



PROPOSAL PENGAJUAN TUGAS AKHIR

**REKAYASA ELEKTROMAGNETIK UNTUK MENINGKATKAN
PERMITIVITAS ANISOTROPIK *FLORAL FOAM* DALAM
MINIATURISASI ANTENA ALTIMETER PADA PESAWAT**

BIDANG KEGIATAN:

PROPOSAL TUGAS AKHIR

PROGRAM STUDI D3-TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Diusulkan Oleh:

Nurfiana

161331024

2016

**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG
BANDUNG
2019**

PENGAJUAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

1. Judul Kegiatan : Rekayasa Elektromagnetik untuk Meningkatkan Permittivitas Anisotropik *Floral Foam* dalam Miniaturisasi Antena Altimeter Pada Pesawat
2. Bidang Kegiatan : Pengajuan Tugas Akhir Program Studi D3- Teknik Telekomunikasi
3. Pengusul
 - a. Nama Lengkap : Nurfiana
 - b. NIM : 161331024
 - c. Jurusan : Teknik Elektro
 - d. Universitas/ Institut/ Politeknik : Politeknik Negeri Bandung
 - e. Alamat Rumah dan No. Telp/HP : Ds. Danawinangun Kec. Klangeran Kab. Cirebon /081214248356
 - f. Alamat Email : nurfiana214@gmail.com
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Hepi Ludyati, A.Md., ST., MT.
 - b. NIDN : 0026047201
 - c. Alamat Rumah dan No. Telp/HP : Griya Caraka D33 Cisaranten Kulon Arcamanik, Bandung/082120004027
5. Biaya Kegiatan Total
 - a. Kemristekdikti : -
 - b. Sumber lain : Rp 2.372.000,-
6. Jangka Waktu Pelaksanaan : 5 (lima) bulan

Bandung, 31 Januari 2019

Pengusul,



(Nurfiana)

NIM. 161331024

Abstrak

Keterbatasan nilai permitivitas anisotropik material elektromagnetik alami pada antena mikrostrip menjadi salah satu bahasan dikalangan peneliti saat ini. Permitivitas yang tinggi dalam penggunaan substrat dibutuhkan untuk miniaturisasi dimensi antena mikrostrip terutama yang bekerja pada daerah frekuensi VHF seperti antena pada radar altimeter pesawat. Pada proposal ini pengusul mengusulkan material dielektrik artifisial yang memiliki permitivitas anisotropik dengan struktur dasar silinder. Penelitian ini mengusulkan penggunaan *floral foam* yang memiliki rugi-rugi rendah untuk menggantikan penggunaan FR4-Epoxy sebagai substrat pada antena mikrostrip persegi. Antena mikrostrip ini diharapkan dapat bekerja pada frekuensi kerja 4200 MHz. Untuk meningkatkan nilai permitivitas anisotropik *floral foam* yang memiliki nilai permitivitas alami 1,25 dilakukan rekayasa elektromagnetik dengan memasang sejumlah kawat konduktor tipis menembus permukaan *floral foam*. Untuk perealisasiannya, Pengusul memfokuskan pada penggunaan mode gelombang. Mode gelombang dipilih karena memiliki kemampuan meminutiarisasi ukuran perangkat pada mode gelombang *transverse magnetic* (TM) yang diinginkan. Distribusi amplitudo maksimum dari mode TM_{21} dijadikan referensi untuk penempatan kawat-kawat konduktor diatas permukaan *host* material. Sebagai Pembanding, direalisasikan pula antena mikrostrip persegi konvensional berbahan substrat *floral foam* tanpa mengalami rekayasa elektromagnetik.

Kata Kunci: *Floral Foam, Antena Mikrostrip, Material Elektromagnetik Artifisial, Permitivitas Anisotropik, Transverse Magnetic, Rekayasa Elektromagnetik, VHF.*

Abstract

The limitation of the anisotropic permittivity value of natural electromagnetic material in microstrip antennas is one of the discussion among researchers at this time. High permittivity in substrate use is needed to miniaturize the dimensions of microstrip antennas, especially those that work on VHF frequency regions such as antennas on aircraft radar altimeters. In this proposal proponents propose an artificial dielectric material that has anisotropic permittivity with a cylindrical base structure. This study proposes the use of floral foam which has low losses to replace the use of FR4-Epoxy as a substrate on a square microstrip antenna. This microstrip antenna is expected to work at 4200 MHz working frequency. To increase the anisotropic floral foam permittivity value which has a natural permittivity value of 1.25 electromagnetic engineering is performed by pairing a number of thin conductor wires through the floral foam surface. For its realization, Proposers focus on using wave mode. Wave mode is chosen because it has the ability to minimize the size of the device in the desired transverse magnetic (TM) wave mode. The maximum amplitude distribution of TM₂₁ mode is used as a reference for the placement of conductor wires above the material surface of the host. As a comparison, conventional square microstrip antennas are made from floral foam substrates without experiencing electromagnetic engineering.

Keywords: *Floral Foam, Anisotropic Permittivity, Artificial Electromagnetic Material, Microstrip Antenna, Transverse Magnetic, Electromagnetic Engineering, VHF.*

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
PENGAJUAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	ii
Abstrak	iii
Abstract	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III METODE PENELITIAN.....	6
3.1. Perancangan	6
3.2. Realisasi	7
3.3. Pengujian	7
3.4. Analisis	7
3.5. Evaluasi.....	7
BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN.....	8
4.1. Anggaran Biaya.....	8
4.2 Jadwal Kegiatan	9
DAFTAR PUSTAKA	10
Lampiran 1. Biodata pengusul dan Dosen Pembimbing	11
Lampiran 1.1 Biodata Pengusul	11
Lampiran 1.2 Biodata Dosen Pembimbing.....	12
Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan.....	14
Lampiran 3. Surat Pernyataan Pengusul	16
Lampiran 4 Gambaran Teknologi yang diterapkembangkan	17
Lampiran 5. Komponen yang Digunakan	21

