

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2X2 UNTUK APLIKASI WIFI 802.11N DI FREKUENSI 2,4 GHZ

Asri Wulandari, ST., MT.¹, Riski Martha Fitriani^{1,a} dan Fadli Kurniawan²

^{1,2}Jalan Prof Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, Jawa Barat, 16425

Email: ^aasri_fteub@yahoo.co.id, ^briskimarttha33@gmail.com, ^ckurniawanfadli6474@gmail.com,

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan transfer data cepat dan dalam jumlah yang banyak pada pengguna Wifi mendorong munculnya teknologi dan standar baru. IEEE telah merilis standar 802.11n, dengan perubahan dari standar sebelumnya yaitu data rate lebih tinggi, bandwidth lebih lebar dan mendukung teknologi MIMO. Tantangan dari penggunaan teknik MIMO ini pada terminal pengguna adalah bagaimana mendesain multiple antenna dimana antara antenanya memiliki nilai mutual coupling kecil namun tidak membuat dimensi antenna keseluruhan menjadi terlalu besar. Dalam tugas akhir ini dirancang Antena Mikrostrip MIMO untuk Wifi yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Sistematis Perancangan meliputi mekanisme dari perancangan antenna, simulasi hasil rancangan antenna, fabrikasi antenna, pengukuran parameter antenna serta pengujian kinerja antenna. Simulasi antenna dilakukan menggunakan CST Studio Suites 2011, kemudian dibandingkan dengan hasil rancangan setelah fabrikasi. Hasil pengukuran parameter antenna diperoleh sesuai dengan karakteristik antenna yang direncanakan yaitu gain > 2 dB, VSWR < 2, Return Loss < -10 dB, Mutual Coupling < -20 dB dan pola radiasi unidirectional. Hasil pengujian kinerja antenna yang didapatkan adalah kualitas level sinyal, *throughput* dan transfer data terhadap jarak yang lebih pada antenna hasil rancangan dibandingkan dengan antenna default receiver.

Kata kunci: MIMO, Wifi, Antena Mikrostrip

PENDAHULUAN

Antena (*antenna* atau *areal*) adalah perangkat yang berfungsi untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio (Dian Rahmenda : 2016). Antena memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel.

MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) merupakan sistem yang terdiri dari sejumlah terminal (antena) pengirim dan penerima. MIMO digunakan dalam teknologi wireless karena dapat meningkatkan *throughput* tanpa adanya tambahan *bandwidth* maupun *transmit power* (Rangga Fandyka Dahlan : 2015). Karena itulah, MIMO menjadi salah satu elemen penting dalam berbagai standar komunikasi nirkabel, misalnya IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, HSPA+, WiMAX, dan LTE. Teknik MIMO adalah penggunaan lebih dari satu antenna pada pengirim maupun penerima. Teknik ini menjadi salah satu solusi kebutuhan transfer data yang lebih cepat dan lebih besar, serta mengatasi *multipath fading* terutama didalam sistem komunikasi nirkabel. Penggunaan teknik MIMO pada Wifi dapat meningkatkan kecepatan data

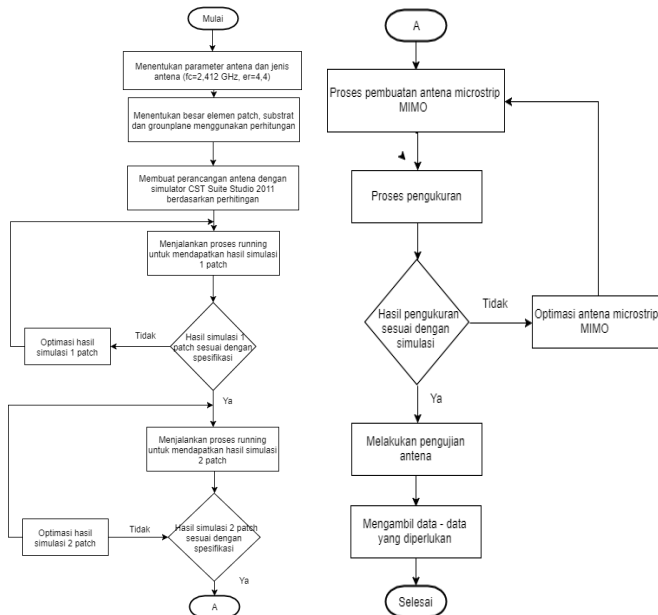
Antena Mikrostrip MIMO terdiri atas 2 elemen peradiasi dengan ukuran yang sama (Rangga Fandyka

