

PERANCANGAN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP BYEMAX PADA FREKUENSI 1.8 GHZ UNTUK MENGOPTIMALKAN KUAT SINYAL 4G PADA PERANGKAT MIFI

Oleh : Yenniwarti Rafsyam¹, Ardina Askum¹, Wulan Widiyaningsih¹, Jonifan²

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi, Politeknik Negeri Jakarta
Jln. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI Depok 16425

⁽²⁾ Staf Pengajar Universitas Gunadarma Jakarta.

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina. Depok

Email: yenniwarti.rafsyam@elektro.pnj.ac.id

Abstrak

Rendahnya level sinyal serta kurang optimalnya antena internal pada perangkat Mobile Wi-Fi (MiFi) menyebabkan tidak maksimalnya penggunaan jaringan 4G LTE. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah antena eksternal untuk mengoptimalkan sinyal LTE. Bahan yang digunakan untuk merealisasikan antena ini adalah substrat FR-4 Epoxy (double layer) yang memiliki konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan tebal dimensi (h) sebesar 2,5 mm dan ketebalan tembaga (t) sebesar 0,035 mm. Antena mikrostrip Byemax telah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan yaitu $VSWR < 1,5$, $return\ loss < -10\ dB$, pola radiasi bidirectional, dan gain sebesar $\geq 2\ dB$. Antena mikrostrip Byemax diaplikasikan di luar ruangan sebagai antena eksternal yang terhubung dengan Band Pass Filter (BPF) dan Low Noise Amplifier (LNA) pada perangkat MiFi untuk mengoptimalkan kuat sinyal 4G LTE yang diterima. Besarnya penguatan antena mikrostrip Byemax saat dihubungkan dengan perangkat MiFi yaitu sebesar 4 dB. Nilai kuat sinyal paling optimal diperoleh pada provider XL yaitu sebesar -69 dBm.

Kata Kunci: 4G LTE, Antena Mikrostrip, MiFi

1. Pendahuluan

Pertumbuhan teknologi akses nirkabel terus berkembang dengan pesat sesuai dengan tuntutan para pengguna jasa telekomunikasi. Perkembangan ini diiringi dengan meningkatnya pengguna jasa telekomunikasi yang memiliki kebutuhan layanan berbeda-beda baik itu suara maupun data. Pengguna jasa telekomunikasi menginginkan kebutuhan layanan data yang cepat dan dapat diakses di setiap waktu (Nori, 2008).

Dengan adanya teknologi *Long Term Evolution* (LTE) maka keinginan pengguna jasa telekomunikasi akan kebutuhan layanan data dapat terwujud dengan kemampuan pengiriman data mencapai kecepatan 100 Mbit/s (Nori, 2008). Namun permasalahan yang sering terjadi adalah sulit untuk mendapatkan sinyal LTE karena kendala jarak *user* terhadap *Base Terminal Station* (BTS) yang terlalu jauh atau

lemahnya sinyal karena penghalang seperti pohon, tembok, gedung dan lain sebagainya.

Fasilitas dan layanan LTE dapat dinikmati pengguna dengan didukung suatu perangkat yang mampu menjaga kualitas sinyal dengan baik agar komunikasi dapat berjalan dengan lancar, sehingga diperlukan sebuah antena eksternal yang berfungsi untuk mengoptimalkan sinyal LTE yang diterima oleh perangkat *Mobile Wifi* (MiFi). Kualitas sebuah antena sangat mempengaruhi kualitas informasi yang diterima. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk komunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip sangat tepat diaplikasikan untuk menerima sinyal LTE karena memiliki ukuran yang kecil, bobot yang ringan, sederhana dan biaya pembuatan yang murah (Hanief, 2010).

2. Metode Penelitian

Mengingat pentingnya peranan antenna pada komunikasi *wireless*, maka pada penelitian ini akan dibuat antenna dapat diaplikasikan untuk mengoptimalkan kuat sinyal 4G pada perangkat MiFi.

Pada Penelitian ini antenna yang akan dirancang dan dibuat adalah antenna mikrostrip *byemax* yang akan bekerja pada frekuensi kerja 1,8 GHz, dengan parameter lain yaitu $Return Loss \leq -10$ dB, $VSWR < 1,5$, Pola radiasi *bidireksional* dan Gain ≥ 2 dB menggunakan CST Studio Suites 2018.

