

---

---

# Perancangan Antena Mikrostrip *Siw Cavity-Backed Modified Dumbbell-Shaped Slot* Untuk Pengaplikasian Pada 5G

Sepryanto

Fakultas Teknik/Teknik Elektro  
Universitas Mercubuana  
Jakarta, Indonesia  
sepryanto14@gmail.com

Fadli Sirait

Fakultas Teknik/Teknik Elektro  
Universitas Mercubuana  
Jakarta, Indonesia  
Fadli.sirait@mercubuana.ac.id

Said Attamimi

Fakultas Teknik/Teknik Elektro  
Universitas Mercubuana  
Jakarta, Indonesia  
said.attamimi@mercubuana.ac.id

**Abstrak**— Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan masyarakat juga semakin meningkat salah satunya adalah kebutuhan akan teknologi telekomunikasi seluler tanpa kabel (wireless). Perkembangan teknologi seluler di Indonesia yang terakhir berkembang sejak tahun 2010 adalah 4G LTE yang berada pada pita frekuensi yang telah ditentukan pemerintah. Perkembangan teknologi wireless di Indonesia juga sudah sampai pada teknologi 5G, didukung dengan adanya beberapa kajian mengenai implementasi 5G di Indonesia. Frekuensi untuk teknologi 5G termasuk ke dalam frekuensi tinggi, yaitu frekuensi dengan panjang gelombang yang kecil, frekuensi ini yang disebut sebagai millimeterwave (mmWave). Dalam penelitian ini dilakukan perancangan antena Substrate Integrated Waveguide (SIW) yang dibuat menggunakan PCB berjenis FR4 epoxy dengan ketebalan 1,6 mm dan nilai konstanta dielektrik 4,4-4,9, yang bekerja pada frekuensi 28 GHz, dengan menambahkan slot untuk memperbesar gain antena. Perancangan dilakukan menggunakan software Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS) v16.0. Sedangkan pengukuran antena dilakukan di Laboratorium Pusat penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI Bandung. Hasil simulasi antena bekerja pada frekuensi 27,9 – 29,3 GHz dengan bandwidth 1,4 GHz dan faktor refleksi mencapai -27,43 dB. Sementara hasil pengukuran menunjukkan antena bekerja pada frekuensi 29,56 – 30,66 GHz dengan bandwidth 1,1 GHz dan faktor refleksi -24,35 dB. Hasil simulasi

menunjukkan adanya peningkatan gain, dengan peningkatan gain paling maksimum yaitu sebesar 5,49 dB. Perbedaan ini mungkin disebabkan kesalahan dalam proses fabrikasi, proses menyolder yang tidak sempurna serta kesalahan dalam pengambilan data pengukuran.

**Kata Kunci** — Mikrostrip, Millimeter Wave, Slot, Substrate Integrated Waveguide (SIW), HFSS.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan masyarakat juga semakin meningkat salah satunya adalah kebutuhan akan teknologi telekomunikasi seluler tanpa kabel (wireless). [1]

Dengan semakin meningkatnya pengguna telekomunikasi seluler, menuntut teknologi wireless berkembang sangat pesat, teknologi seluler yang terakhir berkembang sejak tahun 2010 adalah 4G LTE yang berada pada pita frekuensi yang telah ditentukan pemerintah [2]. Perkembangan teknologi wireless sudah sampai pada teknologi 5G, di Indonesia teknologi 5G masih terbilang baru, sudah ada beberapa tulisan membahas mengenai persiapan Indonesia dalam menghadapi dan mengidentifikasi teknologi 5G [3].

Berdasarkan *timeline* ITU (International Telecommunication Union), 5G mulai diterapkan pada tahun 2020. Teknologi ini diprediksi memiliki kecepatan data hingga 10 Gbit/s. Frekuensi untuk teknologi 5G termasuk ke dalam frekuensi tinggi, yaitu frekuensi dengan panjang gelombang yang kecil, frekuensi ini yang disebut sebagai millimeter wave

(mmWave). Spektrum pita frekuensi mmWave berada pada rentang frekuensi kerja antara 30GHz–300GHz. Spektrum frekuensi mmWave yang sudah mendapatkan lisensi yaitu antara 28 GHz–39 GHz [4]. Penggunaan teknologi mmWave pada teknologi 5G dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna perihwal kualitas pengiriman data dengan kapasitas dan kecepatan yang tinggi, namun dengan kerugian yang kecil [5].

