

Perancangan Antena Transparan Berbasis Teknologi LTE untuk Komunikasi Antar Mobil

M. Feri Saputra^{*1}, Yusnita Rahayu^{*2}

Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

^{*1} m.feri1288@student.unri.ac.id

^{*2} yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id

Abstract— Along with the development of fast wireless technology, car to car communication (C2C) has been widely used in communication between vehicles for internet access and safe driving control. During the last few years, the design of antennas using transparent materials has attracted the interest of researchers. This is due to the low thickness and light structure of transparent materials compared to conventional designs. In this study, the transparent antenna based on LTE technology for C2C communication is developed. This antenna works at 1.8 GHz with return loss of -27.98 dB. The antenna simulation was performed using CST Microwave Studio.

Keywords – Transparent antenna, LTE technology, C2C.

I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir perkembangan dalam sistem komunikasi C2C, yang bertujuan untuk memberikan solusi keamanan, termasuk yang untuk menghindari tabrakan, manajemen lalu lintas dan sebagainya. Permintaan kepada produsen mobil terhadap penerapan antena baru yang beroperasi pada pita frekuensi yang berbeda, seperti GPS, SDARS atau *Remote Keyless Entry* (RKE) juga terus meningkat (Michele, 2013).

Sebagai salah satu produsen mobil ternama asal Jerman, Audi juga menerapkan teknologi *vehicle to vehicle* (V2V) dalam pengembangan produknya. Saat ini Audi menerapkan berbagai teknologi seperti Audi *pre-sense collision mitigation* yang dapat membantu mendeteksi lingkungan sekitar mobil sehingga dapat memberikan ketenangan dalam berkendara, *Pre-sense city* yang dapat membantu mendeteksi potensi ancaman dari luar baik itu pejalan kaki, kendaraan lain dan sebagainya dan melakukan langkah-langkah pencegahan untuk melindungi pengemudi, *Pre-sense rear* yang dapat mendeteksi ancaman dari belakang mobil dan melindungi pengemudi dengan cara mengatur sabuk pengaman dan posisi kursi secara otomatis, *Pre-sense front* yang dapat memberikan peringatan dan membantu pengereman untuk membantu mencegah tabrakan dari bagian depan, dan teknologi lainnya yang dapat membantu pengemudi mobil (audiusa, 2018).

Penelitian tentang antena transparan dimulai pada tahun 1997 oleh NASA. Penelitian menggunakan bahan konduktif transparan dalam mendesain antena,

tetapi sebagian besar desain tidak sepenuhnya transparan karena masih mudah terlihat. Melalui dua dekade terakhir penelitian telah difokuskan untuk mencapai transparansi dan efisiensi dengan bahan-bahan konduktif yang transparan (Zamudio, 2015).

Untuk membuktikan dan menggambarkan kinerja antena C2C, pengukuran S-parameter dan pola radiasi telah dilakukan. Jenis pemodelan antena dapat menjadi faktor yang berbeda dalam nilai parameter antena, dalam makalah ini simulasi desain antena telah dilakukan dengan menggunakan tiga model antena, Persegi panjang, segitiga dan lingkaran sebagai perbandingan kinerja antena dengan berbagai model. AgHT-4 digunakan untuk *patch*, *ground*, dan jalur pengisian antena mikrostrip. Frekuensi operasi antena (f_r) adalah 1,8 GHz. Substrat antena adalah Plexiglas yang memiliki konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) 3.4, kehilangan garis singgung 0,001.dB.

II. DESAIN ANTENA

Pada Tugas Akhir ini, membahas tentang bagaimana merancang antena mikrostrip *patch* persegi panjang, lingkaran dan *patch* segitiga secara simulasi yang bekerja pada frekuensi 1.8 GHz agar dapat digunakan pada aplikasi komunikasi antar mobil. Adapun parameter-parameter utama yang akan dianalisis yaitu *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *return loss*, *bandwidth*, *gain* dan pola radiasi.

A. Analisa Substrat dan Patch

Dimensi antenna dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

Ketebalan substrat dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Balanis, 1997):

$$h_s \leq \frac{0.3c}{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

Dimana,

h_s = Tinggi substrat

f = Frekuensi dalam GHz.

c = Kecepatan cahaya dalam m/s.

