

Perancangan Mikrostrip *Square Patch Array* MIMO pada Frekuensi 60 GHz untuk Jaringan 5G WiGig

Muhammad Ridho Efendi, Yusnita Rahayu.

Teknik Elektro Universitas Riau Jurusan Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email : mhdridhoefendi@gmail.com

ABSTRACT

WiGig (Wireless Gigabit) is the next generation technology of WiFi (Wireless Fidelity). WiGig speeds reach 7Gbps / s and have great access. In this study, microstrip antenna Square Patch Array MIMO (Multiple Input Multiple Output) for WiGig application operating at 60 GHz is discussed. Microstrip antenna is designed by using MIMO Technique to increase the gain. Antenna is simulated by using CST (Computer Simulation Technology) Microwave Studio software. From the simulation results, the antenna can operate at a frequency of 60 GHz. The bandwidth obtained is 4.38 GHz (7.3%) on VSWR 1.06 and the gain is 14.3 dB.

Keyword: WiGig, MIMO, Gain, Bandwidth, VSWR

I. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan telekomunikasi yang berkembang pesat saat ini, dan dimasa mendatang, jaringan seluler dan layanan *wireless* masih ditemui beberapa masalah dan tantangan yang tidak bisa di akomodasi bahkan oleh (4G). Kebutuhan teknologi telekomunikasi tersebut mendorong munculnya teknologi *wireless broadband* yang mempunyai kemampuan transfer *rate* besar dan mobilitas tinggi. Maka muncul lah generasi selanjutnya yaitu generasi ke lima (5G).

Kebutuhan teknologi mobile broadband diikuti dengan teknologi MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*). MIMO merupakan salah satu jenis dari teknologi *smart antenna* (antena cerdas).

MIMO menggunakan beberapa antena pada sisi antena pemancar dan antena penerima untuk meningkatkan kinerja komunikasi. Arsitektur MIMO tersebut menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kecepatan *transfer* data.

Untuk menghasilkan kinerja yang optimal teknologi MIMO digabungkan dengan teknik pencatutan *microstrip line* karena ukuran antena mikrostrip yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antena ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintergrasikan.

Pada penelitian sebelumnya antena yang berbentuk seperti *T patch* antena yang bekerja pada frekuensi 60 GHz hanya memiliki gain sebesar 10.99 dB (M. S. Rabbani, 2016). Kemudian penelitian selanjutnya antena yang memiliki *design* yang menggabungkan antara *H slot* dan *E slot* memiliki frekuensi kerja 60 GHz hanya mampu menghasilkan *gain* 5.48 dB (Jyoti Saini, 2017). Selanjutnya penelitian Rahayu, Y. dan Mustofa, I. R. yang berjudul "*Design of 2x2 MIMO Microstrip Antenna Rectangular Patch Array for 5G Wireless Communication Network*" pada tahun 2017 dengan hasil *return loss* -44,77 dB dan *gain* 18,5 dBi. Selanjutnya, penelitian antena dilakukan oleh Rahayu, Y., Fitria L., Hakiki, Y., Kurniawan, A. dalam

penelitiannya yang berjudul “A New 2x4 Array Design of Dual-Band Millimeter-Wave Antenna for 5G Applications” pada tahun 2018 dengan hasil nilai *return loss* -19,75 dB, *VSWR* $\leq 1,5$, *bandwidth* 1,19 GHz pada frekuensi 28 GHz sedangkan pada frekuensi 38 GHz didapatkan hasil *return loss* -19,55 dB, *VSWR* $\leq 1,5$, *bandwidth* 1,42 GHz. for 5G Wireless Communication Network

Maka pada penelitian ini akan dirancang sebuah antena mikrostrip MIMO dengan teknik pencatuan *Microstrip Line* yang bekerja pada frekuensi 60 GHz. Simulator yang digunakan *software CST Microwave Studio*, sehingga dapat menghasilkan *gain* yang lebih baik dari penelitian sebelumnya dan dapat digunakan pada Jaringan Komunikasi 5G WiGig.