Setiap substrat memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Pada Penelitian ini substrat yang akan digunakan adalah FR4 (epoxy). Jenis substrat ini digunakan karena memiliki ketebalan yang cukup kecil, bahan substrat yang mudah didapatkan. Substrat FR4 (epoxy) memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Substrat

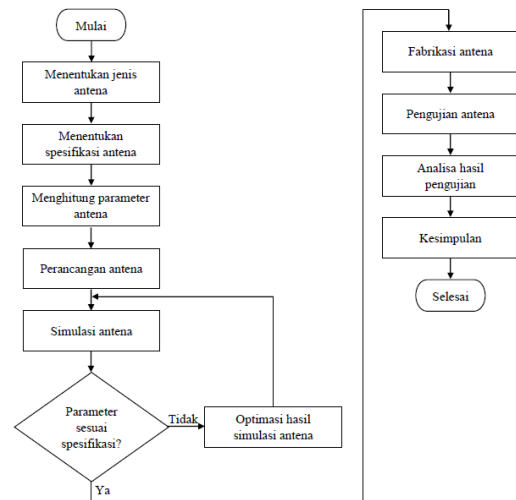
Parameter	Nilai
Jenis Substrat	FR-4 Epoxy
Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	4,3
Ketebalan Lapisan Dielektrik (h)	2,5 mm
Ketebalan Bahan Konduktor (t)	0,035 mm
Impedansi Karakteristik Saluran	50 Ω

Penelitian ini membahas mengenai fungsi penggunaan antenna eksternal pada perangkat MiFi untuk mengoptimalkan penerimaan sinyal 4G LTE. Dalam pengukuran kekuatan sinyal pada 4G LTE, parameter yang digunakan adalah *Reference Signal Received Power (RSRP)*.

RSRP adalah kuat sinyal yang diterima oleh *User Equipment (UE)* dalam satuan dBm (Ade, 2016). Parameter ini adalah parameter yang spesifik pada *drive test* 4G LTE dan digunakan oleh perangkat untuk menentukan titik *handover*.

3. Perancangan Antena

Dalam perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip terdiri dari beberapa tahapan. Adapun tahapan dalam perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Flowchart perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip Byemax

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung lebar *patch* pada antenna yang akan digunakan adalah sebagai berikut (K. Chang, 2002):

$$W_p = \frac{c}{2fr} \times \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

Untuk menentukan konstanta dielektrik efektif dapat menggunakan rumus sebagai berikut (K. Chang, 2002):

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

Medan gelombang elektromagnetik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (K. Chang, 2002):

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)}$$

Sehingga panjang *patch* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (K. Chang, 2002):

$$L_p = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta L$$

Untuk menentukan fungsi logaritmik dari elemen peradiasi dapat menggunakan rumus (Jonifan, 2016):

$$F = 1 + \frac{8,791 \times 10^9}{fr\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sehingga dimensi slot *elliptical* dan jari-jari lingkaran sebagai *patch* dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Jonifan, 2016):

$$r = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi\epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}}$$

Besar jarak spasi antar elemen peradiasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hilman, 2007):

$$d = \frac{c}{2f}$$

Selanjutnya menghitung lebar saluran transmisi pada antenna mikrostrip Byemax dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$WZ_0 = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_0} \right)$$

Setelah melakukan perhitungan maka selanjutnya adalah melakukan simulasi dan optimasi untuk meminimalkan kesalahan saat proses fabrikasi. Adapun hasil fabrikasi antenna mikrostrip Byemax diperlihatkan pada Gambar 3.2.

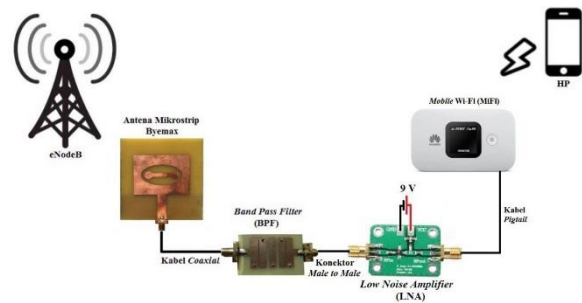


Gambar 3.2. Hasil Fabrikasi Antena Mikrostrip Byemax

Setelah proses fabrikasi selesai maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran dan pengujian antenna.

