

ANALISA KINERJA ANTENA PADA UAV LAPAN MENGGUNAKAN SIMULASI CST MICROWAVE SUITE

Oleh :

Yanuar Prabowo, ST.*

Drs. Gunawan Setyo Prabowo, MT.*

Abstrak

Dalam dunia penerbangan baik itu untuk penerbangan berawak dan tanpa awak kebutuhan akan sistem TT&C (Telemetry Telecommand dan Communication) sangat diperlukan, karena dengan sistem tersebut kita dapat mengontrol, mengetahui posisi dan mengambil data dari wahana yang kita buat, untuk itu diperlukan suatu sistem yang handal. Dalam mendisain sistem tersebut kita harus mengetahui kinerja dan karakteristik dari alat yang akan digunakan. Pada paper ini akan menjelaskan tentang analisa kinerja dari antena yang dipasang pada wahana UAV LAPAN untuk mengetahui apakah tata letak antena dan kinerjanya sudah baik, hal ini dikarenakan pada saat UAV tersebut terbang atau waktu mesin menyala kadang perangkat TT&C tidak bekerja sehingga bisa mengakibatkan kehilangan data . Dengan mengamati nilai S-Parameter, VSWR, return loss, pola radiasi antena dan medan listrik pada UAV tersebut diharapkan dapat memecahkan masalah kehilangan data yang terjadi pada UAV Lapan.

Kata kunci : S-Parameter, VSWR, return loss, pola radiasi, medan listrik.

Abstract

In the world of aviation both for flight manned and unmanned is necessary need for TT & C (Telemetry Telecommand and Communication) system, because with that system we can control, knowing the position and receive data from the spacecraft that we make, for it required a reliable system . In designing such systems we need to know the performance and characteristics of the tool to be used. This paper will describe the analysis of the performance of antennas mounted on the vehicle LAPAN UAV to determine whether the layout of the antenna and its performance has been good, this is because when the UAV is flying or when the engine running sometimes the TT & C does'nt work so could result in data loss. By observing the value of the S-parameters, VSWR, return loss, radiation pattern of an antenna and an electric field on the UAV is expected to solve the problem of data loss that occurs in LAPAN UAV.

Keywords: S-parameters, VSWR, return loss, radiation pattern, the electric field.

1. PENDAHULUAN

Dalam mendisain dan mengintegrasikan tata letak divais elektromagnetik sangatlah krusial jika hanya mengandalkan trial dan error, karena kemungkinan terjadinya interferensi antar divais akan sangat besar terjadi sehingga kinerja dari divais tersebut tidak optimal. Salah satu contoh adalah penerimaan radio akan sangat berisik ketika radio tersebut diletakkan didekat perangkat komputer. Digital sirkit dari komputer membangkitkan medan elektromagnetik yang ditangkap oleh antena radio kemudian diproses oleh sirkit dalam radio sehingga memberikan gangguan pada suara radio. Komputer tersebut menyebabkan *electromagnetic interference* (EMI) pada radio. Pada situasi ini komputer dan radio tidak *electromagnetic compatible*.

Untuk mengantisipasi kejadian tersebut ada beberapa cara yang bisa digunakan mulai dari pendisainan sirkit yang harus memasukkan unsur emi dan emc kemudian dilakukan pengukuran ataupun menggunakan software simulasi elektromagnetik yang dapat memprediksi daerah mana saja yang dapat menimbulkan efek elektromagnetik interferensi.

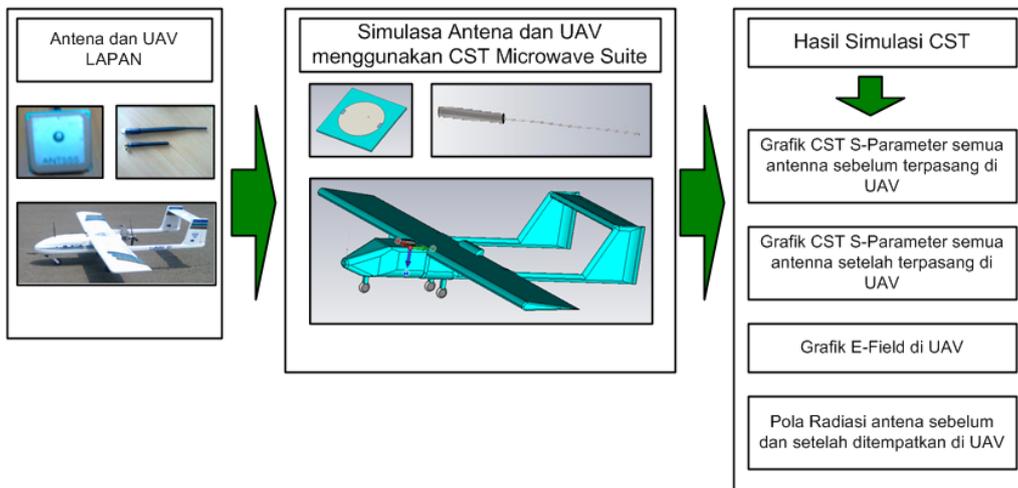
Kasus ini kemungkinan terjadi pada Lapan UAV, saat mesin UAV dinyalakan perangkat telemetri mati, selain itu juga pada saat UAV diterbangkan perangkat telemetri, GPS, dan video tiba-

*Peneliti Bidang Avionik, Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

tiba mati. Untuk itu akan dilakukan analisa menggunakan software *CST Microwave Suite* untuk menganalisa penempatan antenna telemetri, kontrol, video dan GPS apakah sudah benar dan tidak saling mempengaruhi kinerja dari antenna-antenna tersebut.

2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan analisa ini antara lain adalah mensimulasikan antenna dan UAV LAPAN yang ada dengan menggunakan *software 3D CST Microwave suite* sesuai dengan aslinya. Dari setiap gambar baik itu antenna dan UAV yang telah dibuat di *software CST* akan digabungkan sesuai dengan pemasangan antenna pada UAV pada kondisi sebenarnya, sehingga dapat diketahui karakteristik antenna tersebut dan pengaruh penempatan antenna. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.

