

Penerapan Antena Mikrostrip di Pesawat Udara Nir Awak (PUNA) Sriti

Yomi Guno¹ dan Eko Syamsuddin Hasrito¹

Abstract: *Unmanned aerial vehicle (UAV) in Indonesia is commonly known as Pesawat Udara Nir Awak (PUNA). Data link from aerial observation, required transmitter mounted on the PUNA and components of the constituent is antenna. Antenna must have a small size and light in weight, because the limitation due to the payload capacity. Currently used in the PUNA, is a dipole antenna which still has some weakness, including its susceptibility to the wind (drag effect). So, designing a microstrip antenna will improve the signal transmission performance from PUNA to Ground Control Station (GCS). The microstrip antenna is chosen because this type of antenna has low profile drag, light weight, easy for fabrication and of course low cost. After an antenna design optimization, the antenna placement should be noted to ensure a good transmission. In this research, the microstrip antenna will be operated at 2.35 GHz for video monitoring and the antenna itself will be placed inside the fuselage. Simulated co-site interference will be performed at the operational frequency of data link antenna, which is 900 MHz, with the placement in the upper surface (canopy) of the PUNA. The measurements in the anechoic chamber, showed that the internal fuselage microstrip antenna worked at the frequency of 2.35 GHz with a bandwidth 60 MHz (2.31 GHz up to 2.37 GHz), while the return loss measured at 2.35 GHz is -23.85 dB and the gain of antenna is 3.81 dBi.*

Keywords: UAV, PUNA, microstrip antenna, antenna placement, co-site interference

Abstrak: *Unmanned aerial vehicle (UAV) di Indonesia lebih dikenal sebagai Pesawat Udara Nir Awak (PUNA). Data link dari pemantauan udara diperlukan komponen pendukung transmitter yang dipasang di PUNA yaitu antena. Antena harus berukuran kecil dan ringan dikarenakan keterbatasan kapasitas dari payload PUNA. Saat ini PUNA menggunakan antena dipole yang masih memiliki beberapa kelemahan, termasuk kerentanan terhadap gesekan angin (drag effect). Oleh karena itu digunakan antena mikrostrip untuk meningkatkan kinerja transmisi sinyal dari PUNA ke Ground Control Station (GCS). Antena mikrostrip dipilih karena memiliki hambatan gesekan yang rendah, ringan, mudah untuk dipabrikan dan biaya murah. Penempatan antena harus diperhatikan untuk memastikan transmisi yang baik. Dalam penelitian ini, antena mikrostrip bekerja di frekuensi 2,35 GHz untuk aplikasi video yang ditempatkan di dalam badan pesawat (fuselage). Simulasi co-site interference dilakukan pada frekuensi kerja data link di 900 MHz dengan penempatan antena data link di permukaan atas (canopy) PUNA. Hasil pengukuran di ruang anechoic chamber, antena mikrostrip di dalam badan pesawat (fuselage) mampu bekerja pada frekuensi 2,35 GHz dengan bandwidth 60 MHz, rentang frekuensi dari 2,31 GHz sampai dengan 2,37 GHz. Hasil pengukuran return loss pada frekuensi 2,35 GHz adalah -23,85 dB dan gain antena sebesar 3,81 dBi.*

Kata kunci: UAV, PUNA, antena mikrostrip, antenna placement, co-site interference

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia dapat dideskripsikan sebagai sebuah Negara kepulauan yang memiliki batas wilayah pantai sangat panjang dengan kewajiban memberikan jaminan keamanan pada batas wilayah tersebut. Kondisi Indonesia saat ini mengalami masalah dengan maraknya kegiatan *illegal* seperti *illegal logging*, *illegal fishing*, dan *trafficking* [1]. Satelit menjadi salah satu kandidat solusi karena memiliki kemampuan untuk melakukan misi pengawasan pada daerah yang sangat luas. Namun satelit memiliki keterbatasan kemampuan pengawasan secara detail pada daerah tertentu pada waktu tertentu serta memerlukan biaya yang besar. Kemudian pilihan yang lain menggunakan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan *Pesawat udara nir awak* (PUNA). Hasil cakupan areanya lebih kecil namun biaya operasionalnya lebih murah. Sehingga memungkinkan untuk mengoperasikan PUNA dengan jumlah yang banyak dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini akan menyulitkan pelaku kegiatan *illegal* untuk memperkirakan tempat dan waktu PUNA akan dioperasikan.

Instansi pemerintah yang turut andil dalam pengembangan PUNA adalah *Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi* (BPPT) unit *Pusat Teknologi Industri Pertahanan dan Keamanan* (PTIPK) [2] dengan mengembangkan beberapa jenis PUNA yaitu Wulung, Gagak, Pelatuk, Alap-alap dan Sriti. Dalam menjalankan misinya, transmisi PUNA di pesawat (*On Board*), dilengkapi dengan modem transmisi data kontrol (900 MHz) dan video (2,35 GHz) dipancarkan secara *half duplex* dari *On Board* ke *On Ground*.

Tingkat keamanan dan posisi penempatan antena perlu diperhatikan agar data dapat diterima dengan baik. Beberapa penelitian tentang penempatan antena di *small UAV short range* menggunakan tipe pesawat *fixed wing* [3][4] bertujuan untuk mengurangi *drag* dengan menempatkan antena di dalam sayap. Sedangkan tipe *small UAV short range flying wing* sangat dianjurkan untuk tidak menempatkan antena di dalam sayap karena rentan terjadi kerusakan akibat benturan jika *landing* menggunakan jaring. PUNA Sriti merupakan jenis pesawat *flying wing small UAV* dengan *maximum takeoff weight* (MTOW) 9 kilogram, dalam beberapa kasus pernah terjadi pada saat *landing*, sayap pesawat mengalami kerusakan terutama di bagian *joiner* yaitu antara *fuselage* dengan *wing*. Desain dan pabrikan antena video ataupun antena data kontrol PUNA Sriti dilakukan untuk meningkatkan kemampuan transmisi antena serta untuk mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri sesuai tujuan dari Undang-Undang Republik Indonesia No. 16 tahun 2012 tentang Industri Pertahanan [5].