ϵ_r = Konstanta dielektrik substrat.

Panjang substrat dapat dihitung dengan :

$$L_s = L_p + 6h_s \quad (2)$$

Lebar substrat dapat dihitung dengan (Balanis, 1997):

$$w_s = w_p + 6h_s \quad (3)$$

Lebar *patch* persegi panjang dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Balanis, 1997):

$$w_p = \frac{c}{f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (4)$$

Panjang *patch* persegi panjang dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Balanis, 1997):

$$L = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L \quad (5)$$

Dimana ϵ_{eff} = Permittivitas efektif (Balanis, 1997):

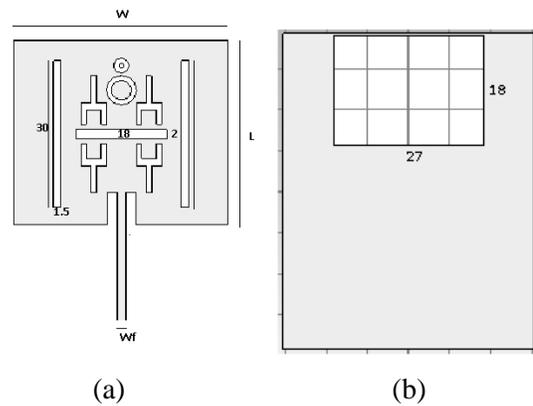
$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h_s}{w_p}}} \right) \quad (6)$$

ΔL = Dihitung dengan (Balanis, 1997):

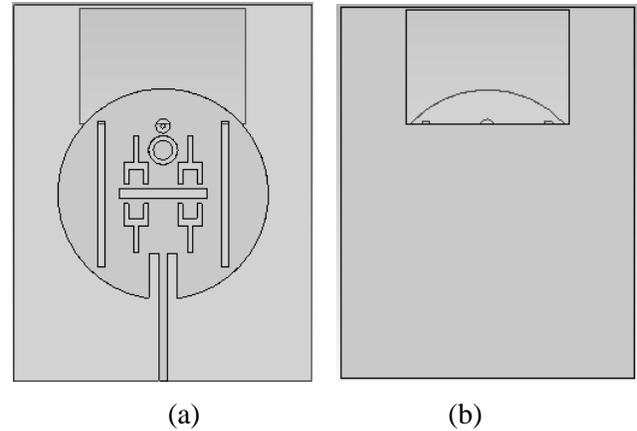
$$\Delta L = h_s \left[\frac{0.412h_s (\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{w_p}{h_s} - 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} + 0.258) \left(\frac{w_p}{h_s} - 0.8 \right)} \right] \quad (7)$$

B. Desain antenna

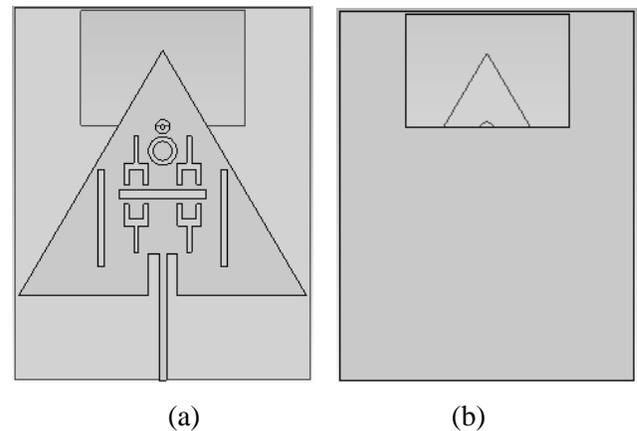
Antena mikrostrip transparan yang dirancang beroperasi pada frekuensi 1.8 GHz seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dengan model *patch* persegi panjang, gambar 2 dengan model *patch* lingkaran dan gambar 3 dengan model *patch* segitiga.



Gambar 1 (a) Tampilan depan *patch* persegi panjang, (b) Tampilan belakang *patch* persegi panjang.



Gambar 2. (a) Tampilan depan *patch* lingkaran, (b) Tampilan belakang *patch* lingkaran.



Gambar 3. (a) Tampilan depan *patch* segitiga, (b) Tampilan belakang *patch* segitiga.