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Anggaran biaya miniatur perangkat antena mikrostrip	8
Tabel 4.2 Jadwal Kegiatan TA.....	9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kecelakaan pesawat akhir-akhir ini sering terjadi baik karena faktor alam contohnya cuaca buruk maupun karena masalah teknis seperti masalah pada antena pemancar pada radar altimeter pesawat. Dalam 10 tahun terakhir, *Aviation Safety Network* menyatakan terdapat 89 kejadian kecelakaan pesawat di Indonesia yang menyebabkan 676 angka kematian (R.Nistanto, 2016). Kecelakaan tersebut disebabkan oleh banyak hal, salah satu contoh, pada tanggal 25 Februari 2009, sebuah pesawat Boeing 737-800 *Turkish Airline* jatuh sesaat sebelum mendarat karena radio altimeter yang tidak berfungsi dengan baik (M.Susanto, 2009).

Agar radar altimeter berfungsi dengan baik, maka diperlukan antena yang memiliki kinerja yang baik. Antena yang memenuhi persyaratan untuk digunakan radar altimeter pesawat salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memenuhi syarat karena memiliki sifat ringan dan *portable*. Antena mikrostrip terdiri dari *ground plane*, *patch* dan Substrat dielektrik. Untuk membuat antena mikrostrip ini, tentunya diperlukan adanya material elektromagnetik, seperti material konduktor, material dielektrik dan material magnetik. Material elektromagnetik murni yang ada di alam ini memiliki keterbatasan karakteristik (T.Sianturi dkk, 2014).

Dengan keterbatasan karakteristik material elektromagnetik murni ini, diperlukan adanya rekayasa elektromagnetik sehingga didapatkan material elektromagnetik dengan karakteristik baru guna mendukung kinerja antena mikrostrip. Beberapa peneliti mengusulkan untuk melakukan penggabungan beberapa sifat material elektromagnetik yang ada di alam, atau biasa disebut dengan material elektromagnetik artifisial (A. Munir, 2015). Material elektromagnetik artifisial ini menggabungkan sifat parameter-parameter material elektromagnetik murni seperti konduktivitas, permeabilitas dan permitivitas pada material dielektrik murni.

Tim Peneliti dari Jepang mengusulkan material dielektrik dengan permitivitas unik yang disebut permitivitas anisotropik (Awai dkk, 2003). Permitivitas anisotropik memiliki harga permitivitas yang merupakan fungsi arah. Material ini diusulkan sebagai solusi untuk miniaturisasi ukuran antena mikrostrip. Teknik yang digunakan adalah memperbesar harga permitivitas di arah tertentu saja sedangkan di arah lain dibiarkan tetap sama dengan permitivitas material dielektrik murni. Teknik ini diimplementasikan dengan cara menambahkan lapisan-lapisan

konduktor tipis dengan ukuran kecil atau yang disebut *strip-strip* di atas material dielektrik murni atau yang disebut *host material* melalui proses *etching*.

Terinspirasi oleh para peneliti dari Jepang, pada proposal ini pengusul mengusulkan material dielektrik artifisial yang memiliki permitivitas anisotropik berbasis sistem koordinat silinder. Material yang pengusul usulkan mengalami rekayasa elektromagnetik sehingga termasuk kategori material elektromagnetik inovatif, hal ini dikarenakan material yang diusulkan memiliki kemampuan meminiaturisasi ukuran perangkat pada mode gelombang *transverse magnetic* (TM) yang diinginkan. Keuntungannya adalah miniaturisasi akan efektif terjadi pada perangkat-perangkat telekomunikasi yang bekerja dengan mode gelombang TM, seperti filter bandpass, antena *plannar* dan *slotted antenna* (A. Munir. 2015).

Peningkatan harga permitivitas yang dilakukan pada rekayasa elektromagnetik material dielektrik yang pengusul usulkan sangat berbeda dengan teknis yang dilakukan oleh para peneliti dari Jepang. Teknis yang Kami lakukan jauh lebih sederhana dan dapat diterapkan pada *host material* yang mudah didapatkan di pasaran dengan harga murah seperti diantaranya *Floral foam*. Selain itu, alasan kami memilih *host material floral foam* karena limbah *Floral foam* yang sulit terurai oleh *mikroorganisme* menjadi permasalahan yang sangat penting untuk masyarakat karena dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengurangi limbah *Floral foam* dan memanfaatkan *floral foam* untuk kepentingan yang lebih bermanfaat, kami memanfaatkan limbah *Floral foam* sebagai *host material* antena pada altimeter pesawat.

Karena alasan diatas, mengakibatkan biaya manufaktur material ini menjadi lebih murah dibandingkan teknis yang dilakukan oleh para peneliti dari Jepang. Adapun teknis yang dilakukan adalah dengan memasang sejumlah tertentu kawat-kawat konduktor tipis tegak lurus menembus *host material* berupa *Floral foam* di arah propagasi gelombang elektromagnetik. Kawat-kawat ini diletakan di posisi medan listrik maksimum dari mode TM yang akan diaktifkan pada perangkat telekomunikasi. Pada proposal kali ini pengusul akan melakukan perealisasi purwarupa material dielektrik artifisial dengan permitivitas anisotropis dengan mode gelombang TM_{21} pada frekuensi 4200 MHz untuk keperluan altimeter pesawat.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan karya tugas akhir ini adalah :

1. Membuat antena mikrostrip persegi menggunakan teknik rekayasa elektromagnetik material untuk berbagai nilai permitivitas.
2. Membuat antena mikrostrip persegi dengan dimensi yang lebih kecil dari antena mikrostrip dengan material elektromagnetik murni, dengan menggunakan material elektromagnetik berbahan dasar *Floral foam* sebagai substrat dielektrik yang dapat diaplikasikan untuk radar altimeter pesawat.
3. Membandingkan *return loss*, *gain*, *bandwidth* dan *beamwidth* antena mikrostrip dengan material elektromagnetik artifisial dengan antena mikrostrip material elektromagnetik murni.