Desain menggunakan mikrostrip antena dengan frekuensi kerja di 2,35 GHz untuk aplikasi video dan menempatkan antena di dalam *fuselage* bertujuan untuk mengurangi *drag* serta menjaga keamanan antena dari kerusakan akibat benturan ketika *landing*. Antena mikrostrip yang dipabrikan berbentuk peradiasi lingkaran dengan teknik pencatu *coplanar waveguide with ground* [6]. Sedangkan *bandwidth* yang dibutuhkan hanya

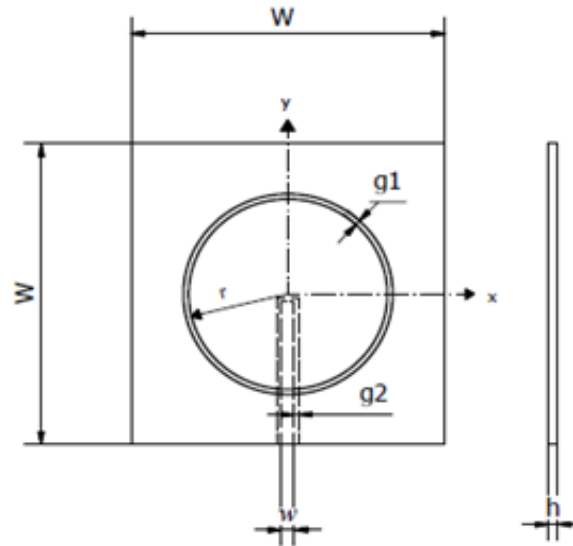
¹ BPPT Serpong, Tangerang Selatan Banten

sebesar 2,5 MHz [7]. Mempunyai bentuk polarisasi linier dengan pola radiasi *directional*. Antena mikrostrip menggunakan reflektor yang berbentuk datar (*flat sheet*) ditempatkan di belakang antenna [8] untuk meningkatkan nilai *gain* antenna.

PERANCANGAN DAN PENEMPATAN ANTENA

A. Desain Antena tanpa Reflektor

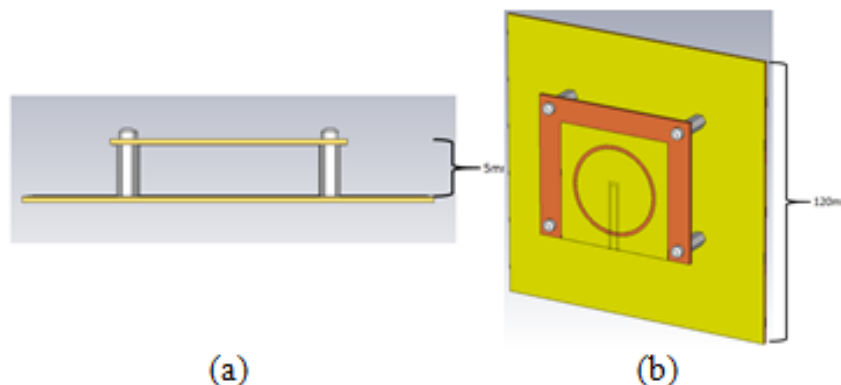
Desain antenna seperti pada Gambar 1 dengan dengan frekuensi kerja di 2,35 GHz. Substrat antenna menggunakan bahan FR4, epsilon : 4,24 dan nilai *loss tangent* 0,02.



■ Gambar 1. Desain Antena Mikrostrip tanpa Reflektor

B. Desain Antena Menggunakan Reflektor

Reflektor yang digunakan merupakan reflektor berbentuk datar (*flat sheet*) [9] seperti pada Gambar 2 dengan memanfaatkan bahan FR4 yang mempunyai nilai epsilon : 4,24 dan *loss tangent* : 0,02. Reflektor ditempatkan di belakang peradiasi antenna dengan tujuan untuk mengurangi fenomena *back-radiation* [10][11] sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai *gain* antenna. Penempatan reflektor menggunakan *spacer* yang terbuat dari plastik berbahan Nylon.



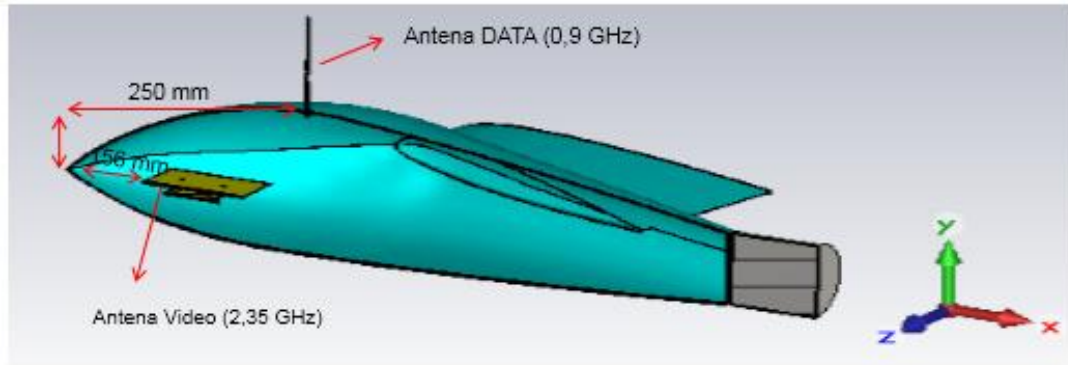
■ Gambar 2. (a) Posisi *Spacer* (b) Posisi Reflektor di belakang Antena

C. Co-site Interference PUNA Sriti

Dalam menjalankan misinya, PUNA Sriti dilengkapi dengan antenna video yang bekerja pada frekuensi 2,35 GHz dan antenna data kontrol (900 MHz) untuk mengirimkan data sensor dari pesawat ke *ground control station*.

Antena video dan antenna data kontrol PUNA Sriti sebelumnya merupakan antenna *monopole* dengan nilai *gain* terbatas ditempatkan sejajar satu sama lainnya dibagian atas (*canopy*) PUNA Sriti. Salah satu kendala yang pernah terjadi adalah adanya interferensi terhadap antenna video sehingga penerimaan sinyal video kurang baik.