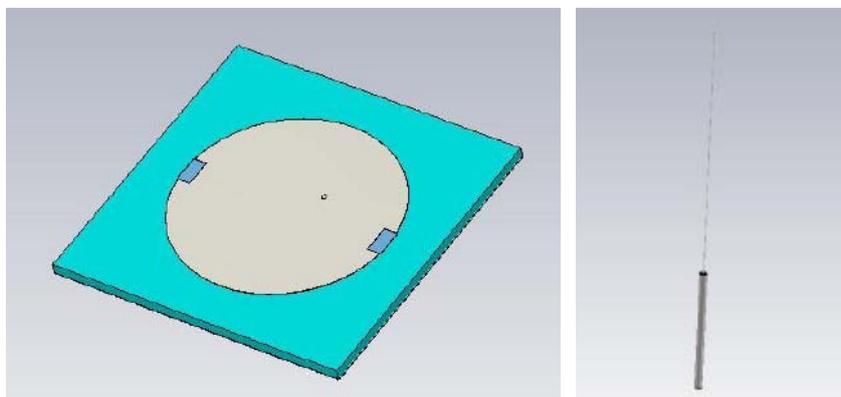


Gambar 2.1. Blok Digram Analisa Antena pada UAV LAPAN

Hasil yang diperoleh dari simulasi tersebut akan didapatkan data berupa grafik S-Parameter yang dapat digunakan untuk menganalisa karakteristik setiap antenna yang digunakan, grafik pola radiasi antenna sehingga kita dapat mengetahui bentuk pola radiasi antenna setelah dipasang di UAV dan grafik *E-Field* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh medan listrik terhadap perangkat yang terpasang pada UAV.

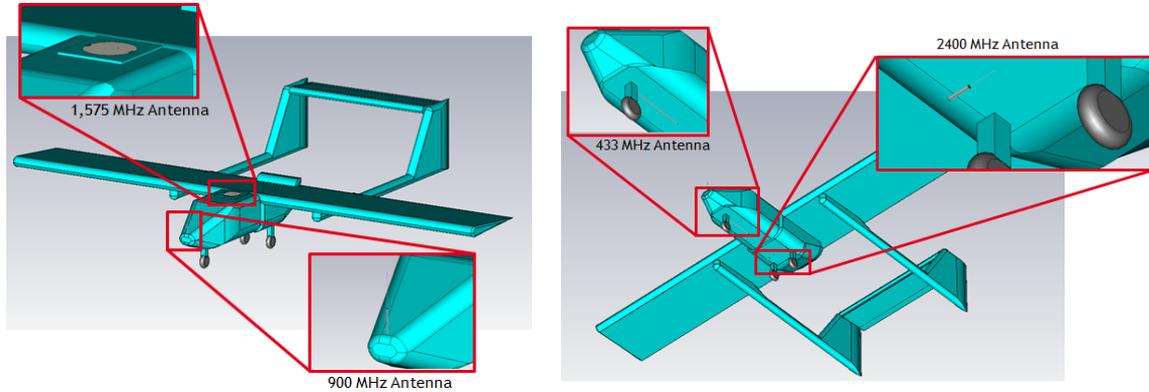
3. SIMULASI GAMBAR UAV DAN ANTENA

Model UAV yang digunakan untuk simulasi ini dimodelkan sendiri dengan modeling 3D *CST Microwave Suite*. Sedangkan antenna yang digunakan di dalam mensimulasikan UAV adalah antenna *patch* untuk aplikasi GPS (1,575 GHz). Tiga antenna *sleeve monopole* untuk video (900MHz), telemetri (433MHz) dan untuk kontrol (2,4GHz). Bentuk dari antenna yang disimulasikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Antena *circular patch* dan antenna *sleeve monopole*

Penempatan posisi antena pada UAV adalah sebagai berikut, untuk antena aplikasi GPS (1,575 GHz) dan antena aplikasi video (900MHz) dipasang pada atas bodi UAV, sedangkan untuk antena aplikasi telemetri (433MHz) dan antena aplikasi kontrol (2,4GHz) dipasang dibawah bodi pesawat. Untuk ilustrasi lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Posisi penempatan antena pada UAV

4. DASAR TEORI

Ketika saluran transmisi diakhiri dengan impedansi Z_L , yang tidak sama dengan impedansi karakteristik saluran transmisi Z_0 , tidak semua daya yang datang akan diserap oleh terminasi. Ada bagian dari daya yang dipantulkan kembali sehingga fase penambahan dan pengurangan dari gelombang datang dan gelombang pantul tersebut menciptakan pola tegangan gelombang berdiri pada saluran transmisi. Rasio dari tegangan maksimum ke minimum dikenal sebagai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dan maksimum dan minimum yang berturut-turut dipisahkan oleh 180° ($\lambda/2$).

$$VSWR = \frac{E_{maks}}{E_{min}} = \frac{E_i + E_r}{E_i - E_r} \quad (1)$$

E_{max} = maximum voltage on standing wave

E_{min} = minimum voltage on standing wave

E_i = incident voltage wave amplitude

E_r = reflected voltage wave amplitude

Hubungan antara VSWR dan koefisien pantul (Γ)

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2)$$

Hubungan antara VSWR dan impedansi

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} = \frac{1 + \left(\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}\right)}{1 - \left(\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}\right)} \quad (3)$$

Scattering parameter atau yang disebut juga dengan S-parameter digunakan untuk menentukan hubungan input-output dalam suatu rangkaian berkaitan dengan daya gelombang datang dan daya gelombang pantul.

