

# Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Dual Band* untuk Aplikasi LTE dan Wimax Menggunakan Teknik Pencatuan *Proximity Coupled*

## Design of Dual Band Microstrip Antennas for LTE and Wimax Applications Using Proximity Coupled Techniques

Andik Atmaja

Politeknik Kota Malang  
Jl. Tlogowaru No 3 Kedungkandang Malang, (0341) 754088  
e-mail: andik.atmaja@gmail.com.

**Abstrak** – Teknologi wireless adalah salah satu teknologi komunikasi yang berkembang sangat pesat saat ini. *L band* menurut Institute of Electrical and Electronics Engineers merupakan rentang spectrum frekuensi yang dipancarkan oleh antenna dengan rentang antara 1 GHz hingga 2 GHz. Penggunaan frekuensi 1.4GHz dan 2.1GHz terdapat pada Wimax dan LTE. Wimax dipilih dikarenakan aplikasi ini masih dalam taraf uji coba sedangkan LTE dipilih karena penggunaannya yang relative banyak. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan antenna yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan dua frekuensi atau dual band antenna, sedangkan teknik pencatuan yang digunakan adalah proximity coupled yang mempunyai kelebihan mampu melebarkan bandwidth antenna. Dari Smith Chart yang ditampilkan oleh vektor Analyzer Agilent N9923A menunjukkan impedansi masukan yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah  $36.6 - j3$  Ohm dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki impedansi masukan  $45.1 + j6.4$  Ohm. Sedangkan VSWR yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah 1.377 dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki VSWR 1,176. Hasil return loss yang dihasilkan dari antenna pada saat frekuensi 1434 MHz adalah sebesar -15.98 sedangkan pada frekuensi 2120 MHz memiliki return loss sebesar -21.12 dB.

**Keywords:** Antena, Dual Band, Proximity Coupled, return loss, VSWR, Impedansi Masukan.

**Abstract** – Today, wireless technology is one of the fastest-growing communication technologies. According to the Institute of Electrical and Electronics Engineering, *L band* is the frequency spectrum range between 1 GHz to 2 GHz emitted by antennas. The Frequency of 1.4GHz and 2.1GHz have been applied to Wimax and LTE applications. Wimax was chosen that is still in the trial periodes, while LTE was widely used. It be requires an antenna that enable to generate dual band frequencies, and the rationing technique used is proximity coupled which has the advantage of being able to widen the antenna bandwidth. A Smith Chart that is displayed by the N9923A Agilent Analyzer vector. A input impedance obtained from the measurement results at 1434MHz is  $36.6 - j3$  Ohm and at 2120 MHz the input impedance is  $45.1 + j6.4$  Ohm. Whereas the VSWR obtained from the measurement results at 1434MHz is 1,377 and at the frequency of 2120 is 1,176. The result of return loss antenna at the frequency of 1434 MHz is -15.98 while at a frequency of 2120 MHz is -21.12 dB.

**Keywords:** Antenna, Dual Band, Proximity Coupled, return loss, VSWR, Matching Impedance.

## 1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi telekomunikasi yang semakin pesat dan kebutuhan manusia akan sistem komunikasi yang berkecepatan tinggi, handal, efisien, efektif dan berkualitas akan meningkat pula. Salah satu teknologi komunikasi yang berkembang saat ini adalah teknologi komunikasi *wireless* salah satu yang sedang berkembang saat ini adalah Wimax dan *long term evolution* (LTE). Teknologi LTE yang berkembang pada saat ini menggunakan radio yang berbeda, namun tetap menggunakan dasar jaringan GSM / EDGE dan UMTS / HSPA. Teknologi yang sangat berkembang dan banyak diaplikasikan oleh masyarakat adalah teknologi Wifi, akan tetapi Wifi mempunyai keterbatasan jangkauan, maka dikembangkanlah teknologi Wimax. Teknologi Wimax belum berkembang secara merata hanya diujicobakan di kota-kota besar di Indonesia.

