Email: jurnalict@akatel.ac.id | Vol. I, No. 1, Mei 2010 | 2086-7867

JURNAL ICT

(Information and Communication Technologies)

JURNAL PENELITIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
TELEKOMUNIKASI INFORMATIKA ELEKTRONIKA

- RANCANG BANGUN PENGENDALI KAMERA VIDEO BERBASIS PC (*PERSONAL COMPUTER*)
  Yus Natali, Suyatno Budiharjo, Didi Suryanto
- RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN FREKUENSI OPERASI 2,4 GHz
  Dudi Nugroho, Iskandar Fitri, Wahyu Gustiastri Pamungkas
- ANALISA PERFORMANSI IP (*INTERNET PROTOCOL*) PABX
  Ade Nurhayati, Alfredo Hitipeuw, Tri Mayningsih
- RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBAKARAN OTOMATIS MENGGUNAKAN JALUR TELEPON
  Tri Nopiani Damayanti, Suyatno Budiharjo, Endah Jubaedah
- ANALISIS KUALITAS LAYANAN SISTEM DWDM RING 2 JAWA SUMATERA KALIMANTAN *BACKBONE* LINK PADANG – BUKIT TINGGI . M. Soleh Hapuddin , Tonny Joostiono , Trianggoro Susteyo
- RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN INSET FEEDING
  Dwi Astuti Cahyasiwi , Yus Natali
- ANALISA SISTEM MONITORING CATU DAYA (SIMONICA) PT. TELKOM UNIT AREA NETWORK (UNR) PASAR BARU TANGERANG
  Ade Nurhayati, H. Nur Taufik Hidayat, Eky Yulianti
- TEKNIK PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK MENGGUNAKAN *RADIO FREQUENCY* MELALUI PORT PARALEL *PERSONAL COMPUTER*
  Tri Nopiani Damayanti, Suyatno Budiharjo, Sofyan Haryono
- PERENCANAAN RADIO GELOMBANG MIKRO DIGITAL SIAE RT 22B UNTUK PENYEDIAAN FASILITAS TELEKOMUNIKASI HOP PANDEGLANG – RANGKAS.
  Dudi Nugroho, Harry Poerwanto, Rosnita Aryani
- ANALISA APLIKASI VoIP (*Voice over Internet Protocol*) PADA JARINGAN WAN (*Wide Area Network*)
  Ade Nurhayati, Krisnha Prasetyo, Rois Ricaro
- ANALISA PEMBANGUNAN TRUNK F PELANGGAN BLUE CHIP RUAS SEMANGGI 2 – PALMERAH MENGGUNAKAN JARINGAN METRO . H. M. Soleh Hapuddin, Rawan Hiba, Putri Farah Diba
- ANALISA SINYAL PAGING CDMA 2000-1X TELKOM FLEXI
  Yus Natali, Syaifulloh, Abdul Karim
- PERANCANGAN KABEL FIBER OPTIK TIPE ADSS (*ALL DIELECTRIC SELF SUPPORTING*)
  Tri Nopiani Damayanti, Ahmad , Dedik Rahmat
- ANALISA JARINGAN INTELLIGENT MULTIPLEXER (IMUX) CLUSTER NODE 2199 SLAVE 3 KOTA 2
  H. M. Soleh Hapuddin, Rawan Hiba, Yuniarti

AKADEMI TEKNIK TELEKOMUNIKASI SANDHY PUTRA JAKARTA

Dipindai dengan CamScanner

DEWAN EDITOR

Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi

PENANGGUNG JAWAB

Ir. Zainal Arifien, MM

PIMPINAN REDAKSI

Yus Natali, ST., MT

REDAKSI PELAKSANA

Liestyowati, ST., ME

Dudi Nugroho, ST., MT

Ade Nurhayati, ST

M. Soleh Hapudi, ST

Tri Nopiani Damayanti, ST

Yuni Trisnowati,ST

ALAMAT REDAKSI

KAMPUS AKADEMI TEKNIK TELEKOMUNIKASI SANDHY PUTRA JAKARTA

Jl. Daan Mogot KM 11

Jakarta Barat 11170

Telepon: 021-5451697, Fax: 021-5451597

Website: www.akatel.ac.id

E-mail: jurnalict@akatel.ac.id

Terbit Dua kali dalam Setahun

Dipindai dengan CamScanner

2086-7867

Jurnal ICT

Penelitian dan Penerapan Teknologi

Vol. I, No. 1, Mei 2010

DAFTAR ISI

RANCANG BANGUN PENGENDALI KAMERA VIDEO BERBASIS PC (*PERSONAL COMPUTER*)
Yus Natali, Suyatno Budiharjo, Didi Suryanto.....1

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN FREKUENSI OPERASI 2,4 GHz
Dudi Nugroho, Iskandar Fitri, Wahyu Gustiastri Pamungkas.....11

ANALISA PERFORMANSI IP (*INTERNET PROTOCOL*) PABX
Ade Nurhayati, Alfredo Hitipeuw, Tri Mayningsih.....17

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBAKARAN OTOMATIS MENGGUNAKAN JALUR TELEPON
Tri Nopiani Damayanti, Suyatno Budiharjo, Endah Jubaedah.....24

ANALISIS KUALITAS LAYANAN SISTEM DWDM RING 2 JAWA SUMATERA KALIMANTAN *BACKBONE* LINK PADANG – BUKIT TINGGI . M. Soleh Hapuddin , Tonny Joostiono , Trianggoro Susteyo.....35

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN INSET FEEDING
Dwi Astuti Cahyasiwi , Yus Natali.....47

ANALISA SISTEM MONITORING CATU DAYA (SIMONICA) PT. TELKOM UNIT AREA NETWORK (UNR) PASAR BARU TANGERANG
Ade Nurhayati, H. Nur Taufik Hidayat, Eky Yulianti.....57

TEKNIK PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK MENGGUNAKAN *RADIO FREQUENCY* MELALUI PORT PARALEL *PERSONAL COMPUTER*
Tri Nopiani Damayanti, Suyatno Budiharjo, Sofyan Haryono.....66

PERENCANAAN RADIO GELOMBANG MIKRO DIGITAL SIAE RT 22B UNTUK PENYEDIAAN FASILITAS TELEKOMUNIKASI HOP PANDEGLANG – RANGKAS.
Dudi Nugroho, Harry Poerwanto, Rosnita Aryani.....75

ANALISA APLIKASI VoIP (*Voice over Internet Protocol*) PADA JARINGAN WAN (*Wide Area Network*)
Ade Nurhayati, Krisnha Prasetyo, Rois Ricaro.....85

ANALISA PEMBANGUNAN TRUNK F PELANGGAN BLUE CHIP RUAS SEMANGGI 2 – PALMERAH MENGGUNAKAN JARINGAN METRO . H. M. Soleh Hapuddin, Rawan Hiba, Putri Farah Diba.....96

ANALISA SINYAL PAGING CDMA 2000-1X TELKOM FLEXI
Yus Natali, Syaifulloh, Abdul Karim.....108

PERANCANGAN KABEL FIBER OPTIK TIPE ADSS (*ALL DIELECTRIC SELF SUPPORTING*)
Tri Nopiani Damayanti, Ahmad , Dedik Rahmat.....118

ANALISA JARINGAN INTELLIGENT MULTIPLEXER (IMUX) CLUSTER NODE 2199 SLAVE 3 KOTA 2
H. M. Soleh Hapuddin, Rawan Hiba, Yuniarti.....127

Dipindai dengan CamScanner

Jurnal ICT No. 1, Mei (2010), 47-54
AKADEMI TELKOM SANDHY PUTRA JAKARTA

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN INSET FEEDING

Dwi Astuti Cahyasiwi , Yus Natali
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr.Hamka, Akademi Telkom Jakarta
cahyasiwi@yahoo.com, yus_nabila@yahoo.com

ABSTRAK

Antena mikrostrip memiliki profile yang ringan dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronika dengan lebih mudah. Hal inilah yang menyebabkan antenna mikrostrip bersifat fleksibel dan efisien.
Penelitian ini akan membahas mengenai rancang bangun antenna mikrostrip dengan menggunakan *inset feeding* berdasarkan hasil simulasi MWO dan PCAAD, serta pengukuran. *Inset feeding* merupakan salah satu cara untuk memperbaiki performansi dari sebuah antenna mikrostrip. Antena yang dirancang merupakan antenna mikrostrip reactangular dengan modifikasi untuk menghasilkan VSWR < 2. Substrat yang digunakan untuk perancangan merupakan substrat Taconec dengan $\varepsilon_r = 1.58$.

