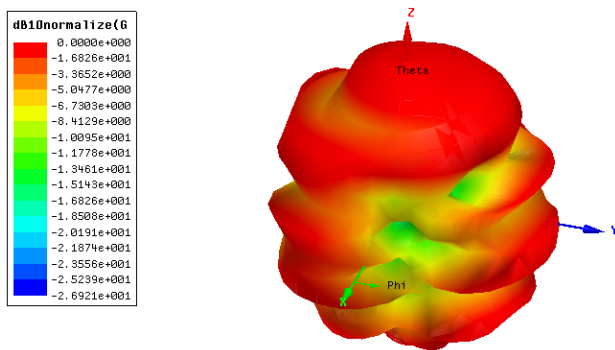
Gambar 10. Hasil perancangan antenna *patch meanderline* menggunakan *DGS*



Gambar 11. Hasil pengujian return loss antena helix mode axial



Gambar 14. Pola radiasi antena helix mode axial sudut phi (bidang E)



Gambar 12. Hasil pengujian gain antena helix mode axial

Dari hasil perancangan antena *helix mode axial* didapatkan frekuensi tengah pada 1,72 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -32,23 dB, dapat dikatakan memenuhi standar kelayakan antena dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB seperti pada Gambar 11.

2. Pengujian *Gain* Antena *Helix Mode Axial*

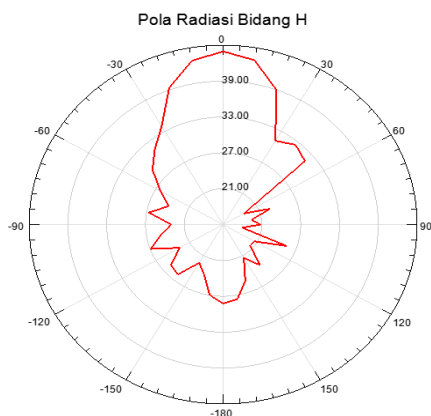
Adapun hasil pengujian *gain* antena *helix mode axial* dibandingkan dengan antena referensi yaitu *horn* merek SCHWARZBECK BBHA 9120 D (0501); ditunjukkan pada Gambar 12.

$$G_T = G_S + P_T - P_S$$

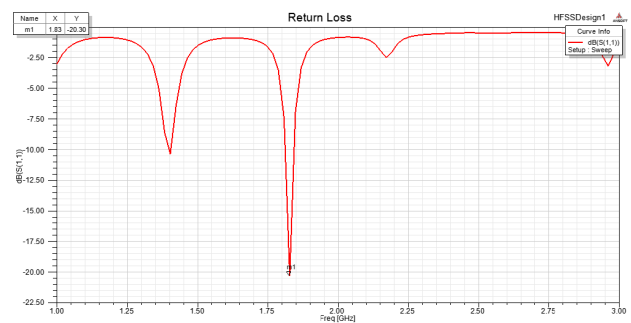
$$G_T = 10,2 + (-16,826) - (-19,6) = 12,974 \text{ dBi}$$

3. Pengujian Pola Radiasi Antena *Helix Mode Axial*

Hasil pengujian pola radiasi antena *helix mode axial*



Gambar 13. Pola radiasi antena helix mode axial sudut theta (bidang H)



Gambar 15. Hasil pengujian return loss antena patch meanderline DGS

dalam sudut theta atau bidang H dapat dilihat pada Gambar 13 sedangkan sudut phi atau bidang E dapat dilihat pada Gambar 14.

4. Pengujian *Return Loss* Antena *Patch Meanderline DGS*

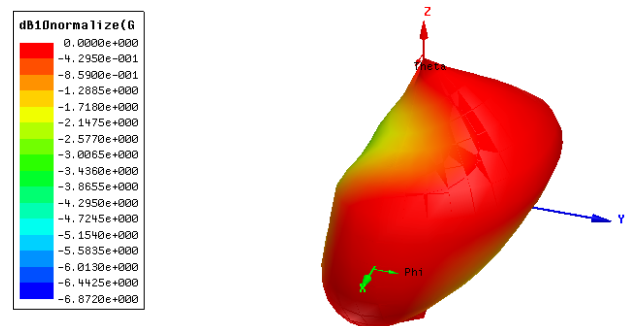
Dari hasil perancangan antena *patch meanderline DGS* didapatkan frekuensi tengah pada 1,83 GHz dengan nilai *return loss* yaitu sebesar -20,30 dB, dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa perancangan antena *patch meanderline DGS* memenuhi standar kelayakan antena yaitu nilai *return loss* ≤ -10 dB seperti Gambar 15.

