

Perancangan Dan Realisasi Antena Dengan *Beamwidth* Lebar Untuk Satellite Lapan A5

1st Melly Amalia Fazriyati

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mellyamaliaf@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Aloysius Adya Pramudita

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

pramuditaadya@telkomuniversity.ac.id

3rd Harfan Hian Hianu

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

harfanhr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Saat ini Indonesia bekerjasama dengan Jepang sedang membangun satelit baru yaitu LAPAN A5 yang berfokus untuk mendeteksi bencana alam di Indonesia. Untuk itu memerlukan antena satelit yang mempunyai spesifikasi khusus supaya tercapainya tujuan LAPAN A5 yaitu dapat mencakup wilayah seluruh Indonesia. Pada penelitian ini akan merancang antena mikrostrip patch persegi. Tetapi polarisasi pada antena mikrostrip umumnya mempunyai polarisasi linier. Selain itu antena mikrostrip tidak menghasilkan *beamwidth* yang lebar. Dengan adanya permasalahan diatas, perlu adanya memodifikasi antena mikrostrip patch persegi. Untuk mengubah polarisasi linier ke polarisasi circular dapat dengan memotong ujung antena mikrostrip persegi dan menggunakan frekuensi S-band. Pada perancangan antena mikrostrip ini membutuhkan tambahan komponen wall supaya dapat meningkatkan *beamwidth*. Hasil dari tugas akhir ini menghasilkan antena mikrostrip yang dirancang untuk kebutuhan LAPAN A5 telah sesuai dengan spesifikasi dan bekerja pada frekuensi 2.2 GHz. Pada parameter radiasi didapatkan pola radiasi unidirectional dan polarisasi circular dengan nilai axial ratio pada simulasi sebesar 1.07 dan pada pengukuran sebesar 2.23. Teknik truncated pada antena terbukti dapat mengubah polarisasi menjadi circular. Setelah penambahan wall pada simulasi antena menghasilkan *beamwidth* yang lebar sebesar 181.1 ketika sudut wall 20°. Perubahan sudut wall mempengaruhi nilai gain dan *beamwidth*.

Kata kunci— LAPAN A5, antena mikrostrip, polarisasi circular, S-band, *beamwidth* lebar.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan satelit berkembang maju setiap tahunnya. Mengingat Indonesia sering terjadi berbagai bencana alam, membuat Indonesia berinovasi untuk membuat satelit untuk mendeteksi bencana alam. Upaya pengembangan teknologi satelit ini merupakan salah satu pengembangan teknologi telekomunikasi untuk mengurangi dampak dari bencana alam. Indonesia mempunyai lembaga khusus untuk perkembangan satelit yaitu Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). LAPAN merupakan instansi pemerintah non kementerian, yang bertugas dan berfungsi sebagai instansi pembina utama dalam membangun kedirgantaraan nasional Indonesia [1]. Pada tahun 2013 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Pusat Penginderaan Jauh Lingkungan, Universitas Chiba telah membuat kesepakatan yang telah ditandatangani oleh kedua pihak untuk pengembangan mikrosatelit LAPAN A5 [2]. Maka jenis antena yang akan digunakan pada penelitian kali ini yaitu antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah

antena yang populer karena mudah untuk di analisis maupun fabrikasi, dan mempunyai karakteristik radiasi yang menarik [3]. Dengan itu perlu memodifikasi antena mikrostrip menjadi polarisasi *circular* karena dapat menangkap sinyal dalam keadaan vertikal, horizontal, dan oblique [4]. Pada Tugas Akhir ini akan merancang antena mikrostrip *patch* segiempat dengan potongan diujungnya dan menambah komponen *metalik ring* untuk menghasilkan antena dengan *beamwidth* 130 *degree*. Untuk meningkatkan *beamwidth* yang lebar yaitu dengan cara memperpanjang panjang substrat, menambahkan *wall* pada pola radiasi, dan memiliki polarisasi *circular* [5].

II. KAJIAN TEORI

A. Sejarah LAPAN

Pengembangan satelit terus meningkat dimulai dengan LAPAN A1 atau LAPAN-TUBSAT sampai LAPAN A5 atau LAPAN Chiba SAR yang masih dalam perkembangan pada saat ini. Pada tahun 2013 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Pusat Penginderaan Jauh Lingkungan, Universitas Chiba telah membuat kesepakatan yang telah ditandatangani oleh kedua pihak untuk pengembangan mikrosatelit LAPAN A5 [2]. Sebelumnya dilakukan identifikasi kebutuhan dan tujuan desain dari data yang diperlukan untuk keperluan SAR di Indonesia dan Jepang. Pada proses desain berfokus untuk memenuhi kendala peluncuran seperti amplop dimensi dan berat, anggaran daya, anggaran tautan, dengan tetap memerhatikan dari tujuan misi awal [2]. Misi dari LAPAN A5 ini untuk memantau lalu lintas kapal dan pencemaran laut.