Hasil penelitian berupa dua antenna mikrostrip bentuk rectangular dengan modifikasi menyerupai trapesium. Antena 1 bersifat single band pada frekuensi 2,3107– 2,37 GHz, beresonansi pada frekuensi 2,325 GHz, Return Loss = -12.7 dB. Antena 1 memiliki bandwidth 39,3 MHz dengan VSWR 1,7 (RL -12 dB). Antena 2 merupakan antena dual band yaitu pada: Band A (2.32–2.36 GHz). Pada band ini antena beresonansi pada frekuensi 2,344075 GHz dan memiliki bandwidth 30,5 MHz dengan VSWR 1,7. Band B (4.86 GHz – 5.09 GHz). Pada Band ini antena beresonansi pada frekuensi 4,978 GHz.

Kata Kunci : antena mikrostrip, *inset feeding*, VSWR, *Return Loss*

ABSTRAK

Micro strip antenna has a light profile and can be integrated easily in electronics. This are the reasons, why micro strip antenna is effective and flexible.
This research is discussed about design and create micro strip antenna using inset feeding. Inset feeding is one of a way to improve the quality of micro strip antenna. Micro strip antenna is design using MWO and PCAAD software. The micro strip antenna is modified from a rectangular design to get a VSWR less than two. The micro strip antenna substrate is from Taconic with $\varepsilon_r = 1.58$.

The results of this research are two modified rectangular micro strip antenna (trapezium). The first has a single band in 2.3107– 2.37 GHz frequency with 39,3 MHz bandwidth, resonant frequency on 2,325 GHz, and Return Loss = -12.7 dB (VSWR 1,7). The second has a dualband, which are Band A (2.32–2.36 GHz), resonant frequency on 2,344075 GHz, and 30,5 MHz bandwidth with VSWR 1,7; Band B (4.86 GHz – 5.09 GHz), resonant frequency on 4,978 GHz.

Keywords : micro strip , inset feeding, VSWR, Return Loss

Dipindai dengan CamScanner

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dunia dunia telekomunikasi semakin berkembang, kebutuhan akan antenna dengan dimensi kecil dan ringan semakin dirasakan oleh teknologi telekomunikasi. Khususnya teknologi untuk komunikasi bergerak (*mobile communication*) membutuhkan antenna dengan ukuran yang kecil dan ringan. Salah satu jenis antenna yang memiliki ukuran kecil dan ringan adalah antenna mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki profile yang ringan dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronika yang lain. Hal inilah yang menyebabkan antenna mikrostrip bersifat fleksibel dan efisien.

Antena mikrostrip secara aplikasi memiliki karakteristik sebagai berikut [3]:

1. Umumnya digunakan pada aplikasi yang membutuhkan ukuran antenna yang kecil, misal *mobile, aircraft*, dll
2. Bentuk *patch* dan pencatuan berkaitan dengan pola pancar, polarisasi, impedansi.
3. *Bandwidth* pada umumnya sempit
4. Selalu dioperasikan untuk pancaran *broadside*

Penelitian ini membahas mengenai rancang bangun antenna mikrostrip dengan menggunakan *inset feeding*. *Inset feeding* merupakan salah satu cara untuk memperbaiki performansi dari sebuah antenna mikrostrip.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa rancang bangun antenna mikrostrip berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran. Antena yang dirancang merupakan antenna mikrostrip reactangular dengan modifikasi untuk menghasilkan VSWR < 2. menggunakan software simulasi MWO dan PCAAD. Substrat yang digunakan untuk perancangan merupakan substrat Taconec dengan ε_r = 1.58.

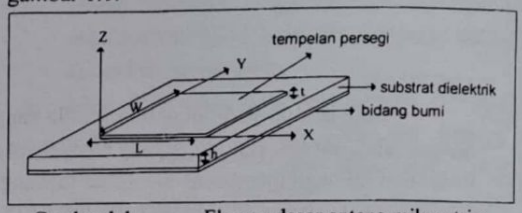
1.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dibuat diawali oleh studi literature, riset dan aplikasi berupa perancangan menggunakan software MWO dan PCAAD, dilanjutkan dengan pembuatan antenna sesuai spesifikasi.

DASAR TEORI ANTENA MIKROSTRIP

2.1 Elemen Dasar Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip dibuat dari tiga lapis bahan, yaitu lapisan konduktor, substrat dielektrik, dan bidang bumi. Konduktor umumnya terbuat dari bahan tembaga, alumunium, atau emas. Dielektrik dengan ketebalan h < λ memiliki permitivitas relatif (ε_r) berkisar antara 2,2 hingga 10. Konstanta dielektrik dibuat rendah untuk meningkatkan medan limpahan yang berguna dalam radiasi. Dalam analisa, bidang bumi terbuat dari bahan konduktor sempurna, tetapi dalam aplikasi bidang bumi terbuat dari bahan konduktor tak sempurna. Bentuk dasar antena mikrostrip terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Elemen dasar antena mikrostrip

2.2 Model Saluran Transmisi

Antena mikrostrip segiempat (reactangular) dapat digambarkan sebagai sebuah array dengan dua buah peradiasi yang salaing berdekatan (slot) yaitu:

Lebar patch antenna (W) dan tinggi patch antenna (h), yang keduanya dipisahkan dengan jarak L. Pada dasarnya model transmission line menyatakan antenna mikrostrip dengan menggunakan dua buah slot, yang dipisahkan oleh impedansi yang rendah (Zc) dan panjang saluran transmisi (L).