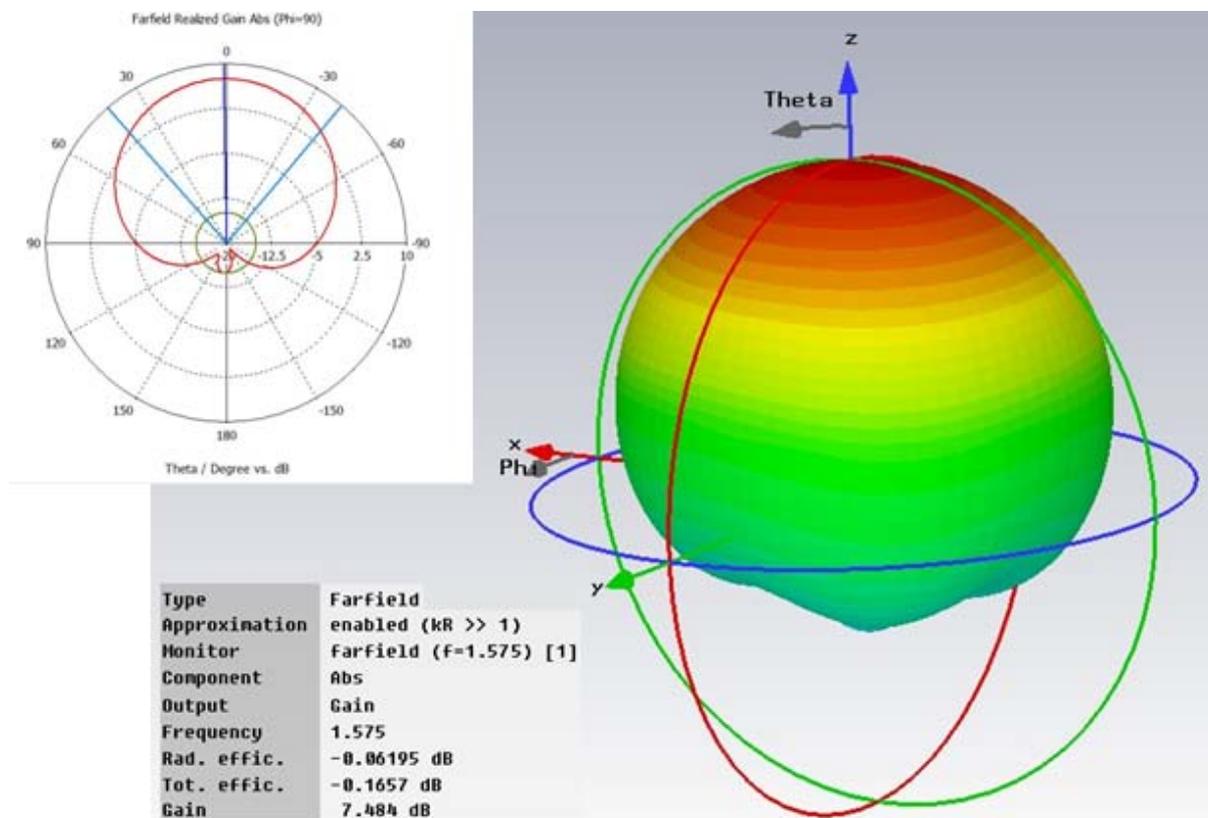
Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi karena adanya diskontinuitas (*mismatched*) di antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Nilai *Return Loss* dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini

$$RL = 20 \log |\Gamma| \quad (4)$$

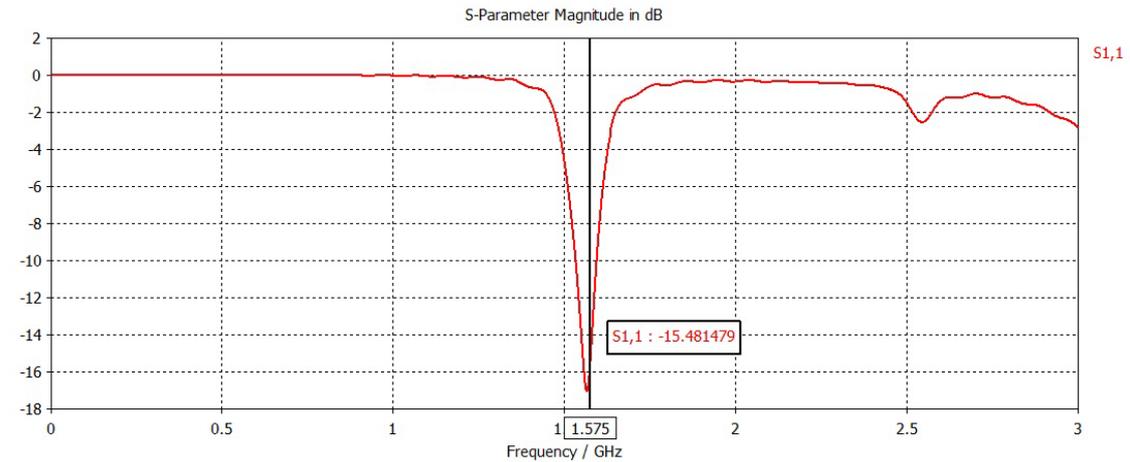
Nilai *return loss* yang baik adalah $\leq -9,54$ dB, nilai ini diperoleh pada saat nilai $VSWR \leq 2$ sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak lebih besar dari gelombang yang dikirimkan, sehingga bisa dikatakan saluran transmisi tersebut sudah *matching*. Perlu diketahui bahwa nilai yang paling baik atau dengan kata lain saluran transmisi dalam kondisi *matching* sempurna yaitu ketika $VSWR$ bernilai 1, sehingga semua gelombang dapat dikirimkan tanpa ada gelombang yang direfleksikan. Tetapi hal tersebut dalam prakteknya sangat sulit didapatkan, oleh sebab itu biasanya nilai standar $VSWR$ yang diijinkan untuk fabrikasi antenna adalah $VSWR \leq 2$.

5. HASIL SIMULASI DAN ANALISA

Antena *circular patch* memiliki karakteristik polarisasi melingkar sehingga cocok untuk aplikasi GPS karena untuk aplikasi komunikasi dengan staelit digunakan karakteristik antenna yang memiliki pola radiasi ke atas sehingga akan selalu *lock* dengan satelit. Untuk lebih jelas disimulasikan bentuk pola radiasi dari antenna tesebut seperti Gambar 5.1.