Dengan berkembangnya teknologi tersebut, maka dibutuhkan suatu komponen yang sesuai dan memenuhi spesifikasi pengaplikasian teknologi mmWave. Oleh karena itu, digunakan saluran transmisi yang sesuai, sehingga dapat bekerja dengan baik pada frekuensi tinggi. Saluran transmisi yang dapat bekerja di frekuensi tinggi yaitu mikrostrip dan waveguide [6], maka dirancang sebuah antenna yang merupakan modifikasi dari dua saluran transmisi tersebut. Selain itu, alasan penggunaan mikrostrip dikarenakan ukurannya yang kecil, tipis dan ringan memudahkan antenna tersebut untuk ditempatkan dimanapun. Akan tetapi, antenna ini hanya dapat menghasilkan bandwidth dan gain yang kecil. [6]

Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah merancang antenna mikrostrip dengan sebuah antenna slot mikrostrip dengan mode SIW. Substrate Integrated Waveguide (SIW) adalah saluran transmisi yang mampu menghantarkan sinyal frekuensi tinggi dengan kerugian yang kecil, tetapi memiliki kemampuan mengintegrasikan banyak komponen.

Pada model cavity, daerah interior yaitu rongga antara patch dan ground plane diasumsikan sebagai sebuah rongga (cavity) yang dilingkari oleh suatu dinding magnetik sepanjang tepinya, dan diapit oleh dinding elektrik dari atas dan bawah. [7]

Dari beberapa jurnal yang dijadikan acuan, maka dirancang sebuah antenna mikrostrip slot cavity dimana yang berfungsi untuk meningkatkan bandwidth. Antena ini diaplikasikan pada jaringan 5G yang bekerja pada frekuensi 28 GHz.

Penelitian ini berjudul “Perancangan Antena Mikrostrip SIW Cavity Backed Modified Dumbbell-Shaped Slot Pada Pengaplikasian 5G”.

## II. PENELITIAN TERKAIT

Pada penelitian [8], sebuah metode meningkatkan bandwidth low-profile dengan substrate integrated waveguide (SIW) cavity (rongga) yang didukung slot antenna disajikan dalam makalah ini. peningkatan bandwidth dicapai dengan Simultaneously menarik dua mode Hybrid SIW Cavity dan menggabungkan mereka dalam rentang frekuensi yang diperlukan. Dibandingkan dengan orang-orang dari sebelumnya yang menyajikan SIW Cavity (rongga) yang didukung antenna slot, impedansi bandwidth dari antenna yang diusulkan meningkat dari 1,4% menjadi 6,3%, gain dan radiasi efisien juga sedikit membaik menjadi 6,0 dBi dan 90%, dan ukuran rongga SIW nya berkurang sekitar 30%. antenna

usulkan menunjukkan tingkat polarisasi silang yang rendah dan front back ratio yang tinggi.

Kemudian oleh [9], Cavity-Backed yang didukung dimodifikasi berbentuk Dumbell slot antenna berdasarkan Substrate Integrated Waveguide (SIW) diusulkan dalam makalah ini. Dibandingkan dengan slot dumbbell shaped tradisional, yang dimodifikasi slot dumbbell shaped tidak hanya memperkenalkan beberapa poin resonansi baru, tetapi juga membuat antenna mendapatkan gain yang lebih tinggi. Teknik pencatutan yang digunakan adalah Grounded Coplanar Waveguide (GCPW). Hasil yang diukur menunjukkan bahwa antenna diusulkan mencapai bandwidth impedansi dari 26,7% dari 18,2 GHz menjadi 23,8 GHz dan gain puncak 9,5 dBi di 20,4 GHz. Level polarisasi antenna sekitar -40 dB pada tiga frekuensi diukur.