2.2.1 Fringing Effect

Dimensi antenna patch segiempat yang hanya dipengaruhi oleh W dan h menyebabkan ujung-ujung permukaaan patch tersebut terjadi fringing. Besarnya fringing effect ini ditentukan dari dimensi antenna patch dan ketebalan substratnya. Keberadaan fringing effect ini akan menyebabkan efektifitas antenna secara dimensi bertambah. Untuk mikrostrip antenna apabila perbandingan L/h >> 1 maka fringing effect akan menurun. Fringing effect ini akan mempengaruhi frekuensi resonansi dari antenna patch mikrostrip tersebut.Nilai efektif dari dielektrik untuk W/h > 1 dapat dinyatakan sebagai:

$$\varepsilon_{reff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left[1 + 12\frac{h}{W}\right]^{-1/2} \quad ..(2.1)$$

2.2.2 Panjang dan Lebar Efektif Antena Mikrostrip Segiempat

Akibat dari fringing effect tersebut maka antenna akan memiliki ukuran antenna sebagai rumusan:

Dipindai dengan CamScanner

berbentuk persegi, pengarahan ditentukan oleh dimensi lebar tempelan W terhadap panjang gelombang λ_o, sebagai berikut :

untuk $W << \lambda_o \rightarrow D \cong 6{,}6$ ..... (2.15)

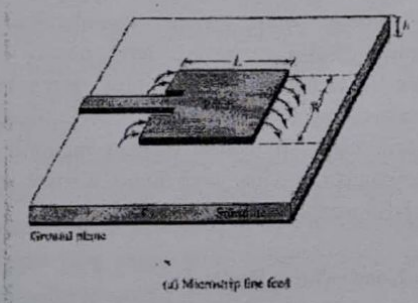
untuk $W >> \lambda_o \rightarrow D \cong 8W / \lambda_o$ ..... (2.16)

Penguatan antena yang sebenarnya tidaklah sebesar direktivitasnya, karena harus diperhatikan pula efisiensi antena, yang besarnya bergantung pada besar rugi – rugi bahan, ketebalan bahan, ukuran antena, dan lain – lain.

2.5 Teknik Pencatuan Langsung

Teknik pencatuan langsung merupakan teknik pencatuan dengan menggunakan saluran mikrostrip (*microstrip line*) pada substrat yang sama dengan radiatornya. Pada teknik pencatuan ini, antenna *patch* dapat dianggap sebagai perluasan dari saluran mikrostrip. Keuntungan teknik ini adalah sedehana, mudah dan saluran pencatu dapat difabrikasi secara bersama-sama dengan antenna patch peradiasi. Selain itu, teknik ini juga akan menghemat bahan karena cukup satu lapis substrat saja dibandingkan teknik pencatuaan lain, misalnya teknik pencatuan electromagnetic couple yang memerlukan dua lapis substrat.

Sementara itu, kerugian dari teknik pencatuaan langsung adalah semakin tebal substrat yang digunakan, maka akan memperbesar radiasi dari seluruh catu yang efeknya akan membatasi bandwidth antenna (2-5%).



Gambar 2.2 Teknik Pencatuan Langsung

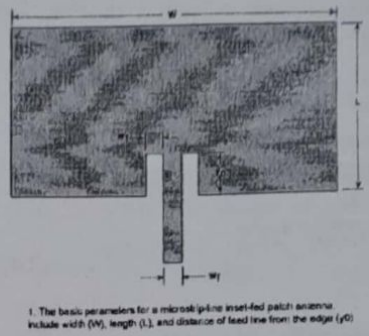
2.6 Teknik Inset Feeding

Model pencatuan langsung saluran transmisi dapat dilakukan menjadi teknik inset-fed dengan catuan langsung model saluran transmisi (**microstrip-line inset-fed patch antenna**). Teknik inset-fed ini memungkinkan untuk mencari lokasi inset-fed pada impedansi input 50 ohm. Mekanisme teknik pencatuan sangat mempengaruhi rancangan antenna patch mikrostrip. Pemodelan saluran transmisi ini cocok digunakan untuk membuat antenna mikrostrip dengan gain yang tinggi. Posisi dari inset-fed tersebut akan menentukan impedansi masukan dari antenna patch tersebut. Untuk substrat dengan dielektrik yang kecil telah dilakukan percobaan dengan menggunakan inset-fed untuk impedansi input memiliki karakteristik sebagai berikut:

$Zin = \cos^4[\pi(y_0/L)]$ .....(2.17)

L = panjang patch antenna

y_0 = the position of the feed from the edge along the direction of the patch length L.



1. The basic parameters for a microstrip-line inset-fed patch antenna include width (W), length (L), and distance of feed line from the edge (y_0)

Gambar 2.3 Teknik Inset Feeding

Gambar 2.3_menyatakan *antenna patch mikrostrip* dengan inset-fed. Parameter ε_r, h, L, W, w_f, and y_0, menyatakan *substrate dielectric constant, thickness, patch length, patch width, feed-line width,* dan jarak *feed-line inset*. Impedansi input dari antenna mikrostrip patch sangat ditentukan dari jarak inset yo dan jarak antara pencatu dengan konduktor pencatu wf. Panjang dari inset-fed ini tidak akan mempengaruhi frekuensi resonansi, tetapi jaraknya yang akan mempengaruhi frekuensi resonansi.

2.7 Dimensi Antena Mikrostrip

Untuk antena mikrostrip bujursangkar, ukuran lempengan peradiasi sedikit lebih kecil dari setengah panjang gelombang dalam bahan dielektrik akibat afek tepi (*fringing*), sehingga kedua tepi peradiasi sejajar sebagaimana dua buah susunan elemen "*broadside*". Besarnya frekuensi resonansi tanpa efek tepi adalah :

$$f_{ro} = \frac{c}{2b\sqrt{\varepsilon_r}} \quad \text{.....(2.1)}$$

dengan :

f_{ro} = frekuensi resonansi

c = kecepatan cahaya (3.10^8 m/detik)

b = panjang sisi lempengan

ε_r = konstanta dielektrik relatif

Secara praktek, efek tepi pada kedua tepi peradiasi menyebabkan jarak antara kedua tepi peradiasi menjadi sedikit labih besar dari pada b, sehingga frekuensi resonansi yang sesungguhnya adalah lebih kecil dari f_{ro}, dengan faktor pengali q sebagai berikut :

$f_r = q.f_{ro}$ .....(2.18)

Dengan q adalah faktor tepi (*frigging affect*) .

Dipindai dengan CamScanner

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412\frac{(\epsilon_{reff} + 0.3)\left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258)\left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad \text{.....(2.2)}$$

dengan

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad \text{.....(2.3)}$$

Untuk mode dominan TM010 maka frekuensi resonansi dari antenna mikrostrip tersebut dapat dirumuskan:

$$(f_r)_{010} = \frac{1}{2L\sqrt{\epsilon_r}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = \frac{v_0}{2L\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$(f_{rc})_{010} = \frac{1}{2L_{eff}\sqrt{\epsilon_{reff}}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = \frac{1}{2(L + 2\Delta L)\sqrt{\epsilon_{reff}}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$$

$$= q\frac{1}{2L\sqrt{\epsilon_r}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = q\frac{v_0}{2L\sqrt{\epsilon_r}}$$

.....(2.4)

$$q = \frac{(f_{rc})_{010}}{(f_r)_{010}}$$

dimana ....(2.5)

Sehingga dimensi dari antenna patch mikrostrip segiempat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = \frac{1}{2f_r\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}\sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{v_0}{2f_r}\sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

.....(2.6)

$$L = \frac{1}{2f_r\sqrt{\epsilon_{reff}}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} - 2\Delta L$$

.....(2.7)

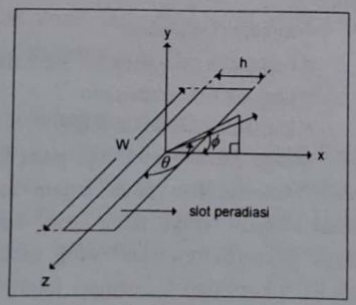
2.3 Pola Radiasi

Medan elektrik di medan jauh hanya mempunyai komponen medan arah a_ϕ saja dan besarnya adalah :

$$E_\phi = -j2k_o E_x hW\frac{e^{-jk_o r}}{4\pi r}\frac{\sin(u)}{u}\frac{\sin(v)}{v}\sin(\theta) \quad \text{.....(2.8)}$$

dengan,

$$u = \frac{k_o h}{2}\sin(\theta)\cos(\phi) \quad \textit{dan} \quad v = \frac{k_o W}{2}\cos(\theta) \quad \text{....(2.9)}$$