Dahlan : 2015). Pada perancangan antenna ini terdiri atas 2 port pancatu.

Pada penelitian ini akan dirancang dan difabrikasi antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch rectangular sebagai *transmitter* dan antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch triangular sebagai *receiver* untuk WiFi Frekuensi 2,4 GHz

METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan untuk memperoleh desain antenna mikrostrip MIMO 2x2. Tahap pertama dengan menghitung dimensi antenna. Setelah melakukan perhitungan dimensi antenna, tahap selanjutnya dengan membuat simulasi antenna pada *software* CST. Tahap kedua dengan membuat simulasi dengan desain antenna mikrostrip MIMO 2x2 *patch rectangular* terlebih dahulu. Setelah itu untuk tahapan ketiga di kembangkan menjadi desain antenna. Tahap keempat yaitu melakukan pengukuran antenna untuk menguji apakah antenna yang dirancang telah sesuai dengan spesifikasi. Tahap kelima yaitu melakukan pengujian aplikasi dan juga mengambil data – data yang diperlukan. Proses tahapan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip MIMO 2x2

Tahap pertama dalam perancangan antena yaitu menentukan spesifikasi antena. Spesifikasi yang digunakan pada perancangan antena mikrostrip MIMO 2x2 adalah sebagai parameter untuk merancang antena tersebut. Adapun spesifikasi antena yang dirancang seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Antena Mikrostrip MIMO 2x2

Parameter	Nilai
Frekuensi Kerja	2.412 GHz
Return Loss	<-10dB
VSWR	≤ 2
Pola radiasi	Unidirectional
Gain	≥ 4 dBi
Mutual Coupling	≤ -20 dB
Software Simulator	CST Suite Studio 2011

Adapun untuk spesifikasi bahan yang digunakan pada perancangan ini menggunakan substrat jenis FR-4 Epoxy dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Substrat FR-4 Epoxy

Parameter	Nilai
Jenis Substrat	FR-4 Epoxy
Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	4.4
Ketebalan lapisan dielektrik (h)	1.6mm
Ketebalan bahan konduktor	0.1mm
Impedansi karakteristik saluran	50 Ω

Setelah menentukan spesifikasi tahap selanjutnya membuat perhitungan untuk simulasi. Perancangan antena dimulai dengan menentukan frekuensi kerja 2,412 GHz dengan bahan yang digunakan ialah Fr-4 Epoxy. Selanjutnya yaitu melakukan perhitungan antena

1. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Rectangular

Untuk mengetahui ukuran patch yang digunakan, yaitu menghitung lebar patch, panjang

patch dan jarak antar patch. Ukuran panjang dan lebar patch yang akan digunakan dapat dihitung menggunakan rumus sehingga dapat ditentukan ukuran panjang dan lebar dari patch dengan persamaan:

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

Untuk menentukan nilai efektif dielektrik konstan digunakan persamaan:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{1 + 12 \frac{h}{W}} \right) \quad (2)$$

Panjang elemen patch dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

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

3)

Maka harus menghitung terlebih dahulu L_{eff} dan ΔL dengan menggunakan persamaan:

$$L_{eff} = \frac{c}{2xf \times \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (4)$$