5. Pengujian *Gain* Antena *Patch Meanderline DGS*

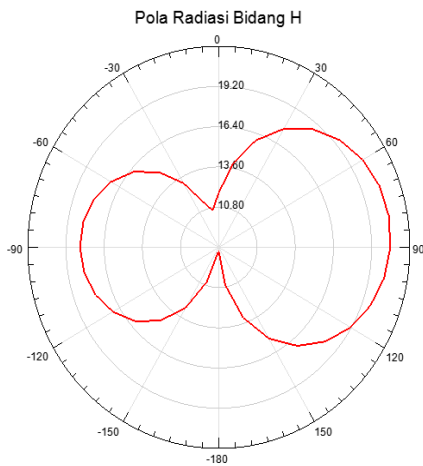
Hasil pengujian *gain* antena *patch meanderline DGS* dibandingkan dengan antena referensi yaitu *horn* merek SCHWARZBECK BBHA 9120 D (0501) (Gambar 16).

$$G_T = G_S + P_T - P_S$$

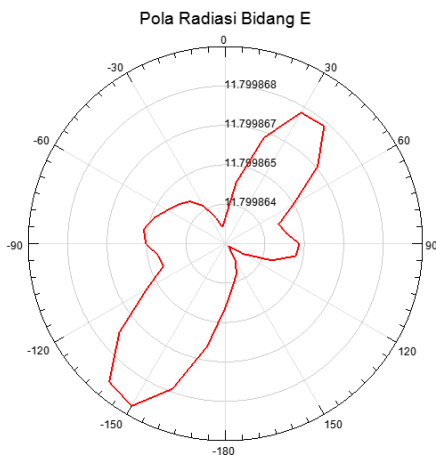
$$G_T = 10,2 + (-42,950) - (-19,6) = -13,15 \text{ dBi}$$



Gambar 16. Hasil pengujian gain antena patch meanderline DGS



Gambar 17. Pola radiasi antenna patch meanderline DGS sudut theta (bidang H)



Gambar 18. Pola radiasi antenna patch meanderline DGS sudut phi (bidang E)

6. Pengujian Pola Radiasi Antena Patch Meanderline DGS

Hasil pengujian pola radiasi antenna patch meanderline DGS dalam sudut theta atau bidang H dapat dilihat pada



Gambar 19. Antena helix mode axial tampak atas



Gambar 20. Antena Helix Mode Axial Tampak Samping



Gambar 21. Antena patch meanderline DGS tampak depan



Gambar 22. Antena patch meanderline DGS tampak belakang

Gambar 17 sedangkan sudut phi atau bidang E dapat dilihat pada Gambar 18.

B. Fabrikasi Antena Helix Mode Axial

Adapun proses fabrikasi dilakukan setelah proses perancangan menggunakan software HFSS v13 dengan diameter 53 mm, pitch angle 10o, jarak antar lilitan 29,3mm, diameter ground plane 156,69 mm. Lalu pada bagian matching impedance menggunakan plat tembaga 41,675×3×0,2 mm, secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 19 dan 20.

Kemudian untuk antena patch meanderline DGS menggunakan PCB FR-4 Epoxy dengan dimensi 105 mm×9 mm, seperti pada Gambar 21 dan 22.

C. Analisa dan Pengukuran Antena

1. Pengukuran Return Loss Antena Helix Mode Axial

Pada hasil pengukuran parameter return loss antena helix mode axial menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) ANRITSU MS2034B mendapatkan nilai return loss berada pada frekuensi 1.75 GHz yaitu -11.9 dB, dapat dilihat pada Gambar 23.