B. Antena

Antena merupakan transisi struktur antara ruang bebas dan perangkat pemandu, yang membimbing perangkat atau saluran transmisi dapat berbentuk saluran koaksial atau pipa berlubang (panduan gelombang), dan digunakan untuk membawa energi elektromagnetik dari transmisi sumber ke antena ataupun sebaliknya [3]. Ada beberapa parameter dasar yang terdapat pada antena yaitu pola radiasi, *beamwidth*, bandwidth, polarisasi, directivity, efisiensi, gain, voltage standing wave ratio (VSWR), dan lain-lain. Dari hasil merancang antena nanti akan menghasilkan parameter parameter tersebut. Terdapat 3 macam bentuk kawat antena seperti kawat lurus (dipol), loop, dan helix.

C. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip sangat populer pada tahun 1970 terutama untuk aplikasi luar angkasa. Antena mikrostrip berprofil rendah, cocok untuk planar dan nonplanar

permukaan, sederhana dan murah untuk dibuat menggunakan teknologi sirkuit cetak modern, kuat secara mekanis ketika dipasang pada permukaan yang kaku, kompatibel dengan desain MMIC, dan sangat berguna dalam hal frekuensi resonansi, polarisasi, pola, dan impedansi [3]. Dalam aplikasi satelit diperlukan antenna profil rendah seperti antenna mikrostrip. Antena mikrostrip polarisasi sirkular memiliki kelebihan yaitu rendah dalam aplikasi navigasi satelit untuk komunikasi di udara [6].

D. Sistem Komunikasi Satelit

Pada dasarnya satelit adalah salah satu objek yang mengitari bumi. Menurut Arthur C. Clarke pada bukunya yang ditulis pada tahun 1945 bahwa satelit pada orbit ekuator dengan ketinggian yang menyesuaikan, hingga satelit mempunyai waktu periodik 24 jam, lalu posisi satelit akan menetap pada titik di permukaan bumi, sehingga satelit tersebut disebut Satelit Sinkron [11]. Satelit untuk kebutuhan komunikasi perlu menggunakan tiga buah satelit dengan orbit yang terpisah 120 derajat. Jadi sistem komunikasi satelit merupakan sistem komunikasi yang menggunakan satelit sebagai repeater. Pada frekuensi 2.2 GHz dapat diterapkan dalam aplikasi *Tracking, Telemetry, and Control* (TTC) untuk komunikasi satelit kecil [12]. TTC berfungsi untuk manajemen satelit yaitu mengontrol fungsi total satelit oleh stasiun bumi [13].

III. METODE

A. Desain dan Spesifikasi Antena

TABEL III
SPESIFIKASI ANTENA LAPAN A5

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi	2.2 GHz
Polarisasi	<i>Circular</i>
VSWR	$1 \leq 2$
Beamwidth	$\geq 130 \text{ degree}$
Gain	$\geq 1 \text{ dBi}$
Bandwidth	$\geq 10 \text{ MHz}$

Antena mikrostrip ini dirancang menggunakan bahan Duroid RT5880 untuk substrate, bahan cooper untuk patch dan groundplane. Port yang digunakan pada pembuatan antena ini yaitu discrete port. Port terbagi dalam beberapa model, dapat berupa port sinyal saja atau port umum termasuk semua sinyal dan port daya [7].

TABEL IV
PARAMETER SUBSTRAT ANTENA

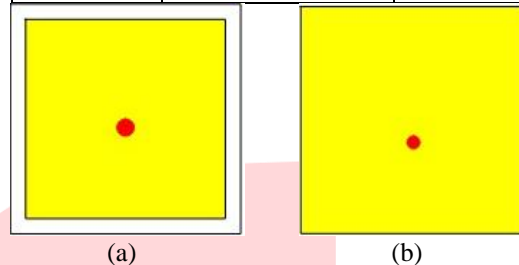
Parameter	Simbol	Nilai
Frekuensi antena	f_r	2.2 GHz
Konstanta dielektrik substrat	ϵ_r	2,2
Ketebalan subtract	h	1,6
Cepat rambat gelombang di udara	C	3×10^8

