

Antena Mikrostrip Polarisasi Sirkular 5,8GHz Dengan *Front-End* Parasitik Untuk Video Pemantauan Udara Pada *Ground Control Station* UAV

Circular Polarized Microstrip Antenna 5,8GHz With Front-End Parasitic For Aerial Video Monitoring On UAV Ground Control Station

Yan Bagus A.S.^[1], Dr. Ir. Heroe Wijanto, M.T.^[2], Agus Dwi Prasteyo, S.T., M.T.^[3]

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹yanbagusas@gmail.com, ²heroe.wijanto@gmail.com, ³adprasteyo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak-Masalah terbesar dari sistem pengiriman video pada UAV adalah jarak tempuh yang jauh dan pergerakan UAV yang tidak beraturan. Semakin jauh jarak yang ditempuh maka semakin kecil daya yang diterima oleh *receiver* video. Oleh karena itu dibutuhkan antena dengan gain yang besar, agar daya yang diterima oleh *receiver* tetap maksimal meskipun jarak yang ditempuh sangat jauh dan memiliki polarisasi yang baik untuk mengakomodasi UAV yang bergerak secara tidak beraturan. Antena dirancang menggunakan teknik *front-end* parasitik untuk meningkatkan *gain* dan menggunakan teknik *Diagonally Asymmetric-Slotted Microstrip Patch* (DASMP) untuk menghasilkan polarisasi sirkular [15]. Hasil dari penelitian ini menunjukkan DASMP dapat menghasilkan antena dengan polarisasi sirkular dengan rasio aksial sebesar 1,301dB dengan arah RHCP pada frekuensi 5,8GHz. *Bandwidth* antena bekerja pada (5,74–6,025)GHz atau sebesar 295MHz pada $VSWR \leq 2$. $VSWR$ pada frekuensi 5,8GHz didapatkan 1,2918, dengan *returnloss* -17,900dB. Polaradiasi dari antena ini adalah *unidirectional* dengan *beamwidth* 20° dan rasio aksial ≤ 3 dBi. Dengan menggunakan teknik *front-end* parasitik 6 direktor dapat menghasilkan *gain* sebesar 12,945dB.

Kata kunci : Mikrostrip, DASMP, *front-end* parasitik, UAV, GCS, 5.8GHz

Abstract – The biggest problems of video delivery system on UAV is the distant mileage and irregular UAV movement. The further the distance traveled the smaller the power the video receiver receives. Therefore, an antenna with a large gain is required, so that the received power by the receiver remains maximal even though the distance is very far. and has a good polarization to accommodate irregularly moving UAVs. The antenna is designed using a front-end parasitic technique to increase gain and use the *Diagonally Asymmetric-Slotted Microstrip Patch* (DASMP) technique to produce circular polarization [15]. The results of this study show that DASMP can produce antennas with circular polarization with an axial ratio of 1.301dB with RHCP direction at a frequency of 5.8GHz. *Bandwidth* antenna working at (5.74 – 6.025)GHz or equal to 295MHz at $VSWR \leq 2$. $VSWR$ at 5.8GHz frequency got 1.2918, with *returnloss* -17.900dB. The radiation pattern of the antenna is *unidirectional* with 20° *beamwidth* and axial ratio ≤ 3 dB. Using a front-end parasitic 6 director technique can generate a gain of 12.945dBi.

Keywords : Microstrip, DASMP, *front-end* parasitic, UAV, GCS, 5.8GHz

1. PENDAHULUAN

Penerapan UAV di Indonesia sudah banyak dilakukan antarlain sebagai kegiatan militer, pemantauan, dan pemetaan sebuah wilayah, *aerial photography* dan *cinema-tography*, maupun kegiatan hobi. Indonesia yang memiliki areal perkebunan, hutan dan garis pantai yang luas dapat dengan mudah dipantau dan dipetakan hanya menggunakan UAV. Untuk melakukan pemantauan menggunakan UAV dibutuhkan beberapa perangkat antara lain kamera dan *transmitter* pada UAV dan *receiver* pada *Ground Control Station* (GCS).