Kemudian [10], membahas tentang antenna SIW Cavity memperoleh gain yang tinggi. Antenna dirancang berdasarkan teknologi SIW dengan substrate menggunakan TE<sub>440</sub> High order mode yang beroperasi pada 28 GHz. Antenna yang diusulkan menawarkan gain tinggi, efisiensi radiasi yang tinggi, dan sedikit optimasi parameter. TE<sub>440</sub> yang terdapat Cavity dengan Coaxial Probe mendistribusikan energy dan menghindari terjadinya loss pada pencatutan jaringan. Antenna yang diusulkan kandidat bagus untuk pengaplikasian 5G. Antenna yang dihasilkan menggunakan simulasi perangkat lunak CST dan HFSS. Menghasilkan Frekuensi kerja 28GHz dengan koefisien refleksi -35dB.

### A. Konsep Dasar Antena

Antena adalah sebuah alat yang berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetika. Antena sebagai alat pemancar (*transmitter*) dapat mengubah gelombang listrik di dalam saluran transmisi kabel, menjadi gelombang elektromagnetik, dan sebagai alat penerima (*receiver*) mengubah gelombang elektromagnetik menjadi gelombang listrik. [11].

### B. Parameter Antena

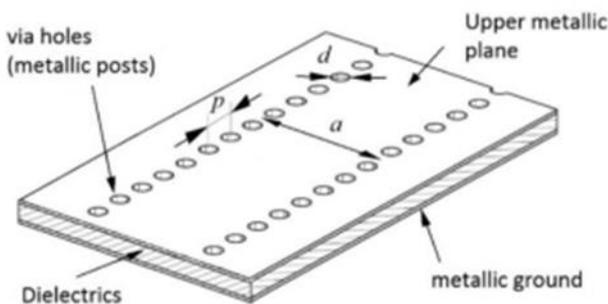
Dalam melakukan penilaian pada sebuah antenna digunakan parameter-parameter penilai. Yang dengan bantuan parameter ini kita bisa menentukan apakah suatu antenna cocok dipakai pada aplikasi yang kita inginkan atau tidak. Parameter-parameter antenna yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antenna adalah faktor refleksi, bandwidth, gain, dan pola radiasi.

### C. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antenna yang berbentuk bilah/potongan dengan ukuran sangat tipis/kecil. Antena ini merupakan antenna yang populer penggunaannya saat ini dan sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi, hal ini sesuai dengan bentuk dan ukurannya.

*Substrate Integrated Waveguide*

Struktur dasar dari Substrate Integrated Waveguide (SIW) ditampilkan di gambar 1. Bahan dasar SIW adalah sebuah substrate dielektrika dengan ketebalan  $h$  dan permitivitas relatif  $\epsilon_r$ . Bagian atas dan bawah substrate adalah lapisan metal dengan ketebalan yang biasanya diabaikan. Struktur seperti ini secara teoretis mampu untuk melewati sinyal pada frekuensi berapapun, bahkan juga sinyal DC. Pada struktur SIW ditambahkan dua baris silinder metal (tiang metal, metallic posts), yang menghubungkan lapisan metal sebelah atas dengan lapisan metal sebelah bawah (ground). Diameter dari silinder metal ini  $d$  dan jarak dari titik tengah dua silinder sebaris adalah  $p$  (pitch), sedangkan jarak dari titik tengah barisan silinder parallel ini adalah  $a$ . Keberadaan dua baris silinder metal ini menyebabkan sinyal yang berfrekuensi rendah tidak bisa merambat di dalam SIW, struktur SIW memberikan suatu nilai frekuensi cut-off tertentu, jika sinyal yang dilewatkan melaluinya memiliki frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi cut-off tersebut, sinyal akan ditolak.[11].