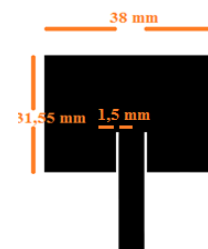
Kemudian menghitung ΔL dengan persamaan:

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \cdot \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,813 \right)} \quad (5)$$

Maka :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (6)$$

Berdasarkan perhitungan dalam proses perancangan diatas maka didapatkan bentuk antena seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Perancangan Ukuran Patch

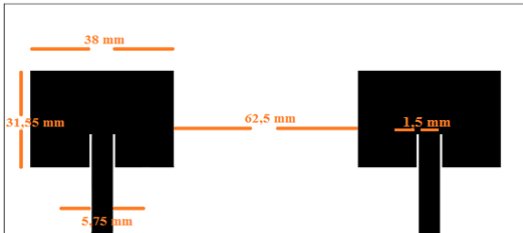
Besar jarak spasi antar patch dapat dihitung menggunakan rumus sehingga didapatkan jarak spasi antar patch dengan persamaan:

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2fr} \quad (7)$$

Selanjutnya menghitung lebar saluran transmisi dengan persamaan:

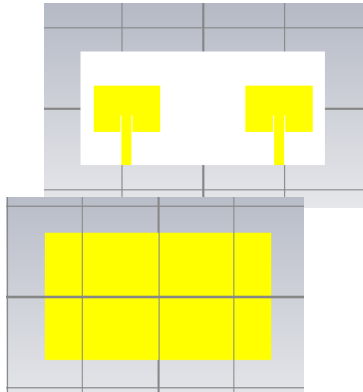
$$W_{zo} = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \frac{h}{Z_o} \quad (8)$$

Berdasarkan perhitungan dalam proses perancangan diatas maka didapatkan bentuk antenna keseluruhan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Perancangan Antena MIMO2x2 Patch Rectangular Keseluruhan

Dari perhitungan yang didapat, selanjutnya membuat simulasi antena mikrostrip MIMO 2x2 patch rectangular pada software CST. Terlihat pada Gambar 4 adalah desain antena pada simulasi di CST.



Gambar 4. Desain Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Rectangular Tampak Depan (kiri) Tampak Belakang (kanan)

2. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Triangular

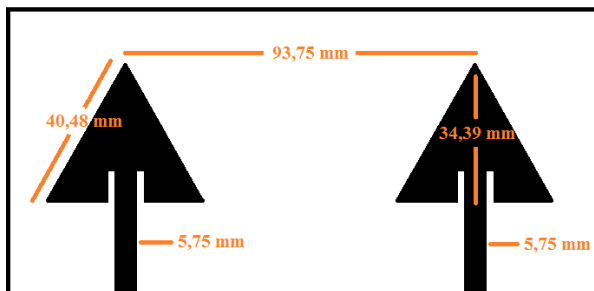
Pada perancangan antena ini terdiri atas 2 port pencatu. Untuk menentukan panjang sisi bidang segitiga sama sisi (a), menggunakan persamaan :

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

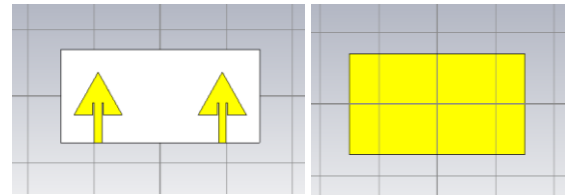
Saat dilakukan perancangan panjang sisi segitiga dari hasil perhitungan harus dikurangi agar tercapai nilai efektif. Pengurangan nilai panjang sisi lebih dikarenakan adanya efek medan *fringing* (sisi tepi) antara peradiasi (patch) dengan *ground plane*. Sehingga untuk penentuan panjang sebenarnya digunakan nilai *eff a* yang diformulasikan melalui persamaan:

$$a_{eff} = a + h(\epsilon_r)^{-1/2} \quad (10)$$

Adapun bentuk desain antena mikrostrip sebagai *receiver* yang akan dibuat seperti terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Triangular Keseluruhan