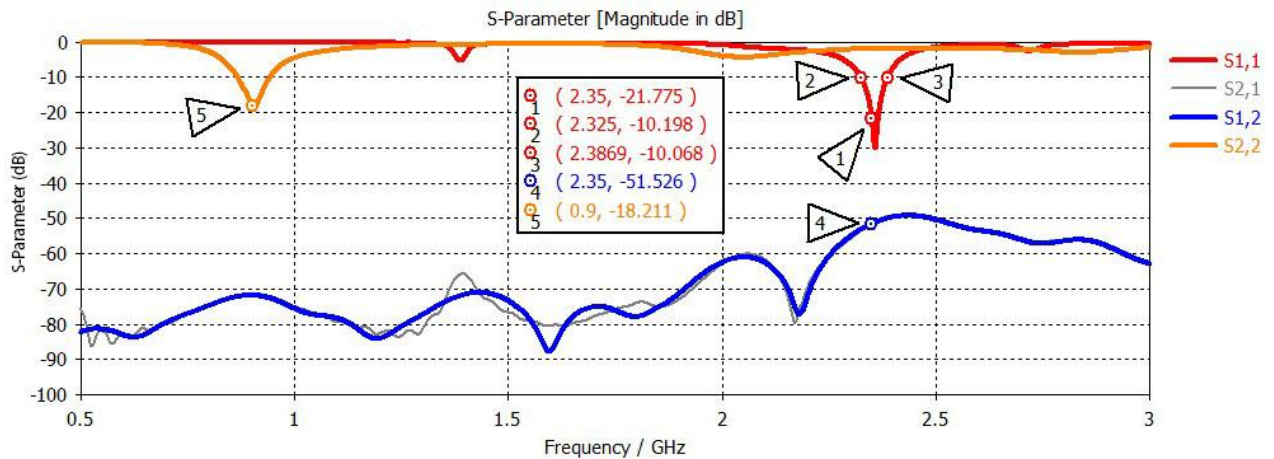
Rancang bangun antenna video menggunakan mikrostrip diharapkan mampu untuk meningkatkan kemampuan antenna dengan penempatan antenna berada di dalam *fuselage* sejauh $1,2\lambda$ dari *nose*. Sedangkan penempatan antenna *monopole* data kontrol ditempatkan di bagian atas PUNA (*canopy*) pada posisi 250 mm dari *nose*. Penempatan antenna tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



■ Gambar 3. Penempatan Antena di dalam Fuselage PUNA Sriti

1. Return Loss dan VSWR Co-Site Interference PUNA Sriti

Simulasi *co-site interference* PUNA Sriti, menggunakan dua port masukan antena. Port ke-1 (S1,1) merupakan port untuk antena mikrostrip dengan frekuensi kerja di 2,35 GHz. Sedangkan port ke-2 (S2,2) merupakan port untuk antena *monopole* dengan frekuensi kerja di 900 MHz. Analisa pada saat simulasi difokuskan pada port ke-1 (S1,1) yang digunakan oleh antena mikrostrip untuk aplikasi video PUNA Sriti. Sedangkan untuk melihat pengaruh antena *monopole* terhadap antena mikrostrip, dapat dilihat dari nilai (S1,2) dari hasil simulasi. Hasil simulasi *s-parameter* dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini :



■ Gambar 4. S-Parameter Co-Site Interference PUNA Sriti

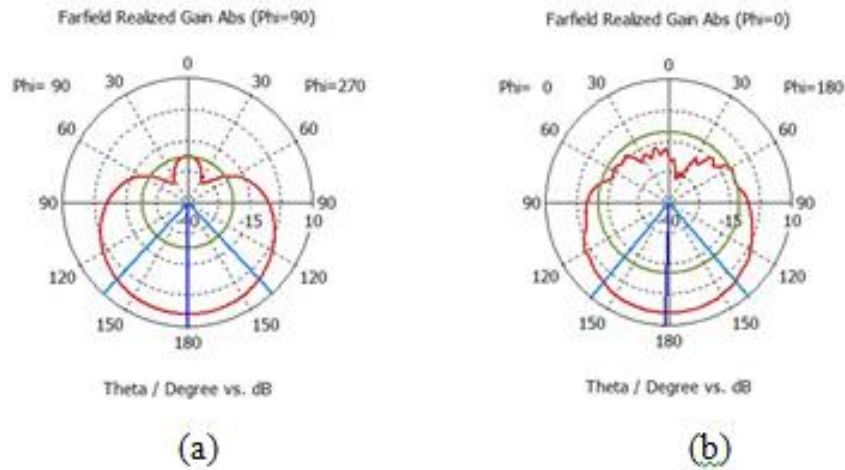
Dari hasil simulasi dapat dijelaskan, titik ke-1 merupakan port 1 (S1,1) yang digunakan oleh antena mikrostrip dan bekerja pada frekuensi 2,35 GHz. Titik ke-2 dan titik ke-3 merupakan *bandwidth* dari antena mikrostrip tersebut. Sedangkan titik ke-5, merupakan port 2 (S2,2) yang digunakan oleh antena *monopole* dengan frekuensi kerja di 0,9 GHz. Kemudian titik ke-4 merupakan nilai S1,2 yang akan dijadikan acuan untuk melihat pengaruh antena *monopole* (0,9 GHz) terhadap antena mikrostrip (2,35 GHz).

Nilai S1,1 (port 1) dari Gambar 4 adalah -21,77 dB dengan frekuensi kerja di 2,35 GHz. Nilai S1,1 yang baik adalah di bawah -10 dB, nilai ini diperoleh untuk $VSWR \leq 2$ sehingga dapat dikatakan gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah *matching*. Kemudian *bandwidth* antena sebesar 60 MHz dianalisa dari titik ke-2 dan titik ke-3 dengan batas nilai *return Loss* ≤ -10 dB.

Selanjutnya titik ke-5 merupakan port 2 (S2,2) yang digunakan untuk antena *monopole* bekerja di frekuensi 0,9 GHz. Analisa *co-site interference* dilihat dari nilai S1,2 (-51,53 dB) atau titik ke-4, dimana nilai tersebut harus berada dibawah nilai S1,1 (-21,77 dB) untuk menghindari terjadinya interferensi antar antena. Sedangkan jika (S1,1) dan (S2,2) mempunyai nilai yang sama dalam satu frekuensi kerja dan saling *coupling*, maka dipastikan akan terjadi interferensi antara antena di port 1 dengan antena di port 2.

2. Pola Radiasi Co-Site Interference PUNA Sriti

Pola radiasi menggambarkan distribusi energi yang dipancarkan oleh sebuah antena. Besaran ini diukur pada medan jauh (*far-field*) dengan jarak yang konstan ke antena, dan divariasikan terhadap sudut ϕ dan θ . Sehingga bisa dibedakan antena dengan pancaran *omnidireksional* (pancaran energi ke segala arah) dan *direksional* (pancaran energi pada arah tertentu). Dari hasil simulasi pola radiasi antena mikrostrip di dalam fuselage dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini :



■ **Gambar 5.** (a) Medan H (b) Medan E

Dari hasil simulasi, pola radiasi yang dihasilkan adalah *directional* dilihat dari arah pancaran efektif antenna hanya pada satu arah. Pada saat $\phi 90^\circ$ bidang antenna mempunyai medan H. Sedangkan medan E berada ketika posisi antenna pada saat $\phi 0^\circ$. Garis biru tua merupakan arah pancaran efektif dari antenna (*main lobe direction*) dan garis biru muda adalah lebar pancaran efektif (*beamwidth*) antenna.

