

Perancangan Antena Mikrostrip *Rectangled* dengan Teknik Pencatuan *Proximity Coupled* pada Frekuensi 3.8 GHz

Alfin Aditya Chandra Kristiono¹, Yus Natali²

^{1,2} Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta

alfinack@gmail.com¹, yus@akademitelkom.ac.id²

ABSTRAK

Antena mikrostrip adalah salah satu solusi untuk pengembangan teknologi komunikasi *Long Term Evolution* (LTE). Dengan bentuk yang sederhana namun spesifikasi tidak kalah dengan antenna jenis lainnya, membuat antenna mikrostrip banyak diminati. Penelitian ini membahas perancangan antenna mikrostrip segiempat dengan teknik pencatuan *proximity coupled* untuk jaringan LTE dan dapat mereduksi dimensi antenna sehingga membuat *Bandwidth* menjadi lebar dengan *return loss* yang tajam. Teknik ini juga dapat meningkatkan *Gain* dan *Bandwidth* antenna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang antenna mikrostrip *rectangle* dengan teknik pencatuan *proximity coupled* yang dapat bekerja pada jaringan LTE pada frekuensi 3.8 GHz, yang bertujuan untuk mereduksi dimensi antenna sehingga memiliki *bandwidth* lebar, dan meningkatkan *gain* serta menganalisa prinsip kerja antara antenna mikrostrip *rectangle* tanpa *proximity coupled* dengan teknik pencatuan *proximity coupled*. Metodologi penelitian yang dilakukan adalah studi literatur, pembuatan, uji coba alat dan pengukuran dan analisa. Berdasarkan data hasil pengujian dan analisa diperoleh hasil frekuensi resonansi = 3.8 GHz, *return loss* = -34.25 dB, polarisasi yaitu berbentuk *omnidirectional*, *bandwidth* = 232 MHz, dimana frekuensi *lower* = 3,700 MHz, dan frekuensi *upper* = 3,932 MHz, *VSWR* = 1.04, dan *gain* sebesar 4.64 dB pada hasil iterasi dan simulasi. Peningkatan *return loss*, *VSWR*, *gain*, dan *bandwidth* dengan cara iterasi juga digunakan untuk perancangan antenna mikrostrip *proximity coupled* agar mendapatkan hasil yang lebih optimal. Peningkatan *return loss* = 79%, *VSWR* = 25%, *gain* = 52%, dan *bandwidth* = 90%. Hal tersebut terjadi karena perubahan parameter antenna dengan cara iterasi dan keuntungan dari teknik pencatuan *proximity coupled* dengan menambah satu substrat untuk meningkatkan performansi antenna.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip *Rectangled*, *Proximity Coupled*, LTE, 3.8 GHz

ABSTRACT

Microstrip antenna is one of the solutions to the development of Long Term Evolution (LTE) communication technology. With a simple form but the specifications are not inferior to other types of antennas, made the microstrip antenna in great demand. This research discussed rectangle microstrip antenna design with proximity coupled feeding technique for the LTE connection and can reduce the antenna's dimension therefore made the Bandwidth wide with a sharp return loss. This technique can also increase antenna's Gain and Bandwidth. The purposes of this research are to design a rectangle microstrip antenna with proximity coupled feeding technique that can work in LTE connection in 3.8 GHz frequency, aims to reduce the antenna's dimension therefore has a wide bandwidth, and increase gain and analyse the work principle between rectangle microstrip antenna without proximity coupled with proximity coupled feeding technique. The research methodologies are literature study, creation, tool trial test and measurement and analysis. Based on the test results and analysis data, the results obtained are the resonant frequency = 3.8 GHz, return loss = -34.25 dB, polarization in the form of omnidirectional, bandwidth = 232 MHz, where the lower frequency = 3,700 MHz, and upper frequency = 3,932 MHz, VSWR = 1.04, and gain = 4.64 dB in the iteration and simulation results. The increase in the return loss = 79%, VSWR = 25%, gain = 52%, and bandwidth = 90%. This happens because by iterating also used in the design of microstrip antenna proximity coupled in order to get a more optimal result. The increase in the return loss, VSWR, gain and bandwidth happened due to the change in antenna's parameter by iterating and the advantage from the proximity coupled feeding technique by adding one substrate to increase the antenna's performance.

Keywords: *Rectangle Microstrip Antenna*, *Proximity Coupled*, LTE, 3.8 GHz

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat dan kebutuhan manusia akan sistem komunikasi yang berkecepatan tinggi, efisien, handal dan berkualitas. Salah satu teknologi komunikasi yang berkembang saat ini adalah teknologi komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang telah menawarkan teknologi komunikasi *Long Term Evolution* (LTE). LTE menggunakan radio yang berbeda, namun tetap menggunakan dasar jaringan GSM / EDGE dan UMTS / HSPA.[6]

Sebuah lembaga negara telekomunikasi Inggris yaitu OFCOM, mengeluarkan kebijakan bahwa spektrum frekuensi untuk LTE dapat ditempatkan pada rentang frekuensi 3.6 GHz sampai 4.2 GHz. Dalam strategi manajemen spektrum, banyak pemangku kepentingan didukung secara umum istilah potensi untuk peningkatan berbagi spektrum. OFCOM juga menerima umpan balik menganjurkan mempertimbangkan berbagi spektrum yang lebih intens dalam 3,6 GHz hingga 4,2 GHz band (juga disebut sebagai 'C-Band'), secara khusus menyoroti potensi 3.8 GHz hingga 4.2 GHz sub band sebagai peluang bagus mengingat karakteristiknya. OFCOM setuju bahwa band memiliki potensi yang baik untuk

mempertimbangkan peningkatan penggunaan dan pembagian.[13]