Kedua teknologi tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, tetapi teknologi LTE dan Wimax dapat melayani komunikasi pengguna secara cepat, berkesinambungan dan simultan. Sehingga, dibutuhkan sebuah perangkat khusus yang mampu menerima sinyal frekuensi kedua jaringan tersebut dalam satu buah antena. Maka dirancang dan dibuatlah sebuah *dual band* antena mikrostrip. *dual band* Antena Mikrostrip ini mampu menerima atau memancarkan sinyal pada dua frekuensi sekaligus. *Dual band* Antena ini bertujuan untuk menghasilkan efisiensi dan efektifitas penggunaan perangkat pada sebuah peralatan, sehingga sebuah antena dapat bekerja pada kanal frekuensi yang berbeda. Antena mikrostrip *dual-band* merupakan suatu jenis antena mikrostrip yang dapat bekerja pada dua buah frekuensi yang berbeda. *Dual-band* antena mikrostrip design didapatkan dengan beberapa metode, yaitu *Orthogonal mode dual-frequency patch antennas*, *Multi-patch dual-frequency antennas*, dan *Reactively-loaded dual-frequency patch antennas*. *Orthogonal mode dual-frequency patch antennas* adalah satu jenis antena mikrostrip yang dicatu oleh dua mode dominan yang orthogonal satu dengan lainnya. Sedangkan *Multi-patch dual-frequency antennas* adalah satu jenis antena mikrostrip yang mempergunakan lebih dari satu elemen antena dimana masing-masing elemen mempunyai frekuensi resonansi yang berbeda – beda. Adapaun jenis yang ketiga adalah *Reactively-loaded dual-frequency patch antennas*, yaitu satu jenis antena mikrostrip yang diberi beban reaktif tambahan sehingga secara keseluruhan antena tersebut akan beresonansi pada dua frekuensi yang berbeda.[7]

Teknik pencatuan yang digunakan dalam mendesign antena antara lain *proximity coupling*, *microstrip line*, *coaxial probe*, dan *aperture coupling* [1]. Pencatuan pada dual band antena mikrostrip ini menggunakan metode *proximity coupled*. *Proximity coupled* dipilih karena metode ini memiliki keunggulan pada bandwidth yang dihasilkan paling besar dan radiasi tambahan (*spurious radiation*) yang kecil[6]. Pada pencatuan ini, saluran pencatunya terletak di antara 2 buah substrat dan patch antena terletak di bagian substrat paling atas. Pembuatan antena dengan pencatuan *Proximity coupled* ini menggunakan beberapa bagian dan layer-layer yang terpisah. Bentuk *patch* yang digunakan dalam perancangan berbentuk segi empat, pemilihan patch segi empat mempertimbangkan kemudahan dalam fabrikasi pembuatan antena, meskipun sederhana akan tetapi patch persegi panjang ini mampu memberikan performansi yang lebih optimal.

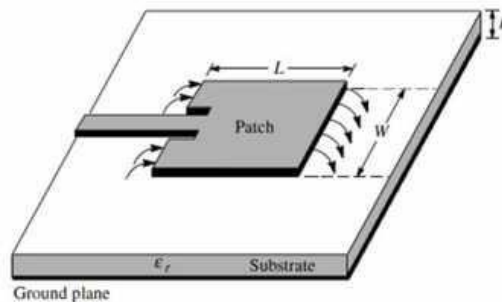
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *groundplane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik seperti yang terlihat pada Gambar 1. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil jika dibandingkan dengan antena jenis lain.

Karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan

tetapi antenna mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain*



dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi yang rendah.

Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *groundplane*. Masing-masing dari bagian ini memiliki fungsi yang berbeda yaitu [1] :

**a. Conducting patch.**

*Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. *Patch* terbuat dari bahan konduktor, misal tembaga. Bentuk *patch*

**b. Substrat dielektrik.**

*Substrat* berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antenna mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan. Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) dan ketebalannya ( $h$ ).

Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna. Pada antenna mikrostrip, semakin tinggi besar permitivitas relatif, ukuran *conducting patch* akan semakin kecil dan sebagai akibatnya memperkecil daerah radiasi. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antenna adalah pada *bandwidth*. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth*. tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

**c. Ground plane.**

*Ground plane* antenna mikrostrip bisa terbuat dari bahan konduktor, yang berfungsi sebagai *reflector* dari gelombang elektromagnetik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan adalah berbentuk persegi empat dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis.

## 2.2 Antena Microstrip Segi Empat

Dimensi antenna mempresentasikan bentuk serta ukuran dari antenna mikrostrip. Untuk dapat menentukan dimensi antenna *patch* segiempat, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang akan digunakan seperti ketebalan dielektrik ( $h$ ), konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), frekuensi kerja yang diharapkan ( $f$  Hz). Pengaturan panjang dan lebar antenna mikrostrip harus sesuai agar *bandwidth* yang dihasilkan lebar, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* yang dihasilkan sempit sedangkan apabila terlalu panjang maka akan dihasilkan *bandwidth* yang lebar tetapi efisiensi radiasi nya menjadi kecil.[4]

Pendekatan yang digunakan untuk mencari lebar antenna mikrostrip *patch* segiempat menggunakan Persamaan 1.

$$W = \frac{c}{2 \times f r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

Di mana:

- W = lebar *patch* (mm)
- $f_r$  = frekuensi resonansi (Hz)
- $\epsilon_r$  = konstanta dielektrik
- C = kecepatan cahaya (m/s)

Untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter  $\Delta L$  yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect* yaitu efek pada elemen peradiasi antenna mikrostrip terlihat lebih besar dari dimensi fisiknya. Pertambahan panjang dari L ( $\Delta L$ ) tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\Delta L = 0.412 h \left( \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left( \frac{w}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left( \frac{w}{h} + 0.8 \right)} \right) \tag{2}$$

dimana  $h$  merupakan tebal substrat dan  $\epsilon_{reff}$  merupakan konstanta dielektrik relatif yang ditentukan dengan Persamaan 3.

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-1/2} \tag{3}$$

Panjang *patch* (L) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \tag{4}$$

Dimana :

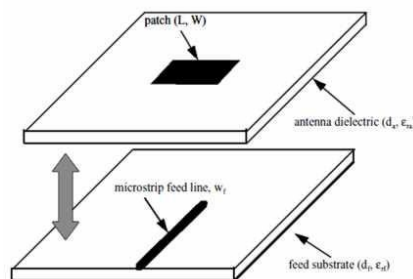
$$L_{eff} = \frac{c}{2 \times f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{5}$$

Keterangan:

- L = panjang *patch* (mm)
- $L_{eff}$  = panjang *patch* efektif (mm)
- $h$  = ketebalan substrat (mm)
- $\epsilon_{reff}$  = konstanta dielektrik relatif

### 2.3 Metode Pencatuan *Proximity coupled*

*Proximity coupled* seperti yang terlihat pada Gambar 2. merupakan teknik pencatuan yang memiliki keunggulan pada *bandwidth* yang dihasilkan paling besar dan radiasi tambahan (*spurious radiation*) yang kecil, dikarenakan oleh kenaikan keseluruhan ketebalan mikrostrip antenna *patch*. Skema ini juga menyediakan pilihan antara dua bahan media dielektrik yang berbeda, satu untuk *patch* dan satu untuk saluran untuk mengoptimalkan performa individu. [4]

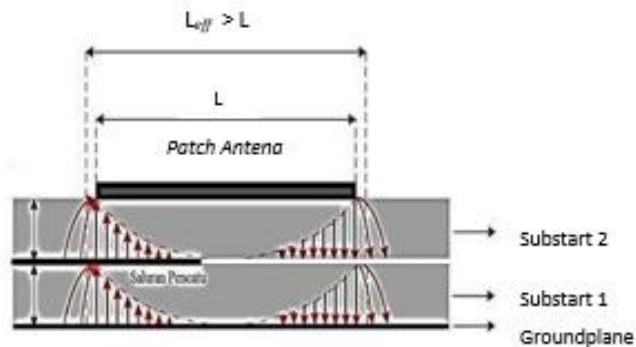


Gambar 2. Skema Pencatuan *Proximity coupled*.