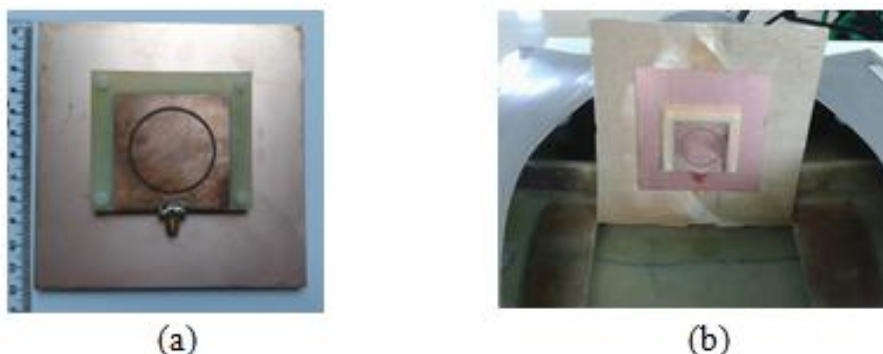
Pada saat antenna dalam posisi medan H dengan frekuensi kerja 2,35 GHz, antenna memiliki *main lobe magnitude* sebesar 4,66 dB dengan nilai *beamwidth* $85,6^\circ$. Kemudian pada saat antenna dalam posisi medan E dengan frekuensi kerja 2,35 GHz antenna memiliki *main lobe magnitude* sebesar 4,66 dB dan nilai *beamwidth* 80° . Dari semua hasil simulasi antenna mikrostrip di dalam *fuselage* dapat disimpulkan ke dalam Tabel 1 di bawah ini:

■ **Tabel 1.** Hasil Simulasi *Co-Site Interference* PUNA Sriti

PARAMETER Co-Site	HASIL SIMULASI
Frekuensi S1,1 (<i>Port-1</i>)	2,35 GHz
Frekuensi S2,2 (<i>Port-2</i>)	900 MHz
S1,1	-21,77 dB
S1,2	-51,53 dB
Frekuensi kerja S1,1 (<-10 dB)	2,33 GHz s.d. 2,39 GHz
Bandwidth	60 MHz
Gain	4,66 dBi
VSWR	1,18
Impedansi saluran	49,93 Ohm
Beamwidth H & E	85,6 deg & 80 deg

PABRIKASI ANTENA

Setelah mendapatkan hasil yang terbaik dari simulasi antenna, selanjutnya dilakukan pabrikan serta pengukuran antenna untuk mengetahui kualitas antenna yang dipabrikan. Hasil dari pabrikan antenna dan penempatan antenna di dalam *fuselage* PUNA Sriti dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini :



■ **Gambar 6.** (a) Pabrikan Antena Mikrostrip PUNA Sriti (b) Penempatan Antena di dalam *Fuselage* PUNA Sriti

PENGUKURAN ANTENA

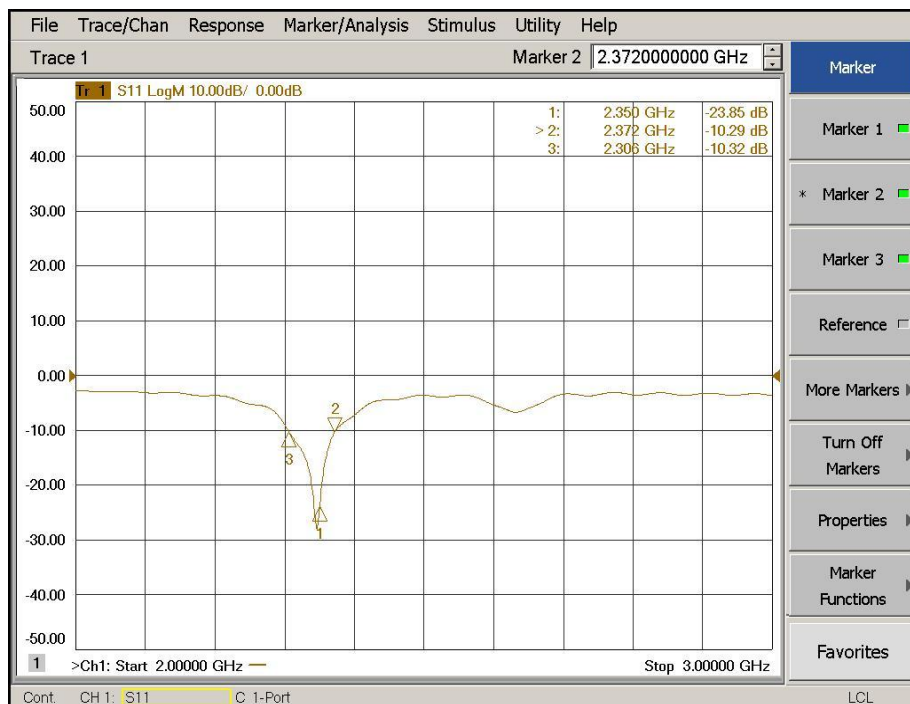
Pengukuran antena dilakukan di dalam ruang anti gema (*anechoic chamber*) dengan 2 tahapan pengukuran yaitu, pengukuran *port* tunggal dan pengukuran *port* ganda. Pada pengukuran *port* tunggal akan diukur nilai *return loss* antena untuk mengetahui frekuensi kerja antena, *bandwidth*, *VSWR* dan impedansi dari antena yang sudah dipabrikasi. Sedangkan pengukuran *port* ganda, akan diukur pola radiasi dan *gain* antena.

Pengukuran Port Tunggal

Pengukuran *port* tunggal hanya menggunakan satu antena yaitu antena yang telah dipabrikasi yang biasa disebut dengan *Antenna Under Test* (AUT) tanpa melibatkan antena yang lain. Parameter-parameter yang dapat diukur dalam pengukuran *port* tunggal ini meliputi pengukuran *return loss*, *bandwidth*, *VSWR* dan impedansi input antena. Alat ukur yang digunakan adalah *Network Analyzer Agilent 5230C*.