Gambar 2.1 Sistem koordinat slot

Dengan memasukan $\theta = \frac{1}{2}\pi$, maka F(ϕ) untuk pola bidang E didapatkan sebagai berikut :

$$F(\phi) = \frac{\sin\left(\frac{k_o h}{2}\cos(\phi)\right)}{\frac{k_o h}{2}\cos(\phi)} \quad \text{.....(2.10)}$$

Dengan memasukan $\phi = \frac{1}{2}\pi$, maka F(θ) untuk radiasi bidang H didapatkan sebagai berikut :

$$F(\theta) = \frac{\sin\left(\frac{k_o W}{2}\cos(\theta)\right)}{\frac{k_o W}{2}\cos(\theta)}\sin(\theta) \quad \text{.....(2.11)}$$

Pola radiasi di atas berlaku untuk slot tunggal, sedangkan untuk susunan dua antena slot yang terpisah dengan jarak setengah panjang gelombang pola radiasi bidang E menjadi :

$$F_T = \frac{\sin\left(\frac{k_o h}{2}\cos(\phi)\right)}{\frac{k_o h}{2}\cos(\phi)}\cos\left(\frac{k_o L}{2}\cos(\phi)\right) \quad \text{.....(2.12)}$$

Untuk dua buah slot terpisahkan oleh jarak L, pola radiasi bidang H tidak tergantung pada L sehingga penurunan yang digunakan sama dengan persamaan (2.11).

2.3.1 Lebar Berkas (*Beam Width*)

Lebar berkas antena didapat dari pola radiasi, yaitu dengan mencari harga dari fungsi pola radiasi bidang tertentu sebesar setengah rapat daya puncaknya, atau dengan membuat harga besaran medan elektrik menjadi $1/\sqrt{2}$ harga puncaknya. Dari persamaan di atas dapat dibuktikan bahwa dengan memperbesar lebar antena W dan panjang L, lebar berkas menjadi sempit. Dengan demikian untuk membuat lebar berkas yang besar ukaran W dan L dibuat lebih kecil. Cara ini adalah dengan memilih bahan dengan permitivitas yang tinggi. Konsekuensinya adalah penguatan akan menjadi kecil.

2.4 Konduktansi Radiasi

Untuk mendapatkan harga konduktansi G_r maka dilakukan pendekatan berikut :

untuk $W << \lambda_o$ didapatkan

$$G_r \cong \frac{W^2}{90\lambda_o^2} \quad \text{.....(2.13)}$$

untuk $W >> \lambda_o$ didapatkan

$$G_r \cong \frac{W^2}{120\lambda_o^2} \quad \text{.....(2.14)}$$

2.4.1 Direktivitas

Pengarahan didefinisikan sebagai perbandingan antara rapat daya maksimum pada berkas utama terhadap rapat daya rata – rata yang diradiasikan. Bahl telah merumuskan secara pendekatan bahwa untuk antena mikrostrip

Dipindai dengan CamScanner

Untuk perancangan antena mikrostrip rectangular, pada frekuensi kerja tertentu, didapatkan dimensi :

$$L = W = q\frac{\lambda_d}{2} \quad \text{.....(2.19)}$$

dengan, $\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}$ .....(2.20)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad \text{.....(2.21)}$$

dimana :

$L = W$ = dimensi lempeng peradiasi

λ_d = panjang gelombang dalam bahan dielektrik

2.8 Impedansi Antena

Untuk elemen antena yang dioperasikan secara individu (antena tunggal), maka untuk matchingnya bisa digunakan konektor masukan kabel koaksial. Harga impedansi 50 Ω akan didapat dengan jalan mengatur-atur panjang l dari ujung elemen menuju lokasi masukan, seperti ditunjukan pada gambar 2.5. Impedansi sebagai fungsi dari perubahan lokasi pencatuan dapat dihitung menggunakan rumus berikut,

$$R_{in} = \frac{(120\lambda_0)^2 + \left(\frac{377t}{\sqrt{\varepsilon_r}W}\right)^2\left(\frac{\tan^2\beta l + \tan^4\beta l}{1+\tan^2\beta l}\right)}{240W\lambda_0\left(1+\tan^2\beta l\right)} \quad \text{..... (2.4)}$$

Sedangkan untuk memperkirakan resistansi resonansi antena yang dibuat dipilih dengan menggunakan metode grafik, dengan pertimbangan bahwa nilai-nilai dari grafik merupakan nilai yang valid dan lebih mendekati nilai yang sebenarnya, karena grafik tersebut adalah plot data dari hasil percobaan.

2.9 Gain

Antena dengan *beam* ke satu arah tertentu dimana memiliki *gain*/penguatan yang tinggi. Kebanyakan antena susunan tipe ini memiliki *beam* tunggal yang tegak lurus terhadap antena tersebut, dimana jarak antara *patch* adalah $\frac{\lambda_0}{2} < d < \lambda_0$. Jarak antar elemen yang kurang dari $\lambda_0/2$ dihindari karena adanya saluran penyepadan. Sedangkan untuk jarak yang lebih dari λ_0 tidak dipakai karena untuk mencegah timbulnya *gratting lobe.*

Sedangkan rumus yang berguna untuk memperkirakasn gain dari antena susunan mikrostrip adalah :

$$G_{dB} = 10\log\left(\frac{4\pi A}{\lambda_0^2}\right) - \alpha.(D_1 + D_2)/2 \quad \text{.....(2.8)}$$

dimana :

A = $D_1.D_2$

D_1 = Lebar efektif antena dengan jarak yang sama (didefinisikan sebagai jumlah jarak antara tepi ke tepi elemen ditambah dengan spasi antar elemen; (n + 1) x spasi horisontal.

D_2 = Tinggi antenas susunan dengan definisi yang serupa dengan D_1; (m + 1) x spasi vertikal.

α = Redaman (dB/satuan panjang).

2.10 Bandwidth Antena

Bandwidth dari antena mikrostrip proposional dengan ketebalan substrat yang digunakan. Kebanyakan substrat yang digunakan sangat tipis bila dibandingkan dengan panjang gelombang ynag digunakan ($t << \lambda_0/4$), maka biasanya bandwidth yang didapat juga sempit. Adapun persamaan untuk mendapatkan bandwith yang diinginkan dinyatakan dengan :

$$BW = 4f^2\left(\frac{t}{1/32}\right) \quad \text{.....(2.9)}$$

dimana :

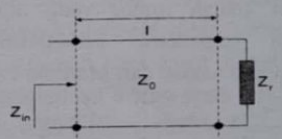
BW = bandwidth lebar pita, MHz untuk VSWR < 2:1

f = frekuensi operasi, GHz

t = tebal bahan, dalam inchi (kebanyakan ketebalan board tersedia dalam satuan 1/32 inchi = 0,794 mm)

2.11 Saluran Penyepadan

Saluran penyepadan berguna untuk menyamakan antara impedansi masukan dengan impedansi karakterisriknya. Yang menjadi dasar adanya rangkaian penyepadan adalah ketidaksamaan antara impedansi terminasi dengan impedansi karakterisrik saluran yang digunakan. Saluran penyepadan pada umumnya dapat diganti dengan rangkaian ekivalen sebagai berikut dibawah ini.