Kendala terbesar dari sistem pengiriman video ini adalah jarak tempuh UAV yang jauh dan pergerakan UAV yang tidak beraturan. Semakin jauh jarak yang ditempuh, maka semakin kecil daya yang diterima oleh *receiver* video. Oleh karena itu, dibutuhkan antena yang memiliki penguatan yang besar agar daya yang diterima oleh *receiver* tetap maksimal meskipun jarak yang ditempuh sangat jauh dan memiliki polarisasi yang baik untuk mengakomodasi UAV yang bergerak secara terus menerus.

Salah satu jenis antena yang dapat digunakan adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki keunggulan antara lain ringan, volume yang kecil, profil yang tipis, sehingga mudah untuk dibuat biaya fabrikasi yang murah, mudah untuk diproduksi secara massal [3].

Tugas Akhir ini akan dirancang suatu antena mikrostrip yang dapat bekerja pada frekuensi 5,8GHz untuk aplikasi receiver video pada UAV. Antena mikrostrip yang akan dibuat memiliki polarisasi direksional serta polarisasi sirkular, dengan menggunakan teknik catuan *proximity coupled* dan disusun secara *front-end parasitic*. Antena yang dirancang dan dibuat akan diterapkan di *Ground Control Station (GCS)*. Diterapkannya antena ini di GCS dikarenakan antena mikrostrip yang dibuat memiliki polarisasi direksional yang sangat tidak memungkinkan untuk diterapkan di UAV yang arah pergerakannya berubah-ubah setiap saat. Pada GCS sendiri terdapat antena *tracker* yang dapat mengikuti arah pergerakan UAV sehingga daya yang diterima menjadi maksimal.

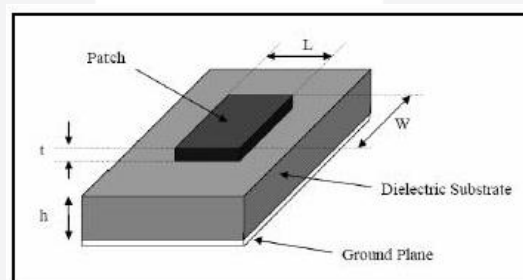
2. DASAR TEORI

2.1 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle atau yang biasa disingkat UAV adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri [1], menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Dari segi bentuk sayap atau *airfoil* secara umum UAV dibagi atas dua bentuk yaitu *Rotary Wing* dan *Fixed Wing*.

2.2 Antena Microstrip

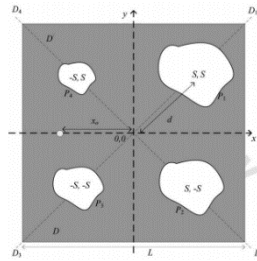
Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi tinggi. Antena mikrostrip bentuk dasarnya terdiri dari 4 bagian (*patch* logam, substrat dielektrik, *ground plane*, dan *feeding structure*). Seperti pada gambar 1 dimana L adalah panjang dari *patch*, W adalah lebar *patch*, h adalah ketebalan dielektrik substrat dan ϵ_r adalah permitivitas relatif substrat [2].



Gambar 1 Struktur antena *Microstrip* [2]

2.3 Diagonally Asymmetric-Slotted Microstrip Patch (DASMP)

DASMP mengenalkan perturbasi yang asimetris sepanjang arah diagonal dari *patch* dengan menggunakan slot sembarang dengan lokasi *feed* antena di sepanjang sumbu ortogonal. Dengan 2 mode ortogonal dapat menghasilkan perbedaan fasa 90° [15]. Empat bentuk slot sembarang yang tidak sama (P_i , $i = 1-4$, dimana P_i adalah perimeter (garis tepi) dari slot dengan bentuk yang sembarang) ditempatkan pada lokasi $[(S,S)$, $(-S,S)$, $(-S, -S)$, dan $(S,-S)$], masing-masing, disepanjang garis direksional (D_i) dari titik tengah *patch* seperti pada gambar 2 [15].