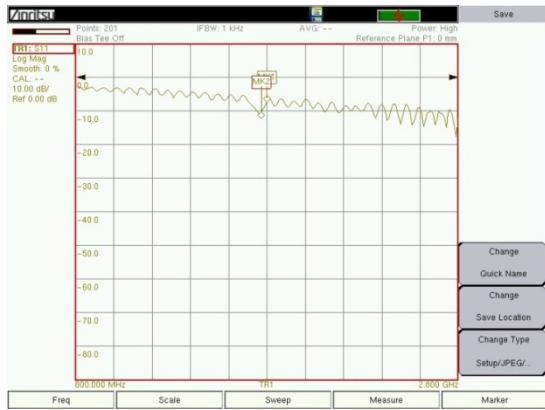
2. Pengukuran Gain Antena Helix Mode Axial

Dalam pengukuran gain antena helix mode axial menggunakan Spectrum Analyzer ADVANTEST TR4133 di ruang anechoic chamber, kemudian hasilnya dibandingkan dengan gain dan pola radiasi antena horn pada sudut 0°. Pada antena referensi yang dipakai adalah antena horn merek SCHWARZBECK BBHA 9120 D (0501). Adapun untuk perhitungan parameter gain adalah

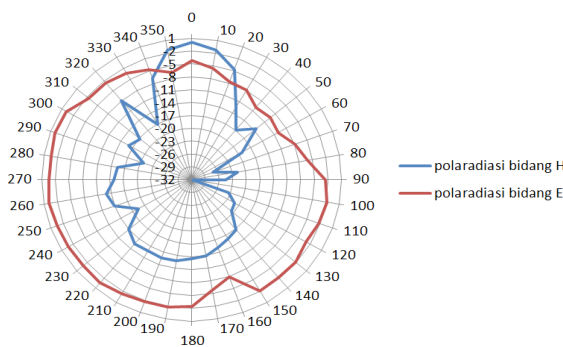
$$G_r = G_s + P_r - P_s$$

$$G_r = 10,2 + (-16,4) - (-19,6) = 13,4 \text{ dBi}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan gain sebesar 13,4 dBi, maka gain pada antena helix mode axial tergolong besar



Gambar 23. Grafik return loss antena helix mode axial



Gambar 24. Pola radiasi antena helix mode axial bidang H dan E

dan cocok sebagai antena penerima di *repeater GSM*.

3. Pengukuran Pola Radiasi Antena *Helix Mode Axial*

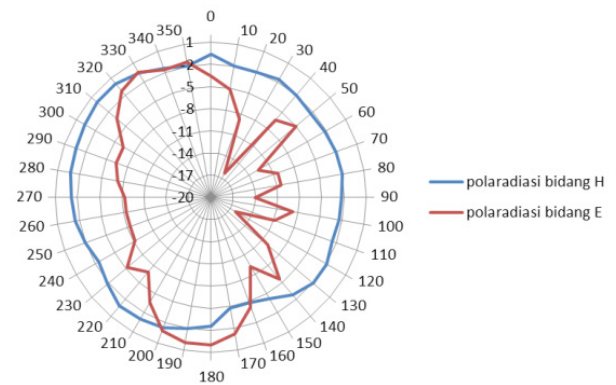
Adapun hasil pengukuran pola radiasi antena *helix mode axial* bidang H dan E direpresentasikan menggunakan *microsoft excel* dapat dilihat pada Gambar 24.

4. Pengukuran *Return Loss* Antena *Patch Meanderline DGS*

Pada hasil pengukuran parameter *return loss* antena *Patch Meanderline DGS* menggunakan *Vector Network Analyzer (VNA)* ANRITSU MS2034B mendapatkan nilai *return loss* berada pada frekuensi 1.77 GHz yaitu -24,3 dB, dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Grafik return loss antena patch meanderline DGS



Gambar 26. Pola radiasi antena patch meanderline DGS bidang H dan E

5. Pengukuran *Gain* Antena *Patch Meanderline DGS*

Dalam pengukuran *gain* antena *patch meanderline DGS* menggunakan *Spectrum Analyzer* ADVANTEST TR4133 di ruang *anechoic chamber*, kemudian hasilnya dibandingkan dengan *gain* dan pola radiasi antena *horn* pada sudut 0°. Pada antena referensi juga memakai antena *horn* merek SCHWARZBECK BBHA 9120 D (0501). Adapun untuk perhitungan parameter *gain* adalah

$$G_T = G_S + P_T - P_S$$

$$G_T = 10,2 + (-36,2) - (-19,6) = -6,4 \text{ dBi}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan *gain* sebesar -6,4 dBi, maka *gain* pada antena *patch meanderline DGS* tergolong kecil jika dibandingkan antena *helix mode axial*.