1.3. Luaran

Luaran dari proyek ini diberikan pada tabel berikut ini :

No	Jenis Luaran	Jumlah
1	Purwarupa Material Elektromagnetik Inovatif	2 buah
2	Teknologi tepat guna berupa antena mikrostrip Persegi 1 elemen	2 buah
3	National Conference	1 buah
4	Laporan Tugas Akhir	1 buah

1.4. Manfaat

Penelitian ini memberikan manfaat bagi beberapa pihak, yaitu :

- Bagi Masyarakat Umum, manfaat penelitian ini adalah meningkatkan kinerja radar altimeter pesawat sehingga meminimalisir angka kecelakaan pesawat karena kesalahan teknis khususnya masalah pada pembacaan radar altimeter dan mengurangi limbah *Floral foam* yang ada di lingkungan.
- Bagi Komunitas Keilmuan, yaitu menghasilkan material elektromagnetik inovatif sebagai pengganti material elektromagnetik murni yang konvensional. Material ini memiliki karakteristik unik dan kemampuan miniaturisasi ukuran perangkat telekomunikasi.
- Bagi Industri, manfaat penelitian ini yaitu menghasilkan material dielektrik inovatif yang memiliki karakteristik unik, dimana dengan material dielektrik artifisial ini penggunaan material dielektrik murni yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit/kecil, sehingga menjadi lebih ekonomis dan menekan biaya produksi, terlebih lagi untuk produksi massal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Antena merupakan salah satu perangkat telekomunikasi yang paling penting. Antena biasanya dibuat dalam dimensi yang besar (*dipole*), namun untuk mengefisiensikan kita bisa membuat antena mikrostrip yang memiliki dimensi yang kecil. Untuk membuat antena mikrostrip ini diperlukan adanya material elektromagnetik, dimana material elektromagnetik murni yang ada di alam ini memiliki keterbatasan karakteristik (T.Sianturi, 2014). Keterbatasan karakteristik ini dipengaruhi oleh berbagai parameter, seperti konduktivitas, permeabilitas, dan permitivitas yang memiliki nilai terbatas. Dari keterbatasan karakteristik tersebut, material elektromagnetik murni saja tidak mampu mendukung teknologi perangkat telekomunikasi saat ini.

Maka dari itu, diperlukan adanya rekayasa elektromagnetik material elektromagnetik dengan karakteristik baru guna mendukung teknologi perangkat telekomunikasi. Beberapa peneliti mengusulkan untuk melakukan penggabungan beberapa material elektromagnetik yang ada di alam, atau biasa disebut dengan material elektromagnetik artifisial (M. Achmad, 2015). Material elektromagnetik artifisial ini menggabungkan parameter-parameter material elektromagnetik murni seperti konduktivitas pada material konduktor murni, permeabilitas pada material magnetik murni dan permitivitas pada material dielektrik murni.

Tim Peneliti dari Jepang mengusulkan salah satu material elektromagnetik inovatif yaitu material dielektrik dengan permitivitas unik yang disebut permitivitas anisotropic (Awai dkk, 2003). Dikarenakan material ini memiliki arah, sehingga berkaitan dengan sistem koordinat tertentu sesuai yang kita perlukan. Dengan teknik ini untuk miniaturisasi ukuran perangkat telekomunikasi dengan memperbesar harga permitivitas dengan cara menambahkan lapisan-lapisan konduktor tipis di arah propagasi gelombang elektromagnetik, karena kami menggunakan bumbung gelombang lingkaran maka sifat permitivitas ini berbasis sistem koordinat silinder. Dari kajian analisis teori didapatkan hasil bahwa material dielektrik artifisial dengan permitivitas di arah ρ dan ϕ mampu menurunkan 3-5% frekuensi resonansi suatu perangkat telekomunikasi berbahan material dielektrik murni. Dan untuk permitivitas diarah z mampu menurunkan hingga 50% (Ludiyati dkk, 2016).

Pengembangan antenna yang digunakan untuk radar altimeter pada pesawat sudah banyak ditemukan. Salah satu antenna yang dikembangkan oleh peneliti adalah Antena mikrostrip lingkaran atau *circular* untuk radar altimeter (Ketskar & Dastkhosh, 2007). Dibuat dari empat buah antenna mikrostrip lingkaran dengan ukuran sama dan disusun dalam bentuk array. Antena tersebut disimulasikan dengan menggunakan HFSS dan Microwave office sehingga didapat frekuensi kerja 4,2 GHz dengan bandwidth 400 MHz.

Selain antenna lingkaran tersebut, terdapat juga Desain antenna mikrostrip untuk radar altimeter dengan bentuk segienam atau *hexagon* (Devi, et al., 2012). Dengan menggunakan software HFSS V.9, desain dibuat dengan substat R-Duroid. Antena hexagon tersebut berfungsi pada frekuensi 4.3 GHz dan 9,09 GHz yang keduanya dapat digunakan untuk Radar dan komunikasi satelit.

Kedua pengembangan tersebut dilakukan dengan mendesainnya pada perangkat lunak HFSS ataupun tanpa pembuatan dan integrasi secara utuh pada antenna dan radio altimernya. Untuk mengatasi masalah tersebut kami akan membuat Rekayasa Elektromagnetik untuk Meningkatkan Permittivitas Anisotropik *Floral Foam* dalam Miniaturisasi Antena Altimeter Pada Pesawat.