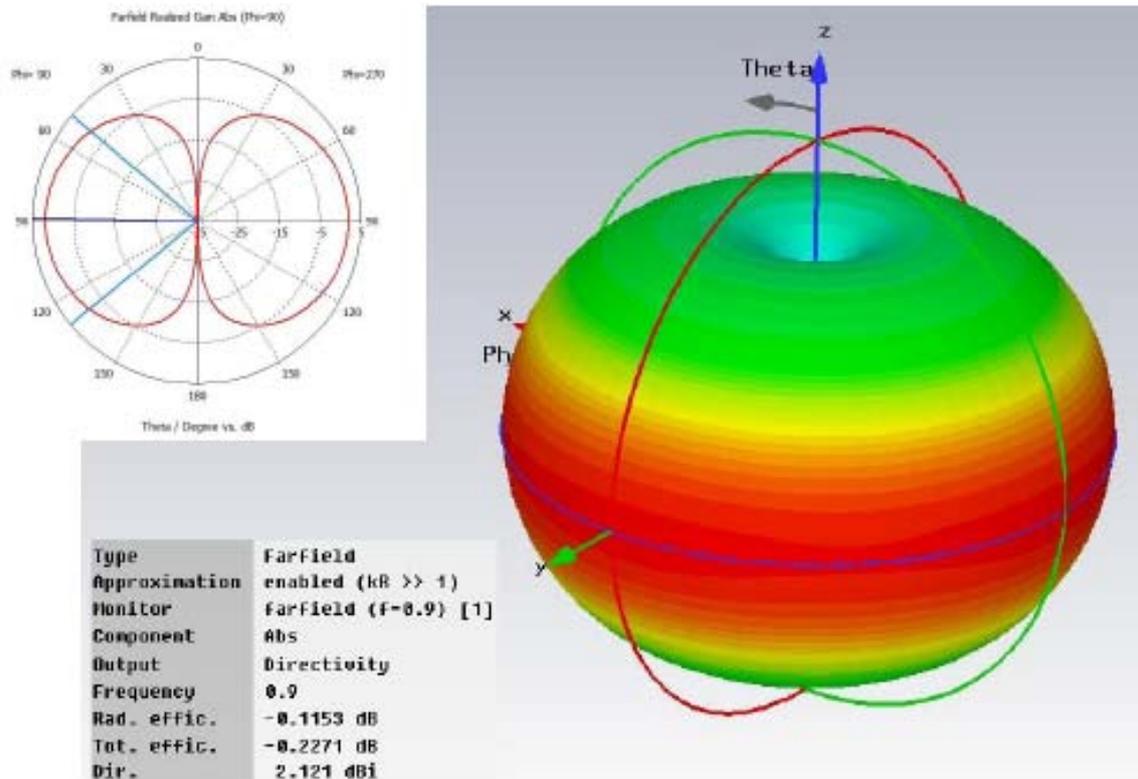
Gambar 5.1. Pola radiasi Antena *Circular Patch* 1,575GHz (GPS)
Karakteristik return loss dari antenna tersebut juga dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5.2. S-Parameter dari Antena *Circular Patch* untuk aplikasi GPS (1,575GHz)

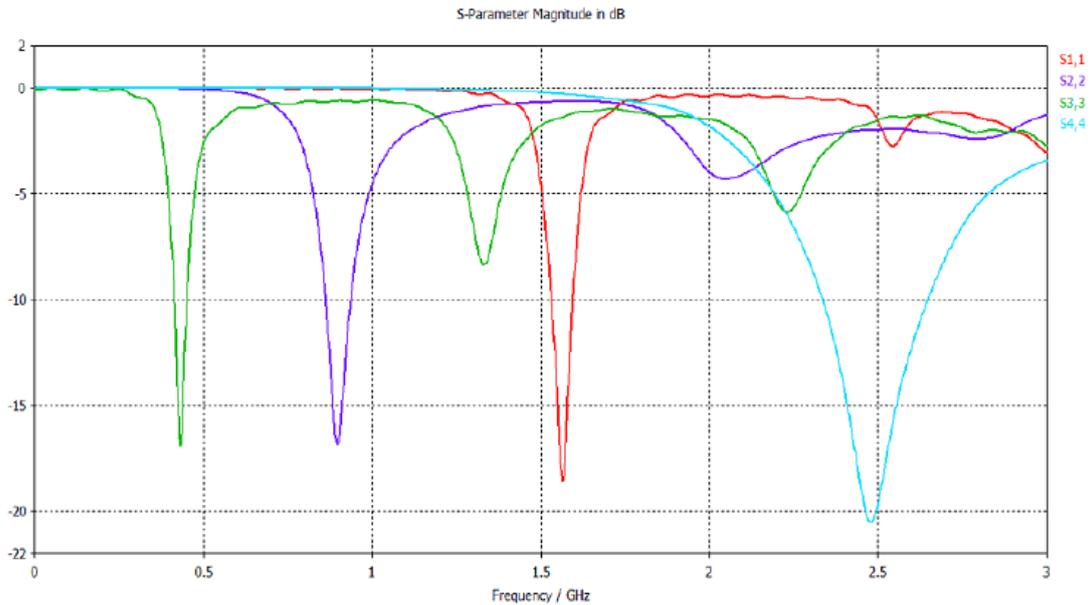
Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa return loss dari antena GPS (1,575GHz) adalah sebesar -15,481dB.

Untuk aplikasi video (900MHz), telemetri (433MHz) dan kontrol pesawat (2,4GHz) digunakan *sleeve monopole antenna*. Antena ini memiliki karakteristik pola radiasi *omnidireksional*, seperti yang terlihat pada Gambar 5.3.



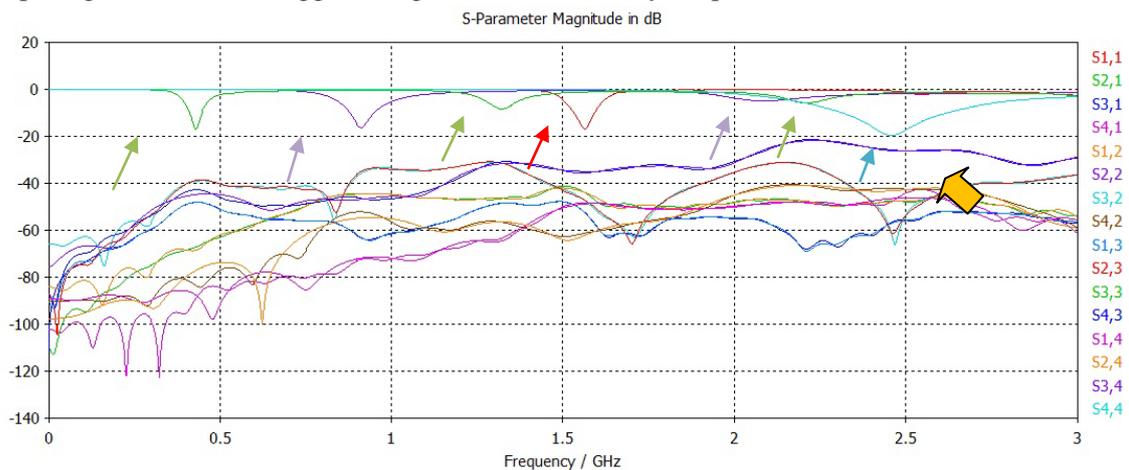
Gambar 5.3. Pola Radiasi *Sleeve Monopole Antenna* 900MHz (Video)

Grafik S-Parameter dari semua antena yang digunakan baik untuk antena *circular patch* maupun *sleeve monopole* sebelum terpasang di UAV dapat dilihat pada gambar 5.4. Dari grafik tersebut kita juga bisa melihat resonansi yang terjadi terutama pada antena *sleeve monopole*.