B. Perancangan Antena

Berikut desain antena awal sesuai dengan hasil perhitungan:

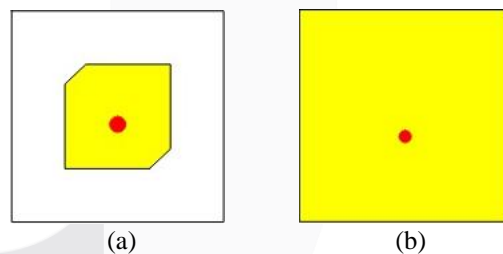
TABEL V
DIMENSI HASIL PERHITUNGAN ANTENA

Parameter	Hasil Perhitungan (mm)	Spesifikasi
x	53,941	Lebar dan panjang <i>patch</i>
p	63,541	Lebar dan panjang substrat dan groundplane
t	0,035	Tebal konduktor
h	1,6	Tebal <i>substrate</i>
f	-10	Posisi <i>port</i>



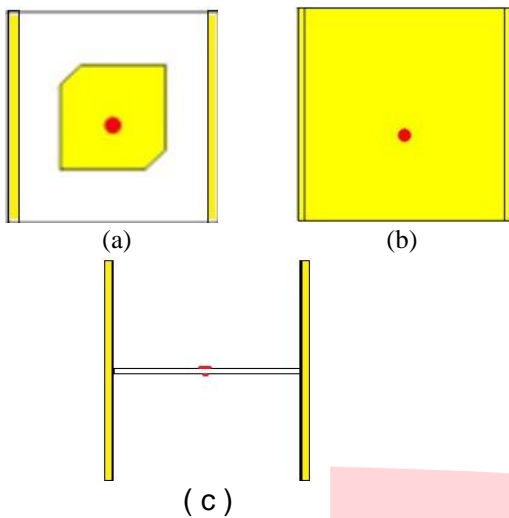
GAMBAR I
ANTENA MIKROSTRIP PESREGI
(a)Tampak Depan (b) Tampak Belakang

Pada hasil desain awal belum memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Dengan itu ditambahkan metode truncated supaya mengubah polarisasi menjadi polarisasi sirkular. Polarisasi sirkular merupakan polarisasi yang tepat untuk digunakan pada sistem komunikasi satelit, karena memiliki level sinyal yang kontinyu dan stabil [8]. Polarisasi *circular* mampu memberikan mobilitas dan penetrasi cuaca yang lebih baik dibandingkan dengan antena lainnya [14]. Berikut desain antena ketika ditambahkan metode truncated untuk mengubah polarisasi sirkular :



GAMBAR II
ANTENA MIKROSTRIP PERSEGI TRUNCATED
(a)Antena Tampak Depan (b)Antena Tampak Belakang

Setelah menggunakan metode truncated berhasil mengubah polarisasi menjadi sirkular. Namun nilai beamwidth belum memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Cara mendesain antena mikrostrip ini dengan *metalik ring* dilapisan atas dan *patch* persegi mikrostrip dibagian bawah membentuk struktur antena [9]. Pada perancangan antena mikrostrip kali ini ditambahkan wall pada samping antena untuk meningkatkan nilai beamwidth. Nilai beamwidth harus lebih dari 120 derajat untuk dapat menerima sinyal satelit di tempat mana saja di bumi [10]. Berikut desain antena setelah ditambahkan wall :

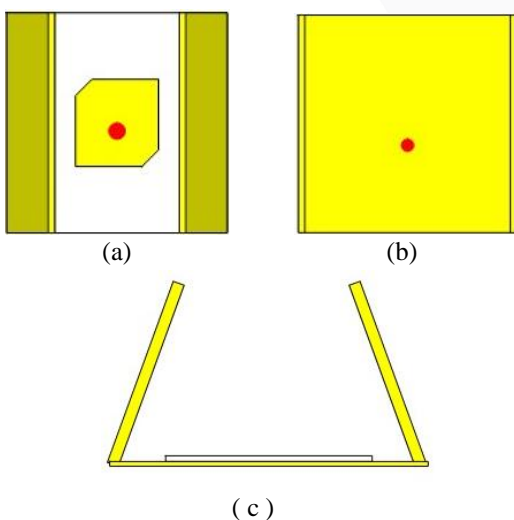


GAMBAR III
ANTENA MIKROSTRIP DENGAN MENAMBAHKAN WALL
(a)Antena Tampak Depan (b)Antena Tampak Belakang
(c)Antena Tampak Samping