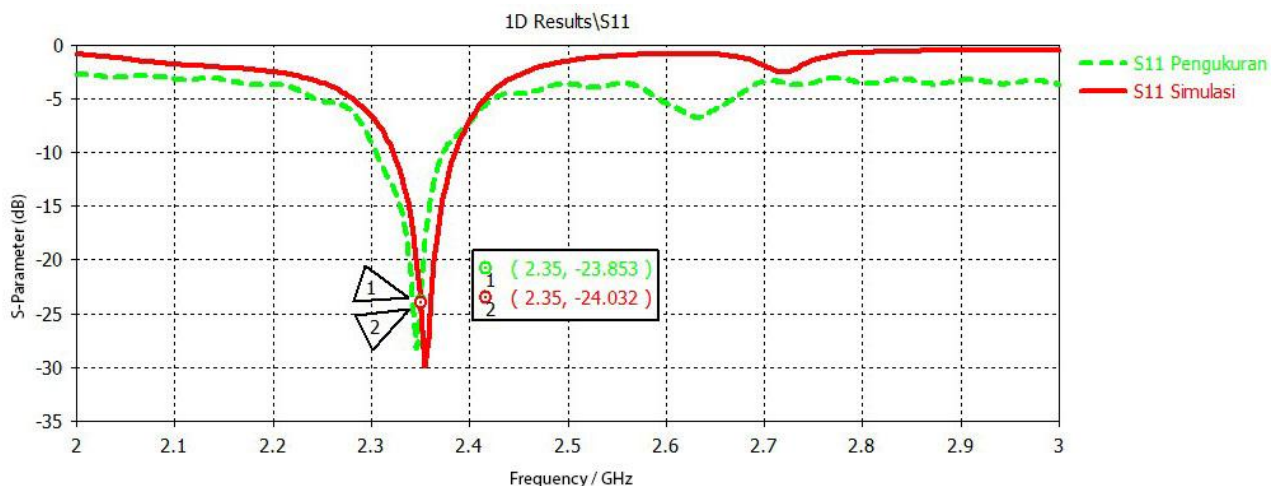
- Return Loss Antena**

Hasil pengukuran *return loss* menggunakan NA, dapat dilihat pada Gambar 7. Dari hasil tersebut dapat dianalisa, titik ke-1 merupakan nilai S_{11} pada saat frekuensi 2,35 GHz yaitu -23,85 dB. Kemudian untuk menentukan *bandwidth* antena ditentukan dari batas nilai frekuensi rendah di 2,31 GHz (titik ke-3) dengan batas nilai frekuensi tinggi di 2,37 GHz (titik ke-2). Batas frekuensi tersebut ditentukan dari nilai *Return Loss* ≤ -10 dB. Sehingga nilai *bandwidth* antena pabrikan adalah 60 MHz.



■ Gambar 7. Pengukuran Return Loss Antena

Kemudian nilai *return loss* hasil dari simulasi dan pengukuran antena dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini :

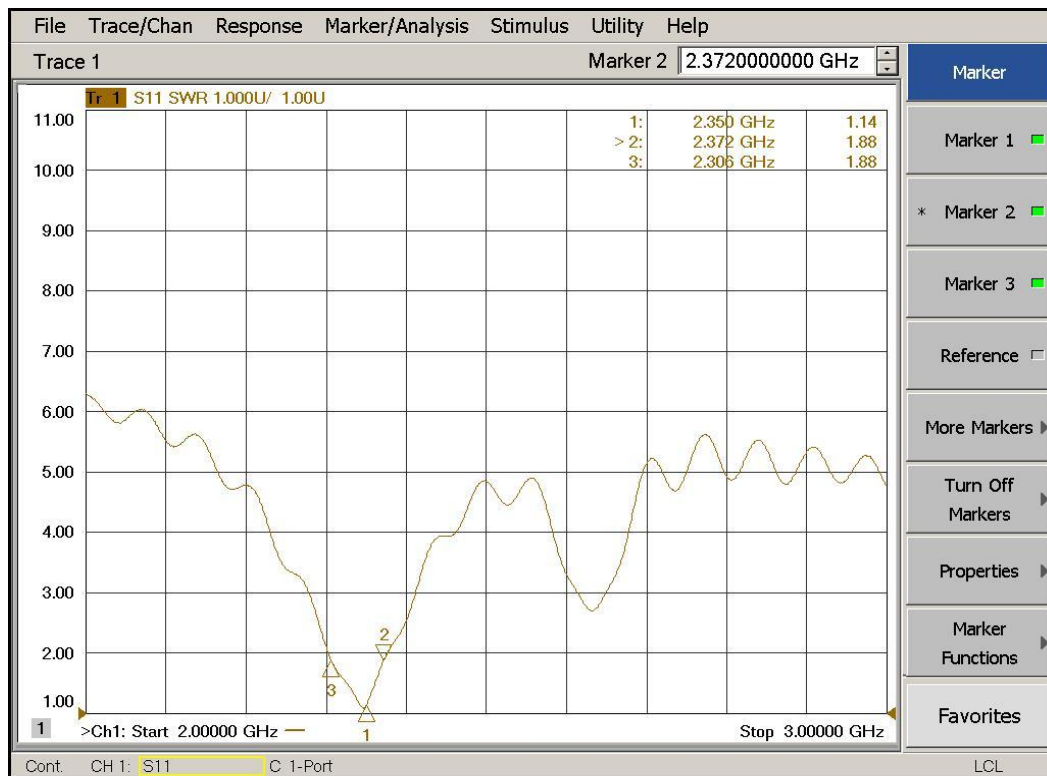


■ Gambar 8. Perbandingan Return Loss Antena

Garis putus-putus warna hijau merupakan hasil dari (S1,1) pengukuran dan garis warna merah adalah hasil dari (S1,1) simulasi. Dari perbandingan antara hasil pengukuran dan simulasi, terdapat perbedaan *bandwidth* sebesar 10 MHz dan perbedaan nilai (S1,1) sebesar 0,18 dB. Perbedaan nilai ini kemungkinan akibat dari faktor solder yang diabaikan pada saat simulasi.

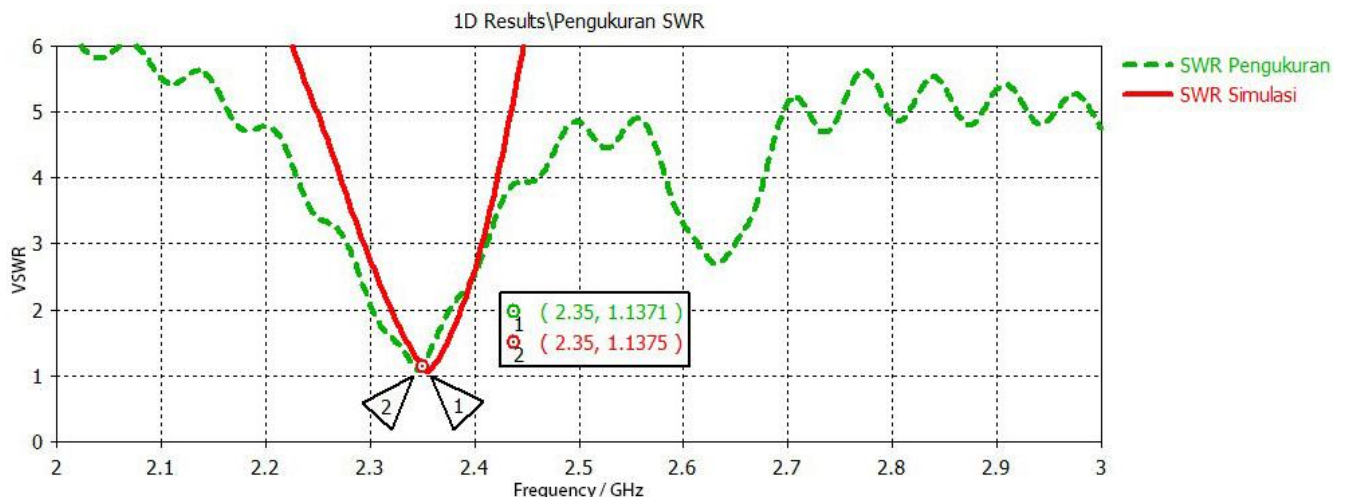
- **VSWR Antena**

Selanjutnya dilakukan pengukuran VSWR antena yang sudah dipabrikan, dengan hasil seperti Gambar 9 di bawah ini:



■ **Gambar 9.** Hasil Pengukuran VSWR Antena

Dari hasil pengukuran, terdapat 3 titik nilai VSWR. Titik ke-1 merupakan nilai VSWR pada saat frekuensi 2,35 GHz dengan nilai 1,14. Kemudian titik ke-2 adalah VSWR pada saat frekuensi 2,38 GHz (*Return Loss* ≤ -10 dB) dengan nilai 1,88. Sedangkan titik ke-3 menunjukkan pengukuran VSWR antena pada frekuensi 2,31 GHz (*Return Loss* ≤ -10 dB) dengan nilai 1,88. Titik ke-2 dan ke-3 merupakan batas dari *bandwidth* antena yang dipabrikan. Nilai VSWR yang dijadikan acuan adalah nilai VSWR pada saat frekuensi 2,35 GHz (titik ke-1). Selanjutnya dilakukan perbandingan nilai VSWR antena pabrikan dengan nilai VSWR antena pada saat simulasi. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini:



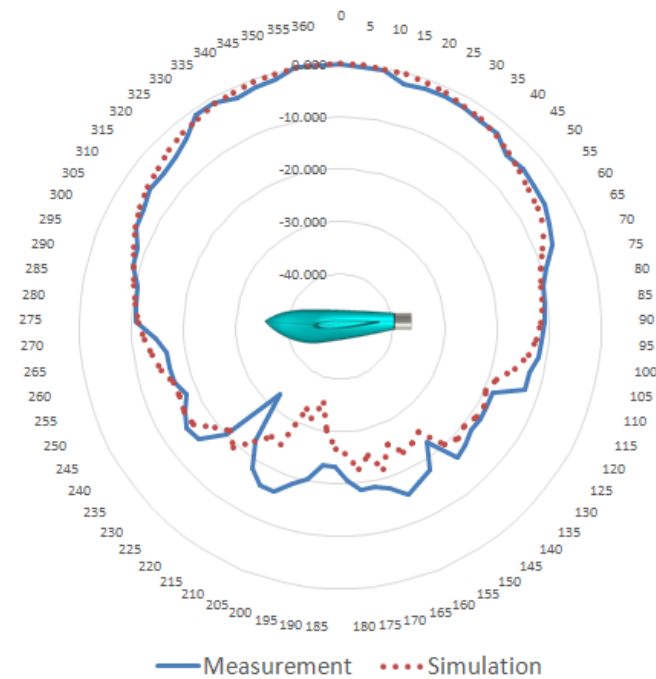
■ **Gambar 10.** Perbandingan VSWR Antena

Pengukuran Port Ganda

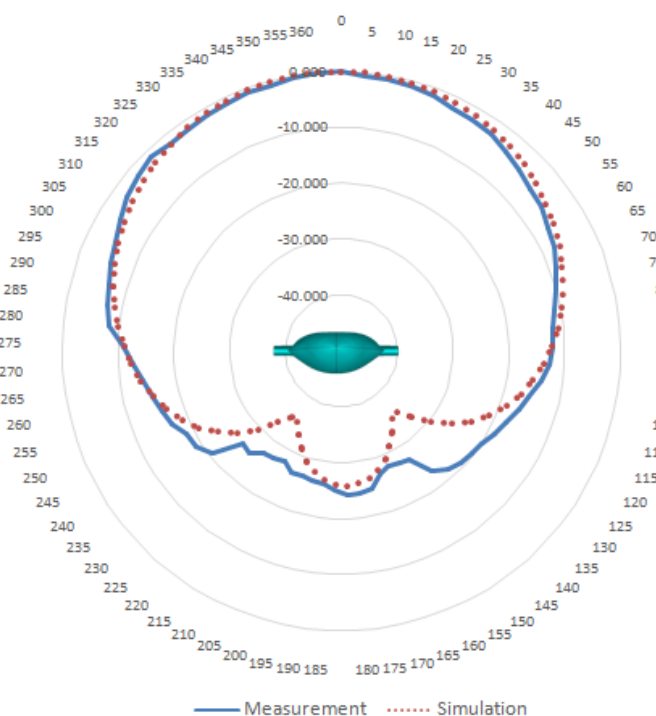
Berbeda dengan pengukuran *port* tunggal, pengukuran *port* ganda menggunakan bantuan antena pengukur. Antena pengukur yang digunakan harus beresonansi pada frekuensi sama dengan AUT. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Network Analyzer* HP 8753E dan dilakukan di dalam ruangan *anechoic chamber*. Jarak antar antena harus dipertimbangkan atau daerah *farfield* harus terpenuhi. Parameter yang akan diukur adalah pola radiasi dan *gain* antena.

Pada saat pengukuran pola radiasi, digunakan antena *horn* sebagai *transmitter*. AUT diputar 360 derajat pada sumbunya dengan perputaran dilakukan setiap 5 derajat. Sedangkan untuk pengukuran *gain*, digunakan satu antena lagi sebagai antena referensi yaitu antena *dipole* yang bekerja pada frekuensi 2,35 GHz. Hasil pengukuran S_{21} antena AUT akan dibandingkan dengan hasil pengukuran S_{21} antena *dipole* untuk selanjutnya dihitung nilai *gain* antena AUT tersebut.