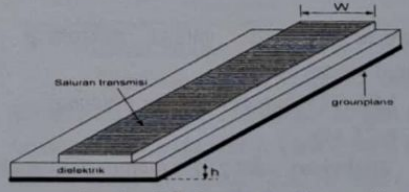
Gambar 2.4 Rangkaian ekivalen saluran penyepadan

Untuk saluran dengan rugi-rugi yang kecil dapat diabaikan, impedansi masukan sebagai fungsi dari jarak dapat ditulis menjadi :

$$Z_{in} = Z_0\frac{Z_r\cos\beta l + jZ_0\beta l}{Z_0\cos\beta l + jZ_r\cos\beta l} \quad \text{.....(2.10)}$$

untuk panjang : $l = \lambda/4 \Rightarrow Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_r}$ .....(2.11)

$$l = \lambda/2 \Rightarrow Z_{in} = Z_r$$



Gambar 2.5 Potongan saluran mikrostrip

Dipindai dengan CamScanner

Semua itu diturunkan dari persamaan impedansi masukan yang ada, hanya saja saluran dengan panjang seperti diatas akan memberikan nilai yang langsung bisa dihitung dengan cepat karena rumus dasarnya dapat disederhanakan.

Berikut ini adalah rumus yang dipakai untuk menentukan impedansi karakteristik dari saluran mikrostrip jika diketahui perbandingan antara lebar konduktor dengan tebal substrat,

Untuk $\frac{w}{h} \le 1$: $Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \ln\left[\frac{8h}{w} + \frac{w}{4h}\right]$ ..... (2.12)

dengan:

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left[\left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-\frac{1}{2}} + 0.04\left(1 - \frac{w}{h}\right)^2\right]$$

untuk $\frac{w}{h} \ge 1$: (2.13)

$$Z_0 = \frac{120\pi\sqrt{\varepsilon_{eff}}}{\frac{w}{h} + 1.393 + 0.667\ln\left(\frac{w}{h} + 1.444\right)}$$

dengan: $\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-\frac{1}{2}}$

Untuk mencari $\frac{w}{h}$ dan ε_{eff} jika diketahui Z_0 dan ε_r :

$$\Rightarrow \frac{w}{h} = \left[\frac{e^{(H')}}{8} - \frac{1}{4e^{(H')}}\right]^{-1} \quad \text{.....(2.14)}$$

dengan : $H' = \frac{Z_0\sqrt{2(\varepsilon_r + 1)}}{119.9} + \frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1}\right)\left(\ln\frac{\pi}{2} + \frac{1}{\varepsilon_r}\ln\frac{4}{\pi}\right)$

2.12. Multiple Trafo λ/4

Dengan adanya matching impedance jenis ini diharapkan bandwidthnya akan lebih lebar dibandingkan kalau yang dipakai yang tunggal. Berikut ini adalah rumus yang dipakai untuk menentukan impedansi karakteristik saluran penyepadan tiap bagian dari Multiple Trafo λ/4

$$\rho_n = \frac{Z_{n+1} - Z_n}{Z_{n=1} + Z_n} = 2^{-N}\frac{R_L - Z_0}{R_L + Z_0}C_n^N \qquad (2.15)$$

dengan,

R_L = impedansi terminasi saluran

N = jumlah total bagian Multiple Trafo λ/4

Z_0 = impedansi karakteristik dari saluran akhir

Z_n = impedansi karakteristik saluran ke-n

Z_{n+1} = impedansi karakteristik saluran ke-(n+1)

PROSEDUR PERANCANGAN ANTENA

Perancangan pada antena mikrostrip ini menggunakan software :

1. MWO (*Microwave Office Antenna*)
2. PCAAD

Desain dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter berikut sebagai acuan:

- Frekuensi (2.3-2.4) GHz
- VSWR=1,3 (RL =-17,69 dB)
- Antena Microstrip

Simulasi MWO ini menggunakan antena dengan 2 layer yaitu layer pertama adalah udara dan layer ke 2 adalah substrat. Sementara bentuk antena mikrostrip yang dirancang adi sini adalah bentuk rectangular dengan pertimbangan antena tersebut memiliki perhitungan yang relatif lebih mudah diaplikasikan.

Sementara PCAAD digunakan untuk menghitung lebar dan tinggi pencatu agar didapatkan kondisi matching. Substrat yang digunakan adalah: TLY-5-620C1/C1 yang dalam simulasi berfungsi sebagai layer ke 2, dengan karakteristik sebagai berikut:

- Konstanta Dielektrik = 2,2
- Ketebalan = 1.58 mm
- Loss tangen = 0,0009
- Ketebalan Cladding (copper=0,035 mm)

Sementara layer pertama adalah udara dengan karakteristik sebagai berikut:

Layer 1 medium udara:

- Ketebalan = 12 mm
- Er = 1, Loss tangen 0

Simulasi dengan menggunakan besaran yang sudah dihitung menggunakan rumus pada Bab sebelumnya maka didapatkan nilai dimensi antena tersebut. Frekuensi resonansi yang digunakan dalam perhitungan adalah 2.3, 2,35 dan 2,4 GHz , untuk mengetahui perbedaan dimensi dari ke 3 frekuensi tersebut.Berikut dimensi yang didapat dari perhitungan:

Tabel 3.1 Dimensi hasil Perhitungan Rectangular

Frek resonansi	2.3 GHz	2.35 GHz	2.4 GHz
L (mm)	45,7075	44,6988	43,7326
W (mm)	51,5508	50,4	49,41

Lebar pencatu = 4.8683 mm

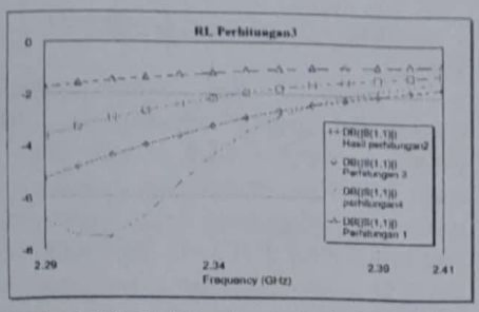
Panjang= 23,5 mm, dan Eeff=1.891

Hasil desain antena mikrostrip segiempat menggunakan MWO.

Gambar 3.1
Desain Rectangular berdasarkan hasil perhitungan

Gambar 3.2
Desain modifikasi rectangular

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 3.3 Grafik Return Loss pada pita 2.29-2.41 GHz

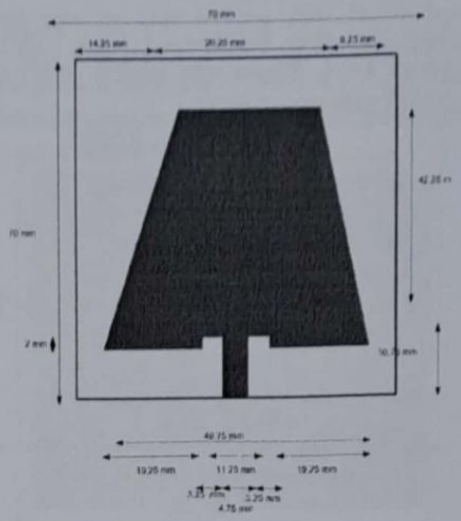
Setelah dilakukan aplikasi dimensi pada simulasi ternyata hasilnya masih jauh untuk bisa mendapatkan nilai *return loss* yang diinginkan, serta masih jauh dari hasil apakah kita mengetahui frekuensi resonansi yang terjadi pada dimensi antena tersebut. Untuk itu kami melakukan upaya untuk bisa mendapatkan frekuensi resonansi dalam band yang telah ditetapkan. Berikut langkah-langkah yang kami lakukan dalam menurunkan nilai return lossnya dan mencari frekuansi resonansi dalam band tersebut.