4. Hasil dan Pembahasan

Antena mikrostrip Byemax digunakan sebagai antenna eksternal dan diletakkan di luar ruangan yang memiliki daya terima sinyal 4G LTE yang baik dari eNodeB terdekat. Kemudian melalui kabel koaksial dengan impedansi 50 Ω yang terpasang oleh konektor SMA *female* pada sisi antenna mikrostrip selanjutnya dihubungkan ke BPF. Lalu BPF akan menyaring frekuensi yang telah diterima oleh antenna dan selanjutnya akan disalurkan kembali menuju LNA untuk meredam *noise* dan menguatkan sinyal. Hasil penguatan dari LNA kemudian dihubungkan ke Mi-Fi dengan menggunakan kabel *pigtail*. Setelah itu membuka alamat IP MiFi (192.168.8.1) pada *handphone* untuk melihat hasil kuat sinyal antenna mikrostrip Byemax yang menerima sinyal dari pemancar atau eNodeB. Kecepatan data dari suatu *provider* dapat dilihat juga pada *handphone* melalui aplikasi *Speedtest*. Sistem kerja antenna yang digunakan sebagai penerima sinyal dari eNodeB seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. Set Up Rangkaian sistem kerja antenna Byemax yang digunakan sebagai penerima sinyal dari eNodeB

Pengujian antenna dilakukan di tiga tempat berbeda dengan menggunakan empat *provider* dalam 5 kondisi yakni saat kondisi sebelum dan sesudah dipasangkan antenna mikrostrip Byemax, saat kondisi tanpa dan dengan menggunakan BPF serta saat kondisi keseluruhan (antenna, BPF, dan LNA).

Adapun hasil pengujian level sinyal dan kecepatan koneksi internet terlihat pada Tabel 4.1 sampai Tabel 4.4.

Tabel 4.1. Pengujian Kuat Sinyal dan Kecepatan Internet *Provider* Tri

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimang-gis Depok	Jl Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-92	-90	-88
	Ping (ms)	33	119	125
	Download (Mbps)	15,2	3,73	3,57
	Upload (Mbps)	3,33	8,79	20,1
Antena Mikrostrip Byemax	RSRP (dBm)	-88	-86	-83
	Ping (ms)	29	129	35
	Download (Mbps)	1,68	3,03	3,39
	Upload (Mbps)	13,7	11,3	19,6
Antena Mikrostrip Byemax dan BPF	RSRP (dBm)	-91	-89	-86
	Ping (ms)	36	39	53
	Download (Mbps)	2,37	4,69	2,82
	Upload (Mbps)	14,0	15,5	19,3
Antena Mikrostrip Byemax dan LNA	RSRP (dBm)	-79	-78	-75
	Ping (ms)	36	32	24
	Download (Mbps)	2,37	2,63	3,39
	Upload (Mbps)	14,0	2,24	20,3
Antena Mikrostrip Byemax, BPF dan LNA	RSRP (dBm)	-76	-75	-70
	Ping (ms)	28	129	42
	Download (Mbps)	2,43	3,22	4,32
	Upload (Mbps)	19,3	9,7	13,8

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa nilai RSRP terbaik dengan menggunakan *provider* Tri berlokasi di Jl. Swadaya Beji saat kondisi *default* MiFi adalah sebesar -88 dBm.

Tabel 4.2. Pengujian Kuat Sinyal dan Kecepatan Internet *Provider* XL

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimang-gis Depok	Jl Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-96	-89	-97
	Ping (ms)	28	23	33
	Download (Mbps)	4,23	1,99	1,36
	Upload (Mbps)	10,3	5,53	3,7
Antena Mikrostrip Byemax	RSRP (dBm)	-90	-82	-93
	Ping (ms)	27	54	28
	Download (Mbps)	1,05	1,35	1,89
	Upload (Mbps)	6,03	9,84	6,91
Antena Mikrostrip Byemax dan BPF	RSRP (dBm)	-93	-85	-96
	Ping (ms)	26	23	19
	Download (Mbps)	2,8	3,5	3,31
	Upload (Mbps)	12,8	7,86	5,64
Antena Mikrostrip Byemax dan LNA	RSRP (dBm)	-78	-73	-84
	Ping (ms)	34	32	27
	Download (Mbps)	2,09	2,63	1,03
	Upload (Mbps)	5,17	2,24	1,92
Antena Mikrostrip Byemax, BPF dan LNA	RSRP (dBm)	-76	-69	-79
	Ping (ms)	99	27	31
	Download (Mbps)	1,95	1,14	1,1
	Upload (Mbps)	5,25	9,18	1,46

Tabel 4.2 memperlihatkan, nilai RSRP terbaik untuk lokasi di Cimanggis Depok yaitu saat antena yang digunakan *default* MiFi adalah sebesar -97 dBm.