Gambar 5.4. Grafik S-Parameter dari antenna sleeve dan circular patch

Untuk lebih mengetahui bagaimana karakteristik keempat antenna tersebut dan pengaruhnya terhadap antenna yang lain, maka akan disimulasikan penempatan semua antenna ke UAV seperti dapat dilihat pada gambar 5.5. Sehingga hasil grafik S-Parameternya dapat dilihat.



Gambar 5.5. Grafik S-Parameter dari semua antenna setelah ditempatkan di UAV LAPAN

Dari grafik S-Parameter tersebut dapat dianalisa karakteristik dari antenna yang digunakan.

Keterangan :

- S1,1 = Return Loss dari antenna *circular patch* dengan frekuensi 1,575GHz untuk aplikasi GPS (panah warna merah) sekitar -15,481479dB
- S2,2 = Return Loss dari antenna *sleeve monopole* dengan frekuensi 900MHz untuk aplikasi video (panah warna ungu) sekitar -14,941897dB
- S3,3 = Return Loss dari antenna *sleeve monopole* dengan frekuensi 433MHz untuk aplikasi telemetri (panah warna hijau) sekitar -16,203443dB
- S3,3 = Return Loss dari antenna *sleeve monopole* dengan frekuensi 2,4GHz untuk aplikasi kontrol (panah warna biru) sekitar -15,921273dB

Dari hasil simulasi didapatkan grafik S-Parameter yang menunjukkan return loss dari tiap-tiap antenna, dari data return loss tersebut kita juga bisa menentukan nilai VSWR antenna. Untuk menentukan nilai VSWR digunakan rumus (3) dan (4) :

$$RL = 20 \log |\Gamma|$$

$$\text{arc log } \Gamma = \frac{RL}{20}$$

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

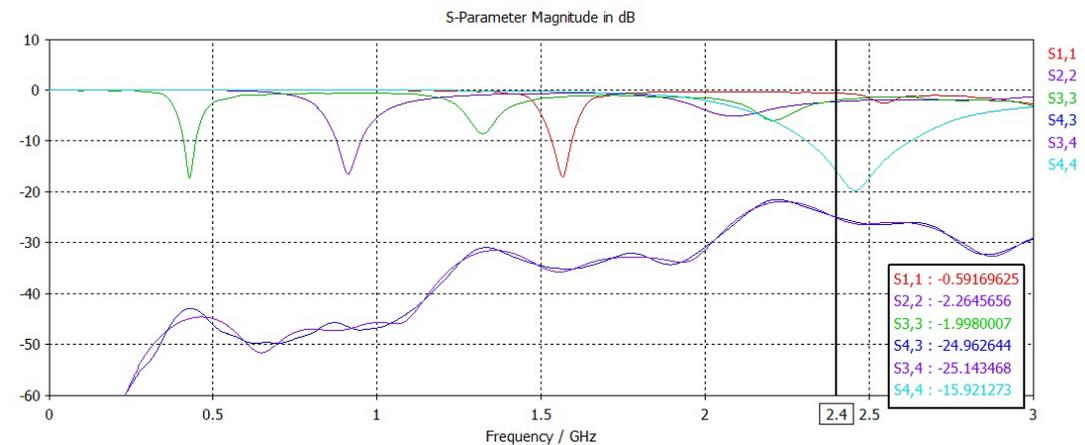
Dengan menggunakan kedua rumus tersebut didapatkan perbandingan nilai return loss dan VSWR seperti pada tabel 5.1, sehingga dapat diketahui karakteristik dari antena yang digunakan tersebut baik atau tidak.

Tabel 5.1. Perbandingan Nilai Return Loss, Koefisien Refleksi dan VSWR

Frekuensi	Fungsi Antena	Jenis Antena	Return Loss	Γ	VSWR
1,575GHz	GPS	Circular Patch	-15,481479dB	0,1682	1,4044
900MHz	Video	Sleeve Monopole	-14,941897dB	0,1790	1,4360
433MHZ	Telemetri	Sleeve Monopole	-16,203443dB	0,1548	1.3663
2,4GHz	Kontrol	Sleeve Monopole	-15,921273dB	0,1599	1,3807

Dari hasil perbandingan tersebut semua nilai Return Loss dari antena yang digunakan mempunyai nilai $\leq -9,54\text{dB}$ dan VSWR nya ≤ 2 , sehingga dapat dianalisa bahwa karakteristik dari semua antena yang digunakan pada UAV bekerja dengan baik.

Frekuensi resonansi tersebut ditunjukkan dengan tanda panah berwarna. Frekuensi resonansi sebuah antena dapat diartikan sebagai frekuensi kerja antena di mana pada frekuensi tersebut seluruh daya dipancarkan secara maksimal. Pada umumnya frekuensi resonansi menjadi acuan frekuensi kerja antena. Permasalahan timbul dikarenakan adanya frekuensi resonansi dan penempatan antena yg berdekatan sehingga terjadi *crosstalk* (tanda panah coklat tebal). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.6