*Matching* dapat dicapai dengan mengontrol panjang garis saluran dan lebar ke garis rasio *patch*. Kerugian utama dari skema saluran ini adalah sulit untuk fabrikasi, karena penggabungan dua *layer substrate* yang berbeda dielektrik.

Untuk dapat menganalisis sebuah antenna mikrostrip, maka diperlukan sebuah pemodelan yang dapat menggambarkan kondisi antenna ke dalam sebuah kondisi persamaan yang dapat dianalisis secara akurat. Berbagai pemodelan untuk antenna mikrostrip tersebut telah banyak dikembangkan dan satu diantaranya yang populer adalah model *cavity*.

Pada model *cavity*, daerah interior yaitu ruang antara *patch* dan bidang pentanahan diasumsikan sebagai sebuah ruang (*cavity*) yang dilingkari oleh suatu dinding magnetik sepanjang tepinya, dan diapit oleh dinding elektrik dari atas dan bawah. Model *cavity* dari sebuah antenna mikrostrip diperlihatkan pada Gambar 3. [4]



Gambar 3. Model Cavity Untuk Pencatuan *Proximity Coupled*.

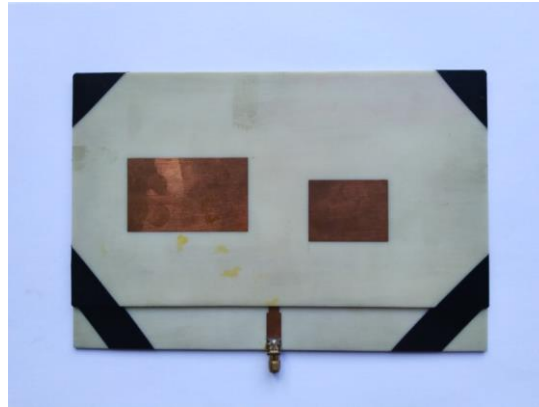
Beberapa asumsi model *cavity* berdasarkan observasi dari substrat tipis ( $h \ll \lambda_0$ ):

- Medan elektrik hanya terdiri atas komponen *transverse* di dalam daerah yang dibatasi oleh *patch* dan bidang pentanahan.
- Medan-medan dalam daerah ini tidak berubah-ubah (bebas) terhadap koordinat  $z$  untuk semua frekuensi yang digunakan.
- Komponen tangensial  $H$  sepanjang tepi diabaikan.
- Memasukkan medan tepi (*fringing field*) dalam perhitungan dengan sedikit memperlebar tepi-tepi.

### 3. Hasil dan Analisis

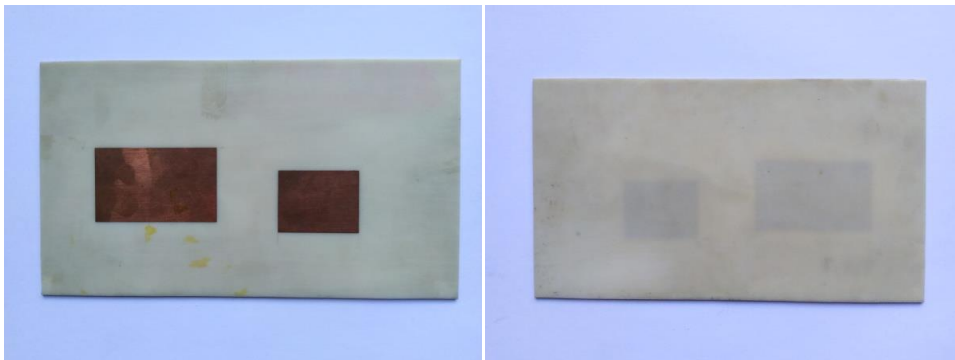
#### 3.1 Desain Dual Band Antena Mikrostrip