Tabel 4.3 Pengujian Kuat Sinyal dan

Kecepatan Internet *Provider* Indosat

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimang-gis Depok	Jl Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-92	-97	-88
	Ping (ms)	109	129	30
	Download (Mbps)	7,44	5,51	5,92
	Upload (Mbps)	16,1	10,3	19,1
Antena Mikrostrip Byemax	RSRP (dBm)	-87	-90	-85
	Ping (ms)	129	99	20
	Download (Mbps)	4,91	4,97	11,2
	Upload (Mbps)	20,5	8,98	21,0
Antena Mikrostrip Byema dan BPF	RSRP (dBm)	-90	-93	-88
	Ping (ms)	119	109	28
	Download (Mbps)	9,75	8,8	16,6
	Upload (Mbps)	20,9	31,51	17,3
Antena Mikrostrip Byemax, dan LNA	RSRP (dBm)	-82	-84	-79
	Ping (ms)	119	109	28
	Download (Mbps)	9,75	8,8	16,6
	Upload (Mbps)	20,9	31,51	17,3
Antena Mikrostrip Byemax, BPF dan LNA	RSRP (dBm)	-79	-80	-77
	Ping (ms)	109	38	129
	Download (Mbps)	7,04	2,65	8,01
	Upload (Mbps)	10,1	13,7	13,6

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai RSRP *provider* Indosat terbaik berlokasi di Jl. Swadaya Beji dengan nilai RSRP terbaik saat kondisi *default* MiFi adalah -88 dBm.

Tabel 4.4. Pengujian Kuat Sinyal dan Kecepatan Internet *Provider* Telkomsel

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimang-gis Depok	Jl Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-101	-98	-90
	Ping (ms)	24	35	23
	Download (Mbps)	16,3	15,2	23,1
	Upload (Mbps)	3,4	2,09	26,5
Antena Mikrostrip Byemax	RSRP (dBm)	-96	-94	-86
	Ping (ms)	23	109	19
	Download (Mbps)	9,92	9,7	43,8
	Upload (Mbps)	2,19	5,54	33,9
Antena Mikrostrip Byemax dan BPF	RSRP (dBm)	-99	-97	-89
	Ping (ms)	34	129	20
	Download (Mbps)	5,27	7,82	21,4
	Upload (Mbps)	2,1	8,44	27,1
Antena Mikrostrip Byemax dan LNA	RSRP (dBm)	-80	-76	-75
	Ping (ms)	29	36	24
	Download (Mbps)	9,73	10,4	20,5
	Upload (Mbps)	9,45	11,7	12,2
Antena Mikrostrip Byemax, BPF dan LNA	RSRP (dBm)	-76	-73	-71
	Ping (ms)	20	89	26
	Download (Mbps)	7,43	5,84	23,2
	Upload (Mbps)	4,21	4,08	9,03

Hasil pengujian pada Tabel 4.4 dapat dianalisa bahwa nilai RSRP terbaik dengan menggunakan *provider* Telkomsel berlokasi di Jl. Swadaya Beji. Nilai RSRP terbaik saat kondisi *default* MiFi tanpa menggunakan tambahan antena eksternal adalah sebesar -90 dBm.

Besar nilai RSRP yang diperoleh dari 5 kali pengujian saat kondisi sebelum dan sesudah dipasangkan antenna mikrostrip Byemax, saat kondisi tanpa dan dengan menggunakan BPF serta saat kondisi keseluruhan (antena, BPF, dan LNA) pada Tabel 4.1 sampai Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari keempat *provider* yang diuji saat perangkat MiFi dipasangkan antenna mikrostrip Byemax pada bagian *port* eksternal membuat nilai RSRP menjadi lebih baik dibandingkan sebelum dipasang dengan antenna eksternal. Hal tersebut dikarenakan adanya penguatan dari antenna eksternal sebesar 4 dB. Saat kondisi antenna eksternal dihubungkan dengan BPF dan MiFi, nilai RSRP mengalami sedikit kenaikan sebesar -3 dB karena faktor *loss* pada bahan yang digunakan serta proses penyolderan yang kurang tepat pada BPF. Kemudian nilai RSRP ketika antenna mikrostrip Byemax dihubungkan dengan LNA lalu dipasang ke perangkat MiFi membuat kuat sinyal yang diterima oleh *User Equipment* (UE) menjadi lebih optimal karena pengaruh fungsi LNA yang digunakan untuk menekan *noise* dan menguatkan sinyal. Dan ketika BPF dipasang di antara antenna mikrostrip Byemax dan LNA, kuat sinyal mengalami sedikit perubahan namun hasilnya tetap membuktikan bahwa nilai RSRP yang diterima menjadi lebih optimal dari kondisi sebelumnya.

