

ID: 37

Antena Mikrostrip Kotak Dengan Slot Berbentuk X Untuk Frekuensi LoRa

X-Shape Slotted Rectangular Microstrip Antenna For LoRa Frequency

Tasya Paramita Nofrida¹, Edwar², Levy Olivia Nur³

^{1,2,3}Telkom University

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buahbatu – Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot,
Bandung, Jawa Barat 40257, (022) 7564108

tasyaparamitanofrida@student.telkomuniversity.ac.id^{1*}, edwarm@telkomuniversity.ac.id²,
levyolivia@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak – Long Range (LoRa) adalah teknologi komunikasi baru di bawah Low Power Wide Area Network (LPWAN). LoRa merupakan sistem komunikasi nirkabel untuk Internet Of Things (IoT) yang mempunyai komunikasi jarak jauh dan daya yang rendah. LoRa bekerja pada frekuensi 923 Mhz dengan karakteristik antena yang diinginkan yaitu memiliki gain yang tinggi dan memiliki pola radiasi Omnidireksional agar dapat menerima sinyal dari segala arah. Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip patch rectangular menggunakan bahan FR-4 dengan menggunakan metode slotted patch agar mendapatkan performa antena yang baik dan dapat mendukung komunikasi pada sensor node pada LoRa. Teknik pencatutan antena menggunakan Mikrostrip Feedline dengan penambahan insert feed. Setelah melakukan perancangan, antena pada penelitian ini menghasilkan $VSWR \leq 2$, dengan return loss -26.94 dB dan gain yang didapat ≥ 0 dBi.

Kata Kunci: LoRa, Antena Mikrostrip, Slotted Patch.

Abstract – Long Range (LoRa) is a new communication technology for Low Power Wide Area Networks (LPWAN). LoRa is a wireless communication system for the Internet of Things (IoT) that has long-distance communication and low power. LoRa works at a frequency of 923 Mhz with the desired antenna characteristics, namely having high gain and having an omnidirectional radiation pattern so that it can receive signals from all directions. In this study, a rectangular microstrip patch antenna was designed using FR-4 material using the slotted patch method in order to get good antenna performance and support communication at the sensor node on LoRa. The antenna feeding technique uses a microstrip feedline with the addition of an insert feed. After designing, the antenna in this study produces a $VSWR$ of 2, with a return loss of -26.94 dB and a gain of 0 dBi.

Keywords: LoRa, Antenna Microstrip, Slotted Patch..

2. Pendahuluan

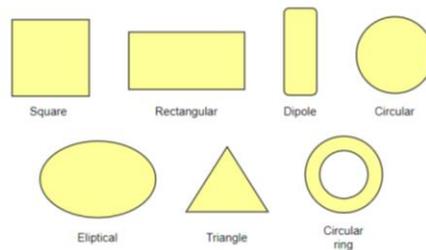
Dengan adanya perkembangan teknologi yang cukup pesat membawa dampak yang besar bagi sistem komunikasi. Dampak perkembangan teknologi tersebut membawa pengaruh besar bagi beberapa orang, kelompok kecil maupun kelompok besar. Dewasa ini, semakin meningkatnya inovasi tersebut muncul untuk segala bentuk kegiatan yang dilakukan secara otomatis. Salah satu penggunaan inovasi tersebut dengan menggunakan Internet Of Things (IoT) dengan menggunakan sensor. Agar sensor dapat menangkap informasi, maka dibutuhkan sebuah modul, yaitu Long Range (LoRa).

3. Metode Penelitian

Penelitian antenna mikrostrip untuk komunikasi LoRa ini dirancang mengacu pada teori-teori yang dapat diimplementasikan untuk mencapai spesifikasi yang kita inginkan.