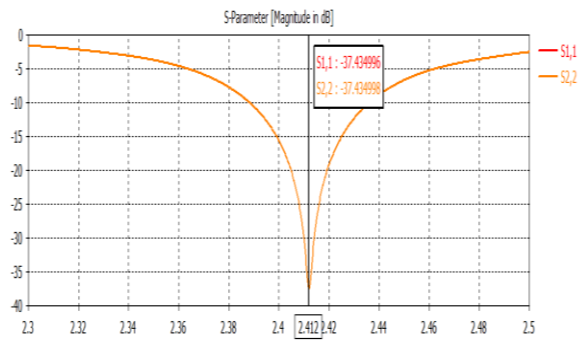
Gambar 6. Desain Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Triangular Tampak Depan (kiri) Tampak Belakang (kanan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

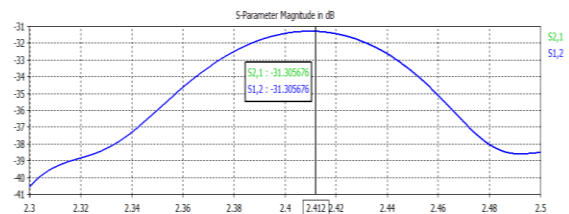
1. Simulasi

a. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Rectangular

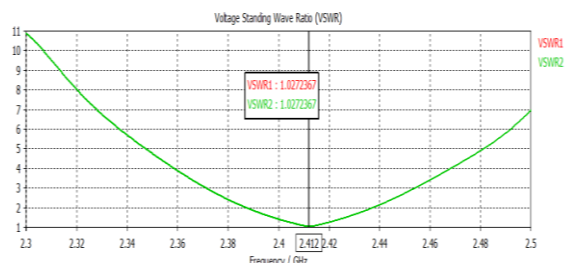
Dari hasil simulasi antena mikrostrip MIMO 2x2 patch rectangular menggunakan CST Suite Studio 2011 diperoleh nilai *return loss* S11 dan S22 sebesar -37.345 dB yang terlihat pada Gambar 7 dan *mutual coupling* S12 dan S22 sebesar -31,305676dB yang dapat dilihat pada Gambar 8 dan VSWR yang diperoleh sebesar 1.0272367 yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Hasil Simulasi Return Loss



Gambar 8. Hasil Simulasi Mutual Coupling Antena



Gambar 9. Hasil Simulasi Hasil Optimasi VSWR

Selain *return loss*, *mutual coupling* dan VSWR parameter lain adalah gain dan polaradiasi. *Gain* yang didapat sebesar 4,044 dB sedangkan pola radiasi adalah *unidirectional*. Setelah dilakukan optimasi dan didapatkan hasil yang sesuai spesifikasi, selanjutnya

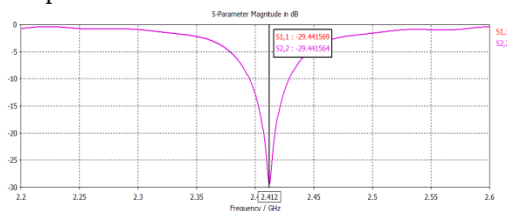
fabrikasi desain antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch rectangular seperti yang terlihat pada Gambar 10.