- Inset feeding
- Mengubah dimensi

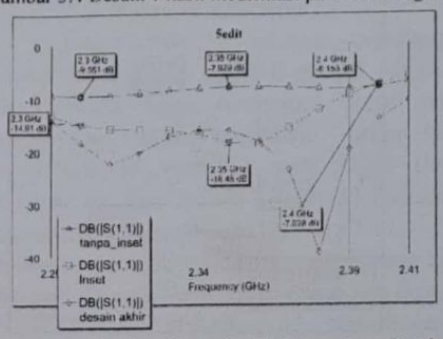
Dari ke 2 modifikasi tersebut di atas maka kami mendapatkan 2 desain antena yang secara simulasi paling mendekati hasil yang cukup mendekati parameter yang telah ditetapkan.

Desain 1

Desain tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang bentuk akhirnya menyerupai Trapesium, hal ini terjadi karena dari dimensi antena berdasarkan perhitungan frekuensi resonansi 2,4 , dilakukan pemotongan secara miring terhadap patch rectangular sehingga didapatkan bentuk sebagaimana terlihat di Gambar 3.4 yang kami sebut sebagai Desain 1. Secara keseluruhan hasil return loss desain tersebut adalah dalam band 2,3 – 2,4 GHz desain memiliki nilai return loss terendah pada frekuensi 2,38 GHz sementara fluktuasi return loss terjadi dalam band tersebut. Grafik return loss terhadap frekuensi dapat dilihat pada Gambar 3.5

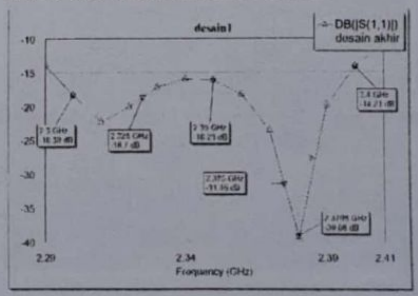


Gambar 3.4 Desain 1 hasil modifikasi patch Rectangular



Gambar 3.5 Perbandingan Grafik Return Loss Desain tanpa inset Feeding dan dengan in set feeding.

Gambar 3.5 menunjukkan hasil simulasi desain yang tidak menggunakan inset feeding dengan desain yang menggunakan inset feeding. Terjadi penurunan yang jelas dari desain tanpa inset feeding sampai ke desain akhir. Secara keseluruhan hasil akhir Desain 1 ini dapat dilihat pada Gambar 3.6, dimana terlihat bahwa pada frekuensi 2,3 GHz desain memiliki RL sebesar -18.3 dB sementara nilai RL terendah didapatkan pada frekuensi sekitar 2,3798 GHz yaitu sebesar-39,08 dB.

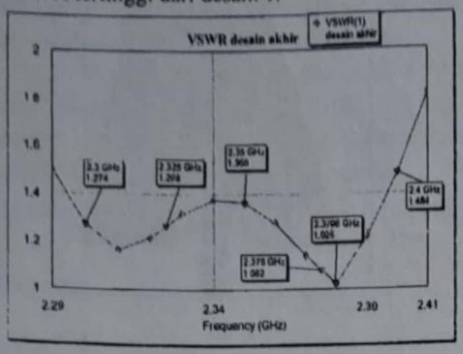


Gambar 3.6 Grafik Return Loss Desain 1

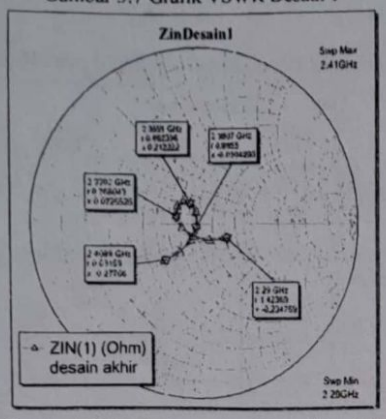
Sementara nilai VSWR dari desain 2 dapat dilihat pada Gambar 2.7, sesuai dengan nilai Return Lossnya maka pada grafik VSWR nilai terendahnya berada pada frekuensi 2,3798 GHz, sementara untuk frekuensi 2,3 GHz nilai VSWR-nya adalah

Dipindai dengan CamScanner

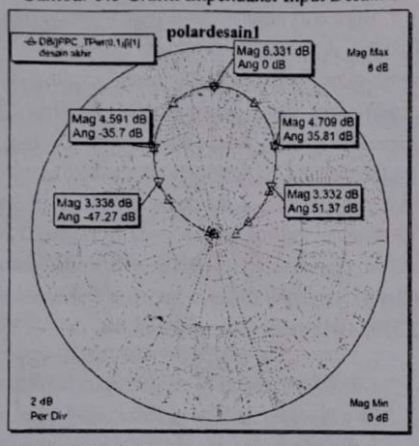
1,274 dan pada frekuensi 2,4 GHz VSWRnya adalah 1,484, dimana nilai tersebut adalah nilai VSWR tertinggi dari desain 1.



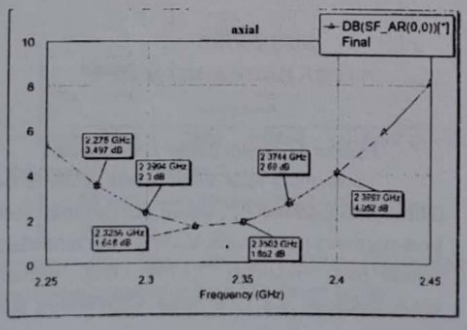
Gambar 3.7 Grafik VSWR Desain 1



Gambar 3.8 Grafik Impendansi Input Desain 1



Gambar 3.9 Grafik Pola Radiasi Desain 1 pada frekuensi 2,3798 GHz

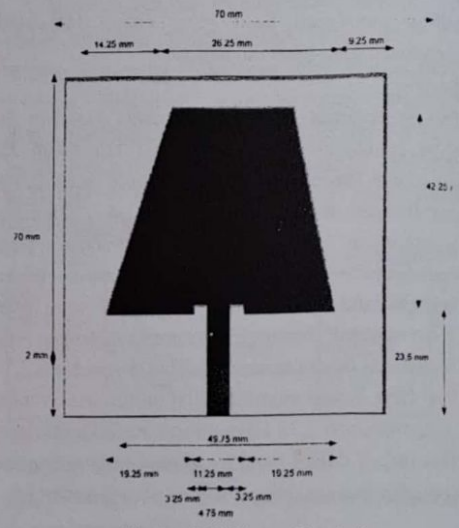


Gambar 3.10 Grafik Axial Rasio Desain 1.

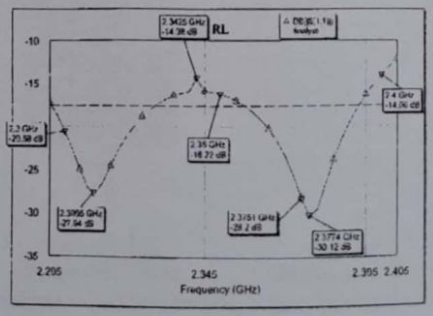
Desain 2

Desain 1 tidak mempertimbangkan dimensi dari panjang pencatu yang telah didapatkan melalui simulasi PCAAD untuk itu desain 2 ini dibuat untuk melihat perbedaan hasil simulasi jika menggunakan tinggi pencatu sesuai yang telah dihitung di PCAAD. Dari hasil simulasi Desain ke 2 ternyata dengan dimensi yang sama persis kecuali panjang pencatu, tidak didaptkan nilai return loss yang memuaskan, untuk itu kami mencoba dengan mengubah sedikit dimensi dari inset feeding agar dapat lebih mendekati kriteria yang diinginkan. Dari hasil beberapa simulasi maka didapatkan Skema Desain 2 ke dua sebagaimana terlihat pada Gambar 2.11 . Dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa perubahan hanya terjadi pada panjang pencatu dan lebar inset feeding.