II. LANDASAN TEORI

Antena Mikrostrip Square Patch

Salah satu jenis patch antena mikrostrip yang paling sering digunakan dalam perancangan antena mikrostrip adalah bentuk bujur sangkar atau segi empat panjang. Karena ketebalan *substrat* jauh lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *square patch* dianggap sebagai bidang *planar* dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam analisa.

Panjang patch (L) dirumuskan dengan persamaan : (Dipho, 2011)

$$L = 0.49 \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r} \quad (1)$$

Keterangan :

L = Panjang patch

λ_0 = Panjang gelombang ruang bebas

ϵ_r = Permittivitas Substrat

Dan lebar patch (W) sama dengan Panjang patchnya (L)

$$W = L$$

Keterangan :

W = Lebar patch

1. Teknik Pencatuan Mikrostrip

Teknik pencatuan antena akan mempengaruhi impedansi *input* dan karakteristik antena. Teknik pencatuan pada antena mikrostrip merupakan salah satu hal penting yang akan mempengaruhi proses perencanaan. Teknik pencatuan antena mikrostrip *square* dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara langsung menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*. Pada perancangan antena mikrostrip yang dilakukan menggunakan teknik *microstrip line* (Yuniati, 2015).

Nilai dari impedansi karakteristik dari pencatuan mikrostrip ditentukan oleh lebar saluran pencatu (W) dan tinggi *substrat* h. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan 2.14 di bawah ini (Yuniati, 2015).

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2)$$

Dengan ϵ_r adalah konstanta dielektrik relatif dan:

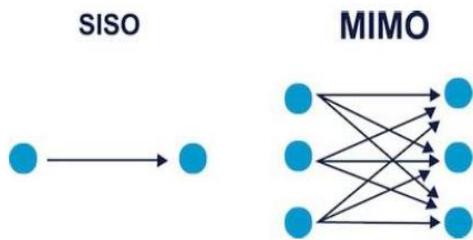
$$B = \frac{60\epsilon_r^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

2. Massive MIMO

Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) merupakan sistem yang terdiri atas sejumlah antena pengirim dan penerima. Sistem MIMO bekerja dengan baik pada komponen *multipath*. *Massive MIMO* merupakan teknologi MIMO dimana jumlah terminal jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah antena *mobile station*. *Massive MIMO* dapat meningkatkan

kapasitas hingga 15 kali, serta meningkatkan efisiensi energi radiasi hingga 100 kali.

Peningkatan efisiensi energi didukung dengan penggunaan antenna dalam jumlah besar (Wijanto, 2017). Teknik MIMO dengan beberapa antenna pemancar ditunjukkan pada Gambar 4.



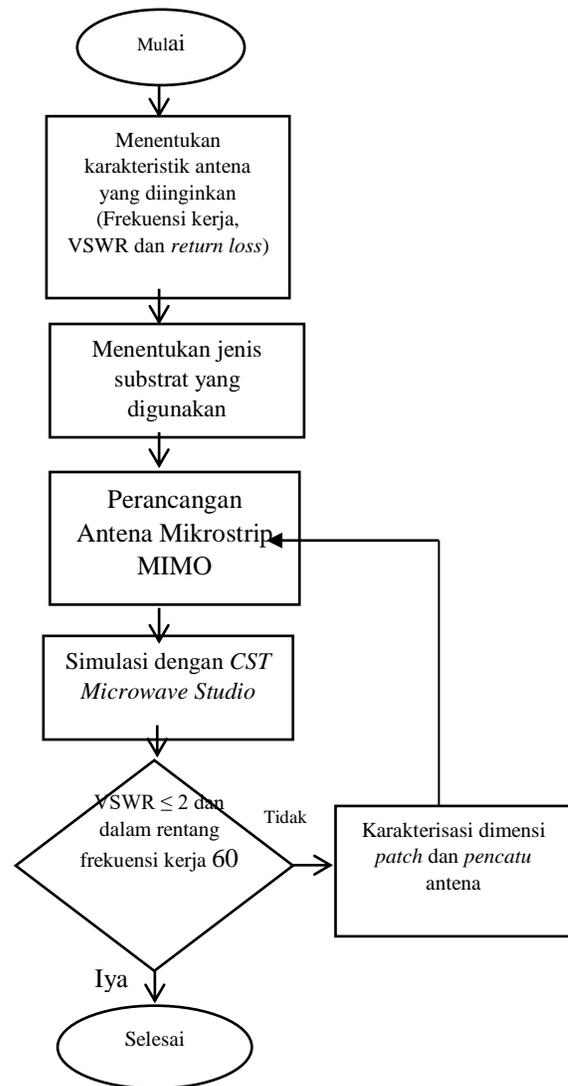
Gambar 1. Konfigurasi MIMO (Wijanto, 2017)