Gambar 2 Desain bentuk slot sembarang DASMP [15]

DASMP dapat diterapkan dengan satu-, dua-, tiga-, dan empat slot disepanjang arah diagonal dari *patch* peradiasi. Hubungan antar perimeter slot dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1 Hubungan antar perimeter slot dari struktur DASMP [15]

No	Slot	Hubungan antar Perimeter Slot
1	Satu	$P1 > 0$ atau $P2 > 0$ atau $P3 > 0$ atau $P4 > 0$
2	Dua	$P1 < P3$ atau $P1 > P3$ atau $P2 > P4$ atau $P4 < P2$
3	Tiga	$P1 > P2 > P3$ atau $P1 < P2 < P3$
4	Empat	$P1 > P2 > P3 > P4$ atau $P1 < P2 < P3 < P4$

2.4 Antena Tumpuk (*Stacked*) pada *Microstrip*

Gain antena tumpuk akan sedikit lebih besar dari sebuah *patch* berlapis tunggal karena terjadi peningkatan pada ketinggian di atas *ground plane* dan dikendalikan oleh panjang gelombang antena tersebut. Semakin tinggi dari konfigurasi yang ditumpuk, semakin besar *gain* nya [7]. Hal ini adalah keuntungan yang didapat selain *bandwidth* impedansi juga meningkat. Sehingga dalam beberapa kasus dapat dikatakan bahwa dengan menggabungkan *patch* antena dapat meningkatkan *gain* dan *bandwidth* secara signifikan.

Pada tugas akhir ini ketinggian jarak untuk memisahkan antena adalah udara atau yang disebut dengan *air gap*. Merupakan celah yang diinginkan sebagai jarak pemisah antena substrat dengan *groundplane*. Sehingga dapat membuat *groundplane* menjadi reflector bagi *back lobe* dari antena. Pengaruh dari *air gap* sendiri dapat memantulkan *back lobe* dan dapat memunculkan frekuensi resonan rendah pada suatu antena [7].

3 Perancangan dan Simulasi Antena

3.1 Penentuan Spesifikasi Antena

Pada perancangan ini, antena yang diinginkan harus memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Frekuensi kerja : (5740 – 5880)MHz
- Pola radiasi : Unidireksional
- Polarisasi : Sirkular (RHCP)
- VSWR : $\leq 1,5$
- Bandwidth* : 140MHz
- Gain* : $\geq 11,69$ dB
- Bahan substrat : Roger Duroid RT/5880 ($\epsilon_r:2,2$)

3.2 Perancangan Antena *Microstrip*

Setelah ditentukan spesifikasi antena kemudian dilakukan perhitungan dimensi dari antena antara lain, *patch*, *feedline*, *groundplane*, *perimeter slot*, *jarak slot*. Setelah dilakukan perhitungan langkah selanjutnya adalah mensimulasikan hasil perhitungan kedalam *software* simulator yaitu CST Studio Suite 2014 untuk kemudian dilakukan optimasi agar mendapatkan parameter yang sesuai dengan yang ditentukan pada 3.1. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan dimensi antena dan hasil optimalisasi antena.

Tabel 2 Parameter antenna hasil perhitungan dan optimasi

Parameter	Perhitungan	Optimasi
Panjang Patch (l)	15,73 mm	14,3
Tebal Patch (hp)	0,035 mm	0,035
Panjang Groundplane (gp)	31,48 mm	25
Tebal Substrat (hs)	1,6 mm	1,6
Lebar Saluran Transmisi (wf)	4,92 mm	2,75
Panjang Saluran Transmisi (lf)	18,9 mm	19
Lebar Slot ($wp1$)	-	4
Panjang slot ($lp1$)	-	6,2
Lebar Slot ($wp2$)	-	5,5
Panjang slot ($lp2$)	-	3