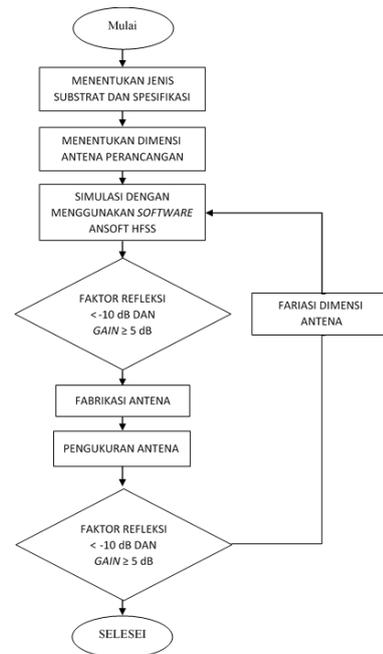


Gambar 1. Struktur Dasar SIW

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

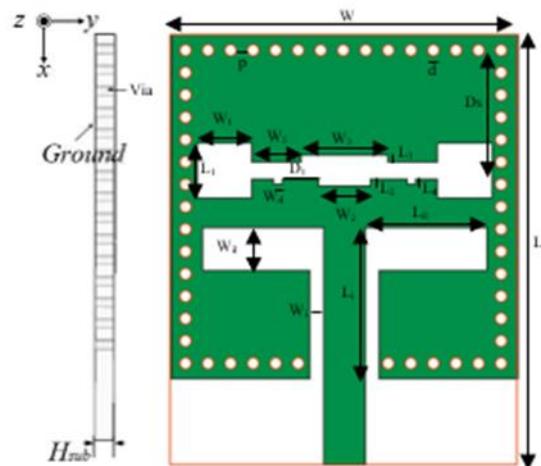
Diagram alir atau flowchart berisikan langkah-langkah penting dalam perancangan antenna mulai dari proses penentuan spesifikasi antenna, penentuan dimensi antenna, sampai pada proses simulasi menggunakan software Ansoft HFSS dan diakhiri dengan fabrikasi serta pengukuran seperti yang terdapat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

B. Perancangan

Perancangan antenna mikrostrip Slot Hybrid SIW Cavity ini didapatkan tidak menggunakan rumus melainkan dari sebuah jurnal IEEE *International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation, and EMC Technologies For Wireless Communications*. Adapun bentuk desain antenna sebagai berikut:



Gambar 2. Desain antenna Mikrostrip Slot Hybrid SIW Cavity

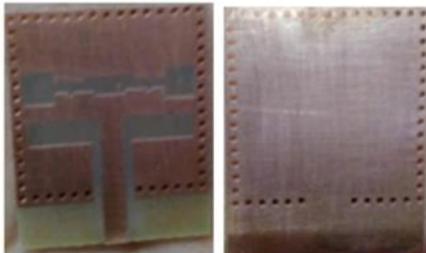
Antena ini dirancang pada frekuensi 28 GHz diatas substrat FR4 Epoxy Double Layer yang fleksibel dengan permitivitas relatif 4.4 – 4.9, ketebalan 1,6 mm. Berikut adalah Tabel 1, Dimensi Variabel Antena

Tabel 1. Dimensi Variabel Antena

No.	Nama Variabel	Nilai Hasil Perhitungan Skala
1	W	20 mm
2	L	25 mm
3	H <sub>sub</sub>	1.6 mm
4	W <sub>50</sub>	2.4 mm
5	d	0.65 mm
6	L <sub>i</sub>	8.8 mm
7	W <sub>i</sub>	0.8 mm
8	L <sub>il</sub>	7 mm
9	W <sub>il</sub>	2.5 mm
10	L <sub>1</sub>	3.19 mm
11	W <sub>1</sub>	3.15 mm
12	L <sub>2</sub>	0.4 mm
13	L <sub>3</sub>	0.405 mm
14	W <sub>2</sub>	3 mm
15	W <sub>3</sub>	5 mm
16	L <sub>4</sub>	0.3 mm
17	W <sub>4</sub>	0.5 mm
18	W <sub>5</sub>	2.85 mm
19	D <sub>s</sub>	7.1 mm
20	D <sub>1</sub>	2.1 mm
21	W <sub>s</sub>	20 mm
22	p	0.65 mm

IV. HASIL DAN ANALISA

Setelah melakukan perancangan dan optimasi dengan menggunakan software Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS) v.16.0, langkah berikutnya adalah melakukan fabrikasi dan pengukuran dengan menggunakan Network Analyzer. Hasil fabrikasi ditunjukkan pada Gambar 3. Pada gambar tersebut terdapat 4 buah slot yang di gabungkan dengan tujuan untuk mendapatkan faktor refleksi, Bandwidth, VSWR, dan gain yang maksimal.