6. Pengukuran Pola Radiasi Antena *Patch Meanderline DGS*

Adapun hasil pengukuran pola radiasi antena *Patch Meanderline DGS* bidang H dan E direpresentasikan menggunakan *microsoft excel* seperti Gambar 26.

Untuk perbandingan hasil simulasi dan pengukuran antena dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Hasil simulasi dan pengukuran antena *helix mode axial*

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	Selisih
Frekuensi Tengah	1,72 GHz	1,75 GHz	0,03 GHz
<i>Return Loss</i> (di frekuensi tengah)	-32,32 dB	-11,9 dB	-20,42 dB
<i>Gain</i>	12,974 dBi	13,4 dBi	0,428 dBi
Pola Radiasi	Direksional	Direksional	-

Tabel 6. Hasil simulasi dan pengukuran antena *patch meanderline DGS*

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	Selisih
Frekuensi Tengah	1,83 GHz	1,77 GHz	0,06 GHz
<i>Return Loss</i> (di frekuensi tengah)	-20,3 dB	-24,3 dB	-4 dB
<i>Gain</i>	-13,15 dBi	-6,4 dBi	6,75 dBi
Pola Radiasi	Bidireksional	Omnidireksional	-



Gambar 27. Jarak lokasi dari BTS (6668 meter) dengan repeater di daerah rural

D. Implementasi Antena pada Repeater GSM

Adapun implementasi antena pada *repeater GSM* diuji di daerah *rural*. Daerah ini terdapat di daerah pegunungan yang jauh dari BTS operator Telkomsel sekitar 6668 m dari *BTS* seperti Gambar 27 sehingga sinyal yang diperoleh EDGE dengan rata-rata nilai -88 dBm, adapun hasil data sebelum menggunakan *repeater GSM* dapat dilihat pada Tabel 9. Sedangkan pengujian menggunakan *repeater GSM* menghasilkan sinyal HSPA+ dengan rata-rata nilai -89 dBm sehingga dapat digunakan untuk jaringan internet

Tabel 7. Data hasil *record software network cell info lite* tanpa *repeater* di daerah *rural*

No	Jarak terjauh antena Rx dari jangkauan BTS	RSSI (received signal strength indicator)	Kategori
1	6668 meter	-93 dBm (EDGE)	Sinyal Lemah
		-91 dBm (EDGE)	Sinyal Sedang
		-89 dBm (EDGE)	Sinyal Lemah
		-85 dBm (EDGE)	Sinyal Lemah
		-83 dBm (EDGE)	Sinyal Sedang
		-87 dBm (EDGE)	Sinyal Sedang
	Rata-rata	-88 dBm (EDGE)	Sinyal Sedang

Tabel 8. Data hasil *record software network cell info lite* dengan *repeater* di daerah *rural*

No	Jarak terjauh antena Rx dari jangkauan BTS	RSSI (received signal strength indicator)	Kategori
		-95 dBm (HSPA+)	Sinyal Lemah
		-93 dBm (HSPA)	Sinyal Lemah
		-91 dBm (HSPA)	Sinyal Lemah
		-87 dBm (HSPA+)	Sinyal Lemah
		-83 dBm (HSPA+)	Sinyal Lemah
		-85 dBm (HSPA+)	Sinyal Sedang
	Rata-rata	-89 dBm (HSPA+)	Sinyal Sedang

Tabel 9. Hasil pengujian alat *monitoring* cuaca berbasis *IoT (Internet of Things)* di daerah *rural*

Waktu	Kecepatan Angin	Suhu (C)	Kelembaban	Rain drop
2018-03-08 09:12:51 UTC	0,08 m/s	35°	70,1 %	1023
2018-03-08 09:13:07 UTC	0 m/s	35°	69,7 %	1023
2018-03-08 09:14:17 UTC	0 m/s	35°	69,2 %	1023
2018-03-08 09:15:44 UTC	0,27 m/s	34,4°	71,1 %	1023

dalam proses *monitoring* cuaca berbasis *IoT (Internet of Things)*, seperti pada Tabel 7, 8, dan 9.