Prinsip dari MIMO adalah memecah deretan simbol yang akan dikirimkan menjadi beberapa paralel deretan simbol, yang kemudian ditransmisikan secara bersamaan dengan *bandwidth* yang sama (Elda, 2014).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Perancangan Antena

Diagram alir perancangan antenna berisi tahapan tahapan yang bertujuan untuk membantu dalam proses perancangan antenna. Gambar 2 menggambarkan diagram alir dalam perancangan antenna hingga proses simulasi antenna. Perancangan dimulai dengan menentukan jenis *substrat* yang digunakan serta frekuensi kerja yang ingin dicapai. Kemudian dirancang antenna mikrostrip MIMO *patch square planar arrays* dengan elemen *patch* dengan pencatuan *Microstrip Line*. Setelah itu dilakukan simulasi hingga memperoleh hasil parameter yang baik sesuai standar antenna 5G.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Antena

Menentukan Karakteristik Antena

Adapun tahapan awal dari perancangan antenna adalah menentukan karakteristik antenna yang diharapkan, yaitu frekuensi kerja antenna, *impedance bandwidth*, *return loss*, *VSWR*, dan *gain*. Adapun parameter antenna 5G yang diinginkan seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Parameter Antena yang Diinginkan

Parameter	Karakterisasi Antena
Frekuensi Kerja	60 GHz
<i>Return Loss</i>	< -10 dB
<i>Bandwidth</i>	> 500 MHz
VSWR	≤ 2
<i>Gain</i>	≥ 10 dBi

Menentukan Jenis Substrat yang Digunakan

Adapun jenis substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah substrat RT Duroid 5880 yang memiliki ketebalan sebesar 1,575 mm dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Substrat yang Digunakan

Jenis Substrat	RT Duroid
	5880
Konstanta Dielektrik	2,2
Relatif (<i>εr</i>)	
<i>Dielectric Loss</i>	0,0009
<i>Tangent</i> (tan δ)	
Ketebalan Substrat (<i>h</i>)	1,575 mm

Perancangan Dimensi Square Patch

Perhitungan perancangan awalnya dimulai dengan menghitung dimensi antena menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya menggunakan rumus (1).

$$L=0.49 \cdot 0.005 / \sqrt{2.2} = 0.16 \text{ mm}$$

$$W=L$$

$$W= 0.16 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh Panjang dan lebar patch masing-masing adalah 0.16 mm dan 0.16 mm.

Pada hasil rancangan elemen tunggal diketahui bahwa saluran pencatu yang digunakan adalah 50 Ω.

Pada perancangan antena mikrostrip *planar array* dengan elemen *patch*.

Lebar saluran pencatu microstrip dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{100 \times \sqrt{2,2}} = 3,99$$

$$W = \frac{2 \times 1,575}{3,14} \times \left\{ \begin{array}{l} 3,99 - 1 - \ln((2 \times 3,99) - 1) + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} \times \\ \left[\ln(3,99 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right] \end{array} \right\} = 1,38 \text{ mm}$$

Simulasi Antena Mikrostrip MIMO

Setelah dilakukannya desain manual antena, maka tahap selanjutnya adalah simulasi antena menggunakan perangkat lunak CST *Microwave Studio*. Apabila setelah dilakukan report hasil yang didapat tidak memenuhi dari spesifikasi yang diinginkan, maka dilakukan pengkarakterisasian antena untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Karakterisasi Antena Mikrostrip MIMO