Walaupun teknologi tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, tetapi teknologi itu akan melayani kebutuhan manusia secara simultan. Oleh karenanya, sangat dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengakomodasi jaringan tersebut dalam suatu perangkat khususnya antena. Antena mikrostrip adalah salah satu solusi untuk pengembangan teknologi ini, dengan bentuk yang sederhana namun spesifikasi tidak kalah dengan antena jenis lainnya, membuat antena mikrostrip banyak diminati.[6]

Pada penelitian [1] didesain sebuah antena mikrostrip segiempat *dualband* dengan menggunakan teknik pencatutan *proximity coupled* yang bekerja pada frekuensi 1.8GHz dan 2.4GHz. Diperoleh hasil rancangan dengan simulasi di dapatkan nilai *VSWR* pada frekuensi 1.827GHz dengan nilai *Return Loss* sebesar $-10.510dB$. Sedangkan pada frekuensi 2.420GHz di dapatkan nilai *VSWR* sebesar 1.015 dengan nilai *Return Loss* $-41.07dB$.

Dengan permasalahan diatas, pada penelitian ini dibahas tentang perancangan antena mikrostrip segiempat dengan teknik pencatutan *proximity coupled* untuk jaringan *LTE* dan dapat mereduksi dimensi antena sehingga membuat *Bandwidth* menjadi lebar dengan *return loss* yang tajam. Teknik ini juga dapat meningkatkan *Gain* dan *Bandwidth* antena.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang antena mikrostrip *rectangle* dengan teknik pencatutan *proximity coupled* yang dapat bekerja pada jaringan *LTE* pada frekuensi 3.8 GHz.
2. Dapat merancang antena mikrostrip *rectangle* dengan teknik pencatutan *proximity coupled* yang berujuan untuk mereduksi dimensi antena sehingga memiliki *bandwidth* lebar, dan meningkatkan *gain* sehingga dapat bekerja pada frekuensi 3.8 GHz.
3. Menganalisa prinsip kerja antara antena mikrostrip *rectangle* tanpa *proximity coupled* dengan teknik pencatutan *proximity coupled*

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang antena mikrostrip *rectangle* dengan teknik pencatutan *proximity coupled* untuk jaringan *LTE* menggunakan perangkat lunak *CST Studio Suite 2019*?
2. Bagaimana merancang antena mikrostrip *rectangle* yang bekerja di frekuensi 3.8 GHz dengan teknik pencatutan *proximity coupled* untuk melihat kinerja *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan *gain* pada simulator *CST Studio Suite 2019*?
3. Bagaimana cara menentukan *patch* antena mikrostrip *rectangle* yang sesuai dengan judul penelitian?

D. Batasan Masalah

Dalam tugas ini terdapat batasan-batasan yaitu :

1. Pengukuran ini dilakukan pada frekuensi 3.8GHz.
2. Perangkat lunak yang digunakan dalam simulasi adalah *CST Studio Suite 2019*, *PCCAD 5.0*, *Microsoft Visio*, dan *Microsoft Excel*.
3. Parameter yang diuji yaitu *Gain*, *Return Loss*, *VSWR*, dan *bandwidth*.
4. Bahan substrat yang digunakan adalah FR-4 Epoxy, dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) 4.3, *loss tangent* (σ) 0.0265, dan ketebalan substrat (*h*) 1.6 mm.
5. Antena yang disimulasikan adalah antena dengan hasil perancangan sesuai spesifikasi dan ketentuan yang berlaku.

II. DASAR TEORI

A. LTE (*Long Term Evolution*)

Long Term Evolution (LTE) adalah generasi teknologi telekomunikasi selular. Menurut standar, *LTE* memberikan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (*Mbps*) dan kecepatan downlink hingga 100 *Mbps*. Tidak diragukan lagi, *LTE* akan membawa banyak manfaat bagi jaringan selular.

Sistem 4G akan dapat menyediakan solusi *IP* yang komprehensif dimana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan dimana saja, *Long Term Evolution (LTE)* adalah generasi teknologi telekomunikasi selular. Menurut standar, *LTE* memberikan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (*Mbps*) dan kecepatan downlink hingga 100 *Mbps*, bahkan data rate bisa mencapai 299.6 *Mbps*. [5]

Pada teknologi pra-generasi keempat, terjadi perubahan yang signifikan dari segi konfigurasi jaringan akses. Terdapat beberapa elemen jaringan yang digunakan pada teknologi generasi ketiga tapi tidak lagi digunakan di teknologi pra-generasi keempat atau fungsinya disatukan dengan komponen lain. [2]

Banyak komponen-komponen yang mendukung implementasi *LTE*. Salah satu pendukungnya, darisegi transmisi yaitu antena. Sistem antena mikrostrip pada komunikasi *wireless* berkecepatan tinggi sangat dibutuhkan untuk mengatasi *multipath fading*. Pada komunikasi *mobile*, *multipath fading* terjadi karena orientasi user yang tidak tetap dan banyak terdapat *obstacle* pada lintasan kanal propagasi. Oleh karena itu untuk mengurangi terjadinya *multipath fading* dan memperlebar *bandwidth* agar dapat digunakan sebagai antena mini *BTS* pada teknologi *LTE* penulis menggunakan antena mikrostrip *rectangular*/segiempat dengan penambahan *proximity coupled*. [1]

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu antena konduktor nirkabel yang berukuran sangat kecil yang didalamnya terdapat elemen peradiasi, substrat dielektrik dan menempel pada bidang dasar atau biasa disebut dengan *ground plane*. Antena ini memiliki berat yang amat ringan karena bentuknya yang sederhana dan dapat dibuat sesuai kebutuhan. Pengaplikasiannya sudah banyak digunakan pada pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, satelit serta peluru kendali. Antena mikrostrip mempunyai fungsi dasar yang sama seperti antena-antena biasanya yaitu sebuah alat yang dapat menerima

atau mengirimkan gelombang elektromagnetik. Secara umum, antenna mikrostrip dalam bentuknya yang paling sederhana terdiri dari 3 elemen, yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat dielektrik, dan *ground plane*. [10]