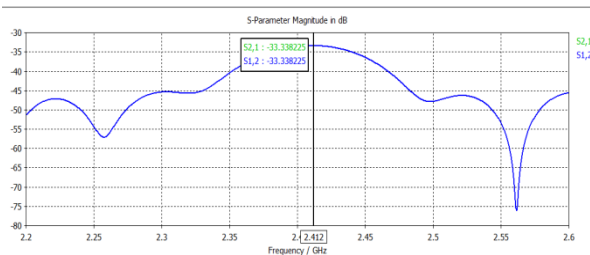
Gambar 10. Hasil Fabrikasi Desain Antena

b. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Triangular

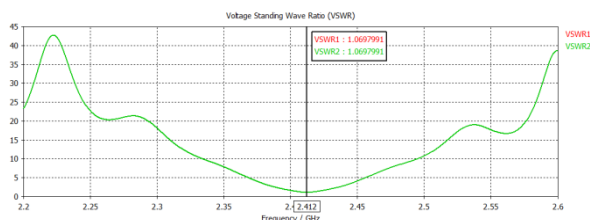
Pada hasil simulasi antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch triangular diperoleh nilai *return loss* S11 dan S22 sebesar -29,411569 dB terlihat pada Gambar 11 dan *mutual coupling* S12 dan S22 sebesar -32,338225 dB pada Gambar 12 serta VSWR sebesar 1.0697991 terlihat pada Gambar 13.



Gambar 11. Hasil Simulasi Return Loss



Gambar 12. Hasil Simulasi Mutual Coupling



Gambar 13. Hasil Simulasi VSWR

Nilai *gain* didapat sebesar 2,218 dB sedangkan pola radiasi adalah *unidirectional*. Setelah dilakukan optimasi dan didapatkan hasil yang sesuai spesifikasi, selanjutnya fabrikasi desain antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch triangular seperti yang terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil Fabrikasi Desain Antena

2. Pengukuran

a. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Rectangular

Pengukuran dilakukan di lab uji laboratorium antenna. Parameter yang diukur adalah *return loss*, *mutual coupling*, VSWR polaradiasi dan *gain*. Untuk hasil pengukuran *return loss* sebesar -34,392 dB, *mutual coupling* diperoleh sebesar -47,553, dan VSWR diperoleh hasil 1,041. Dari hasil pengukuran *return loss*, dan *mutual coupling* dan VSWR hasil dari parameter telah sesuai dengan syarat antenna. *Return loss* ≤ -10 dB, *mutual coupling* ≤ -20 dB dan VSWR ≤ 2 . Untuk hasil pengukuran *gain*, didapatkan *gain* 5.04 dB serta hasil pengukuran polaradiasi berbentuk *unidirectional*,

b. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Patch Triangular

Pengukuran antenna mikrostrip MIMO 2x2 patch triangular diperoleh nilai *return loss* sebesar -33,176 dB, *mutual coupling* diperoleh sebesar -43,143 dB, dan VSWR diperoleh hasil 1,050. Dari hasil pengukuran polaradiasi diperoleh bentuk *unidirectional*

3. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 parameter yaitu, pengujian level sinyal (RSSI) dan pengujian kecepatan transfer data. Pengujian dilakukan dalam 2 keadaan yaitu, dalam keadaan *Line of Sight* (LOS) dan *Non Line of Sight* (NLOS) serta membandingkan kinerja antara antenna mikrostrip MIMO 2x2 dan antenna *dipole default* pada *access point*. *Set up* rangkaian terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Set Up Rangkaian

Hasil pengukuran level sinyal LOS terlihat pada Tabel 3 dan level sinyal NLOS terlihat pada Tabel 4. Hasil pengujian pada keadaan LOS dan NLOS didapat semakin jauh jarak pancar maka nilai level sinyal akan semakin menurun.

Tabel 3 Hasil Pengujian Level Sinyal (RSSI) LOS

Jarak (m)	Level Sinyal (dBm)			
	1 port antenna dipole	1 port antenna mikrostrip mimo	2 port antenna dipole	2 port antenna mikrostrip mimo
10	-60	-56	-60	-54
20	-64	-61	-61	-60
40	-76	-67	-70	-63
60	-77	-69	-72	-68
80	-80	-76	-77	-73
100	-81	-79	-80	-76

Tabel 4. Hasil Pengujian Level Sinyal (RSSI)