Adapun dimensi perancangan antenna ditunjukkan oleh tabel 1 untuk dimensi antenna *patch* persegi panjang, tabel 2 untuk dimensi antenna *patch* lingkaran dan table 3 untuk antenna *patch* segitiga.

TABEL I
DIMENSI ANTENA PERSEGI PANJANG

Parameter	Ukuran (mm)
Panjang substrat (l_s)	75
Lebar substrat (w_s)	60
Tebal substrat	2
Panjang <i>patch</i> (l_p)	40
Lebar <i>patch</i> (w_p)	35
Tebal <i>patch</i>	0.175
Tebal <i>ground</i>	0.175
Panjang pencatu (l_f)	25
Lebar pencatu (w_f)	3

TABEL II
DIMENSI ANTENA LINGKARAN

Parameter	Ukuran (mm)
Panjang Substrat (l_s)	75
Lebar Substrat (w_s)	60
Tebal Substrat	2
Jari-Jari <i>Patch</i>	21.5
Tebal <i>Patch</i>	0.175
Tebal <i>Ground</i>	0.175
Panjang pencatu (l_f)	25
Lebar pencatu (w_f)	1.4

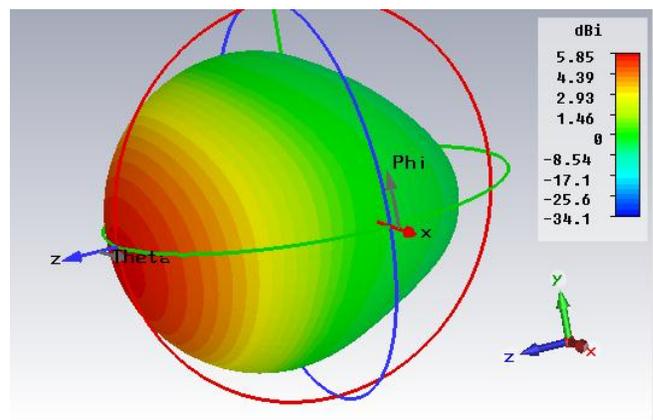
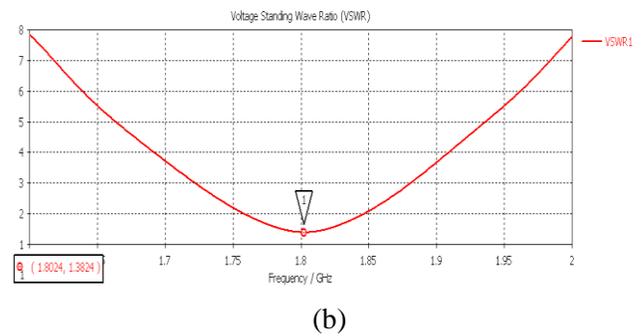
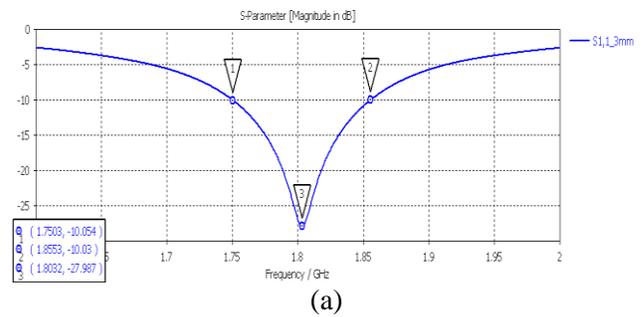
TABEL III
DIMENSI ANTENA SEGITIGA

Parameter	Ukuran (mm)
Panjang Substrat (l_s)	75
Lebar Substrat (w_s)	60
Tebal Substrat	2
Panjang Sisi <i>Patch</i>	59.55
Tebal <i>Patch</i>	0.175
Tebal <i>Ground</i>	0.175
Panjang pencatu (l_f)	25
Lebar pencatu (w_f)	3

Antena yang diimplementasikan menggunakan AgHT-4 digunakan untuk *patch*, *ground*, dan *feed line* antenna mikrostrip. Substrat Antena dibuat pada Plexiglas setebal 2 mm.