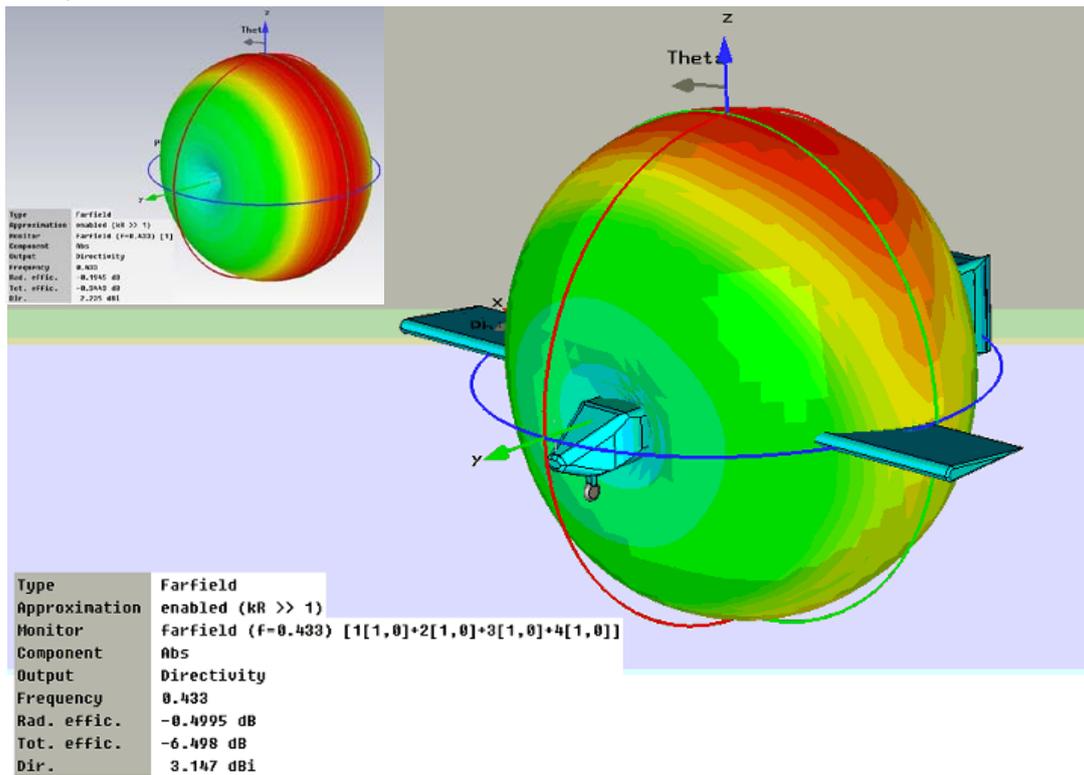


Gambar 5.6. Grafik S-Parameter yang menunjukkan crosstalk

Sesuai dengan grafik pada Gambar 5.6, *crosstalk* ini terjadi hanya pada antena dengan frekuensi 433MHz (telemetri) dan antena frekuensi 2,4GHz (kontrol) dengan nilai sebesar -25dB. Sehingga solusi yang paling mudah untuk mengatasi hal ini adalah dengan memindahkan posisi antena atau dengan mengganti salah frekuensi kerja dari perangkat yang bersangkutan.

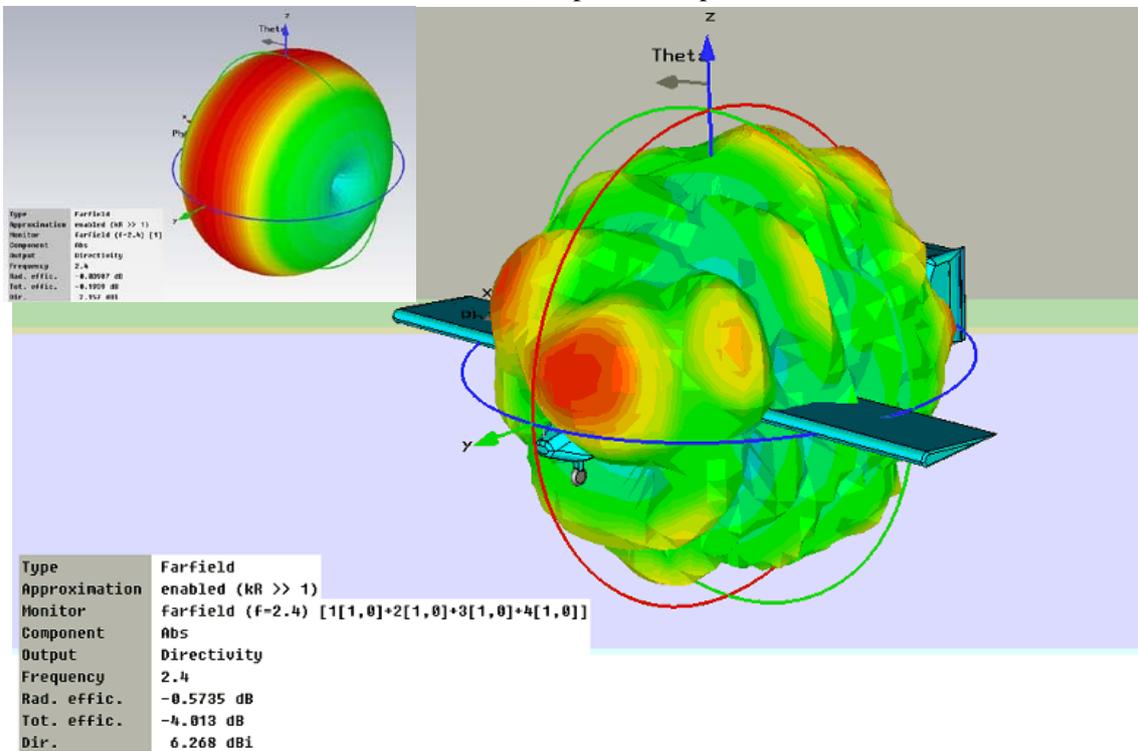
Pola radiasi yang dihasilkan oleh antena-antena pada saat dinyalakan yang dipasang pada UAV akan sangat berbeda dengan sebelum terpasang. Untuk lebih jelas bentuk perbedaan dari hasil

simulasi pola radiasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.7 yaitu antenna dengan frekuensi 433MHz (Telemetry)