Pola radiasi menggambarkan distribusi energi yang dipancarkan oleh antena di ruang. Besaran ini diukur pada medan jauh (*far-field*) dengan jarak yang konstan ke antena, dan divariasikan terhadap sudut ϕ dan θ . Perbandingan pola radiasi hasil simulasi dengan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12 di bawah ini :



■ Gambar 11. Perbandingan Pola Radiasi Medan E Antena Menggunakan Reflektor

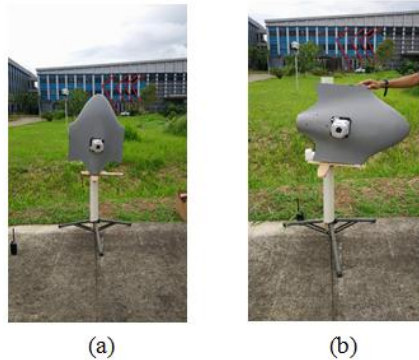


■ Gambar 12. Perbandingan Pola Radiasi Medan H Antena Menggunakan Reflektor

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa, pola radiasi yang dihasilkan adalah *directional* dilihat dari arah pancaran efektif antenna hanya pada satu arah. Medan E antenna berada pada saat $\phi 0^\circ$ (Gambar 11) dengan *beamwidth* 80° . Sedangkan medan H antenna berada pada saat $\phi 90^\circ$ (Gambar 12) dengan *beamwidth* 80° . Antena ini memiliki *gain* sebesar 3,81 dBi.

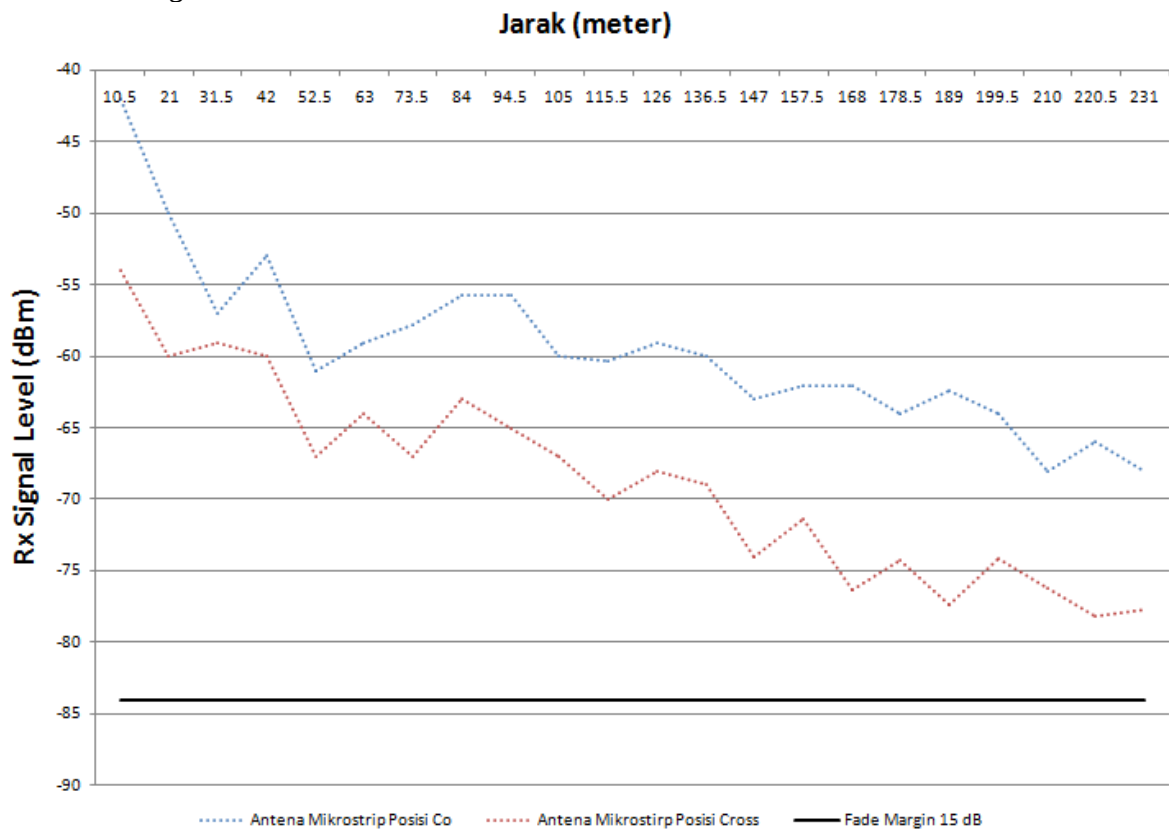
UJI STATIS ANTENA LOS 231 METER

Uji LOS dilakukan pada jarak 231 meter dengan tujuan untuk melihat kualitas penerimaan sinyal video dengan posisi antenna *transmitter* pada saat *co-polarization* dan *cross-polarization*. Data yang diambil adalah *receive power* yang diterima oleh antenna *receiver*. Antena mikrostrip sebagai antenna *transmitter* mempunyai *gain* 3,81 dBi. Sedangkan untuk antenna *receiver* digunakan antenna *dipole* dengan *gain* 4 dBi. Posisi antenna mikrostrip pada saat *co-polarization* dan *cross-polarization* dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini :



■ Gambar 13. (a) Co-polarization (b) Cross-polarization

Pengambilan data dilakukan setiap 10,5 meter dengan panjang lintasan uji sejauh 231 meter. Posisi antenna *transmitter* tidak bergerak, yang bergerak lurus secara LOS adalah antenna *receiver*. Dari uji LOS yang dilakukan didapatkan data sebagai berikut :



■ Gambar 14. Grafik Jarak terhadap Ref Level LOS 231 meter

Dari grafik dapat disimpulkan, sinyal video masih bisa diterima dengan baik, pada saat antenna *transmitter* *co-polarization* dan *cross-polarization*. Batas *receive power* modem video tidak bisa menerima sinyal dari *transmitter* adalah -99 dBm [7]. Dengan menggunakan nilai *fade margin* 15 dB [12] sinyal video masih bisa diterima dengan baik oleh *receiver*. Kemudian untuk validitas pengukuran, digunakan *Theoretical System*

Operating Margin (SOM), dengan menghitung selisih antara sinyal yang diterima dengan sensitifitas suatu penerima. Secara formula dapat ditulis sebagai berikut [13]:

$$SOM = Rx \text{ Signal Level} - Rx \text{ Sensitivity} \dots\dots\dots (1)$$

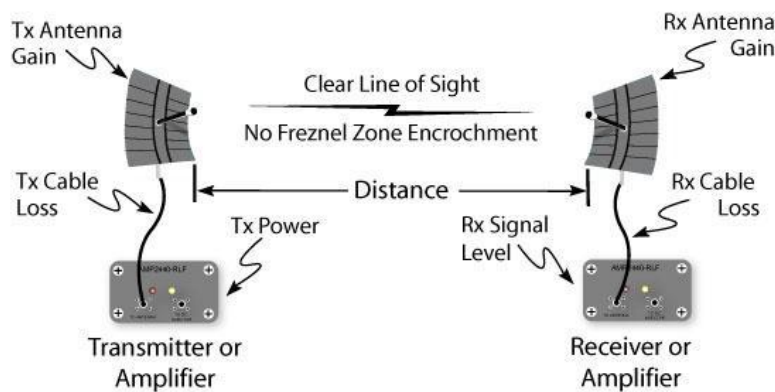
Nilai *sensitivity* modem receiver (*Rx Signal Level*) dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini [13]:

$$Rx \text{ Signal Level (dBm)} = Tx \text{ Power (dBm)} + Tx \text{ Antenna Gain (dBi)} + Rx \text{ Antenna Gain (dBi)} - FSPL \text{ (dB)} - Losses \text{ TX dan RX (dB)} \dots\dots\dots (2)$$