Antena berfungsi sebagai pemancar atau penerima gelombang elektromagnetik dalam sistem komunikasi. Dalam penjarannya dari suatu pemancar menuju penerima yang jauh jaraknya menyebabkan gelombang elektromagnetik mengalami pengurangan energi, sehingga ketika diterima dengan oleh penerima maka perlu diperhatikan parameter-parameter dasar antenna seperti *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, dan *gain* [1]

Antena mikrostrip memiliki bentuk dan ukuran yang rigkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antenna yang berdimensi kecil sehingga dapat mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya (seperti IC, rangkaian aktif, dan rangkaian pasif). Antena ini dapat diaplikasikan pada berbagai kegunaan seperti komunikasi satelit, komunikasi radar, komunikasi militer, dan aplikasi bergerak *mobile*. [8]

Karena sifat yang dimilikinya, antenna 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. [2]

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan yaitu *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. *Conducting patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. *Patch* terbuat dari bahan konduktor, misal tembaga. Bentuk *patch* bisa bermacam-macam, lingkaran, *rectangular*, segitiga, ataupun bentuk *circular ring*.

Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur *GEM* dari catuan. 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*). [1]

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

C. Antena Mikrostrip Patch Rectangular/Segi Empat

Menurut *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), antenna diartikan sebagai sebuah alat yang mampu memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [3]. Secara umum, antenna memiliki fungsi sebagai *transducer* dari gelombang listrik menjadi gelombang elektromagnetik atau sebaliknya. Salah satu jenis antenna yang dapat digunakan adalah

antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki susunan yang terdiri dari *groundplane* sebagai reflektor gelombang elektromagnetik, substrat yang berisi bahan dielektrik sebagai penyalur gelombang elektromagnetik dan *patch* sebagai elemen peradiasi [3]. Antena mikrostrip bentuk *rectangular patch* merupakan bentuk *patch* yang paling banyak digunakan, karena memiliki bentuk yang sederhana. Secara umum, perhitungan dimensi *rectangular patch* seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) sampai (4) [3].

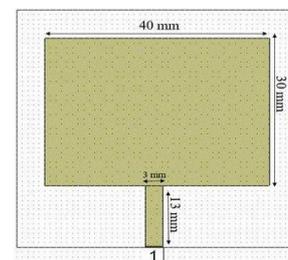
$$w = \frac{c}{2 \times fr} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2Fr\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (2)$$

$$\Delta L = 0.412h \left(\frac{(\epsilon_{reff} + 0.3)(\frac{w}{h} + 0.264)}{(\epsilon_{reff} - 0.258)(\frac{w}{h} + 0.8)} \right) \quad (3)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w}}} \right)^{-1/2} \quad (4)$$

Dengan merupakan panjang dari *patch* (*L*) dan merupakan lebar dari *patch* (*W*), merupakan frekuensi resonansi yang digunakan, *c* merupakan kecepatan cahaya pada ruang hampa ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$), ϵ_r merupakan permitivitas relatif suatu bahan, ϵ_{reff} merupakan permitivitas efektif konstan dan *h* merupakan ketebalan dari bahan substrat. ΔL merupakan pertambahan panjang dari *L* yang terjadi karena *fringing effect* [3].



Gambar 1. Antena Mikrostrip Patch Rectangular [6]

D. Teknik Pencatuan

Teknik pencatuan digunakan untuk menghasilkan radiasi baik dengan kontak langsung maupun tidak langsung. Teknik pencatuan adalah salah satu metode yang paling mudah untuk dibuat karena hanya dengan menghubungkan *strip* konduktor kepada *patch* oleh karena itu dapat dianggap sebagai *patch* tambahan. Hal ini mudah dimodelkan dan mudah di-*matching* dengan mengontrol posisi *inset*. Kerugian metode ini adalah dengan bertambahnya ketebalan *substrat*, gelombang permukaan dan radiasi catuan juga bertambah yang mengakibatkan *bandwidth*-nya juga menyempit [10]

Antena mikrostrip dapat dicatu dengan beberapa metode. Metode-metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu terhubung (*contacting*) dan tidak terhubung (*non-contacting*). Pada metode terhubung, daya *RF* dicatukan secara langsung ke *patch* radiator dengan menggunakan elemen penghubung.

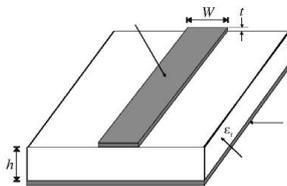
Pada metode tidak terhubung, dilakukan pengkopelan medan elektromagnetik untuk menyalurkan daya di antenna saluran mikrostrip dengan *patch*. Beberapa teknik pencatutan yang sering digunakan, yaitu : teknik *microstrip line*, *coaxial probe*, *aperture coupling* dan *proximity coupling*. Dalam hal ini perancangan dilakukan dengan teknik pencatutan *microstrip line*. [10]

E. Microstrip Feedline

Teknik pencatutan pada antenna mikrostrip merupakan teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip. Terdapat berbagai konfigurasi teknik yang telah dikembangkan yang masing-masingnya tentu memiliki kelebihan dan kekurangan. Salah satu teknik yang populer, sederhana dan mudah di pabrikan adalah teknik *microstrip line feed*, tetapi teknik ini menghasilkan *bandwidth* yang tidak lebar (biasanya 2-5%).

Untuk pencatutan pada antenna ini menggunakan *microstrip line feed*. Dalam pencatutan jenis ini, *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang diletakkan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*. *Microstrip line feed* sangat mudah didesain, dihubungkan dan di fabrikasi.