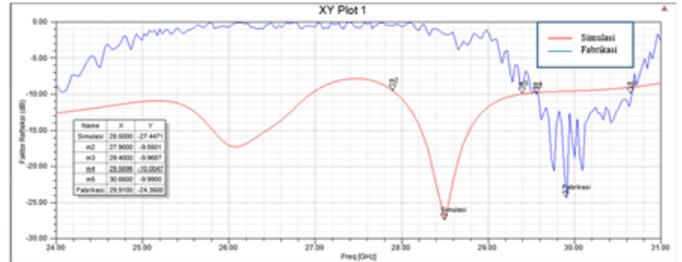


Gambar 3. Hasil Fabrikasi Antena Mikrostrip SIW Cavity Slot

Simulasi dan Pengukuran Faktor Refleksi

Simulasi dilakukan menggunakan software HFSS versi 16.0. Parameter antena yang diamati yaitu frekuensi kerja,

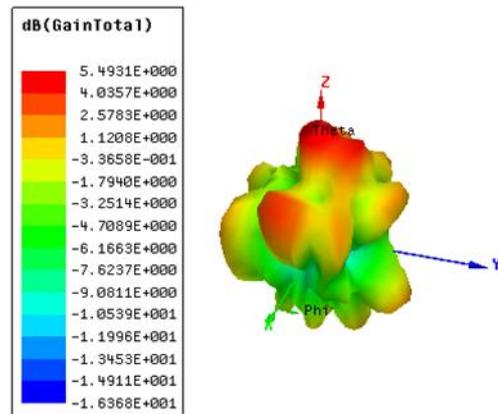
faktor refleksi, dan gain. Untuk antena mikrostrip SIW Cavity Slot dapat dilihat dari gambar 4, bahwa saat frekuensi 29,9 GHz pada pengukuran menghasilkan faktor refleksi sebesar -24,35 dB, sedangkan pada saat simulasi saat frekuensi 28,5 GHz dihasilkan faktor refleksi sebesar -27.43 dB.



Gambar 4. Perbandingan Hasil Faktor Refleksi Pada Antena

Simulasi dan Pengukuran Gain

Untuk gain yang dihasilkan dari perancangan antena microstrip Substrate Integrated Waveguide (SIW) Cavity Slot ini adalah sebesar 5,49 dB seperti terdapat pada Gambar 5, ini juga telah memenuhi kualifikasi parameter yang diinginkan peneliti.



Gambar 5. Hasil Simulasi Gain Untuk Antena

Untuk lebih jelas mengenai perbandingan hasil simulasi dan pengukuran antena mikrostrip SIW Cavity Slot dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2 Perbandingan parameter antena hasil simulasi dan hasil pengukuran

Parameter	Simulasi	Pengukuran
Frekuensi (GHz)	28,5 GHz	29,9 GHz
Faktor Refleksi (dB)	-27,43 dB	-24,35 dB
Bandwidth	1,4 GHz	1,1 GHz