Tabel 3 Parameter *Stacked* antenna

Parameter	Ukuran (mm)	Ukuran $\times \lambda_{eff}$
(l_{front1})	14,6	0,84 λ
(l_{front2})	14	0,80 λ
(l_{front3})	13,6	0,78 λ
(l_{front4})	13,1	0,75 λ
(l_{front5})	12,8	0,73 λ
(l_{front6})	12,5	0,71 λ
Gap1 (<i>ground plane</i>)	10	0,57 λ
Gap2 (l_{front1})	15	0,86 λ
Gap3 (l_{front2})	15	0,86 λ
Gap4 (l_{front3})	15	0,86 λ
Gap5 (l_{front4})	11	0,57 λ
Gap6 (l_{front5})	11	0,57 λ
Gap7 (l_{front6})	11	0,57 λ

3.3 Realisasi Antena

Setelah didapatkan ukuran yang sesuai antenna kemudian direalisasikan dengan dicetak dan disusun menggunakan *spacer*.

**Gambar 3** Realisasi antenna

4. Pengukuran dan Analisa

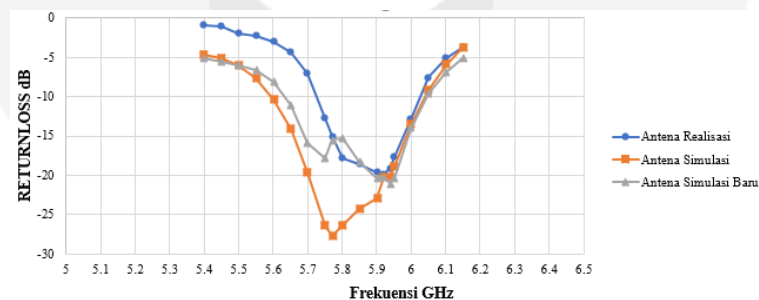
Pengukuran antenna terbagi menjadi 2 bagian yaitu, pengukuran medan dekat dan pengukuran medan jauh. Parameter yang dihasilkan oleh pengukuran medan dekat antaralain *returnloss*, *vswr*, dan *bandwidth* sedangkan pengukuran medan jauh antaralain polarisasi, polaradiasi dan *gain*. Pengukuran medan dekat menggunakan perangkatan *Network Analyzer* sedangkan pengukuran medan jauh menggunakan *Signal Generator*, *Spectrum Analyzer*, AUT (*Antenna Under Test*), antenna *Clover Leaf*, dan Antena Horn. Berikut adalah hasil dari pengukuran yang telah dilakukan.

Tabel 4 Tabel Hasil *Returnloss* Antena Simulasi dan Realisasi

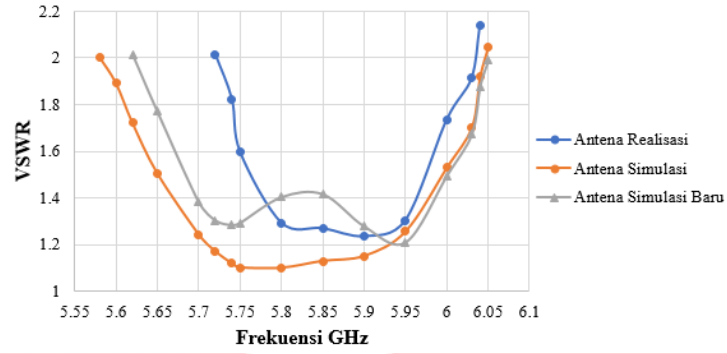
Jenis	Frekuensi	Nilai <i>Returnloss</i>	Frekuensi <i>Returnloss</i> Terendah	Nilai <i>Returnloss</i> Frekuensi Terendah
Antena Simulasi	5,8GHz	-19,79dB	5,772GHz	-27,63dB
Antena Realisasi	5,8GHz	-17,90045dB	5,992GHz	-18,67dB
Antena Simulasi Baru	5,8GHz	-15,287dB	5,983GHz	-21,033dB