Pada saluran ini, sebuah garis langsung terhubung ke tepi dari *patch* antenna mikrostrip, saluran *strip* tersebut lebih kecil dibandingkan dengan ukuran *patch* dan dalam hal ini saluran dapat dibuat satu sket dengan *substrat* yang sama dan teknik ini disebut struktur *planar*. [3]

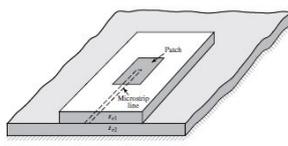


Gambar 2. Skema *Microstrip Line* [2]

Tujuan dari penyisipan *cut-in* dalam *patch* ini adalah untuk mencocokkan impedansi dari saluran terhadap *patch* tanpa memerlukan menambahkan elemen *matching* lainnya. Hal ini dapat dicapai dengan benar dengan melakukan kontrol yang tepat pada posisi penyisipan. [1]

F. Proximity Coupled Feed

Jenis teknik saluran ini juga disebut sebagai skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2, digunakan dua substrat dielektrik dan garis saluran diantara kedua substrat tersebut dan radiasi *patch* berpa pada bagian atas pada substrat teratas. [3]



Gambar 3. *Proximity Coupled Feed* [3]

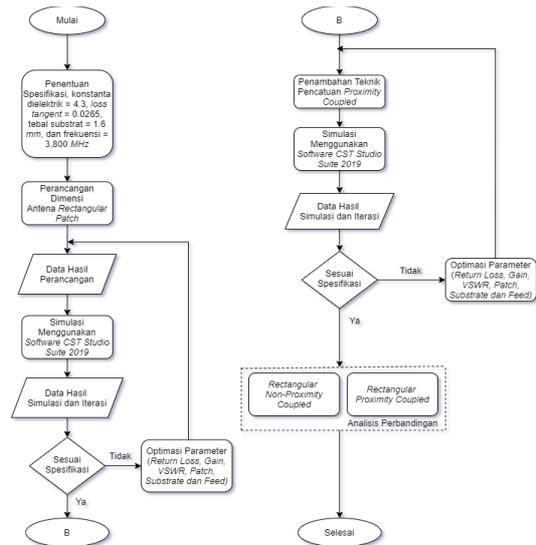
Keuntungan utama dari teknik ini adalah bahwa saluran dapat menghilangkan sebaran radiasi serta dapat menyediakan *bandwidth* yang sangat tinggi, dan juga menyediakan pilihan antara dua bahan media dielektrik

yang berbeda, satu untuk *patch* dan satu untuk saluran untuk mengoptimalkan performa individu.

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 perlu penggabungan yang akurat. Juga ada peningkatan ketebalan dari keseluruhan antenna. [3]

III. PERANCANGAN DAN SIMULASI PERANGKAT LUNAK

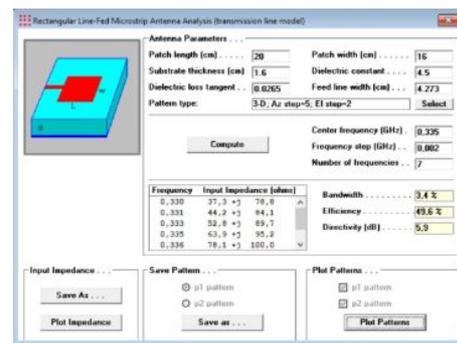
A. Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir Perancangan Antena

B. Perancangan Dimensi Antena Mikrostrip Rectangular

Dalam perancangan antenna utama, antenna mikrostrip terlebih dahulu diketahui karakteristik dari komponen bahan penyusun antenna, seperti spesifikasi papan substrat yang digunakan, frekuensi yang ditentukan, menentukan nilai *a* (sisi persegi) *patch* antenna. Pada penelitian ini karakteristik yang digunakan yaitu konstanta dielektrik relative = 4.3, dielektrik loss tangent = 0.0265, ketebalan substrat (*h*) = 1.6 mm dan frekuensi kerja = 3,800MHz. Dimensi pencatutan bisa didapatkan dengan bantuan *software PCCAD 5.0*. dengan memasukan karakteristik yang diinginkan seperti impedansi, ketebalan substrat, dan konstanta dielektrik.



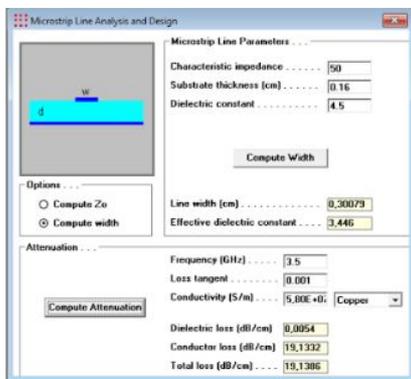
Gambar 5. Perhitungan Dimensi *Patch* Antena Menggunakan *PCCAD 5.0*

Dari perhitungan diatas spesifikasi substrat dengan menggunakan frekuensi 3,800MHz didapatkan nilai $L = 20$ mm dan $W = 16$ mm.

Pada perhitungan awal di dapat nilai $x = 26.32$ mm, $y = 22.1$ mm, setelah dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *CST Studio Suite 2019* untuk frekuensi kerja 3,800 MHz di dapatkan *return loss* sebesar -1.19 dB. Setelah dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *CST Studio Suite 2019* seperti pada Tabel 3.2 untuk frekuensi kerja 3,800 MHz diperoleh sisi persegi efektif hasil iterasi dengan panjang dan lebar sama yaitu 21.1 mm, serta diperoleh hasil nilai *return loss* sebesar -19.103 dB dan *VSWR* sebesar 1.249.

C. Dimensi Saluran Pencatu

Lebar saluran pencatu bisa didapatkan dengan bantuan *software PCCAD 5.0* dengan memasukan karakteristik yang diinginkan seperti impedansi, ketebalan substrat, dan konstanta dielektrik. Berikut tampilan *software PCCAD 5.0* sebagai berikut.