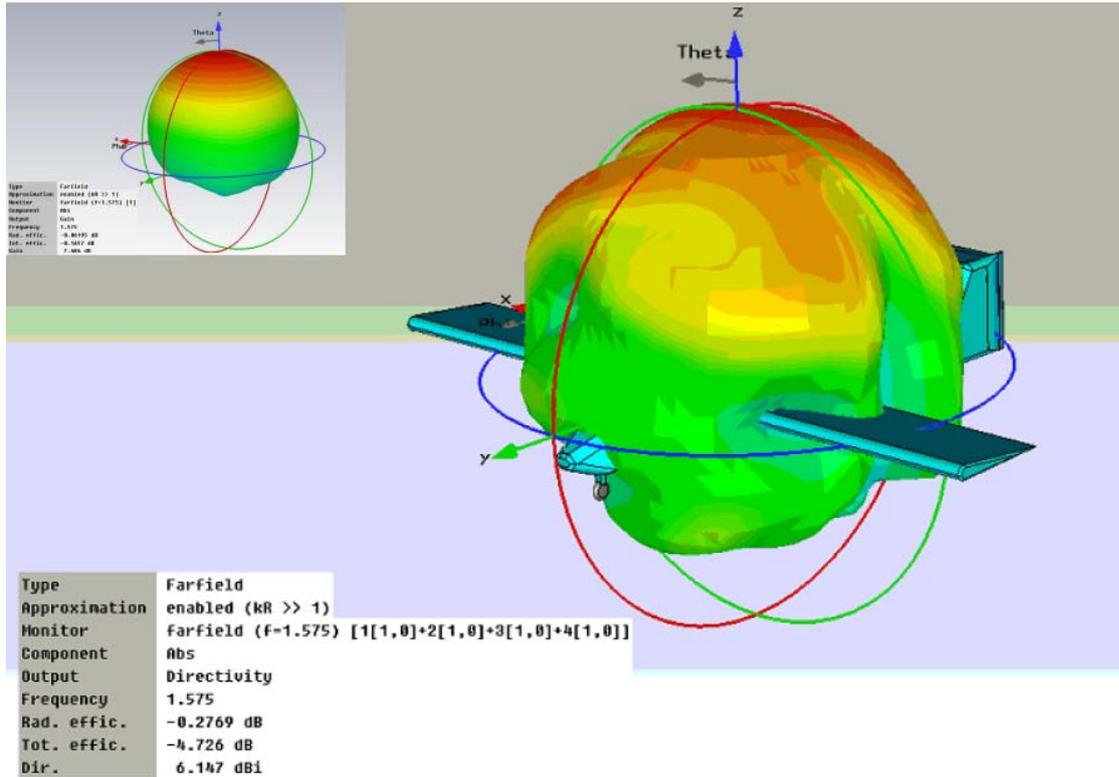
Gambar 5.7. Pola Radiasi Antena *Sleeve Monopole* untuk Telemetry (433MHz)

Pola radiasi antenna frekuensi 2,4GHz (Kontrol), dapat dilihat pada Gambar 5.8.



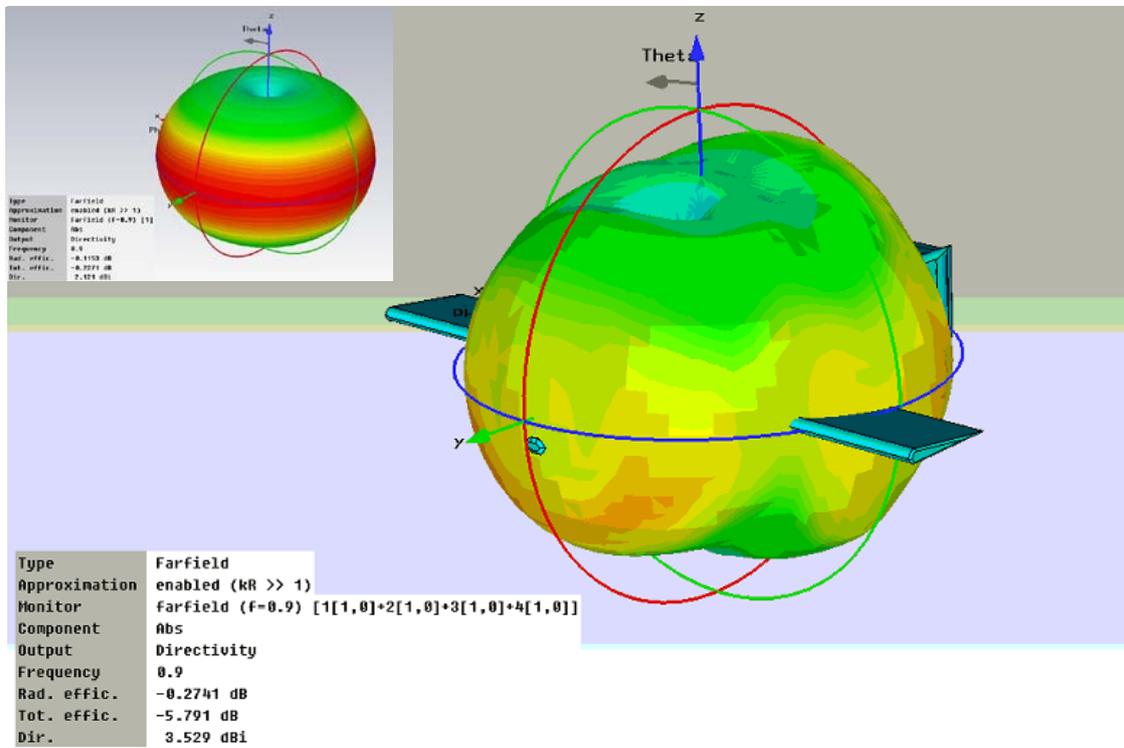
Gambar 5.8. Pola Radiasi Antena *Sleeve Monopole* untuk Kontrol (2,4GHz)

Pola radiasi antenna frekuensi 1,575GHz (Kontrol), dapat dilihat pada Gambar 5.9.