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan jenis antenna yang memiliki karakteristik bentuk yang sederhana, ringan dan *compact*[1]. Penggunaan antenna mikrostrip ini dapat di aplikasikan untuk kebutuhan antenna yang ringkas seperti yang digunakan pada satelit dan radar. Terlihat pada Gambar 1. susunan lapisan pada antenna mikrostrip. *Patch*, merupakan lapisan atas antenna yang berfungsi sebagai peradiasi gelombang ke udara dengan bahan konduktor. Patch memiliki bentuk yang beragam seperti persegi (*square*), persegi Panjang (*rectangular*), lingkaran (*circular*), segitiga (*triangular*), dan sebagainya[2]. *Substrate* merupakan lapisan yang memiliki bahan dielektrik yang berfungsi menjadi penyalur gelombang elektromagnetik[7]. Besaran nilai dari bahan dielektriknya disebut konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalan substrate (h). *Ground plane*, berfungsi sebagai reflector untuk memantulkan gelombang yang dipancarkan oleh patch.



Gambar 1. Bentuk Patch

2.1.1. Patch Persegi Panjang

Penentuan bentuk *patch* akan berdampak pada performa kerja antenna. Pada penelitian ini, dipilih *patch* yang berbentuk persegi Panjang (*rectangular*) karena mudah dirancang dan memiliki perhitungan dimensi antenna yang sederhana. Pada umumnya, bentuk *patch* persegi panjang memiliki polarisasi linier[3]. Berikut merupakan perhitungan yang dilakukan untuk menentukan dimensi *patch*[2].

$$W_p = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$L_p = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{eff} \mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta l$$

$$\frac{\Delta l}{h} = 0.421 \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W_p}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W_p}{h} + 0.8\right)}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W_p}\right]^{-1/2}$$

Untuk mendapatkan nilai dari dimensi antenna, dapat menggunakan perhitungan lebar ground plane (W_g) dan lebar ground plane (L_g) menggunakan persamaan berikut[2] :

$$Wg = 6h + Wp$$

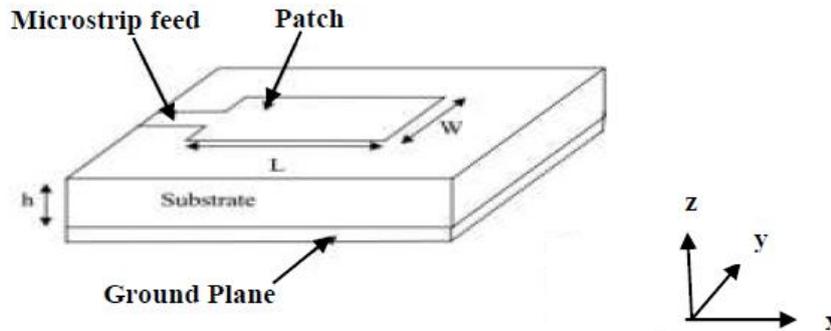
$$Lg = 6h + Lp$$

2.1.2. Jenis Substrat

Pemilihan substrat akan mempengaruhi perhitungan ukuran pada antenna secara keseluruhan. Karakteristik substrat yang dipilih untuk melakukan perancangan antenna mikrostrip akan memberikan pengaruh pada hasil perancangan. Pada penelitian ini, substrat yang digunakan memiliki tiga karakteristik penting yang harus diperhatikan, yaitu nilai konstanta dielektrik (ϵ_r), *dielectric loss tangent* ($\tan \delta$) dan ketebalan substrat (h).

2.1.3. Teknik Pencatuan *Microstrip Line Feed*

Teknik pencatuan *microstrip line feed* merupakan salah satu Teknik pecatuan yang mudah dilakukan dalam proses fabrikasi karena feed line dan elemen paradiasi dicetak pada substart yang sama. Seperti yang terlihat pada Gambar 2. *patch* antenna dicatu pada bagian tepinya, sehingga yang harus diperhatikan adalah impedansi pada tepi *patch* yang harus *match* dengan impedansi dari saluran agar terjadi transfer daya maksimum[4].