Hasil dari ditambahkan wall, nilai beamwidth belum memenuhi nilai spesifikasi. Dengan itu dilakukan optimasi di beberapa parameter supaya bisa memenuhi spesifikasi yang di harapkan. Berikut desain antenna yang sudah di optimasi sehingga mendapatkan nilai spesifikasi yang sesuai :

TABEL VI
DIMENSI AKHIR ANTENA

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
p	80	Lebar panjang substrat dan groundplane
x	43.8	Lebar dan panjang patch
z	6	Ukuran <i>truncated</i>
a	2	Tebal dari wall
h	1.6	Tebal substrat
t	0.035	Tebal konduktor
f	-6	Posisi <i>port</i>
r	20 derajat	Sudut wall



GAMBAR IV
ANTENA MIKROSTRIP HASIL OPTIMASI AKHIR
(a)Antena Tampak Depan (b)Antena Tampak Belakang

(c)Antena Tampak Samping

TABEL VII
PERBANDINGAN NILAI SPESIFIKASI

Spesifikasi	Nilai			
	Antena Mikrostrip Persegi	Truncated	Menambahkan wall	Hasil akhir
<i>Return Loss</i>	-0.071599899,	-15.667235,	-17.358476	-19.249963
VSWR	242.62433	1.3942892	1.3135903	1.2447166
<i>Beamwidth</i>	79.1	75.4	80.0	181.8
Axial Ratio	40	2.3573819	1.8077565	1.0789518

Pada tabel VII merupakan hasil perbandingan nilai spesifikasi dari awal desain antenna sampai dengan desain akhir yang nilai spesifikasinya sudah tercapai.

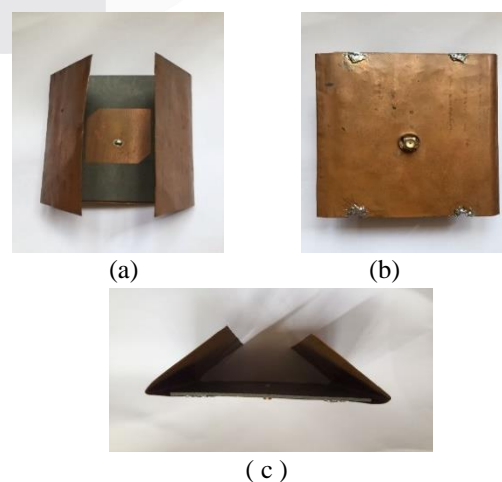
C. Perbandingan Hasil Beamwidth Dan Gain Pada Sudut Wall

Sudut	Beamwidth	Gain
0	80	7.130
10	110.3	5.358
20	181.8	2.910
40	73.2	2.768
120	73.7	8.267
160	75.5	8.267

Tabel VII Perbanding Nilai Beamwidth dan Gain pada Sudut Wall

D. Realisasi Antena

Hasil desain akhir yang telah dilakukan optimasi kemudian antenna tersebut di fabrikasi. Pada gambar berikut merupakan hasil dari antenna yang telah difabrikasi.

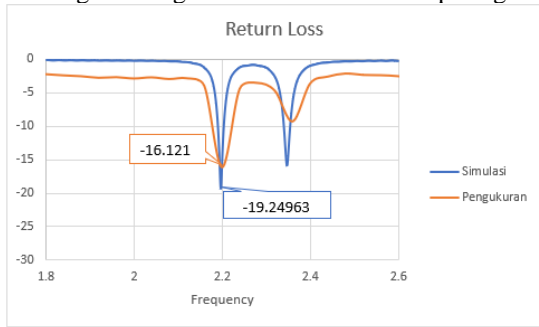


GAMBAR V
FABRIKASI ANTENA
(a)Antena Tampak Depan (b)Antena Tampak Belakang
(c)Antena Tampak Samping

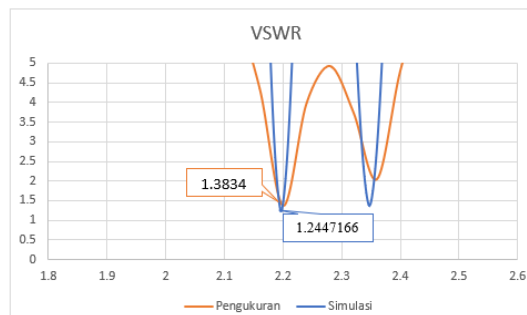
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Return Loss dan VSWR