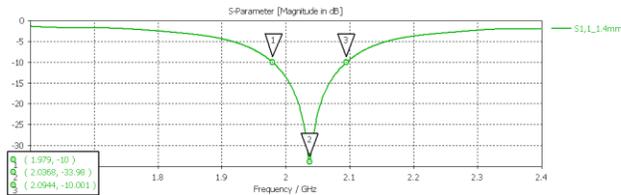
III. HASIL SIMULASI

Kinerja antenna telah diperiksa melalui simulasi menggunakan program simulasi elektromagnetik gelombang penuh, CST Microwave Studio. CST Microwave Studio adalah aplikasi khusus untuk simulasi 3D EM komponen berfrekuensi tinggi. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 4.

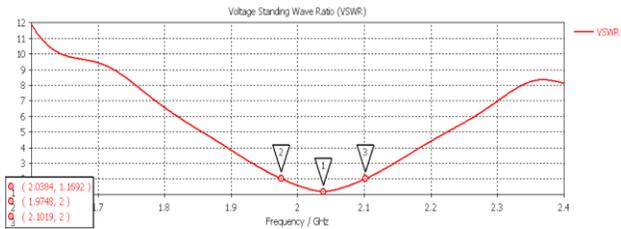


Gambar 4. (a) S-Parameter Persegi Panjang, (b) VSWR Persegi Panjang, (c) Gain Persegi Panjang.

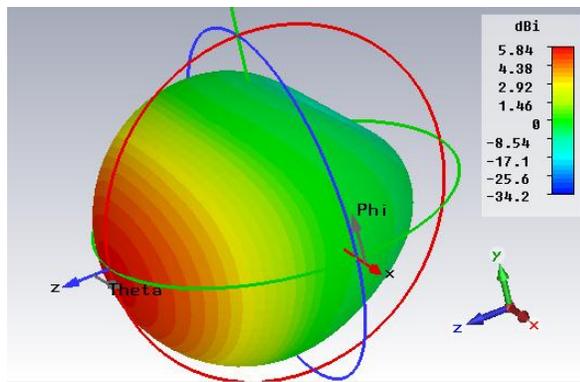
Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 1.8 GHz *patch* persegi panjang adalah -27.98 dB. Dapat dilihat juga bahwa nilai VSWR yang diperoleh adalah 1.3824. Dari data-data yang telah dipaparkan di atas, diketahui bahwa pada rentang frekuensi 1.7503-1.8553 GHz rancangan antenna persegi panjang mampu bekerja pada nilai VSWR $\leq 1,9$ dimana memenuhi kebutuhan yang ingin dicapai, yaitu pada nilai *Gain* 5.85 dBi, VSWR ≤ 2 atau *return Loss* ≤ -10 dB.



(a)



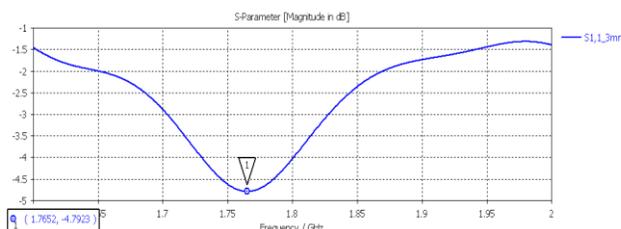
(b)



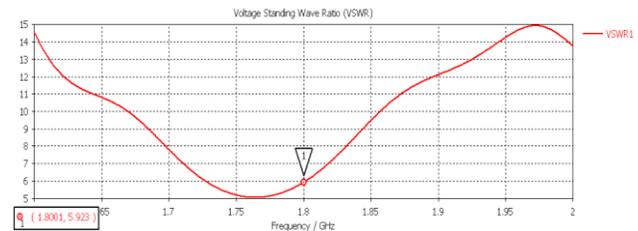
(c)