Gambar 2. Mikrostrip *Feed Line*

Untuk menentukan Panjang feedline (L_f) dan lebar feedline (W_f) dapat menggunakan persamaan dibawah[2].

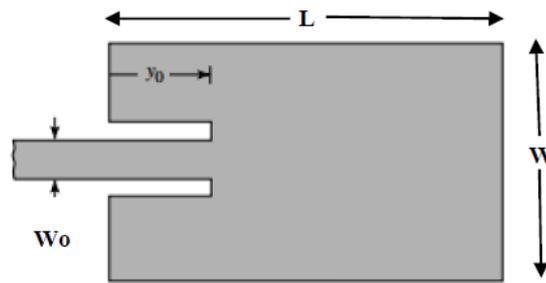
$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$W_f = \frac{2h}{\pi} x \{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} [\ln(B - 1) + 0.39 -] \}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$



Gambar 3. *Insert Feed*

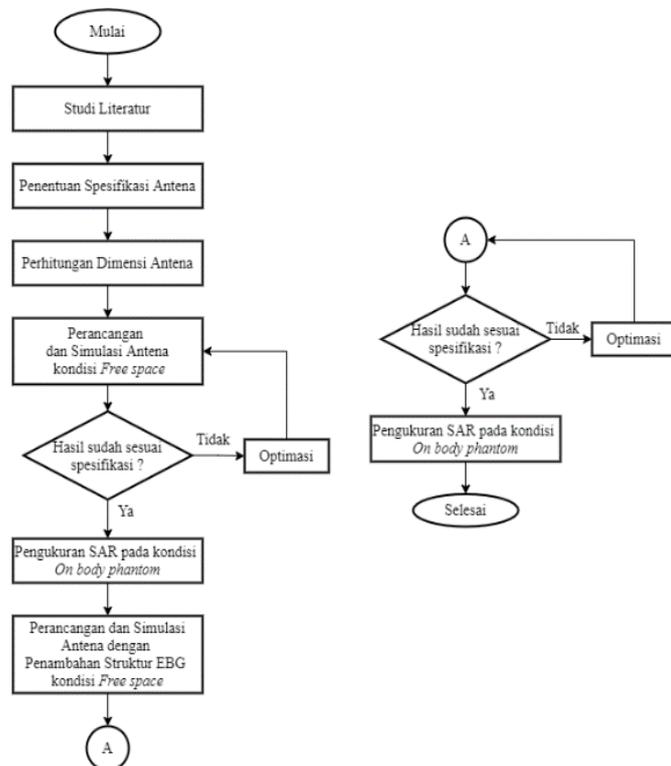
Penggunaan inset feed seperti Gambar 3. bertujuan untuk mempermudah dalam pengontrolan impedansi input pada antenna mikrostrip dengan memperhatikan lebar inset feed dan panjang inset feed

2.2. Slotted Patch

Karena adanya perubahan jalur arus pada *patch* antenna, menggunakan *slot* pada *patch* dapat mengurangi ukuran *patch* antenna mikrostrip dari perhitungan secara teoritis[6]. Ketika *slot* diaplikasikan pada *patch*, maka akan ada penambahan jalur arus gelombang elektromagnetik pada *patch*[5]. Celah pada *patch* memiliki bentuk yang beragam seperti huruf U, H, I, T dan lain sebagainya. Pada penelitian ini penulis memilih celah “X” karena dapat meningkatkan gain.

2.3. Model Sistem dan Perancangan

Dilakukan perancangan antenna mikrostrip untuk melakukan perbandingan hasil simulasi dengan perhitungan secara teoritis. Berikut metode perancangan anten mikrostrip *rectangular* pada Gambar 4. dalam bentuk diagram alir.