Dari penelitian ini dilakukan di daerah *rural* yang miskin sinyal dengan koordinat GPS -8,1173/113,6910 atau 8°03'26,6" Lintang Selatan dan 113°39'43,8" Bujur Timur. Dalam menampilkan koordinat lokasi ketika pengujian perlu dipasang dahulu *repeater GSM* supaya dapat digunakan untuk internet dan mengetahui lokasinya. Untuk data yang sudah menggunakan *repeater GSM* menjadi HSPA+.

V. KESIMPULAN

Pada perancangan dan fabrikasi antena *helix mode axial* mempunyai hasil parameter memenuhi standar yaitu pada hasil simulasi antena bekerja pada frekuensi 1,72 GHz dengan hasil *return loss* -32,32 dB, dan *gain* 12,974 dBi dengan pola radiasi direksional, sedangkan pada hasil pengukuran bekerja pada frekuensi 1,75 GHz dengan hasil *return loss* -11,9 dB, dan *gain* 13,4 dBi. Adapun bentuk pola radiasi antara hasil simulasi dan hasil pengukuran memiliki kesamaan yaitu direksional.

Sedangkan pada perancangan dan fabrikasi antena *patch meanderline DGS* mempunyai hasil parameter memenuhi standar yaitu pada hasil simulasi antena bekerja pada frekuensi 1,83 GHz dengan hasil *return loss* -20,30 dB, dan *gain* -13,15 dBi dengan pola radiasi bi-direksional, sedangkan pada hasil pengukuran bekerja pada frekuensi 1,77 GHz dengan hasil *return loss* -24,3 dB, dan *gain* -6,4 dBi serta pola radiasi omnidireksional.

Adapun untuk hasil pengujian di daerah *rural* dengan jarak 6668m dari BTS terbukti bahwa sebelum ada *repeater GSM* memiliki nilai daya sinyal *RSSI* rata-rata sebesar -88 dBm dalam jaringan *EDGE*, kemudian ketika menggunakan *repeater GSM* naik, nilai daya sinyal *RSSI* rata-ratanya sebesar -89 dBm dalam jaringan *HSPA+* sehingga dapat digunakan untuk *monitoring* cuaca di daerah *rural* berbasis *IoT*.

REFERENSI

[1] Rao, D. S. R. and Cheerla S. 2013. *Signal Strength Enhancement Using Cellular Repeater On Three Frequency Bands For Low Signal Coverage Areas. International Journal of Engineering Research and Applications* (1092-1097). Vol 3, Issue 2.

[2] Balanis, A. Constantiene. 2005. *Antenna Theory Analisis and Design*. Canada: *Wiley Interscience*.

[3] Zaidi, A., Baghdad A., Ballouk A. dan Badri A. 2016. *Design and Optimization of an Inset Fed Circular Microstrip Patch Antenna*

- Using DGS Structure for Applications in the Millimeter Wave Band.* IEEE. [Vol. 16 (Page.1-5)].
- [4] Manchanda S., Hatwar M. and Abhisek B. 2014. *Design of MeanderLine Antenna for Operating Frequency of 2.5 GHz.* *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887). Volume 93 – No.19.
- [5] Bisht S., Saini S., Prakash D. V., and Nautiyal B. 2014. *Study The Various Feeding Techniques of Microstrip Antenna Using Design and Simulation Using CST Microwave Studio.* IJETAE. [Vol. 4, Issue 9 (Page 318-324)].
- [6] Semtech, “LoRa modulation Basics. Rev.2-05/2015,”2015.
- [7] *American Radio Relay League (ARRL).* 2007. *Antenna Book, 21th Edition.* The ARRL. Inc, ISBN: 0-87259-987-6.
- [8] Kraus J. D., 2001. *Antennas, Second Edition,* Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, ISBN: 0-07-035422-7.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