Gambar 6. Perhitungan Dimensi Saluran Pencatu Antena Menggunakan *PCCAD 5.0*

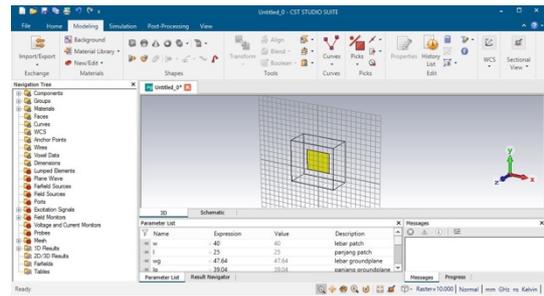
Berdasarkan dari hasil perhitungan *software PCCAD 5.0* nilai yang didapat adalah 3.05898cm atau 3mm.

D. Konfigurasi pada *Software Simulasi CST Studio Suite 2019*

Proses simulasi pada program simulator ini dilakukan pada *software CST Studio Suite 2019*. Proses ini dilakukan untuk menyesuaikan data substrat yang akan digunakan dalam perancangan antenna. Untuk memulai perancangan dapat dilakukan dengan membuka *software* lalu buat perancangan dengan memilih menu *New Template*. Kemudian untuk menentukan rancangan yang dibuat melalui menu $>$ *Microwaves & RF/Optical* $>$ *Antennas*. Terdapat beberapa pilihan *workflow* untuk perancangan antenna. Untuk perancangan antenna mikrostrip *rectangle patch* menggunakan menu *planar*.

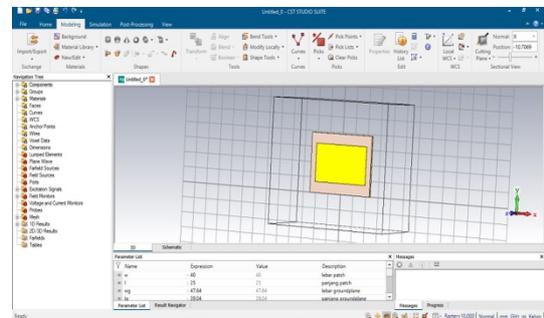
Setelah itu pilih *Time Domain* $>$ *Next* pada menu *units* karena satuan yang digunakan sudah otomatis ditentukan oleh *software*, lalu ketik rentang frekuensi yang diinginkan untuk menganalisa hasil simulasi perancangan antenna, lalu klik *Next* $>$ *Finish*. Setelah semua pengaturan perancangan sudah selesai dibuat, tampilan akan berpindah ke proyek antenna yang ingin dirancang. Isi keterangan, nilai dan deskripsi ukuran parameter antenna yang ingin dibuat. Klik *Modelling* $>$

Brick $>$ *Esc*, lalu beri nama *GP(Ground Plane)*, ganti *material* nya dengan *cooper(annealed)* $>$ *Load* $>$ *Preview* $>$ *OK*.



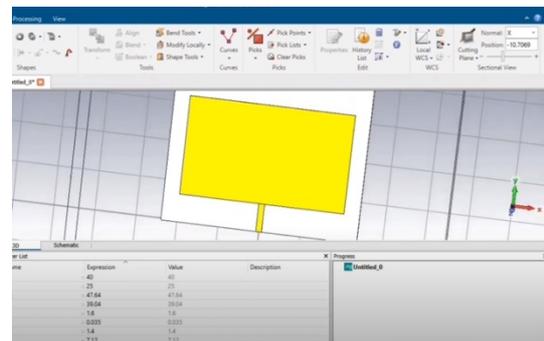
Gambar 7. Hasil Penambahan *Groundplane* Antena

Penambahan substrat dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti di langkah 5, namun perbedaan dipemberian nama yaitu *Subs* dan *Zmax* diganti dengan $t + h$, dan *material* yang digunakan adalah *FR4(Lossy)*. Penambahan *patch* dilakukan dengan langkah yang sama seperti langkah 5.



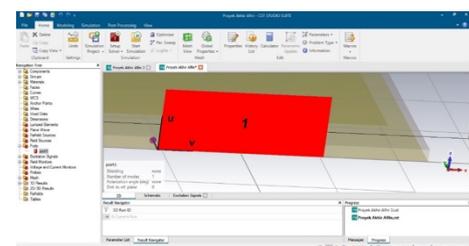
Gambar 8. Hasil Penambahan *Patch* Antena

Selanjutnya dilakukan penambahan *feed* sebagai saluran pencatu antenna.



Gambar 9. Hasil Penambahan *Feed* Antena

Penambahan port untuk masukan aliran pencatu dengan cara klik *modelling* \rightarrow *pick face* lalu klik bagian. Setelah itu klik *post-processing* \rightarrow *waveguide port* dan lakukan konfigurasi.



Gambar 10. Hasil Penambahan *Port* Antena

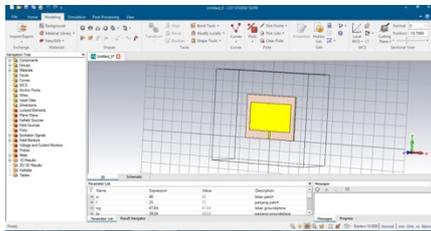
Setelah parameter sudah dibuat, lakukan simulasi dengan klik *Start Simulation* pada menu *Home* dan hasil akan terlihat secara otomatis.

E. Simulasi Desain Antena Mikrostrip Rectangular

Perancangan antenna mikrostrip menggunakan software *CST Studio Suite 2019* untuk simulasi, rancangan awal di desain antenna persegi dengan frekuensi 3.800MHz. Berikut merupakan bentuk rancangan antenna utama berdasarkan perhitungan dan simulasi menggunakan perangkat software *CST Studio Suite 2019*.