Gambar 4. Diagram Alir

Tahapan awal dimulai dengan menentukan spesifikasi antenna yang dibutuhkan. Selanjutnya, menentukan metode antenna yang akan dirancang agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan menghitung dimensi antenna. Setelah mendapatkan dimensi antenna dilanjutkan dengan perancangan awal antenna dan melakukan simulasi kerja antenna menggunakan CST Software dengan metode yang dipilih. Jika hasil simulasi tidak memenuhi spesifikasi, maka dilakukan optimasi antenna agar mendapatkan spesifikasi yang diinginkan. Jika sudah sesuai dengan spesifikasi, selanjutnya melakukan pencetakan antenna dan dilanjutkan dengan pengukuran antenna. Jika hasil pengukuran tidak sesuai dengan spesifikasi maka akan dilakukan kembali optimasi dan jika sudah sesuai spesifikasi maka tahapan selesai.

2.4 Spesifikasi Antena

Spesifikasi antenna yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

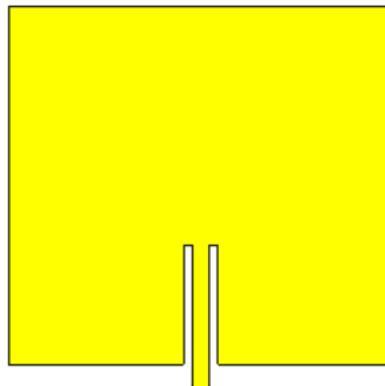
Tabel 1. Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	923 Mhz
VSWR	< 2
Return Loss	< -10db
Gain	> 0 dB

Pada penelitian ini, antenna yang dirancang pada frekuensi 923 Mhz yang merupakan frekuensi kerja pada LoRa.

2.5 Perancangan Antena Tanpa Slotted Patch

Pada perancangan dan simulasi antenna pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 5. berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis.



Gambar 5. Tampak Depan Antena Konvensional

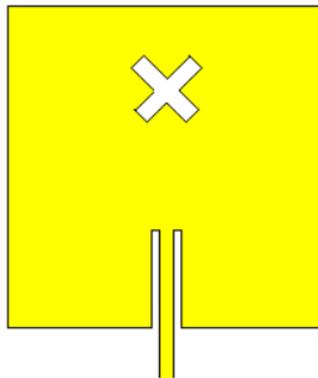
Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus untuk menentukan dimensi pada antenna, sehingga menghasilkan nilai pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Dimensi Awal Antena

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
W _g	118.96	Lebar <i>groundplane</i>
L _g	97.32	Panjang <i>groundplane</i>
W _p	99.76	Lebar <i>patch</i>
L _p	78.12	Panjang <i>patch</i>
W _f	6.221	Lebar <i>feed</i>
L _f	56	Panjang <i>feed</i>
T	0.035	Tebal <i>patch</i> dan <i>groundplane</i>
H	3.2	Tebal Substrat
X	2	Lebar <i>insert feed</i>
Y	25	Panjang <i>insert feed</i>

2.5.1 Perancangan Antena Dengan Slotted Patch

Berdasarkan penelitian pada [7][8], *slotted patch* dapat meningkatkan performa pada antena sehingga dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Karena adanya perubahan jalur arus pada *patch*, menggunakan *slot* pada *patch* antenna mikrostrip dapat mengurangi ukuran *patch* antena[7]. Pada penelitian ini, perancangan slotted “X” seperti Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Antena Dengan *Slotted Patch* Tampak Depan

Parameter yang digunakan dalam perancangan slotted “X” dapat dilihat pada Tabel 3. Berikut.

Tabel 3. Parameter *Slotted Patch*

Parameter	Keterangan
X1	Lebar <i>slotted patch</i>

Parameter	Keterangan
Y1	Panjang slotted <i>patch</i>

3. Hasil dan Pembahasan

Dilakukan simulasi menggunakan CST Suite Studio 2020 untuk menentukan nilai parameter antenna seperti VSWR, Gain, *Return Loss*. Setelah mendapatkan hasil parameter dari simulasi, dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi.