Kemudian nilai *FSPL* (*Free Space Loss*) akibat dari redaman udara dapat dihitung secara empiris dengan rumus berikut ini [13] :

$$FSPL \text{ (dB)} = 20 \log_{10} (\text{km}) + 20 \log_{10} (\text{MHz}) + 32,45 \dots\dots\dots (3)$$

Sedangkan gambaran untuk menghitung SOM tersebut, ditunjukkan seperti Gambar 15 berikut ini [13] :



■ Gambar 15. Skema untuk Menghitung SOM

Berdasarkan pada gambar di atas, maka untuk melakukan perhitungan terhadap *System Operating Margin* (SOM) diperlukan beberapa parameter inputan, antara lain :

- ✓ Frekuensi yang digunakan pada komunikasi (MHz) : 2350 MHz
- ✓ Jarak antara dua stasiun (km) : 0,231 km
- ✓ TX Power : 30 dBm
- ✓ TX Cable Loss : 0,4 dB
- ✓ TX Antena Gain : 3,81dBi
- ✓ RX Antenna Gain : 4 dBi
- ✓ RX Cable Loss : 5,6 dB
- ✓ RX Sensitivity : -84 dBm

Setelah mempunyai semua data/parameter yang dibutuhkan, selanjutnya dapat dihitung *System Operating Margin* (SOM) untuk meyakinkan bahwa sistem yang bekerja secara benar seperti berikut [13]:

$$FSPL \text{ (dB)} = 20 \log_{10} (0,231) + 20 \log_{10} (2350) + 32,45 = 87,1 \text{ dB}$$

$$Rx \text{ Signal Level (dBm)} = 30 \text{ dBm} + 3,81 \text{ dBi} + 4 \text{ dBi} - 87,1 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = -55,3 \text{ dBm}$$

Dengan menggunakan *fade margin* 15 dB [12], maka nilai *Rx Sensitivity* modem video PUNA Sriti menjadi -84 dBm. Sehingga nilai SOM adalah:

$$SOM = -55,3 + 84 = 28,7 \text{ dB}$$

Dari perhitungan, jika nilai SOM positif, maka *link* tersebut dikatakan baik. Sebaliknya, apabila nilai SOM negatif, maka *link* tersebut perlu diperbaiki dan perlu dihitung ulang dalam penggunaan perangkatnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini difokuskan pada penerapan antena mikrostrip peradiasi lingkaran dengan teknik pencatu *coplanar waveguide with ground* bekerja pada frekuensi 2,35 GHz dalam rangka optimasi penerimaan video

PUNA Sriti. Untuk meningkatkan *gain* antenna digunakan reflektor berbentuk datar (*flat sheet*) yang dipasang di belakang antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip ditempatkan di dalam badan pesawat (*fuselage*) untuk keamanan antenna terhadap benturan pada saat *landing* serta mengurangi efek gesekan udara terhadap antenna (*drag*). Simulasi *co-site interference* dilakukan pada frekuensi kerja *data link* di 900 MHz dengan penempatan antenna *data link* di permukaan atas (*canopy*) PUNA. Hasil pengukuran di ruang *anechoic chamber*, antenna mikrostrip di dalam badan pesawat (*fuselage*) mampu bekerja pada frekuensi 2,35 GHz dengan *bandwidth* 60 MHz serta rentang frekuensi dari 2,31 GHz sampai dengan 2,37 GHz. Hasil pengukuran *return loss* pada frekuensi 2,35 GHz adalah -23,85 dB dan *gain* antenna sebesar 3,81 dBi. Pada saat dilakukan uji coba pengiriman sinyal video hasil lebih bagus dan lebih baik tanpa penambahan perangkat tambahan seperti *amplifier*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jupriyanto, “*Peran Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Sebagai Peralatan Militer dibidang Surveillance yang Efektif dan Efisien di Masa Depan*” Seminar Nasional Rancang Bangun PUNA Hakteknas, Jakarta, Indonesia, 2007.
- [2] Tersedia pada <http://www.bppt.go.id/index.php/61-berita-bppt/1434-puna-wulung-bppt-akan-masuk-jajaran-skuadron-udara-ri>.
- [3] Mohammad S. Sharawi, Daniel N. Aloï, and Osamah A. Rawashdeh, “*Performance of an Embedded Monopole Antenna Array in a UAV Wing Structure*”, IEEE 2010.
- [4] Nikita M. Boev, “*Design and Implementation Antenna for Small UAV*”, International Siberian Conference on Control and Communications SIBCON, 2011.
- [5] Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 16, “*Industri Pertahanan, BAB II, Pasal 3 (b)*”, Tahun 2012.
- [6] E. T. Rahardjo, S. Kitao and M. Haneishi, “*Planar Antenna Excited by Electromagnetically Coupled Coplanar Waveguide*”, Electronics Letters Vol.29 No.10, 13th May 1993.
- [7] *Solo2 and Solo4 Users Manual*, Version 1.4, 2007.
- [8] Yan Li, Feifei Jia, Wangwang Han and Sheng Sun “*A Compact Circularly Polarized Patch Antenna with Ring Reflector*”, Wireless Symposium (IWS) IEEE International, 2014.
- [9] Dr. Stuart Long, “*Chapter 15 Reflector Antennas*” Lecture Notes for ECE 5318, 2006.
- [10] Qinjiang Rao, Tayeb A. Denidni and Ronald H. Johnston “*A New Aperture Coupled Microstrip Slot Antenna*” in IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Vol. 53, No.9, pp. 675-681, September 2005.
- [11] Richa Sharma “*Back Radiation Suppression in Microstrip Antennas Using Different Techniques*” Thesis Electronics and Communication Engineering Department Thapar University, 2013.
- [12] Tersedia pada <http://www.afar.net/rf-link-budget-calculator/>.
- [13] Dharma Prakash Agrawal, “*Introduction to Wireless and Mobile Systems*” Cengage Learning. ISBN-13: 9781439062050, 2011.