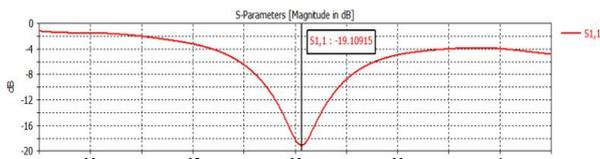
Tabel 1. Dimensi Hasil Perancangan Antena Utama

Dimensi	Hasil
Luas sisi (<i>a</i>)	488.41 mm ²
Lebar Saluran Pencatu (<i>w_p</i>)	3 mm
Panjang Saluran Pencatu (<i>l_p</i>)	22 mm
Luas Enclosure	40 mm x 36 mm



Gambar 11. Desain Awal Antena Mikrostrip Rectangular Patch

Simulasi dengan software *CST Studio Suite 2019* bertujuan untuk mengetahui performansi antenna sebelum nanti direalisasikan. Dengan software *CST Studio Suite 2019* dapat dilihat hasil dari antenna tersebut sudah memenuhi spesifikasi atau belum. Tahap awal perancangan disini adalah antenna tanpa menggunakan teknik pencatutan *proximity coupled* dengan frekuensi kerja 3,800MHz.



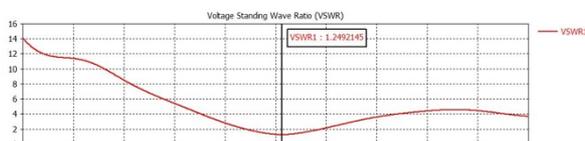
Gambar 12. Hasil Simulasi Return Loss Antena Utama

Dari gambar diatas menunjukkan simulasi *return loss* antenna *rectangled patch* utama yang didapat pada frekuensi 3.800MHz adalah $-19.109dB$. Hasil dari simulasi memenuhi syarat yang diinginkan yaitu $\leq -10dB$. Dengan ini hasil *bandwidth* yang didapatkan berdasarkan persamaan yaitu :

$$BW = f_{upper} - f_{lower} \quad (5)$$

$$BW = 3884 \text{ MHz} - 3762 \text{ MHz}$$

$$BW = 122 \text{ MHz}$$



Gambar 13. Hasil Simulasi VSWR Antena Utama

Berdasarkan hasil simulasi diatas diperoleh bahwa nilai *VSWR* telah memenuhi syarat agar antenna dapat bekerja dengan baik,dimana hasil *VSWR* diperoleh (1.249) pada frekuensi 3,800MHz. Dalam hasil ini dapat dinyatakan bahwa antenna sudah dalam keadaan *matching*, desain ini dapat menghasilkan performansi antenna yang baik untuk melakukan transmisi sinyal.

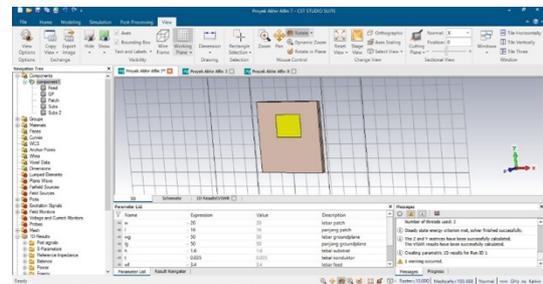
IV. PERANCANGAN DAN ANALISA

A. Umum

Pada Tugas Akhir ini, akan dirancang antenna mikrostrip *rectangeld patch* dengan metode teknik pencatutan *proximity coupled* untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan pada frekuensi 3.8 GHz. Proses ini menggunakan software *CST Studio Suite 2019*. Adapun parameter yang akan dibahas yaitu *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth*, dan pola radiasi.

B. Desain Antena

Untuk mendapatkan desain yang memenuhi syarat, perlu dilakukan iterasi yang dibuat. Berikut adalah desain antenna mikrostrip akhir hasil terbaik :



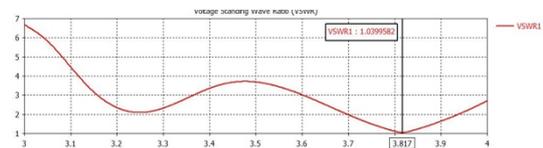
Gambar 14. Desain Antena Mikrostrip Patch Tampak Depan

Tabel 2. Hasil Simulasi dengan Proximity Coupled

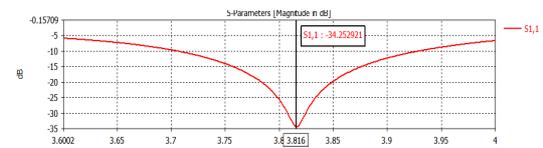
Dimensi	Hasil
Luas sisi (<i>a</i>)	320 mm ²
Lebar Saluran Pencatu (<i>w_p</i>)	3.4 mm
Panjang Saluran Pencatu (<i>l_p</i>)	30 mm
Luas Enclosure	50 mm x 50 mm

C. Analisis

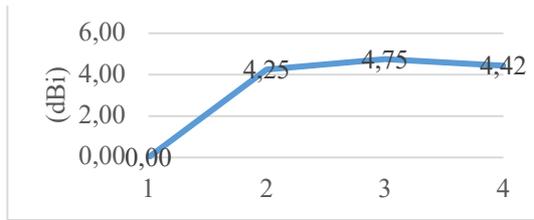
Berdasarkan perancangan antenna mikrostrip *rectangeld patch*, dilakukan simulasi menggunakan software *CST Studio Suite 2019*.