Karakterisasi antena merupakan perubahan ukuran yang dilakukan pada beberapa parameter antena untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan atau hasil yang optimal. Karakterisasi yang dilakukan berupa perubahan dimensi saluran pencatu dan dimensi *patch*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan antenna Mikrostrip Square Patch

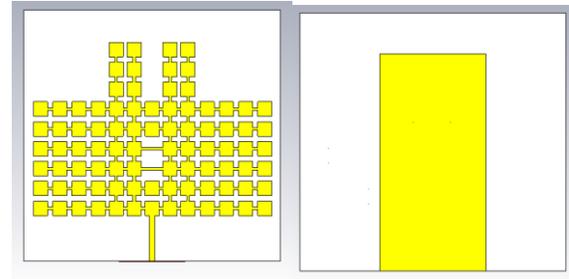
Antena mikrostrip *patch* elemen tunggal menggunakan Teknik *Array* dengan pencatuan *microstrip line* yang didesain pada skripsi ini merupakan antenna mikrostrip yang dibuat dengan menggunakan satu buah substrat RT Duroid 5880 yang memiliki lapisan tembaga pada kedua sisinya.

Saluran pencatu dan *patch* berada di lapisan atas dari substrat. Saluran pencatu ini terhubung secara langsung (*contacting*) dengan elemen peradiasi (*patch*). Sedangkan lapisan bawah dari substrat merupakan *ground plane*.

Setelah dilakukan optimasi dengan cara mengganti/merubah nilai beberapa dimensi saluran pencatu dan dimensi *patch* antenna yaitu lebar saluran pencatu, lebar *patch*, dan panjang *patch* didapatkan nilai dimensi antenna yang ideal berdasarkan hasil simulasi seperti terlihat pada Tabel 3. Tabel 3 merupakan dimensi rancangan akhir antenna elemen tunggal dengan teknik *array* menggunakan pencatuan *microstrip line*.

Tabel 3 Dimensi Rancangan Akhir Antena Single Elemen dengan Pencatuan *Microstrip Line*

Parameter	Ukuran (mm)
Panjang <i>substrat</i> (l_s)	4
Lebar <i>substrat</i> (w_s)	4
Panjang <i>patch</i> (l_p)	1
Lebar <i>patch</i> (w_p)	1
Panjang pencatu (l_f)	2
Lebar pencatu (w_f)	0.2



Gambar 3. Design Antena Mikrostrip Square

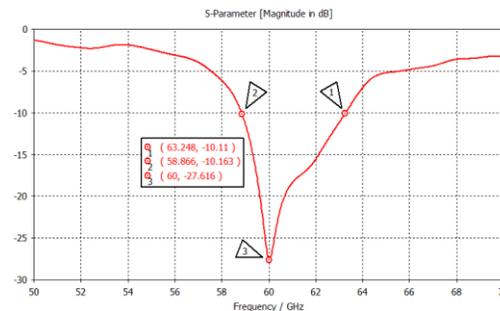
Pada gambar 3 merupakan design akhir dari perancangan akhir antenna *microstrip array* memiliki 88 elemen peradiasi dengan menggunakan teknik pencatuan *microstrip line*.

Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Array

Antena mikrostrip *Array* disimulasikan pada *software CST Microwave Studio 2014* menghasilkan nilai parameter seperti berikut ini.

Return Loss

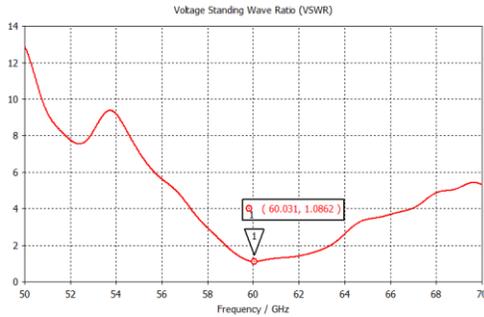
Nilai *return loss* yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah -27,61 dB dengan frekuensi kerja 60 GHz.