NLOS				
Jarak (m)	Level Sinyal (dBm)			
	1 port antena <i>dipole</i>	1 port antena mikrostrip mimo	2 port antena <i>dipole</i>	2 port antena mikrostrip mimo
10	-59	-59	-59	-56
20	-65	-68	-62	-66
30	-76	-82	-71	-77
40	-80	-75	-79	-79
50	-83	-81	-86	-83
10	-59	-59	-59	-56

Untuk hasil pengujian kecepatan transfer data, didapatkan dalam keadaan LOS terlihat pada Tabel 5 dan keadaan NLOS terlihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kecepatan Transfer Data Keadaan LOS (*transmitter dan receiver*)

Jarak (m)	Level Sinyal (dBm)			
	1 port antena <i>dipole</i>	1 port antena mikrostrip mimo	2 port antena <i>dipole</i>	2 port antena mikrostrip mimo
10	2,40	2,62	5,54	6,92
20	2,12	2,34	4,15	4,27
40	1,03	2,14	3,46	3,74
60	0,772	1,77	1,72	2,56
80	0,705	0,710	1,38	2,02
100	0,603	0,836	1,22	1,74

Tabel 6. Hasil Pengujian Kecepatan Transfer Data dalam Keadaan NLOS (*transmitter dan receiver*)

Jarak (m)	Transfer Data (Mbps)	
	Tx = 2 port antenna <i>dipole</i>	Tx = 2 port antenna mikrostrip mimo
	Rx = 2 port antenna mikrostrip mimo	Rx = 2 port antenna <i>dipole</i>
10	4,17	3,52
20	3,19	3,83
40	3,11	1,73
60	2,49	1,39
80	2,02	1,04
100	1,93	1,04

Dari hasil pengujian kecepatan transfer data didapatkan nilai kecepatan keadaan LOS dan NLOS lebih baik dibandingkan antenna *dipole default*.

KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa rancang bangun antenna mikrostrip MIMO 2x2 ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 *Patch Rectangular* telah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang yaitu untuk nilai *return loss* sebesar <-10 dB, *mutual coupling* sebesar ≤ -20 dB, VSWR sebesar <2 dan *Gain* sebesar $\geq 2,5$ dB.
2. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 *Patch Triangular* telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dengan memiliki nilai *return loss* -33.176 dB, nilai *mutual coupling* pada S1,2 -43.143 dB dan pada S2,1 -42.468 dB, nilai VSWR sebesar 1.050 dan nilai *gain* 3.85 dB.
3. Antena Mikrostrip MIMO 2x2 dapat bekerja dengan baik dibandingkan dengan Antena *Dipole Default* berdasar hasil pengujian level sinyal dan kecepatan transfer data baik dalam keadaan LOS maupun NLOS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada kampus Politeknik Negeri Jakarta, Laboratorium Telekomunikasi PNJ dan LIPI Bandung yang mensupport pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Asaker, A.A. Ghoname, R.S. Zekry, A.A. 2015. *Design Of A Planar MIMO Antenna For LTE-Advanced*. Egypt: Cairo.
- Dahlan, Rangga Fandyka. 2015. "Perancangan Dan Implementasi Antena Array MIMO 2 X 2 Mikrostrip Patch Rectangular Single Band Pada Perangkat CPE (Customer Premises Equipment) Dengan Frekuensi Kerja 2,3 GHz". Bandung: Universitas Telkom.
- Rahmanda, Dian. and Rahayu, Yusnita. 2016. "Simulasi Antena Mikrostrip D-Shaped Dengan Pencatutan Microstrip Line Untuk Aplikasi Wireless Body Area Network (WBAN) Pada Frekuensi 2.4 GHz". Jom FTEKNIK Volume 3 NO.2. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Situmorang, Marshala. 2015. "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Segitiga Mimo 2x2 Pada Frekuensi 2,3 GHz Untuk Aplikasi LTE". Bandung: Universitas Telkom.