3.1. Hasil Simulasi Antena Konvensional

Hasil simulasi antenna konvensional dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Hasil Simulasi Antena Konvensional

Parameter	Hasil
VSWR	6.334
Return Loss	-2.765
Gain	-0.505

3.2. Hasil Simulasi Antena Dengan Slotted *Patch*

Dilakukan beberapa simulasi antenna menggunakan slotted *patch* seperti Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Simulasi Dengan *Slotted Patch*

X1	Y1	VSWR	<i>Return Loss</i>	Gain
2	12	1.2	-19.08	1.052
4	16	1.2	-20.65	1.064
4	18	1.09	-26.94	1.085

3.3. Dimensi Akhir Perancangan Antena

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan perhitungan awal, dilakukan optimasi pada dimensi antenna. Optimasi yang dilakukan yaitu mengubah ukuran *patch*, *groundplane*, dan dimensi pada slotted "X". Perubahan pada slotted *patch* mempengaruhi ukuran *patch* pada antenna. Dimensi antenna setelah dilakukan optimasi dapat dilihat pada Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Dimensi Akhir Perancangan Antena

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
Wp	73	Lebar <i>patch</i>

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
Lp	75	Panjang <i>patch</i>
Wg	90	Lebar <i>groundplane</i>
Lg	100	Panjang <i>groundplane</i>
Wf	3.2	Lebar <i>Feed</i>
Lf	35	Panjang <i>feed</i>
T	0.035	Tebal <i>patch</i> dan <i>groundplane</i>
H	3.2	Tebal substrat
X	2	Lebar <i>insertfeed</i>
Y	23	Panjang <i>insertfeed</i>
X1	4	Lebar <i>slotted patch</i>
Y1	18	Panjang <i>slotted patch</i>

4. Kesimpulan

Antena yang dirancang bertujuan agar dapat bekerja pada sensor node pada LoRa untuk melakukan sistem komunikasi. Perancangan antena mikrostrip dengan metode pencatutan mikrostrip feedline dengan *insert feed* dan substrat berbahan FR-4 *exopy*. Pada perancangan ini, dilakukan metode *slotted patch* dengan celah “x” untuk dapat meningkatkan nilai Gain dan mendapatkan hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pada hasil akhir simulasi, didapatkan nilai VSWR 1.09 dengan *return loss* sebesar -26.94 db dan gain ≥ 0 dengan polaradiasi unidireksional.

Referensi

- [1] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, “A study of lora: Long range & low power networks for the internet of things,” *Sensors*, vol. 16, no. 9, p. 1466, 2016.
- [2] C. A. Balanis, “Antenna theory third edition analysis and design,” *John Wiley & Sons Inc*, pp. 811–842, 2005
- [3] S. Babani, N. H. H. Khamis, B. D. Bala, and T. A. Ahmed Mohammed, “A compact microstrip patch antenna for ADS-B operation,” *2014 IEEE Asia-Pacific Conf. Appl. Electromagn. APACE 2014 - Proceeding*, pp. 250–252, 2015.
- [4] K. Wong, “Compact Circularly Polarized Microstrip Antennas,” *Compact Broadband Microstrip Antennas*, pp. 162–220, 2002.
- [5] [Online]. Available: <https://docplayer.info/docs-images/75/72040212/images/3-1.jpg>. [Accessed: 03-Dec-2019].
- [6] B. SATRIYOTOMO, “Antena mikrostrip segi empat pojok terpotong untuk penerima sinyal ads-b pada satelit nano,” 2020.
- [7] L. AMMAI, “Miniaturisasi antena mikrostrip menggunakan defected ground structure pada frekuensi fixed wimax 3.65 ghz,” 2017.

- [8] P. Daud, D. Mahmudin, A. Fathnan, I. Syamsu, T. Estu, and Y. Wijayanto, "Inset-fed u-slotted patch antenna array for 10ghz radio-overfiber applications," in *2016 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)*. IEEE, 2016.