Gambar 4. Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *square*

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Nilai VSWR yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah 1,08 dengan frekuensi kerja 60 GHz.



Gambar 5. Grafik VSWR Antena Mikrostrip Square

Bandwidth

Adapun *bandwidth* yang dicapai pada nilai $VSWR \leq 2$ frekuensi 60 GHz adalah :

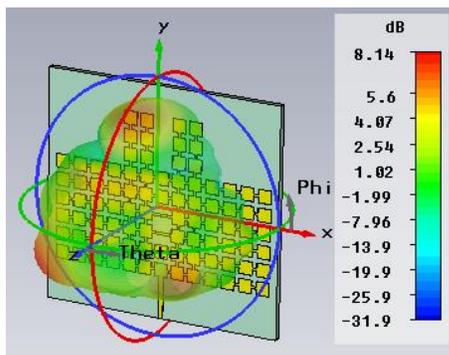
$$Bandwidth = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \%$$

$$Bandwidth = \frac{63.24 - 58.86}{60} \times 100 \%$$

$$Bandwidth = 4,38 (7,3 \%)$$

Gain

Nilai *gain* yang didapatkan dari hasil simulasi setelah proses optimasi adalah sebesar 8,14 dB pada frekuensi 60 GHz. Gambar 6 menunjukkan *gain* hasil simulasi antena mikrostrip square.

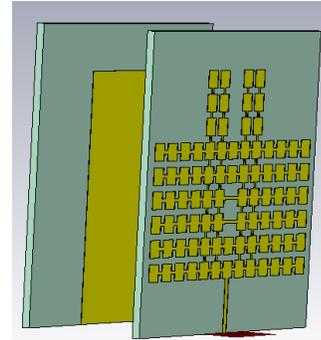


Gambar 6. Gain Antena Mikrostrip Square

Perancangan Antena MIMO 2x2

Antena MIMO 2x2 dirancang dengan menyusun secara horisontal 2 antena mikrostrip. Gambar 7 memperlihatkan

antena MIMO 2x2 dan merupakan dimensi akhir antena MIMO 2x2 setelah melewati proses karakterisasi.



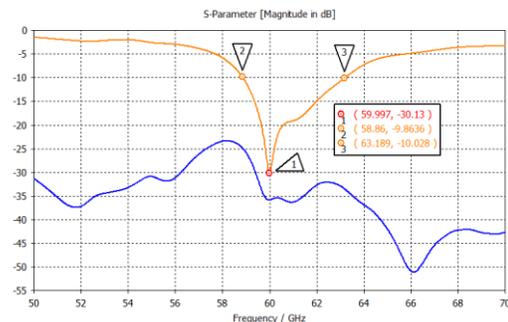
Gambar 7. Desain Antena MIMO 2x2

Hasil Simulasi Antena MIMO 2x2

Antena MIMO 2x2 disimulasikan pada *software* CST Microwave Studio menghasilkan nilai parameter seperti berikut ini.

Return Loss

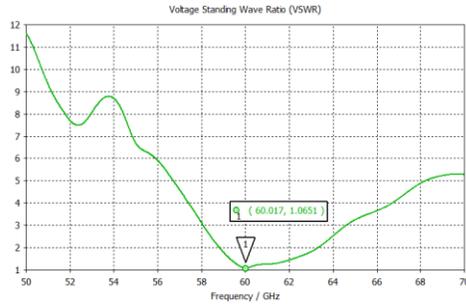
Nilai *return loss* pada perancangan antena yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah -30,13 dB dengan frekuensi kerja 60 GHz ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Return Loss Antena MIMO

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

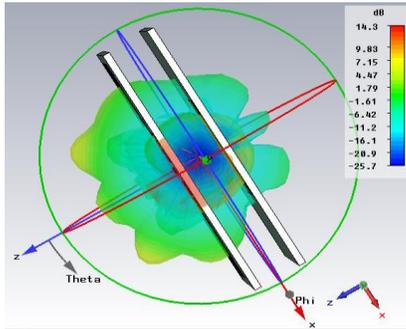
Nilai VSWR yang didapatkan pada perancangan antena setelah simulasi dan dikarakterisasi adalah 1,06 dengan frekuensi kerja 60 GHz dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik VSWR Antena MIMO 2x2

Gain

Nilai *gain* yang didapatkan dari hasil simulasi setelah proses optimasi adalah sebesar 14,3 dB pada frekuensi 60 GHz. Gambar 10 menunjukkan *gain* hasil simulasi antena MIMO 2x2 .