Desain *dual band* antenna mikrostrip menggunakan pencatuan *Aproximity Coupled* menggunakan substrat FR4 Epoxy dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) sebesar 4,3 dengan ketebalan substrat yaitu 1,5 mm. Bahan *patch* adalah dari tembaga dengan ketebalan 0,5 mm. Perancangan antenna tersebut menggunakan *software Computer Simulation Technology*. Geometri *dual band* antenna mikrostrip menggunakan pencatuan *Aproximity Coupled* seperti ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Desain *dual band* antenna mikrostrip menggunakan pencatuan *Aproximity Coupled*

Dual band Antena Microstrip ini di desain menggunakan 2 buah bagian, bagian pertama terdiri dari dua buah patch persegi panjang. Bagian pertama antenna ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagian pertama dari dual band antenna Mikrostrip

Bagian kedua terdiri dari dua layer, layer pertama terdiri dari patch dan saluran pencatu sedangkan pada layer kedua berupa ground plane. Bagian kedua antenna ditunjukkan pada Gambar 6.



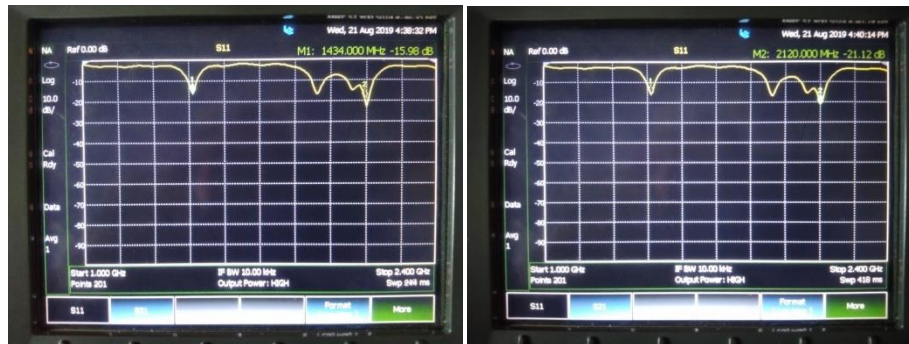
Gambar 6. Bagian ke dua dari dual band antenna Mikrostrip

### 3.2 Hasil pengukuran *Dual Band Antena Mikrostrip*

Setelah dilakukan fabrikasi terhadap desain antenna tersebut, maka dilakukan pengukuran terhadap antenna menggunakan Network Vector Analyzyer type Agilent N9923A sehingga didapatkan parameter-parameter berikut:

### A. Return Loss

Hasil pengukuran *return loss* (*S11*) dari antenna *Dual Band* Antena mikrostrip Mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengukuran *return loss* Dual Band Antena mikrostrip.

Berdasarkan Gambar 7, hasil Pengukuran dari *Dual Band* Antena mikrostrip didapatkan nilai *return loss* pada frekuensi 1434 MHz adalah sebesar -15.98 sedangkan pada frekuensi 2120 MHz memiliki *return loss* sebesar -21.12 dB. Nilai *return loss* dari antenna tersebut pada frekuensi 2120 berada jauh dibawah -10 dB dibandingkan dengan pada saat frekuensi 1434 MHz, hal ini menunjukkan *return loss* pada frekuensi 2120 MHz lebih baik artinya daya yang dipantulkan sangat sedikit dan mendekati kondisi yang *match* antara *transmitter* dan beban/antena.

### B. Smith Chart

Parameter penting antenna lainnya yaitu impedansi masukan. Parameter ini menentukan impedansi masukan pada antenna yang difabrikasi. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai impedansi masukan seperti pada Gambar 8.