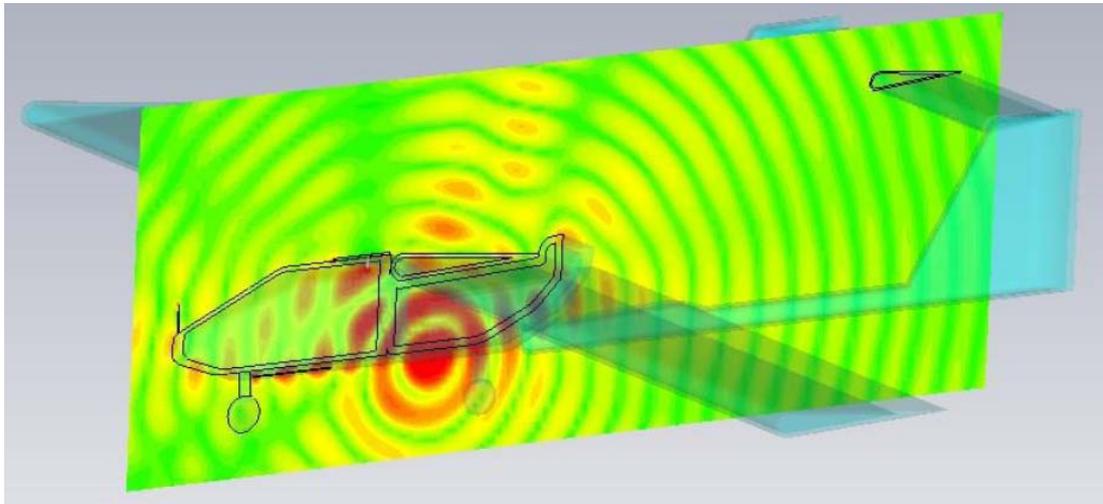
Gambar 5.9. Pola Radiasi Antena *Circular Patch* untuk GPS (1,575GHz)

Pola radiasi antena frekuensi 900MHz (video), dapat dilihat pada Gambar 5.10.



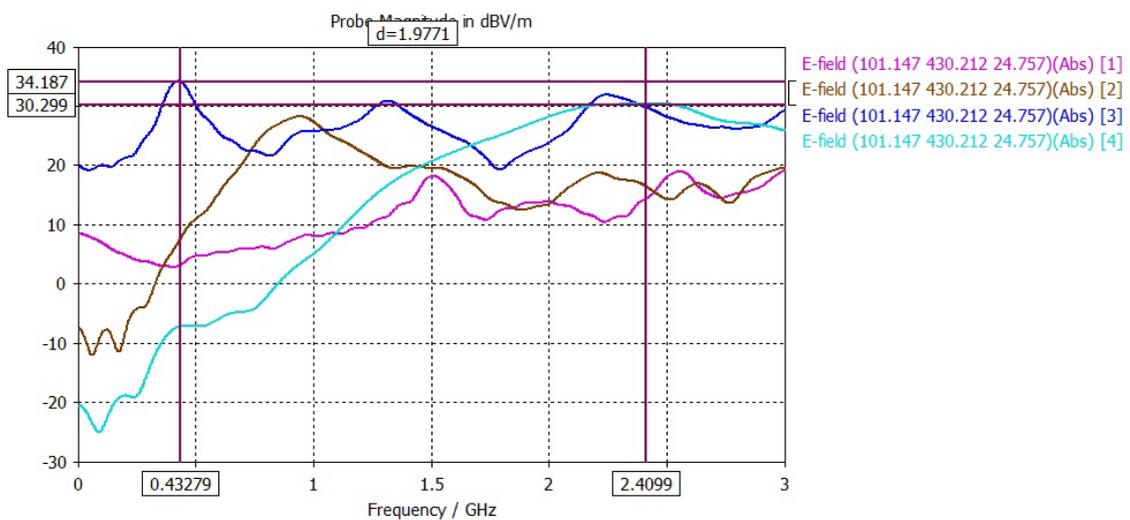
Gambar 5.10. Pola Radiasi Antena *sleeve monopole* untuk Video (900MHz)

Dari semua hasil simulasi dapat dilihat bahwa pola radiasi tiap antenna berubah dikarenakan adanya pengaruh dari UAV dan pengaruh antenna lainnya. Hasil simulasi dari medan listrik didalam UAV dapat terlihat pada Gambar 5.11 yaitu medan listrik di frekuensi 2,4GHz di dalam sebuah UAV.



Gambar 5.11. Medan Listrik pada UAV

Dengan menempatkan probe medan E didalam UAV kita bisa menanalisa seberapa besar medan yang masuk ke dalam UAV. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 5.12 yang merupakan hasil simulasi CST



Gambar 5.12. Grafik Probe Medan Listrik pada UAV

Dengan menempatkan disain PCB ke dalam probe E pada UAV kita akan dapat menganalisa seberapa besar efek medan listrik yang ditimbulkan oleh antenna mempengaruhi PCB tersebut. Tetapi penjelasan tulisan ini belum sampai pada tahap penempatan PCB tetapi hanya menempatkan probe pada posisi dimana nantinya akan dipasang PCB. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi 2,4GHz dan 433MHz memiliki nilai yang paling dominan yaitu sebesar 30,299dbV/m untuk frekuensi 2,4GHz dan 34,187dBV/m untuk frekuensi 433MHz.

6. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat disimpulkan adalah:

- a. Berdasarkan data S-Parameter dan VSWR maka karakteristik kerja dari semua antena baik sebelum dan sesudah terpasang pada pesawat UAV LAPAN dapat bekerja dengan baik.
- b. Antena sleeve monopole memiliki beberapa frekuensi resonansi.
- c. Crosstalk terjadi pada antena dengan frekuensi 433MHz (video) dan frekuensi 2,4GHz (kontrol), untuk menghindari hal tersebut dapat digunakan cara menggeser posisi antena ataupun merubah frekuensi kerja dari perangkat yang bersangkutan.
- d. Bentuk pola radiasi pada semua antena yang digunakan pada UAV berubah, hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari bentuk UAV itu sendiri dan pengaruh dari antena yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Hollister Allen, *Scattering Parameter & Smith Charts*, 2007
- Sulistyanto Hermawan, *Efek Interferensi Medan Elektromagnetis terhadap Lingkungan*, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Makalah : **Antena Microstrip**, Universitas Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19974/3/Chapter%20II.pdf>
- Juliarti Linda, *Antena Panel 2,4 GHz Dengan Menggunakan Mikrostrip Biquad 4 Larik*, Fisika MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2010.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Yanuar Prabowo, ST.
Tempat & Tgl. Lahir : Surabaya, 06 Januari 1984
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19840106 201012 1 001
Pangkat / Gol. Ruang : III a
Jabatan Dalam Pekerjaan : Staf Engineering
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMUN 7 Surabaya Tahun: 1999
DIPLOMA 3 (D.3) : PENS – ITS Surabaya Tahun: 2002
STRATA 1 (S.1) : ITS Surabaya Tahun: 2006

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Karah no 212 C Surabaya - 60232
HP. : 081330511505
Alamat Kantor / Instansi : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
Jl. Raya Sukamulya-LAPAN, Rumpin, Bogor.
Telp. : 021-75790038