Nilai RSRP akan berubah-ubah karna beberapa faktor yang dapat mempengaruhi yaitu jarak antara antenna dan MiFi dengan eNodeB, dimana MiFi berperan di sisi pengguna sehingga semakin jauh pengguna dari eNodeB maka kuat sinyal yang diterima akan semakin lemah, kemudian banyaknya *obstacle* yang bervariasi seperti gedung sehingga menyebabkan *loss*, faktor kondisi cuaca sekitar, dan kondisi lingkungan banyak atau tidaknya orang yang berlalu-lalang.

Hasil pengujian kecepatan koneksi internet meliputi kecepatan *download* (unduh), kecepatan *upload* (unggah), dan kecepatan ping. Banyak faktor yang mempengaruhi

besar koneksi internet, salah satunya adalah kondisi pemukiman yang padat penduduk memungkinkan banyaknya pengguna yang sedang mengakses internet pada waktu bersamaan. Sehingga alokasi *bandwidth* dibagi rata ke semua pengguna yang menggunakan internet pada waktu bersamaan sehingga pengguna A menganggap bahwa pengguna lain sebagai *noise* atau *interference*. Kemudian faktor lainnya yang mempengaruhi kecepatan koneksi internet *upload* dan *download* yaitu kepadatan trafik dan jarak antenna ke pemancar,

Seeperti dapat di lihat data pada Tabel 3 ketika RSRP bernilai tinggi yaitu sebesar -97 dBm, kecepatan internet untuk *download* (unduh) sebesar 1,36 Mbps dan *upload* (unggah) sebesar 3,7 Mbps. Sedangkan ketika RSRP bernilai paling optimal yaitu sebesar -79 dBm, kecepatan internet untuk *download* (unduh) sebesar 1,1 Mbps dan *upload* (unggah) sebesar 1,46 Mbps. Jadi nilai RSRP bisa saja tidak berbanding lurus dengan hasil nilai kecepatan koneksi internet, karena nilai RSRP tidak mempengaruhi kecepatan data suatu internet. Hal tersebut dikarenakan kepadatan trafik data pada eNodeB. Perlu diketahui bahwa setiap eNodeB memiliki kapasitas yang diisi oleh trafik untuk melayani pelanggan, *coverage*, dan kemampuan dalam meng-*handle* trafik data.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian fungsi antenna mikrostrip Byemax, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Antena mikrostrip Byemax dapat mengoptimalkan penerimaan sinyal 4G LTE frekuensi 1.8 GHz pada perangkat MiFi sebesar 4 dB dibandingkan dengan menggunakan antenna *default*.
- b. Lokasi, jarak antenna dengan eNodeB, panjang kabel, besar *loss* pada konektor, banyaknya *obstacle* dan kondisi lingkungan saat pengujian dapat mempengaruhi nilai RSRP.
- c. Nilai RSRP tidak mempengaruhi kecepatan data suatu internet. Karena kecepatan internet dipengaruhi oleh

banyaknya pengguna yang sedang mengakses internet pada waktu bersamaan, kepadatan trafik data pada eNodeB dan jarak antena ke pemancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Wahyudin, Sakinah, 2016. Perancangan Dan Analisa Penggelaran LTE Pada Frekuensi 700 MHz Dengan Metode Adaptif Modulation Coding Untuk Implementasi Digital Dividend Di Wilayah Sub-Urban Dan Rural Kabupaten Banyumas”. Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan.
- Hanief Tegar Pambudhi, Darjat, Ajub Ajulian Z. 2010. “Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip dengan Metode Aperture Coupled Feed pada Frekuensi 800 MHz”. Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang.
- Hilman Halim. 2007. “Designing Triple-Band Microstrip Antenna That Operate At WiMAX Frequencies”.
- Jonifan. 2016. “Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular menggunakan metode Array 1x8 untuk Aplikasi Radar Maritim Frekuensi 3,2 GHz”. Jurnal Ilmiah SETRUM – Volume 5, No.2.
- K. Chang, B. Inder and V. Nair. 2002. “RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless System”. New York: Wiley.
- Nori, A. 2008. “Perancangan Dan Realisasi Bandpass Filter Berbasis Mikrostrip”.
- Yunita Rahayu, Zikri Pradana.2017. “Dual Band Antena Design Mikrostrip Dengan Bentuk Slot Byemax Untuk Penerapan Frekuensi 2,1 GHz LTE”. Jurnal Ilmiah SINERGI Vol. 21, No. 2, Juni 2017: 101-106