Gambar 15. Hasil VSWR Antena



Gambar 16. Grafik Return Loss Antena



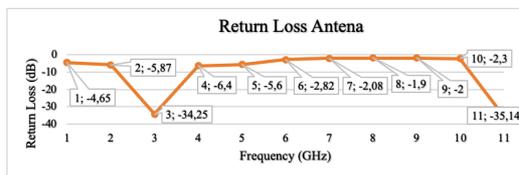
Gambar 17. Grafik Gain Antena

D. Analisis Antena Mikrostrip dengan Proximity Coupled

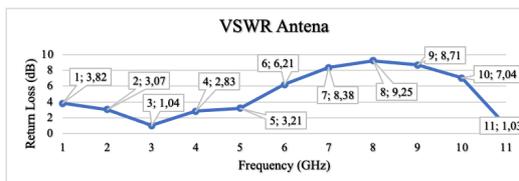
Pada antena mikrostrip dengan *Proximity Coupled* dilakukan iterasi dan simulasi pada ukuran *patch* untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berikut adalah data hasil iterasi dan simulasi :

Tabel 3. Hasil Simulasi dengan *Proximity Coupled*

Panjang	Lebar	Return Loss	VSWR
18 mm	14 mm	-4.65 dB	3.82
19 mm	15 mm	-5.87 dB	3.07
20 mm	16 mm	-34.25 dB	1.04
21 mm	17 mm	-6.40 dB	2.83
22 mm	18 mm	-5.6 dB	3.21
23 mm	19 mm	-2.82 dB	6.21
24 mm	20 mm	-2.08 dB	8.38
25 mm	21 mm	-1.9 dB	9.25
26 mm	22 mm	-2 dB	8.71
27 mm	23 mm	-2.3 dB	7.04
28 mm	24 mm	-35.14 dB	1.03



Gambar 18. Grafik Return Loss Hasil Iterasi Perancangan

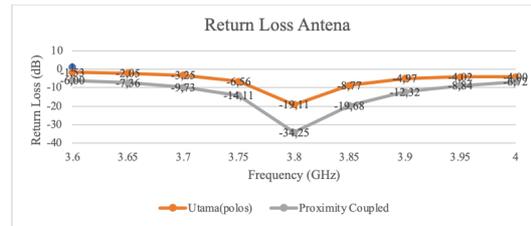


Gambar 19. Grafik VSWR Hasil Iterasi Perancangan

Pada perancangan antena mikrostrip ini terdapat dua ukuran *patch* yang memiliki nilai *return loss* dan *VSWR* yang memenuhi syarat, tetapi dalam perancangan ini ukuran *patch* 20 mm × 16 mm yang akan dipilih karena nilai *bandwidth* yang lebih besar dan lebih baik.

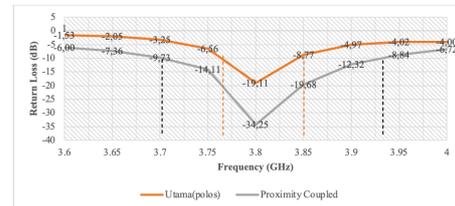
E. Analisis Perbandingan Hasil Akhir Antena Mikrostrip Feedline dengan Proximity Coupled

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat dan disimulasikan, terjadi perubahan yang sangat signifikan terhadap *return loss* yang dapat diamati pada Gambar 17 :



Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai Return Loss Antena Mikrostrip

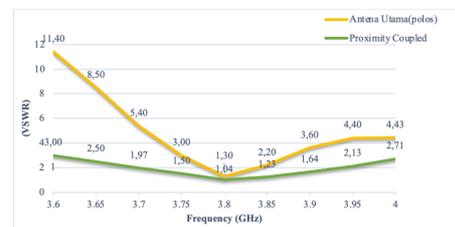
Berdasarkan Gambar 17 dapat dilihat nilai *return loss* dengan Teknik pencatutan *proximity coupled* lebih mendekati -35 dB dibandingkan nilai *return loss* antena awal (polos). Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor perubahan parameter antena atau yang lain. Tetapi hasil pengukuran yang didapatkan cukup baik yaitu sebesar -34.25 dB, dimana nilai ideal *return loss* adalah ≤ -10 dB. Terjadi peningkatan *return loss* setelah dilakukan teknik pencatutan *proximity coupled* sebesar 79%.



Gambar 20. Grafik Perbandingan Nilai Bandwidth Antena Mikrostrip

Nilai *return loss* dan nilai frekuensi sudah memenuhi karakteristik antena LTE serta *bandwidth* yang dihasilkan sangat lebar yaitu 232 MHz dan frekuensi resonansi berada pada 3.8 GHz. Terjadi peningkatan *bandwidth* setelah dilakukan teknik pencatutan *proximity coupled* sebesar 90% sehingga semakin lebar rentang frekuensi kerjanya.

VSWR merupakan gelombang berdiri yang timbul karena kondisi sinyal yang tidak seimbang, sehingga menimbulkan suatu gelombang pantulan yang berjalan kembali disepanjang saluran transmisi ke arah sumbernya. Nilai *VSWR* yang ideal adalah 1 atau setidaknya bernilai ≤ 2 . Hasil simulasi dan pengukuran *VSWR* perancangan antena mikrostrip dapat diamati melalui Gambar 21 :

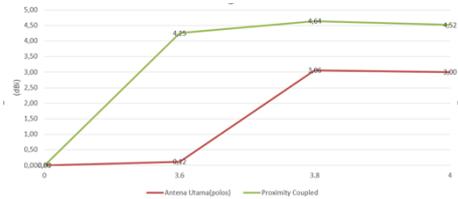


Gambar 21. Grafik Perbandingan VSWR Antena Mikrostrip

Berdasarkan Gambar 21 dapat dilihat bahwa nilai *VSWR* saat simulasi dan pengukuran sudah memenuhi kriteria antena yaitu mendekati 1 dengan nilai simulasi desain awal 1.30 dB dan desain *proximity coupled* 1.04 dB. Oleh karena itu antena mikrostrip ini memenuhi kriteria antena untuk LTE. Terjadi peningkatan *VSWR* setelah dilakukan teknik pencatutan *proximity coupled*

sebesar 20% karena semakin nilai $VSWR$ mendekati nilai 1 akan semakin baik untuk refleksi positif nya.