Gambar 10. Gain Antena MIMO 2x2

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan, diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan antena mikrostrip memiliki bentuk kotak dengan menggunakan teknik pencatutan *microstrip line* yang dapat bekerja pada frekuensi 60 GHz
2. *Return Loss* yang didapat pada antena *microstrip square* yaitu sebesar -30.13 dB dan sudah memenuhi kebutuhan *return loss* yang ditargetkan yaitu >-10.
3. Antena *microstrip square patch* menggunakan teknik *microstrip line* memiliki *bandwidth* sebesar 4,38

GHz (7,3%) dan sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu >500 MHz.

4. Menggunakan metode MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) pada penelitian ini dapat meningkatkan *gain*. Pada *design* awal tidak menggunakan MIMO, *gain* yang didapatkan hanya 8.13 dB. Setelah menggunakan MIMO, *gain* meningkat menjadi 14,3 dB.
5. Pada penelitian ini menunjukkan hasil yang optimal sesuai dengan parameter antena 5G yang ditargetkan, baik pada nilai *return loss*, VSWR, *bandwidth*, dan *gain* antena. Pada penelitian ini juga menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- B.A Angga, Heroe Wijanto, Yuyu Wahyu3. 2016. Design and Realization of MIMO 4x4 Rectangular Patch Microstrip Antenna 5,2 Ghz For Wifi 802.11n. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia.
- Elda, K. Analisis Kinerja *Sphere Decoding* Pada Sistem *Multiple Input Multiple Output*. Jurnal Elektro, Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia.
- FCC 15-138. 2015. Before the Federal Communications Commission. Washington, D.C.
- Ge Zhang, Shi Pu, Xiaonying Xu. 2016. Design of 60-GHz Microstrip Antenna Array Composed through Circular Contour Feeding Line. Department of Physics, School of Science Wuhan University of Technology, Hubei, China

- J Rafelly, A Ali Muayyadi , Yuyu Wahyu. 2016. Design and Realization for 4x4 Mimo Bowtie Microstrip Antenna on 1.8 Ghz Frequency for Lte Application. Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia.
- Jyoti Saini. (2017) Design a Single Band Microstrip Patch Antenna at 60 GHz Millimeter Wave for 5G Application. Manipal University Jaipur, Malaviya National Institute of Technology Jaipur & IRISWORLD. Malaysia
- K. G.Ravi, K. K. Sharman. 2016. T-Slotted Microstrip Patch Antenna for 5G WI-FI Network. Electronic and Comm. Department Govt. Engineering College Ajmer, India.
- Rabbani, Muhammad. 2015. Improvment of Microstrip Patch Antenna Gain and Bandwith at 60 GHz and Xbands for Wireless Application. Inggris
- Wijanto E. (2017). Analysis Of Technology Readiness For The Implementation Of Fifth Generation (5G) Telecommunications Technology. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia.
- Yuniati, M. 2015. Design dan Realisasi Antena Mikrostrip Rektangular 2 Array untuk Aplikasi WiFi. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Indonesia.
- Yusnita R, Mustofa I R, 2017. “Design of 2x2 MIMO Microstrip Antenna Rectangular Patch Array for 5G Wireless Communication Network,”PIERS Proceedings, 2675-2683, Singapore, November 19-22, 2017.
- Yusnita R, at all. 2018. “A New 2x4 Array Design of Dual-Band Millimeter-Wave Antenna for 5G Applications”. IEEE pp 1-4.