Akibat adanya perubahan dimensi tersebut maka berdasarkan hasil simulasi diperoleh bahwa antena memiliki RL terendah pada frekuensi 2,309 GHz dan 2,3774 GHz, selanjutnya untuk VSWR , nilai Impedansi masukan dan pola radiasi dapat dilihat pada Gambar 3.13 sampai 3.16

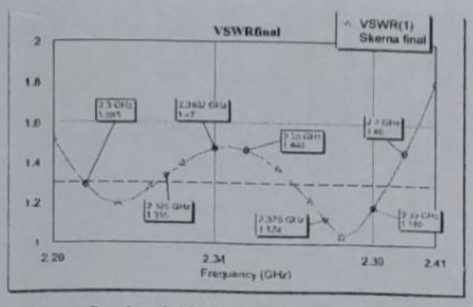


Gambar 3.11 Skema Desain 2

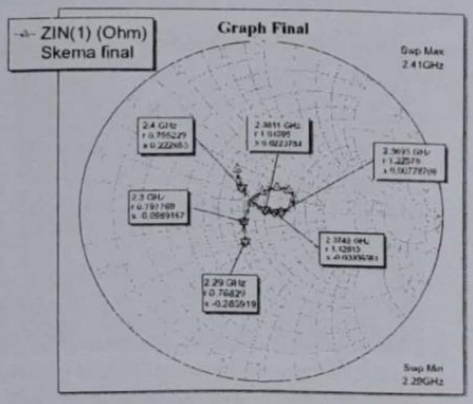


Gambar 3.12 Grafik Return Loss Desain 2

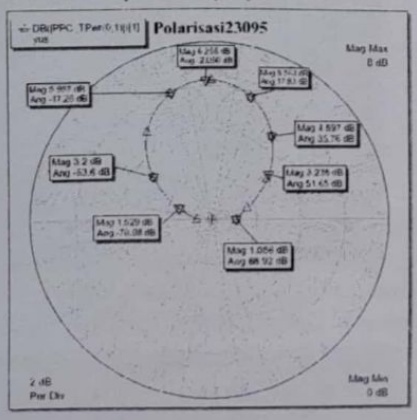
Dipindai dengan CamScanner



Gambar 3.13 Grafik VSWR Desain 2



Gambar 3.14 Impedansi Input pad Antena Desain 2



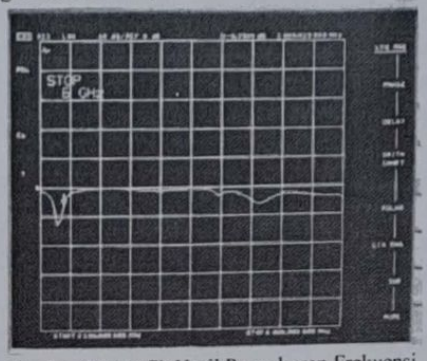
Gambar 3.15 Grafik Pola Radiasi Antena Desain 2 Beamwidth:(Ang=94,55)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Antena Desain 1

Gambar 3.1 Bentuk Pabrikasi Desain 1

Pabrikasi dari Desain 1 ternyata mengalami perbedaan dengan perancangannya , perbedaan terutama terdapat pada bagian inset feeding, dimana jarak antara in set feeding dengan kaki pencatu menjadi lebih renggang 0,75 mm. Dan dengan dimensi tersebut berikut hasil pengukuran yang kami lakukan pada Desain1.



Gambar 3.2 Grafik Hasil Pengukuran Frekuensi Resonansi pada Desain 1.

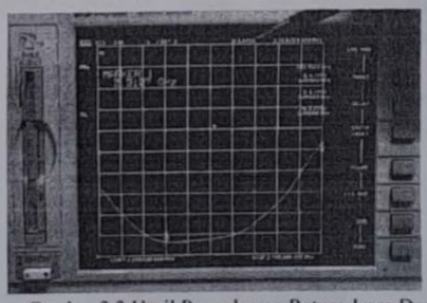
Pada Gambar 3.2 frekuensi yang diamati dimulai dari frekuensi 2,1 GHz sampai dengan 6 GHz, ternyata hanya terdapat 1 posisi yang menghasilkan frekuensi Resonansi, dengan kata lain Desain ini memiliki hasil Single Band (frekuensi tunggal). Desain 1 memiliki Frekuensi Resonansi 2,325 GHz dengan RL = -12.7 dB.

Sementara untuk bandwidthnya sendiri dapat kita lihat hasilnya pada Gambar 3.3. Bandwidth dengan VSWR 1,7 (RL -12 dB) adalah 39,3 MHz dengan F_{low} = 2,3057 GHz dan F_{high} = 2,345 GHz,

Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.1 untuk tiap frekuensi dengan step 0,025 GHz

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Return Loss

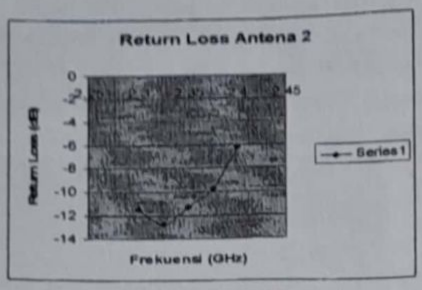
Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
2,3	-11,4
2,325	-12,7
2,35	-11,3
2,375	-9,7
2,4	-6,2



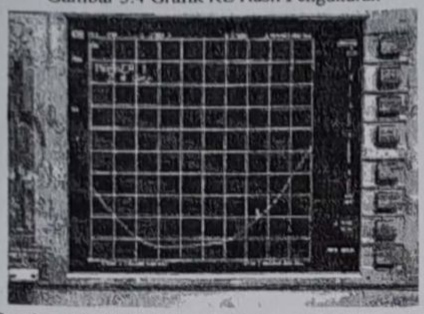
Gambar 3.3 Hasil Pengukuran Return Loss Desain 1

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat pola grafiknya seperti dilihat pada Gambar 3.4

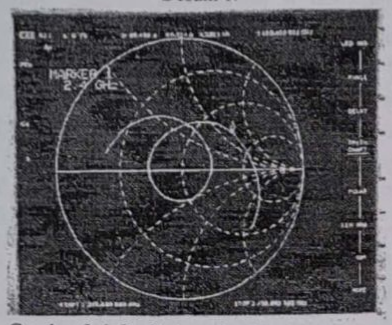
Dipindai dengan CamScanner



Gambar 3.4 Grafik RL Hasil Pengukuran



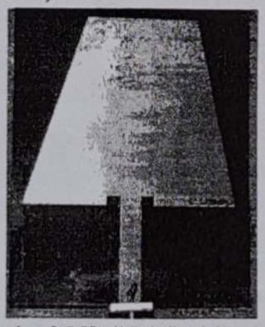
Gambar 3.5 Grafik RL pada Frekuensi 2,4 GHz untuk Desain 1.