Tabel 5 Tabel Hasil *VSWR Bandwidth* Antena Simulasi dan Realisasi

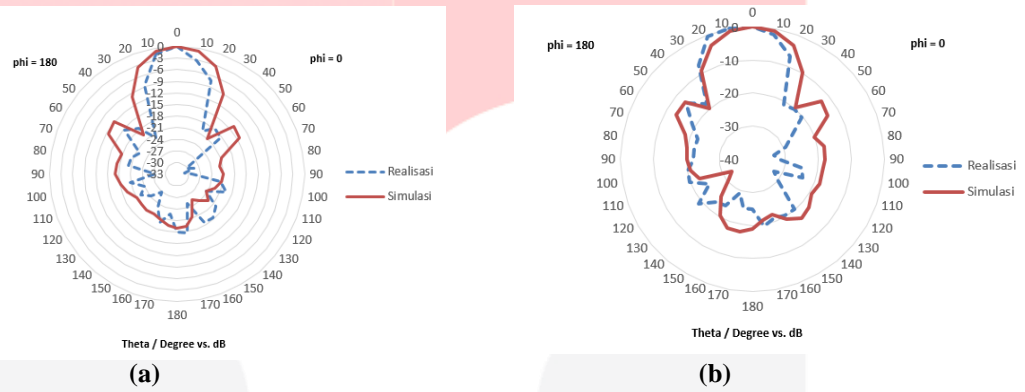
Jenis	VSWR (5,8GHz)	Frekuensi Bawah (GHz)	Frekuensi Atas (GHz)	Bandwidth (MHz)
Antena Simulasi	1,009	5,848GHz	6,0464GHz	458MHz
Antena Realisasi	1,2918	5,74GHz	6,025GHz	295MHz
Antena Simulasi Baru	1,403	5,6275GHz	6,0509GHz	423,4MHz



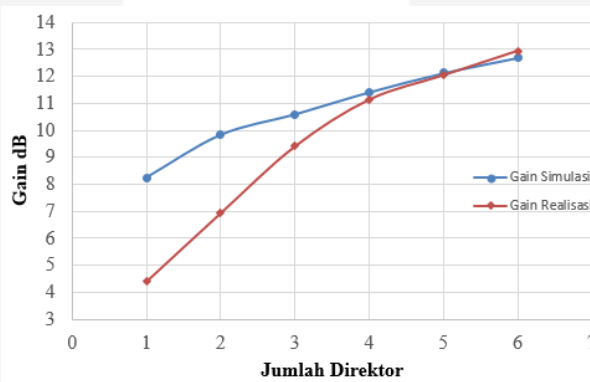
Gambar 4 Grafik perbandingan nilai *Returnloss* antena simulasi dengan realisasi



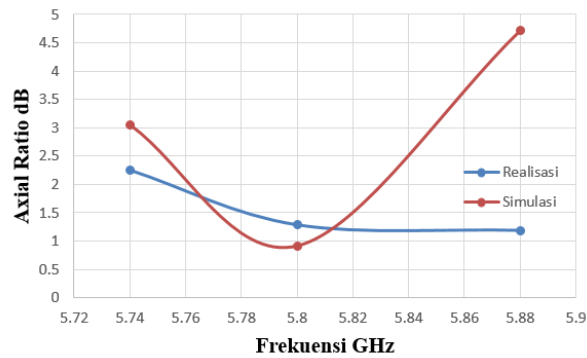
Gambar 5 Grafik perbandingan nilai VSWR antenna simulasi dengan realisasi