Gambar 5. (a) S-Parameter Lingkaran, (b) VSWR Lingkaran, (c) Gain Lingkaran

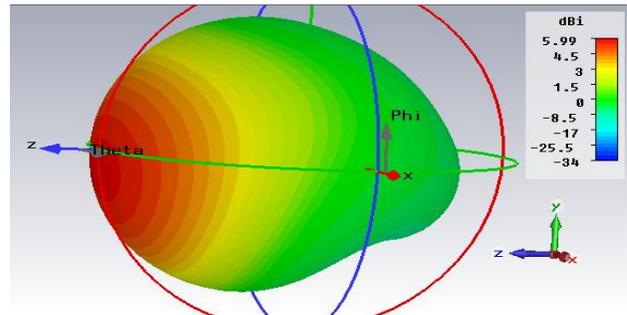
Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 2 GHz *patch* Lingkaran adalah -33.98 dB. Dapat dilihat juga bahwa nilai VSWR yang diperoleh adalah 1.169. Dari data-data yang telah dipaparkan di atas, diketahui bahwa pada rentang frekuensi 1.97-2.1 GHz rancangan antenna *patch* lingkaran mampu bekerja pada nilai VSWR $\leq 1,9$ akan tetapi belum memenuhi kebutuhan yang ingin dicapai, yaitu pada nilai *Gain* 5.84, frekuensi 1.8 GHz, VSWR ≤ 2 atau *return Loss* ≤ -10 dB.



(a)



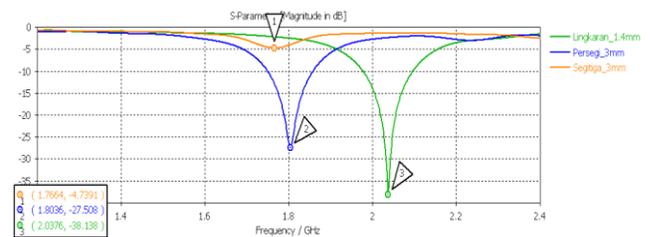
(b)



(c)

Gambar 6. (a) S-Parameter Segitiga, (b) VSWR Segitiga, (c) Gain Segitiga.

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 1.7 GHz *patch* Segitiga adalah -4.79 dB. Dapat dilihat juga bahwa nilai VSWR yang diperoleh pada frekuensi 1.8 GHz adalah 5.92. Dari data-data yang telah dipaparkan di atas, diketahui bahwa pada rentang frekuensi rancangan antenna *patch* lingkaran menunjukkan bahwa antenna belum memenuhi kebutuhan yang ingin dicapai, yaitu pada nilai *Gain* ≥ 5 , frekuensi 1.8 GHz, VSWR ≤ 2 atau *return Loss* ≤ -10 dB.



Gambar 7. S-Parameter Antena *Patch* Persegi Panjang, Lingkaran dan Segitiga.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa frekuensi kerja yang diinginkan bergeser ke frekuensi 2.03 GHz dengan nilai *return loss* yang diperoleh sebesar -38.1 dB untuk *patch* Lingkaran dengan lebar pencatu 1.4 mm, frekuensi 1.76 GHz dengan nilai *return loss* yang diperoleh sebesar -4.73 dB untuk *patch* Segitiga dengan lebar pencatu 3 mm, sedangkan pada *patch* Persegi Panjang diperoleh nilai frekuensi 1.8 GHz dengan nilai *return loss* yang diperoleh sebesar -27.5 dB.

IV. KESIMPULAN

Dalam merancang antena, model *patch* dapat mempengaruhi parameter antena, seperti pada simulasi diatas yang diambil dari hasil karakterisasi lebar penguatan terbaik pada hasil simulasi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa antena dengan model *patch* persegi panjang memiliki nilai parameter yang diinginkan, sedangkan pada antena dengan dengan model *patch* segitiga dan lingkaran belum memenuhi nilai parameter yang ingin dicapai yaitu nilai *return loss* ≤ -10 dB pada rentang kerja frekuensi 1.8 GHz.

REFERENSI

- Audi of America. 2018. Driver Assistance Advancing the science of support. <https://www.audiusa.com/technology>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2018.
- Balanis A. Constantine, "Antenna theory Analysis and Design", 1997.
- Michele Gallo, Simona Bruni, Massimo Pannoza and Daniel Zamberlan Calearo Antenne S.p.A, "Performance Evaluation of C2C antennas on Car Body" 7th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP 2013) - Convened Sessions, 2013.
- Zamudio M. E, Y. Tawk, J. Costantine, F. N. Ayoub, and C. G. Christodoulou, "Design of a Transparent Spiral Antenna for Energy Harvesting" 2015.