Berdasarkan hasil simulasi dalam perancangan antenna mikrostrip dengan teknik pencatutan *proximity coupled*, terjadi peningkatan *gain*. *Gain* antenna mikrostrip *patch* hasil iterasi dan pengukuran sudah memenuhi kriteria antenna mikrostrip untuk LTE.

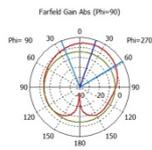
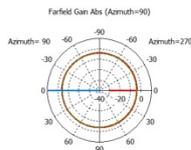


Gambar 22. Grafik Perbandingan *Gain* Antena Mikrostrip

Ukuran dari tiap parameter antenna mempengaruhi hasil yang didapatkan. Hasil pengukuran dan simulasi yang dilakukan memiliki perbedaan yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya perubahan ukuran *patch*, substrat, pencatu, dan konstanta dielektrik. Terjadi peningkatan *gain* setelah dilakukan teknik pencatutan *proximity coupled* sebesar 52%.

F. Pola Radiasi

Pada antenna mikrostrip untuk LTE ini pola radiasinya adalah sebagai berikut.



Gambar 23. Omnidirectional Gambar 24. Bidirectional

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisa diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Antena mikrostrip *rectangle patch* dengan teknik pencatutan *proximity coupled* untuk LTE dirancang dan disimulasikan dengan menggunakan *software CST Studio Suite 2019*.
2. Adapun hasil perancangan antenna yang telah dibuat dan disimulasikan adalah frekuensi resonansi = 3.8 GHz, *return loss* = -34.25 dB, polarisasi yaitu berbentuk *omnidirectional*, *bandwidth* = 232 MHz, dimana frekuensi *lower* = 3,700 MHz, dan frekuensi *upper* = 3,932 MHz, $VSWR$ = 1.04, dan *gain* sebesar 4.64 dB pada hasil iterasi dan simulasi.
3. Peningkatan *return loss*, $VSWR$, *gain*, dan *bandwidth* dengan cara iterasi tidak hanya digunakan untuk perancangan desain antenna awal, tetapi juga digunakan untuk perancangan antenna mikrostrip *proximity coupled* agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.
4. Peningkatan *return loss* = 79%, $VSWR$ = 25%, *gain* = 52%, dan *bandwidth* = 90%. Hal tersebut terjadi karena perubahan parameter antenna dengan cara iterasi dan keuntungan dari teknik pencatutan *proximity coupled* dengan menambah

satu substrat untuk meningkatkan performansi antenna.

B. Saran

1. Penelitian ini masih memerlukan proses optimasi agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal dan apabila memungkinkan dapat diimplementasikan secara riil. Beberapa parameter lain dapat dikembangkan dikemudian hari sehingga penelitian mengenai *proximity coupled* dapat memberikan hasil yang lebih optimal dan bermanfaat secara umum dimasyarakat.
2. Agar mendapatkan hasil yang riil sebaiknya pada penelitian selanjutnya dilakukan fabrikasi supaya terlihat perbandingan dari hasil simulasi dan fabrikasi apakah lebih baik dari hasil simulasi *software* yang didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syihab, Q. (2019). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Segiempat Periperal Slit untuk Jaringan 4G pada Frekuensi 2.3GHz*. Jakarta: Akademi Telkom Jakarta.
- [2] Nisa, R. R. K., Atmaja, A., & Nugroho, H. (2019). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Segiempat Dual Band dengan Menggunakan Teknik Pencatutan Proximity Coupled. *Jurnal JIT*, 3(1), 57-68.
- [3] Balanis, C. A. (2005). *Antena Theory Analysis and Desagn* (3th ed.). USA: Wiley Interscience.
- [4] Negara, R. B. (2013). *Long Term Evolution (LTE)*. [Online]. Diakses dari <http://royba.yunegara5stateknitelekomunikasi.blogspot.com/2013/01/roy-bayu-negara-5ta.html>
- [5] Pramudyo, D. C. (2016). *Perkembangan Jaringan Teknologi 1G-4G di Indonesia*. [Online]. Diakses dari <https://rasiosite.wordpress.com/2016/03/30/perkembangan-jaringan-teknologi-1g-4g-di-indonesia>
- [6] Ardianto, F. W., Renaldy, S., Lanang, F. F., & Yunita, T. (2018). Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz. *ELKOMIKA*, 7(1), 43-56.
- [7] Indah, K. A. T., & Manuaba, I. B. P. (2018). Arsitektur Jaringan LTE (Long Term Evolution) untuk Mengatasi Backhaul Connection Wifi pada Rural Area dengan Teknologi Fourth Generation (4G). *JUST IT*, 10(2), 24-29.
- [8] Surjati, I. (2010). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [9] Alam, S., & Santoso, K. A. (2017). Antena Mikrostrip Segitiga dengan Parasitic untuk Aplikasi Wireless Fidelity. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, 2(1), 25-37.
- [10] Medianto, D., & Hardiman, M. Y. (2018). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Triangular Metode Parasitic untuk Aplikasi LTE di Frekuensi 2.3GHz. *Jurnal Teknologi Elektro*, 9(2), 109-116.
- [11] Insomasta. *Antena Mikrostrip*. [Online] Diakses dari <http://casdoper.blogspot.com/2014/02/antena-mikrostrip.html>
- [12] Cimpago, I. T. (2017). *Antena Mikrostrip Patch pada Frekuensi 3.8 GHz untuk Wimax*. (Skripsi). Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Padang, Padang.
- [13] Ofcom. (2016). *3.8 GHz to 4.2 GHz band : Opportunities for Innovation*. *Jurnal Lembaga Negara OFCOM, Inggris*.