Dari penelitian diatas, sehingga muncul ide untuk membuat Antena Mikrostrip dengan menggunakan teknis rekayasa elektromagnetik untuk radar altimeter pada pesawat. Antena ini dibuat dengan substrat berupa dielektrik alami yaitu *Floral foam* yang akan dimodifikasi untuk memperkuat sifat-sifat elektromagnetis pada dielektrik tersebut dengan memanfaatkan permitivitas bahan serta medan listrik yang dimaksimalkan dengan mengacu terhadap mode gelombang yang ada pada bahan dielektrik alami . Dengan melakukan modifikasi pada dielektrik alami maka antenna yang dirancang akan memiliki bandwidth yang lebar, gain yang tinggi dengan bentuk lebih kecil sehingga lebih efektif dan efisien untuk digunakan pada radar altimeter.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan

Pada tahapan penelitian ini pengusul membaginya dalam beberapa bagian diantaranya pemilihan sampel bahan, perancangan, dan pengukuran dimana hasil pengukuran ini akan menjadi faktor pembanding. Sebelum melakukan perancangan, kami membuat blok diagram Rekayasa elektromagnetik untuk antenna altimeter pesawat seperti pada gambar 4.1 di lampiran 4. Bahan yang kami ambil untuk material dielektrik artifisial ini yaitu *Floral foam*. Setelah penentuan bahan yang akan digunakan dilanjutkan dengan perancangan purwarupa material dan antenna. Pada tahap perancangan yang harus diperhatikan yaitu mode gelombang yang dipakai pada purwarupa material, karakteristik bahan, bentuk antenna, dan perhitungan dimensi antenna. Perancangan dimulai dari perancangan purwarupa material, dimana kami menentukan mode gelombang yang gunakan adalah TM_{21} . Kemudian kami merancang antenna dengan material dielektrik artifisial, sebelumnya kami akan membuat terlebih dahulu perancangan antenna mikrostrip dengan material dielektrik murni sebagai antenna pembanding. Gambar perancangan rekayasa elektromagnetik antenna altimeter pesawat terdapat pada gambar 4.5 – 4.8 di lampiran 4.

Frekuensi yang kami ambil adalah 4200 MHz, dengan ketebalan substrat yang telah ditentukan, didapatkan perhitungan dimensi antenna yang mana akan menentukan berapa jari-jari *patch antenna* pada bagian radiator, jari-jari antenna, dan dimensi antenna pada bagian dielektrik dan *ground plane*. Berikut karakteristik dari masing-masing bahan yang digunakan pada perancangan:

- *Patch dan Ground plane* (Plat Tembaga)
 1. Permittivitas relative (ϵ_r) : 1
 2. Permeabilitas relative : 0,99991
 3. Ketebalan : 0,5 mm
- Substrat Dielektrik (*Floral foam*)
 1. Permittivitas relative (ϵ_r) : 1,25
 2. Permeabilitas relative : 1
 3. Ketebalan : 10 mm
- Kawat Tembaga (Silinder Konduktor) untuk material artifisial
 1. Permittivitas relative (ϵ_r) : 1
 2. Permeabilitas relative : 0,99991
 3. Ketebalan : 3 mm (untuk TM_{21})
 4. Panjang : 10 mm

3.2. Realisasi

Setelah tahap perancangan selesai berikut dengan perhitungannya, tahapan selanjutnya yaitu perealisasi alat. Rekaya Antena yang dibuat tersusun dari radiator (*patch* persegi) lalu substrat dan setelahnya *ground plane* lalu ditumpuk dan menggunakan teknik pencatutan *Proximity coupler*. Perealisasi antenna dilakukan pada material dielektrik murni dan pada material dielektrik artifisial. Untuk antenna dengan material dielektrik artifisial disisipkan kawat konduktor ke dalam substrat.

3.3. Pengujian

Parameter yang akan diuji dari keseluruhan alat yaitu permitivitas bahan, *gain* antenna, *Return Loss*, *VSWR* dan *Bandwidth*. Dengan menggunakan alat ukur Site Master kita dapat mengukur *Return Loss* dari antenna yang telah kami buat, band frekuensi yang kami pakai adalah *Ultra High Frequency* dan untuk perhitungan *bandwidth* antenna pada level 10dB. Dari pengukuran *Return Loss*, kita dapat menghitung koefisien pantulnya sehingga kita dapat menghitung *VSWR* dan mengukur *Bandwidth* antenna pada level 10dB. Pengukuran pola radiasi dilakukan untuk mengetahui representasi grafik dari sifat radiasi dari gelombang elektromagnetik pada antenna sebagai fungsi ruang dan fungsi dari parameter koordinat bola (θ, ϕ). Alat yang digunakan yaitu *spectrum analyzer* (*signal hound*), *signal generator*, antenna referensi, kabel *Coaxial*, *tripod* beserta tiang dan rotatornya. Kemudian hasil dari pengukuran pola radiasi dari 0^0 sampai 360^0 dengan step 10^0 diplotkan ke dalam *Microsoft Excel* dan akan terlihat bagaimana pola radiasi yang dihasilkan. Dari setup pengukuran pola radiasi ini juga kita dapat mengukur *gain* dan polarisasi dari antenna.

3.4. Analisis

Pada tahap ini akan dianalisis hasil pengukuran *Return Loss*, *VSWR*, *bandwidth* dan pola radiasinya. Hasil pengukuran yang telah dilakukan akan dibandingkan antara antenna mikrostrip dengan material elektromagnetik murni dan antenna mikrostrip dengan material elektromagnetik artifisial. Dan hasil analisis tersebut dapat menjadi pembuktian apakah material elektromagnetik artifisial itu membuat antenna mikrostrip mempunyai karekterisitik material elektromagnetik baru atau tidak.