Hasil dari pengukuran antena mendapatkan nilai *return loss* sebesar -16.121 dB, nilai VSWR sebesar 1.3834, dan nilai bandwidth sebesar 54.8 dari hasil tersebut kita akan bandingkan dengan hasil dari simulasi seperti grafik berikut :



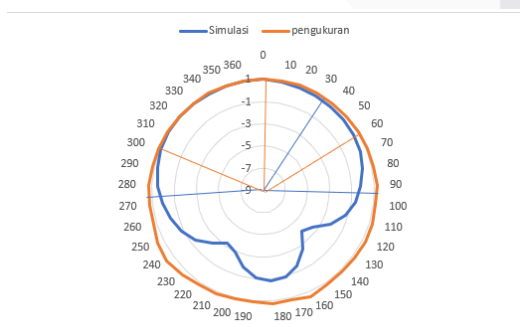
GAMBAR VI
PERBANDINGAN RETURN LOSS SIMULASI DAN PENGUKURAN



GAMBAR VII
PERBANDINGAN VSWR SIMULASI DAN PENGUKURAN

B. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Hasil yang didapatkan dari pengukuran mendapatkan pola radiasi yang berbentuk *unidirectional*. Dengan nilai *beamwidth* pada simulasi yaitu 181.8 *degree* dan pada pengukuran sebesar 120 *degree*. Hal tersebut terdapat adanya perbedaan karena faktor pengukuran yang belum sempurna. Berikut perbandingan antara hasil simulasi dan pengukuran :

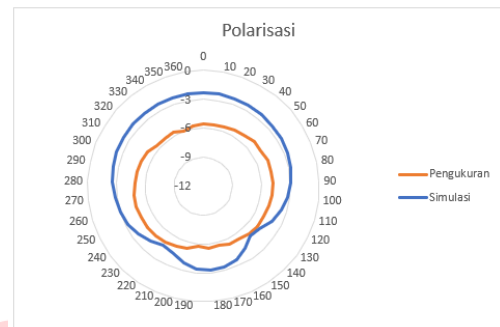


GAMBAR VIII
PERBANDINGAN POLA RADIASI

C. Hasil Pengukuran Polarisasi

Hasil dari pengukuran mendapatkan polarisasi *circular*. Pada simulasi mendapatkan daya yang paling besar pada sudut 100 yang bernilai -100 dan yang paling kecil pada sudut

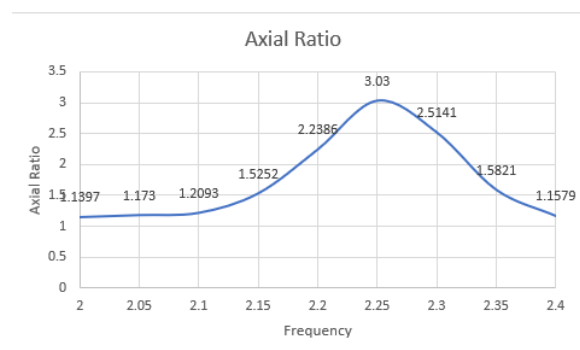
160 yang bernilai -80. Sedangkan pada pengukuran mendapatkan daya yang paling besar pada sudut 80 yang bernilai -27.310 dB dan yang paling kecil pada sudut 10 yang bernilai -34.646 dB. Berikut hasil perbandingan simulasi dan pengukuran :



GAMBAR VIII
PERBANDINGAN POLARISASI

D. Perbandingan Axial Ratio

Dalam pengukuran polarisasi untuk axial ratio ini diukur dalam beberapa frekuensi. Frekuensi dari rentang 2-2,4 Ghz. yang akan diukur axial rasionya. Setelah pengukuran akan mendapatkan nilai axial ratio yang paling bagus dari beberapa nilai frekuensi tersebut. Nilai axial yang paling bagus yaitu 1.1397 pada frekuensi 2 Ghz. berikut grafik perbandingan axial ratio.