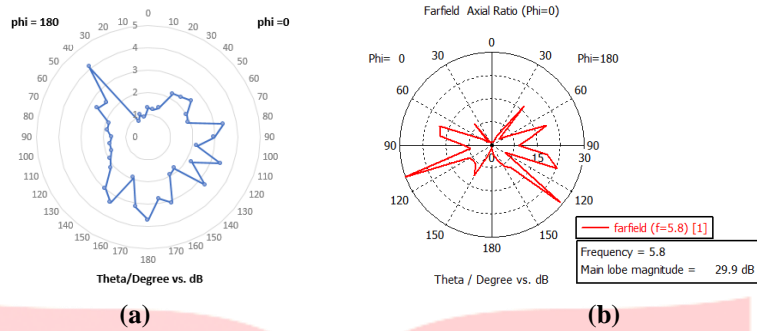
Gambar 6 Pola radiasi arah azimuth antenna
(a) Realisasi (b) Simulasi



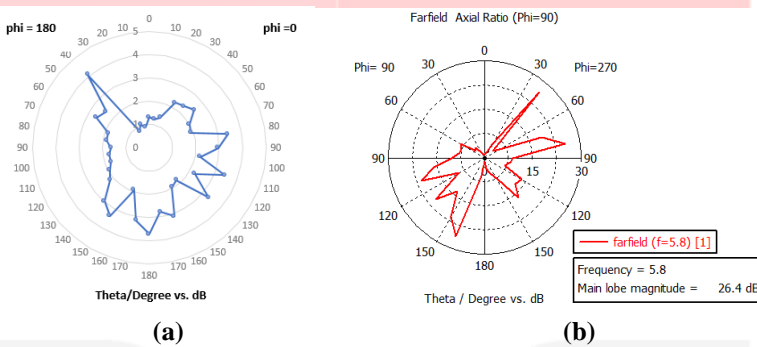
Gambar 7 Grafik perbandingan gain berdasarkan jumlah direktor



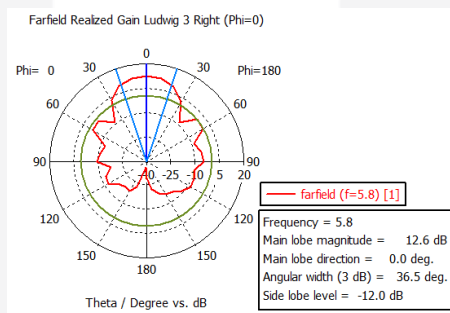
Gambar 8 Bandwidth Rasio Aksial antenna simulasi dengan antenna realisasi



Gambar 9 Beamwidth Rasio Aksial zimuth
(a) Realisasi (b) Simulasi



Gambar 10 Beamwidth Rasio Aksial elevasi antenna
(a) Realisasi (b) Simulasi



Gambar 11 Gain polarisasi sirkular RHCP antenna realisasi

Dari hasil yang didapat secara keseluruhan antenna realisasi sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Dimana antenna ini bekerja dengan baik pada range frekuensi (5,74 – 5,88)GHz terutama untuk sirkularitasnya. Dari hasil pengukuran memiliki perbedaan dengan antenna simulasi. Perbedaan pada *returnloss* dan *VSWR* dikarenakan tidak memberikan lubang dan *spacer* pada saat simulasi. Sedangkan perbedaan pada *polaradiasi*, *bemwidth*, rasio aksial, dan *bandwidth* rasio aksial dikarenakan perbedaan keadaan pengukuran pada saat pengukuran dan simulasi. Walaupun terdapat perbedaan tersebut antenna masih sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna microstrip 5,8GHz dengan polarisasi sirkular menggunakan teknik *front-end* parasitik ini, adalah teknik *Diagonally Asymmetric-Slotted Microstrip Patch*) dapat menghasilkan polarisasi sirkular, sirkular yang dihasilkan adalah sirkular dengan arah RHCP. Returnloss antenna didapatkan sebesar 17,90045dB dengan *VSWR* Antenna yang dirancang menghasilkan *bandwidth* *VSWR* sebesar 295MHz (5,74-6,025)GHz sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan (5,74 - 5,88)GHz. Pada *bandwidth* yang diharapkan rasio aksial dari antenna bernilai ≤ 3 dB sehingga,

pada *bandwidth* tersebut antenna ini memiliki polarisasi sirkular. Kemudian teknik *front-end* parasitik dapat meningkatkan *gain* dari antenna. Pada antenna ini digunakan 6 elemen direktor. Pada saat menggunakan 1 direktor *gain* antenna sebesar 4.405dB, setelah ditambah menjadi 6 elemen direktor *gain* meningkat menjadi 12,945dBi.