3.5. Evaluasi

Diharapkan pada antenna mikrostrip material elektromagnetik artifisial yang kita buat ini menghasilkan *gain* dan *bandwidth* yang lebih besar dibanding antenna mikrostrip material elektromagnetik murni dan adanya penurunan dari frekuensi resonansi dari antenna mikrostrip material elektromagnetik artifisial dengan dimensi yang relatif lebih kecil dari pada antenna mikrostrip material elektromagnetik murni.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

4.1. Anggaran Biaya

Untuk pembuatan miniatur perangkat antena mikrostrip ini, diperlukan:

Tabel 4. 1 Anggaran biaya miniatur perangkat antena mikrostrip

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)
1	Jenis Perlengkapan yang diperlukan	Rp 150.000,-
2	Bahan Habis Pakai	Rp 1.240.000,-
4	Perjalanan	Rp 540.000,-
5	Lain-lain	Rp 442.000,-
JUMLAH		Rp 2.372.000,-

DAFTAR PUSTAKA

- R.Nistanto.2016.”jumlah.kecelakaan.pesawat.di.indonesia.naik.2.kali.lipat.dalam.2.tahun”. [Accessed 28 Oktober 2018].
- M.Susanto.2009.”radio altimeter dan laporan awal kecelakaan turkish airline diamsterdam”. [Accessed 28 Oktober 2018].
- T.Sianturi, Franklin dan A. H. Rambe. 2014. *Studi Perbandingan Parameter – Parameter Primer Antena Mikrostrip*: Jurnal Singuda Ensikom Vol. 6 ISSN: 2337-3. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara (USU).
- Abdurrasyid, Zaki dan A. Munir. 2014. *Characterization of Thin Slab Artificial Dielectric Material Using Rectangular Waveguide*.
- Awai Ikuo, H. Kubo, T.Irube, D.Wakamiya dan A. Sanada. 2003. “An Artificial Dielectric Material of Huge Permittivity with Novel Anisotropy and its Application to a Microwave BPF. Japan: Yamaguchi University 2-6-1 Tokiwadai, Ube 755-861 1.
- Hadiwijaya, Aditya, G. dan A. Munir. 2015. *Artificial Dielectric Material for Lowering Resonant Frequency of Microstrip Circular Patch Antenna*.
- Inggrianti, Ibni. 2017. *Realisasi Antena Mikrostrip Lingkaran Dengan Material Dielektrik Artifisial Berbahan Styrofoam Pada Frekuensi UHF*.
- Kurniawan, Dwi, F., E.A Dahlan, dan A. Y. Pratama. 2010. *Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi*.
- Ludiyati, Hepi, A. Bayu, dan A. Munir. 2013. *Basic Theory of Artificial Circular Resonator Encapsulated in a Circular Waveguide and Its Theoretical Analysis*. Bandung.
- R.E. Collin. 1991. *Field Theory of Guided Waves*: IEEE Press. New York.
- Siddiq, Subroto Fajar. 2010. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Multiband Untuk Aplikasi Pembaca RFID Dengan Menggunakan Teknik Pencatutan Electromagnetik Coupling: Skripsi Fakultas Teknik Departemen Elektro Universitas Indonesia*. Depok.
- Surjati, Indra. 2010. *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Trisakti, hal 1-10.
- Ketskar, A. & Dastkhosh, A.R., 2007. Circular Microstrip Array band Antena for C-Band Altimeter System, Iran: Tabriz University
- Devi, K. R., Rani, A. J. & Prasad , A. M., 2012. *Face Microstrip Antenna for Radar Altimeter Application with Improved Bandwith*, India: JNTU College of Engineering

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata pengusul dan Dosen Pembimbing

Lampiran 1.1 Biodata Pengusul

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Nurfiana
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	NIM	
4.	Program Studi	Teknik Telekomunikasi
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Cirebon, 21 April 1998
6.	Email	nurfiana214@gmail.com
7.	Nomor Telepon/Hp	081214248356

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang sedang/ pernah diikuti

No.	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1.	Himpunan Mahasiswa Teknik Telekomunikasi	Staff Pengawas Luhim	2018/ Polban

C. Penghargaan Yang pernah Diterima

No.	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	PKM-P	Politeknik Negeri Bandung	2018

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Tugas Akhir Program D-3 Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung.

Bandung, 30 Januari 2019
Pengusul,



(Nurfiana)

Lampiran 1.2 Biodata Dosen Pembimbing

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Dr. Heki Ludyati A.Md., ST., MT.
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Program Studi	Teknik Telekomunikasi
4.	NIP/NIDN	19720426 200112 2001 / 0026047201
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Jatiwangi, 26 April 1972
6.	Alamat Email	hepi.ludyati@polban.ac.id
7.	Nomor Telepon/Hp	082120004027

B. Riwayat Pendidikan

Gelar Akademik	D-3	S-1	S-2	S-3
Nama Institusi	Politeknik Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung
Jurusan/Prodi	Teknik Elektro-Telekomunikasi	Teknik Elektro-Telekomunikasi	Teknik Elektro-Sistem Telekomunikasi dan Informasi	Sekolah Tinggi Teknik Elektro dan Informatika
Tahun Masuk-Lulus	1991-1994	1996-1999	2001-2004	2012- 2018

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT**C.1. Pendidikan/ Pengajaran**

No.	Nama Mata Kuliah	Wajib/ Pilihan	SKS
1.	Teknik Transmisi	Wajib	3 SKS
2.	Antena dan Propagasi	Wajib	3 SKS

C.2. Penelitian

No.	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1.	Rancang Bangun Purwarupa Material Dielektrik Artifisial dan Aplikasinya untuk Perangkat Gelombang Mikro	Kemenristek-Dikti	2017

C.3. Pengabdian Kepada Masyarakat

No.	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Tugas Akhir Program D-3 Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung.

Bandung, 30 Januari 2019
Dosen Pembimbing,



(Dr. Hepi Ludyati A.Md., ST., MT.)

Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan

1. Jenis Perlengkapan

Material	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
Gunting tembaga	1 buah	30.000	30.000
Lem Krisbow	1 buah	40.000	40.000
Paralon 1.5 inchi	4 meter	20.000	80.000
SUB TOTAL (Rp)			150.000

2. Bahan Habis Pakai

Material	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
Material <i>Floral foam</i> 50 x50 cm	2 lembar	100.000	200.000
<ul style="list-style-type: none"> • Konektor SMA • Kawat Konduktor • Kabel Koaksial Lempengan Tembaga 	1 paket	540.000	540.000
<ul style="list-style-type: none"> • Pemotongan Tembaga • Pelubangan Lempeng Tembaga • Pencetakan PCB/Etching • Pengukuran/Pengujian Alat 	1 paket	500.000	500.000
SUB TOTAL (Rp)			1.240.000

3. Perjalanan

Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Transportasi Pembelian alat	7 kali perjalanan	30.000	210.000
Transportasi Pengukuran dan pengujian Alat	2 kali perjalanan	65.000	130.000
Transportasi Survei komponen	2 kali perjalanan	25.000	50.000
Ongkos kirim barang	5 kali	30.000	150.000
SUB TOTAL (Rp)			540.000

4. Lain-lain

Material	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
Kertas A4 70gr	2 Rim	40.000	80.000
Tinta	1 Set	100.000	100.000
DVD RW	2 Buah	6.000	12.000
Fotocopy dan jilid	Seperlunya	50.000	50.000
Seminar nasional dan publikasi	1 Lot	300.000	200.000
SUB TOTAL (Rp)			442.000
TOTAL (Rp)			2.372.000
<i>(Dua juta tiga ratus tujuh puluh dua ribu rupiah)</i>			

Lampiran 3. Surat Pernyataan Pengusul



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jalan Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40012, Kotak Pos 1234, Telepon (022) 2013789, Fax. (022) 2013889
Homepage: www.polban.ac.id Email: polban@polban.ac.id

SURAT PERNYATAAN PELAKSANA

Yang berranda tangan di bawah ini:

Nama : Nurfiana
NIM : 161331024
Program Studi : D-3 Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa proposal Pengajuan Tugas Akhir Program Studi D-3 Teknik Telekomunikasi saya dengan judul **“Rekayasa Elektromagnetik untuk Meningkatkan Permittivitas Anisotropik Floral Foam dalam Miniaturisasi Antena Altimeter Pada Pesawat”** yang diusulkan untuk Tugas Akhir Program studi D3 Teknik Telekomuniasi ini adalah asli karya saya dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Bandung, 30 Januari 2019

Yang mengajukan,

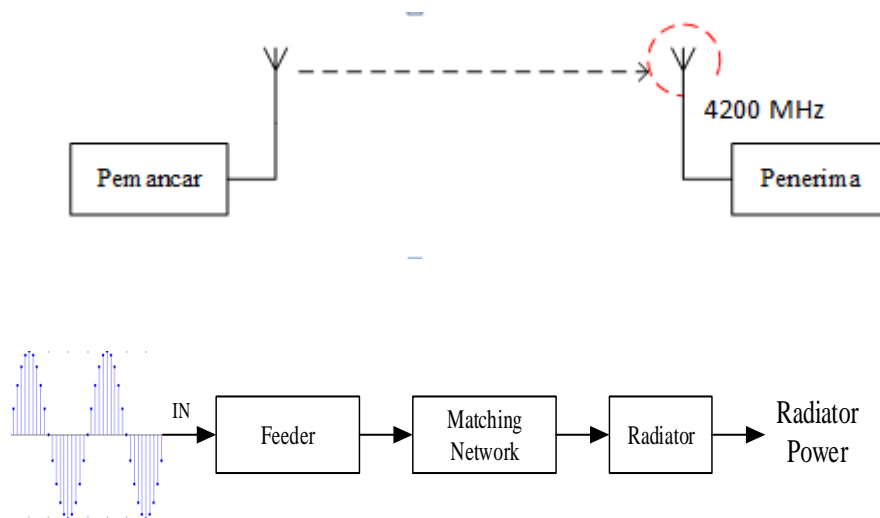


(Nurfiana)

NIM. 161331024

Lampiran 4 Gambaran Teknologi yang diterapkembangkan

Lampiran 4.1 Blok diagram Gambaran Rekayasa Elektromagnetik pada Antena Mikrostrip persegi untuk altimeter pesawat



Gambar 4.1 Blok Diagram keseluruhan sistem

Pada perelisasian proyek ini, pengusul memfokuskan untuk merealisasikan antenna *receiver* (penerima). Pada gambar blok diagram diatas menjelaskan bahwa input antenna berupa Spektrum Gelombang Elektromagnetik yang bersumber dari Signal Generator. Input ini akan masuk melalui *feeder*, yaitu titik pencatutan. *Feeder* atau pencatutan tersambung dari input penerima, teknik pencatutan yang digunakan pada antenna yang dibuat adalah teknik pencatutan *proximity coupling* karena jenis pencatutan ini adalah pencatutan yang paling cocok untuk antenna mikrostrip *patch* persegi. Sinyal yang berasal dari saluran input akan disesuaikan dengan impedansi antenna melalui bagian *matching network* pada antenna. Sinyal masuk ke *matching network* untuk meningkatkan *bandwidth* dari antenna, dan kemudian gelombang elektromagnetik diradiasikan oleh radiator antenna yang berbentuk *patch* persegi.

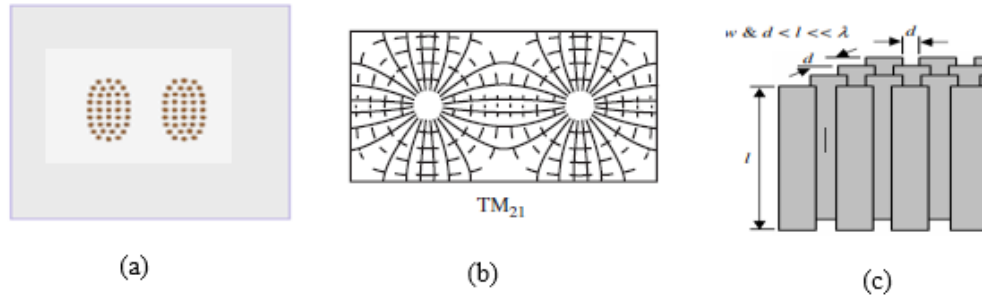
Lampiran 4.2 Spesifikasi Teknis Antena Receiver (Penerima) yang diinginkan

Adapun spesifikasi Antena *receiver* yang diinginkan sebagai berikut:

1. Frekuensi kerja 4200MHz untuk pengaplikasian pada altimeter pesawat.
2. Impedansi system yang digunakan sebesar 50Ω
3. Return Loss ≥ 10 dB
4. VSWR ≤ 1.5

Lampiran 4.3 Model purwarupa material

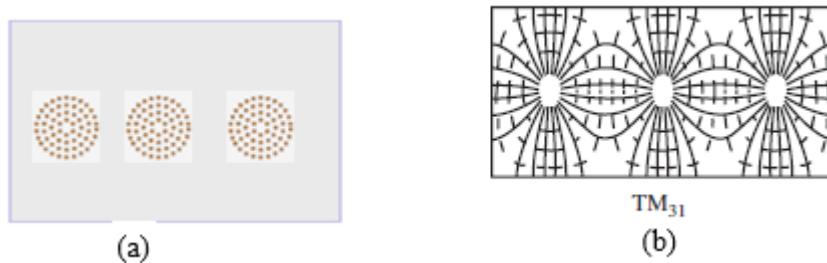
a) Model purwarupa material TM_{21}



Gambar 4.2 (a) Rancangan purwarupa material TM_{21} (b) medan elektromagnetik pada

TM_{21} (c) posisi kawat konduktor tipis yang ditembuskan tegak lurus pada substrat. Pada gambar diatas merupakan contoh rekayasa elektromagnetik model purwarupa material TM_{21} . Dari gambar terlihat posisi kawat konduktor tipis diletakkan pada posisi substrat yang memiliki medan elektromagnetik terbesar. Pada pola TM_{21} terletak ditengah tengah ujung kanan dan kiri, sehingga didapatkan nilai permitivitas relatif maksimum pula

b) Model purwarupa material TM_{31}



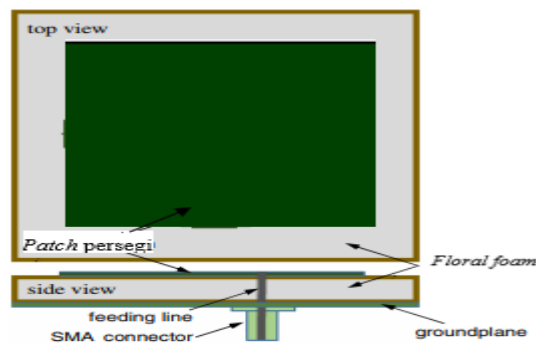
Gambar 4.3 (a) Rancangan purwarupa material TM_{31} (b) medan elektromagnetik pada TM_{31}

Pada gambar diatas merupakan contoh rekayasa elektromagnetik model purwarupa material TM_{31} . Dari gambar terlihat posisi kawat konduktor tipis diletakkan pada posisi substrat yang memiliki medan elektromagnetik terbesar.

Pada proyek tugas akhir ini pengusul menggunakan model purwarupa TM_{21} untuk rancangan antena mikrostrip altimeter pesawat.

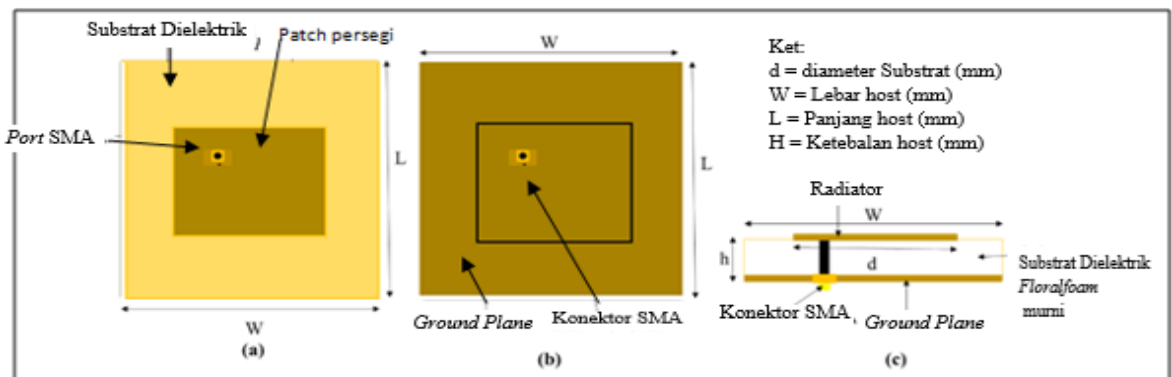
Lampiran 4.4 Gambaran miniaturisasi Rekayasa Elektromagnetik pada Antena Mikrostrip persegi untuk altimeter pesawat

- a. Perancangan Antena Mikrostrip dengan Material Elektromagnetik *Floral Foam Murni*



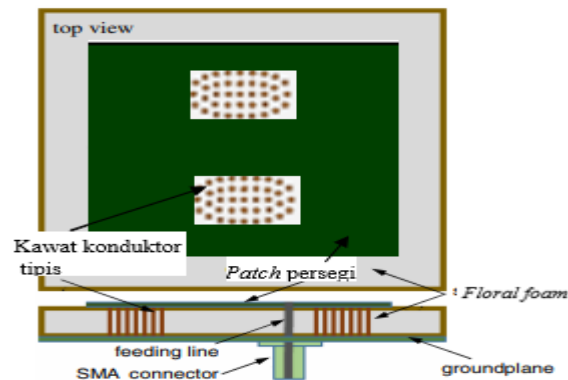
Gambar 4.4 Antena Mikrostrip Persegi dengan Material Elektromagnetik *Floral Foam Murni*

Pada gambar diatas merupakan rancangan antena mikrostrip persegi dengan menggunakan substrat dielektrik *Floral foam* murni yaitu substrat dielektriknya tidak ditusukan kawat tembaga sehingga memiliki nilai permitivitas asli *Floral foam*. Antena ini digunakan sebagai pembanding dengan antena mikrostrip yang termodifikasi. Agar lebih jelas, berikut merupakan gambar antena dari seluruh sisi seperti pada gambar dibawah ini :