VSWR	1,088	1,039
Gain (dB)	5,49 dB	-

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa perbedaan substrat pada antena berpengaruh besar terhadap pengukuran parameter antena, terlebih perbedaan frekuensi resonansi saat pengukuran dan simulasi ini juga di pengaruhi oleh konektor, material substrat yang digunakan, penyolderan. Sedangkan untuk faktor refleksi yang dihasilkan baik pada simulasi maupun pengukuran sudah memenuhi standar yaitu dibawah - 10 dB.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan melalui beberapa tahap perencanaan, perancangan, pembuatan serta pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Telah dirancang antena mikrostrip substrate integrated waveguide yang dapat bekerja pada frekuensi 29.9 GHz.
- Pada simulasi, antena bekerja pada range frekuensi 27,9-29,3 GHz dengan bandwidth sebesar 1,4 GHz. Frekuensi resonansi antena berada pada 28,5 GHz dengan faktor refleksi mencapai -27,43 dB. Sementara hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena bekerja pada range frekuensi 29,5-30,6 GHz dengan bandwidth hanya 1,1 GHz. Frekuensi resonansi antena bergeser sejauh 1,4 GHz kekanan tepatnya berada pada 29,9 GHz dengan faktor refleksi -24,35 dB.
- Nilai VSWR yang diperoleh dari hasil simulasi adalah 1,088 pada frekuensi 28,5 GHz. Sedangkan nilai VSWR hasil pengukuran 1,039 pada frekuensi 29,99 GHz. Nilai tersebut sudah termasuk baik, karena nilai VSWR < 2. Hal ini menunjukkan bahwa antena hasil fabrikasi dapat memancarkan daya dengan baik dan minimnya energi yang direfleksikan kembali ke pemancar.
- Hasil simulasi menunjukkan antena memiliki gain sebesar 5,49 dB, sedangkan untuk pengukuran gain tidak dapat dilakukan dikarenakan perangkat chamber tidak mendukung antena dengan frekuensi >20 GHz.
- Terdapat perbedaan selisih hasil simulasi dengan hasil fabrikasi dikarenakan beberapa kesalahan yang tidak dapat dihitung dalam simulasi seperti kesalahan dalam proses fabrikasi, proses menyolder yang tidak

sempurna, material yang dipergunakan FR4 tidak optimal untuk frekuensi tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini. Serta terima kasih kepada universitas mercu buana dan tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Telekomunikasi Seluler, Tbk, PT. "Laporan Tahunan 2011". (<http://www.telkomsel.co.id>). 11 Januari 2020.
- [2] Telekomunikasi Seluler, Tbk, PT. "Laporan Tahunan 2017". (<http://www.telkomsel.co.id>). 11 Januari 2020.
- [3] Admaja, A. F. S. "Kajian Awal 5G Indonesia (5G Indonesia Early Preview). Buletin Pos dan Telekomunikasi". 2015 Desember 19; 13(2) : 99.
- [4] The Federal Communications Commission (FCC). "Use of Spectrum Bands Above 24 GHz for Mobile Radio Services". FCC Fact Sheet. 2017 Oktober 26 : 52.
- [5] T.S. Rappaport et al. "Milimeter Wave Mobile Communications for 5G Celluar : It Will Works!". IEEE Access. 2013 Mei 29; 1(1) : 335 – 349.
- [6] Alaydrus, M., 2011. "Antena Prinsip & Aplikasi", Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Rambe, A. H. 2008. "Rancang Bagun Antena Mikrostrip Slot Triangular Array 4 Elemen Dengan Pencatuan Aperture Coupled Untuk Aplikasi CPE pada WiMAX". Tugas Akhir. Jakarta : Univeristas Indonesia.
- [8] Luo, Guo Qing, Zhi Fang Hu, Wen Jun Li, 2012. "Bandwidth-Enhanced Low-Profile Cavity-Backed Slot Antenna by Using Hybrid SIW Cavity Modes", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 60. Issue.4: 1698 – 1704.
- [9] Cheng, Tong, Wen Jiang. 2019 "Broadband SIW Cavity-Backed Modified Dumbbell-Shaped Slot Antenna ", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 18. Issue 5: 936 – 940.
- [10] Asaadi, Muftah, Abdelrazik Sebak. 2016 "High Gain Low Profile Slotted SIW Cavity Antenna for 5G Applications". IEEE International Symposium on Antennas and Propagation (APSURSI).
- [11] Alaydrus, M., 2016. "Studi Transisi Saluran Transmisi Planar-Substrate Integrated Waveguide". IncomTech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, Vol.7, No.2.