Daftar Pustaka :

- [1] Hoffman, & Waslander. (2008). Quadrotor Helicopter Trajectory Tracking Control.
- [2] Sebak, A., & Sakheb, M. (2010). Circularly Polarized Microstrip Antenna. *Thesis*.
- [3] Garg, R., Bratiash, P., Bahl, I., & Ittipiboon, A. (2000). *Microstrip Antenna Design Handbook*. London: Artech House
- [4] Yohandri, Kuze, H., & Sumantyo, J. S. (2011). Evelopment Of Circularly Polarized Microstrip Antennas For Cp-Sar System Installed On Unmanned Aerial Vehicle. *Dissertation Chiba University*.
- [5] Octaviany, F., Wijanto, H., & Prasetyo, A. D. (N.D.). Perbandingan Antena Mikrostrip Patch Lingkaran Dan Persegi Polarisasi Sirkular Untuk Synthetic Aperture Radar Frekuensi 1.27GHz. *Tugas Akhir Telkom University*.
- [6] Sinaga, R., & Rambe, A. H. (N.D.). Analisis Perbandingan Antara Saluran Pencatu Feed Line Dan Proximity Coupled Untuk Antena Mikrostrip Pacht Segiempat. *Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)*.
- [7] Lakshmi, V. R., Sravani, M., & G.S.N.Raju. (N.D.). Parametric Study Of A Novel Stacked Patch Antenna. *Andhra University College Of Engineering*.
- [8] Immersionrc. (N.D.). *5.8ghz 600mw A/V Tx*. Retrieved 8 16, 2017, From <https://www.immersionrc.com>: <https://www.immersionrc.com/fpv-products/5-8ghz-600mw-av-tx/>
- [9] Buildfpv.Com. (N.D.). *Aomway 5.8g Clover Leaf Set Antenna*. Retrieved 8 16, 2017, From Buildfpv.Com: <http://buildfpv.com/antenna/238-aomway-58g-clover-leaf-set-antenna.html>
- [10] Akhsan, M. F., Nugroho, B. S., & Prasetyo, A. D. (2015, April). Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Dengan Pencatuan Dual Feed Orthogonal Berpolarisasi Sirkular Menggunakan Front-End Parasitic Untuk Inter Satelit Link pada Satelit Mikro 2U TU-SAT. *e-Procciding of Engineering*, 2.
- [11] Putra, R. E., Wijanto, H., & Prasetyo, A. D. (2015). Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Array Polarisasi Sirkular Pada Frekuensi 5,8GHz Dengan Catuan Proximity Coupled Untuk Aplikasi First Person View Pesawat Tanpa Awak Pada Sisi Ground Segment. *Tugas Akhir Universitas Telkom*.
- [12] Supriyanto, T., & Firmansyah, T. (2012, Mei 2). High Gain Antena Mikrostrip Menggunakan Parasitik Substrat. *POLITEKNOLOGI*, 11.
- [13] Kraus, & Marhefka. (2002). *Antennas for All Applications*. McGraw Hills.
- [14] Akhsan, M. F., Nugroho, B. S., & Prasetyo, A. D. (2015, April). Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Dengan Pencatuan Dual Feed Orthogonal Berpolarisasi Sirkular Menggunakan Front-End Parasitic Untuk Inter Satelit Link pada Satelit Mikro 2U TU-SAT. *e-Procciding of Engineering*, 2.
- [15] Nazimuddin, Ning, C. Z., & Xianming, Q. (2012, August). Compact Circuary Polarized Asymmetric-Slotted Microstrip Patch Antena. *Microwave And Optical Technology Letters*, 54.