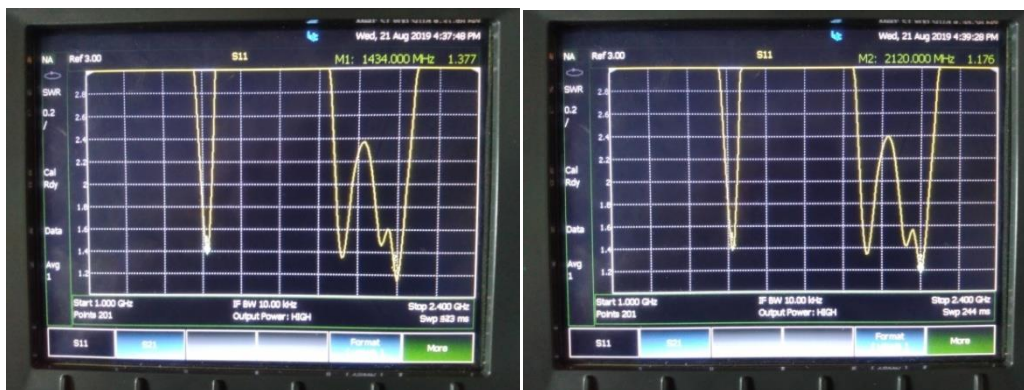


Gambar 8. Direktivitas *Dual Band* Antena Mikrostrip.

Dari Smith Chart yang ditampilkan oleh alat ukur menunjukkan impedansi masukan yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah  $36.6 - j3$  Ohm dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki impedansi masukan  $45.1 + j6.4$  Ohm. Impedansi masukan untuk sebuah RF antenna adalah 50 Ohm.

### C. VSWR (*Volatge Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah pengukuran dasar dari impedansi matching antara transmitter dan antenna. Hasil pengukuran untuk tampilan VSWR adalah seperti Gambar 9.



Gambar 9. VSWR antenna mikrostrip 1434MHz dan 2120 MHz.

VSWR yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah 1.377 dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki VSWR 1,176. Hal ini membuktikan antenna mikrostrip yang telah dibuat memenuhi syarat karakteristik antenna yang baik karena nilai VSWR  $< 2$ , artinya antenna yang dibuat telah memenuhi syarat antenna yang baik karena hampir tidak ada gelombang pantul dengan nilai koefisien refleksi yang sangat kecil.

## 4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah dilakukan desain *Dual Band* Antenna mikrostrip dengan metode pencatutan *proximity coupled*. Antenna didesain digunakan untuk aplikasi Wimax dan LTE. Pengujian parameter penting antenna telah dilakukan melalui pengukuran menggunakan Vector analyzer type agilent N9923A. didapatkan nilai pengukuran parameter antenna antara lain impedansi masukan yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah  $36.6 - j3$  Ohm dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki impedansi masukan  $45.1 + j6.4$  Ohm. Sedangkan VSWR yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk frekuensi 1434MHz adalah 1.377 dan untuk frekuensi 2120 MHz memiliki VSWR 1,176. Hasil return loss yang dihasilkan dari antenna pada saat frekuensi 1434 MHz adalah sebesar -15.98 sedangkan pada frekuensi 2120 MHz memiliki return loss sebesar -21.12 dB.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Isnandar selaku Direktur Politeknik Kota Malang yang telah memberikan arahan, masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian mandiri ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu Dosen TIM LP2M dan TIM Teknik Telekomunikasi yang telah memberikan dukungan dan saran yang membangun kepada penulis.

## Referensi

- [1] Balanis, Constantine A. (2005). "Antena Theory: Analysis and Design", 3rd Edition. John Wiley and Sons, Inc
- [2] I. Bahl. "Lumped Elements for RF and Microwave Circuits", Artech House, Boston. 2003.



- 
- [3] Deriko, F. (2015). “Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Array Patch* Segiempat *Dual-Band* (2,3 Ghz Dan 3,3 Ghz) Dengan Pencatuan *Proximity Coupled*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
  - [4] Riska Resti Khoirun Nisa,dkk. “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Segiempat *Dual Band* Dengan Menggunakan Teknik Pencatuan *Proximity Coupled*”.JIT- Politeknik Kota Malang. 2019.
  - [5] Rahmatia Kipti Irianti. “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Single Patch Circular Untuk Aplikasi Wifi Dengan Pencatuan *Proximity Coupled*” JIT- Politeknik Kota Malang. 2019.
  - [6] Alaydrus,M.2011. Antena: Prinsip dan Aplikasi. Jakarta:Graha Ilmu
  - [7] Misra,D.K. 2004. Radio Frequency And Microwave Communication Circuit: Analysis and Design,Second edition,Wiley-Interscience:New Jersey.