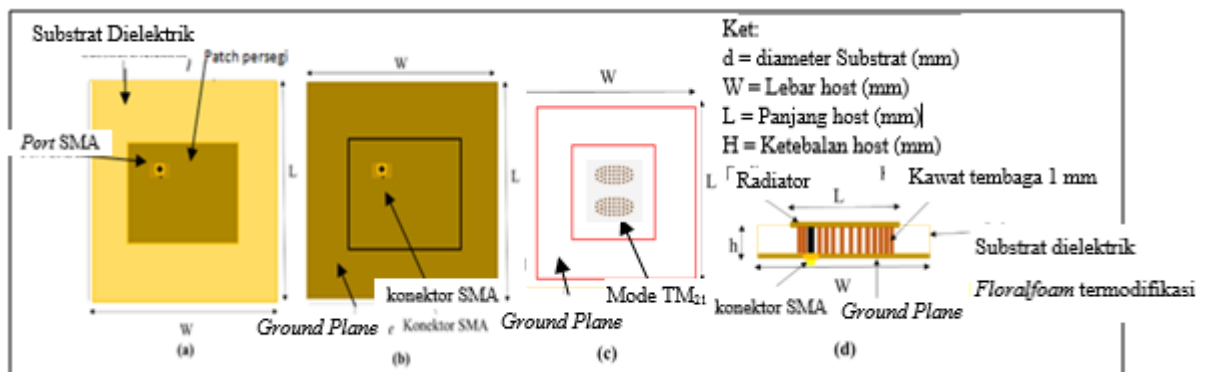
Gambar 4.5 (a) Antena Mikrostrip tampak depan, (b) Antena Mikrostrip tampak belakang, (c) Antena Mikrostrip tampak samping

- b. Perancangan Antena Mikrostrip Persegi dengan Material Elektromagnetik *Floral foam* termodifikasi TM_{21}



Gambar 4.6 Antena Mikrostrip Persegi dengan Material Elektromagnetik *Floral Foam* termodifikasi TM_{21}

Pada gambar diatas merupakan Rancangan antena mikrostrip persegi dengan menggunakan substrat dielektrik *Floral foam* termodifikasi menggunakan mode TM_{21} . Teknis yang dilakukan adalah dengan memasang sejumlah tertentu kawat-kawat konduktor tipis tegak lurus menembus *host material* berupa *Floral foam* di arah propagasi gelombang elektromagnetik. Kawat-kawat ini diletakan di posisi medan listrik maksimum dari mode TM_{21} yang akan diaktifkan pada perangkat telekomunikasi. Posisi medan listrik maksimum pada TM_{21} menyerupai bentuk lingkaran yang terletak pada sisi bagian atas dan bawah substrat dielektrik persegi. Agar lebih jelas, berikut merupakan gambar antena dari seluruh sisi seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.7 (a) Antena Mikrostrip termodifikasi tampak depan, (b) Antena Mikrostrip termodifikasi tampak belakang, (c) Antena Mikrostrip termodifikasi jika belum disisipkan plat tembaga tampak depan dan belakang dengan mode TM_{21} (sama), (d) antena Mikrostrip termodifikasi tampak samping

Lampiran 5. Komponen yang Digunakan

1. Material Dielektrik Floral Foam



Gambar 5.1 Material Dielektrik Floral Foam

Floral Foam (Gabus Hijau) merupakan suatu bahan apung yang mempunyai banyak kegunaan. Kandungan udara yang banyak di dalam *floral foam* menyebabkannya digunakan sebagai *isolator* yang baik. Oleh itu *floral foam* telah digunakan sebagai alas meja untuk makanan panas dan dingin, dan bahan penahan dingin untuk peti berisi es batu. *Floral foam* digunakan sebagai bahan dielektrik natural memiliki konstanta dielektrik 1,25 yang akan disisipkan konduktor sehingga menjadi bahan dielektrik artifisial yang akan mempunyai karakteristik baru.

• Substrat *Floral Foam* (Gabus Hijau) memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Permittivitas relatif : 1.25
2. Permeabilitas relatif : 1 3
3. Ketebalan : 13 mm

2. Lempengan Tembaga



Gambar 5.2 Lempengan Tembaga 0,3mm

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa Latin *Cuprum*. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Sifat lunak tembaga dapat dijelaskan oleh konduktivitas listriknya yang tinggi ($59,6 \times 10^6$ S/m) dan oleh karena itu juga mempunyai konduktivitas termal yang tinggi (kedua tertinggi) di antara semua logam murni pada suhu kamar. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan.

Lempengan tembaga digunakan sebagai *Grounplane* dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Permittivitas relative (ϵ_r) : 1
2. Permeabilitas relative : 0.99991
3. Ketebalan : 0,3 mm

3. Kawat Email (Konduktor)



Gambar 5.3 Kawat Email (Konduktor)

Material kawat yang baik sebagai penghantar dan biasa digunakan adalah material Tembaga dan Aluminum.. Berat jenis kawat Tembaga (Copper / Cu) adalah 8.9 kg/dm³ dan Aluminum (Al) 2.70 kg/dm³ serta Resistivity Cu = 17.242 ohm.mm²/km dan Resistivity Al = 28.264 ohm.mm²/km. Kawat Email yang digunakan berukuran 3mm. Kawat email digunakan untuk sisipan konduktro. Sisipan konduktor yang terdapat pada *floral foam* bertujuan untuk mengubah karakteristik yang dimiliki *styrofoam* sesuai dengan karakteristik yang diinginkan.

4. Konektor SMA



Gambar 5.4 Konektor RF-SMA

Konektor SMA digunakan sebagai Pencatutan coaxial probe. Konektor SMA memberikan kinerja listrik yang baik sampai dengan 18 GHz. Konektor berkinerja tinggi ini mempunyai ukuran yang kompak dan mekanis mempunyai daya tahan luar biasa.