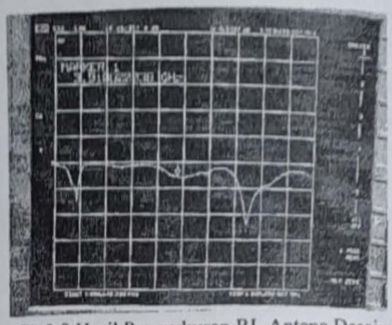
Gambar 3.6 Grafik Impedansi input Desain 1

3.2 DESAIN ANTENA 2

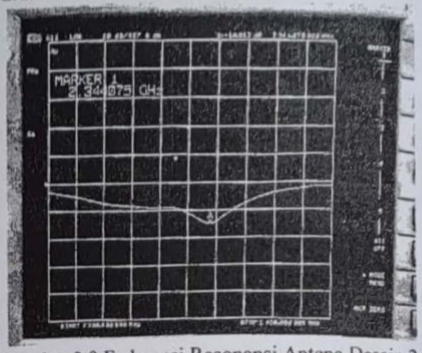
Pada Desain yang ke 2 ini terdapat kesalahan pabrikasi juga, dimana dimensi panjang pencatu lebih panjang 5,3 mm dari panjang desain pada simulasi. Adapun hasil pengukurannya terlihat bahwa pada Desain 2 terdapat 2 frekuensi Resonansi yaitu pada frekuensi 2,344075 GHz dan pada frekuensi 4,978 GHz



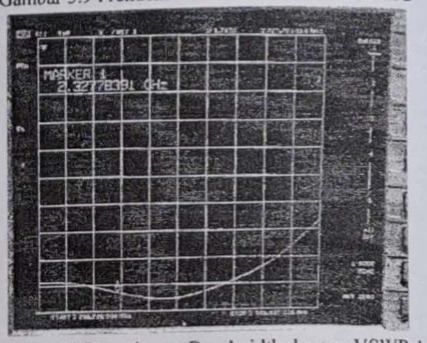
Gambar 3.7 Hasil Pabrikasi Desain 2



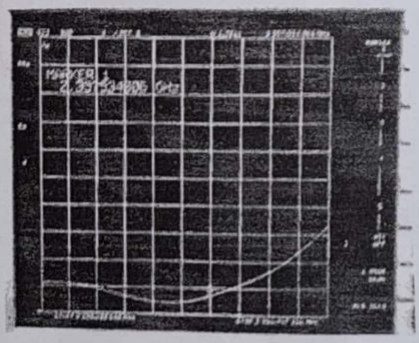
Grafik 3.8 Hasil Pengurkuran RL Antena Desain 2.



Gambar 3.9 Frekuensi Resonansi Antena Desain 2



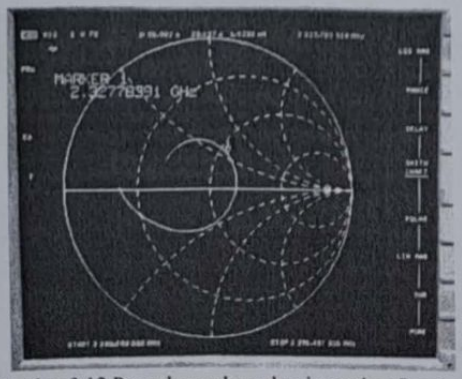
Gambar 3.10 Pengukuran Bandwidth dengan VSWR 1,7 Frekuensi Low = 2,3277 GHz,F High =2,3575GHz



Gambar 3.11 Return Loss pada Frekuensi 2,357 desain 2.

Maka Bandwidth dengan VSWR 1,7 (RL-17 dB) adalah: (2,3575 – 2,327) GHz = 30,5 MHz

Dipindai dengan CamScanner



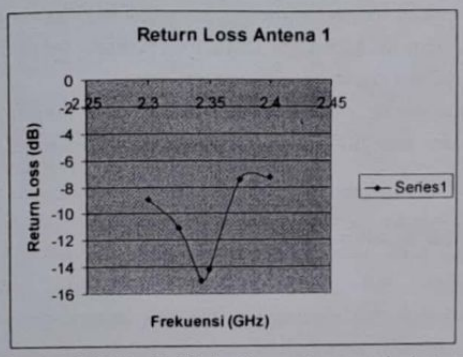
Gambar 3.12 Pengukuran Impedansi masukan Desain 2

Hasil Pengukuran yang kami catat di beberapa frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3.2 Dan Grafiknya dapat dilihat pada Gambar 3.13.

Tabel 3.2

Hasil Pengukuran Return Loss Antena Desain 2

Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
2,3	-8,9
2,325	-11,057
2,343	-15,012
2,35	-14,2
2,375	-7,43
2,4	-7,29



Gambar 3.13 Grafik RL hasil pengukuran pada Antena Desain 2.

Analisa Hasil Pengukuran dan Simulasi:

Antena 1

Antena 1 bersifat single band pada frekuensi 2,3107 GHz – 2,37 GHz, beresonansi pada frekuensi 2,325 GHz dengan RL = -12.7 dB, bandwidth 39,3 MHz dengan VSWR 1,7 (RL -12 dB)

Antena 2

Antena 2 merupakan antena dual band yaitu pada:

1. Band A (2.32 GHz – 2.36 GHz)

Pada band ini antena beresonansi pada frekuensi 2,344075 GHz dan memiliki bandwidth 30,5 MHz dengan VSWR 1,7.

2. Band B (4.86 GHz – 5.09 GHz)

Pada Band ini antena beresonansi pada frekuensi 4,978 GHz.

Parameter antena (VSWR, *Return Loss*) hasil Simulasi lebih baik daripada hasil pengukuran, hal ini disebabkan oleh:

1. Material substrat yang kurang homogen sehingga menimbulkan variasi loss tangen dan permitivitas substrat.
2. Pembuatan antena 2 yang salah dalam proses etching sehingga antena 2 harus diperbaiki secara manual (*hand made*) sehingga hasil pembuatan antena menjadi kurang presisi.
3. Ketidakpresisian dari proses etching antena menimbulkan mekanisme refleksi dan difraksi di sekitar permukaan yang tidak rata.
4. Kondisi penyambungan dan penyolderan pada konektor antena sangat berpengaruh, karena teknik penyolderan yang tidak bagus akan menyebabkan rugi-rugi tambahan
5. Pada lokasi pengukuran masih dimungkinkan adanya pantulan dari benda di sekitar obyek yang ada
6. Perbedaan antena 1 dan 2 secara dimensi adalah antena 2 memiliki lebar substrat yang lebih besar dan pencatu yang lebih tinggi sehingga antena 2 bersifat dual band.

KESIMPULAN

1. Teknik pencatu inset feeding akan memperbaiki nilai Return loss (nilai return loss semakin turun).
2. Antena hasil perancangan dengan simulasi lebih baik daripada hasil pembuatan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Costantine A. **Balanis**, "Antenna Theory, Analysis and Design" ,2nd edition,1997 John Wiley & Sons.

[2] Warren L. **Stutzman,"** Antenna Theory and Design, **Microstrip Antenna** Design Handbook" 2nd Edition. Artech House Antennas and Propagation

[3] Kazuhiro Hirasawa, Misao Haneshi, "Analysis, Design, and Measurement of Small and Low Profile Antennas"

[4] P. **Bhartia**, Inder Bahl, R. Garg. **Microstrip Antenna** Design Handbook (Artech House Antennas and Propagation Library),

[5] http://www.mwrf.com/Articles/ArticleID/6993/6993.html

Dipindai dengan CamScanner