GAMBAR X
PERBANDINGAN AXIAL RATIO

V. KESIMPULAN

Pada penelitian tugas akhir ini mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Antena mikrostrip yang dirancang untuk kebutuhan LAPAN A5 telah sesuai dengan spesifikasi dan bekerja pada frekuensi 2.2 GHz.
2. Pemotongan *truncated* pada antena terbukti dapat mengubah polarisasi menjadi *circular*.
3. Penambahan *wall* pada antena dilakukan setelah pemotongan *truncated*. Penambahan *wall* pada antena terbukti dapat meningkatkan nilai *beamwidth* menjadi sebesar 181.8.
4. Perubahan sudut pada *wall* mempengaruhi nilai *beamwidth*, nilai *beamwidth* paling besar yaitu 181.8 ketika sudut 20° dan nilai *beamwidth* paling kecil yaitu 73.2 ketika sudut 40°.
5. Perubahan sudut pada *wall* juga mempengaruhi nilai gain, nilai gain paling besar yaitu 8.377

ketika sudut 160° dan nilai gain paling kecil yaitu ketika sudut 40° dengan nilai gain 2.768.

6. Pada parameter radiasi didapatkan pola radiasi *unidirectional* dan polarisasi *circular* dengan nilai axial ratio pada simulasi sebesar 1.07 dan pada pengukuran sebesar 2.23.
7. Perbandingan axial ratio dari beberapa frekuensi didapatkan nilai axial ratio yang bagus pada frekuensi 2 GHz dengan nilai axial ratio sebesar 1.397.

REFERENSI

- [1] B. Pratono, "LAPORAN KINERJA PUSTEKSAT 2018 Pusat Unggulan Teknologi Satelit untuk mewujudkan Indonisa Maju dan Mandiri," 2018.
- [2] R. H. Triharjanto, P. A. Budiantoro, D. Yanto, and J. T. S. Sumantyo, "The Design Progress of LAPAN-Chiba University SAR Micro-Satellite," *ICARES 2018 - Proc. 2018 IEEE Int. Conf. Aerosp. Electron. Remote Sens. Technol.*, vol. 5, pp. 49–55, 2018, doi: 10.1109/ICARES.2018.8547111.
- [3] C. A. BALANIS, *Antenna Theory: Analysis And Design*, 3rd Editio. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2010.
- [4] Z. Muludi, "Truncated Microstrip Square Patch Array Antenna 2 x 2 Elements with Circular Polarization for S-Band Microwave Frequency," pp. 87–92, 2017.
- [5] T. Tan, Y. Xia, and Q. Zhu, "A novel wide beamwidth and circularly polarized microstrip antenna loading annular dielectric superstrate with metal ring," *IEEE Antennas Propag. Soc. AP-S Int. Symp.*, pp. 1883–1884, 2014, doi: 10.1109/APS.2014.6905268.
- [6] X. Chen, L. Yang, J. Zhao, and G. Fu, "High-efficiency Compact Circularly Polarized Microstrip Antenna with Wide Beamwidth for Airborne Communication," vol. 1225, no. c, pp. 1–4, 2016, doi: 10.1109/LAWP.2016.2517068.
- [7] Z. Chen, "A Lumped / Discrete Port De-Embedding Method by Port Connection Error-Cancelling Network in Full-Wave Electromagnetic Modeling of 3D Integration and Packaging with Vertical Interconnects," pp. 1980–1987, 2013.
- [8] F. Armin, A. Noer, Kamirul, and S. Prasetya, "Modification of 2.2 GHz S-Band Rectangular Patch Microstrip Antenna using Truncated Corner Method for Satellite Applications," *2020 3rd Int. Semin. Res. Inf. Technol. Intell. Syst. ISRITI 2020*, pp. 284–288, 2020, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315475.
- [9] L. Song and S. Li, "Dual-Polarized Antenna Based on Metal Ring and Microstrip Patch," vol. 33, no. 11, pp. 1201–1208, 2018.
- [10] G. Yang, J. Li, and D. Wei, "Study on a way to broaden the beamwidth of microstrip antenna by vertical current," *2017 IEEE 6th Asia-Pacific Conf. Antennas Propagation, APCAP 2017 - Proceeding*, pp. 1–3, 2018, doi: 10.1109/APCAP.2017.8420421.
- [11] K. K. Zheng and Q. X. Chu, "A broadband circularly-polarized antenna with wide axial-ratio beamwidth," *2017 Int. Symp. Antennas Propagation, ISAP 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 1–2, 2017, doi: 10.1109/ISANP.2017.8228759.
- [12] I. MPB and P. Wahyu, *Sistem Komunikasi SATELIT [Teori dan Praktik]*. 2014.
- [13] C. Mahardika, B. S. Nugroho, B. Syihabuddin, A. D. Prasetyo, and A. P. Divider, "Modified Wilkinson Power Divider 1 to 4 at S-Band," pp. 70–73, 2016.
- [14] P. Udaniya, G. Sharma, and L. Tharani, "Application of MIMO system for Telemetry, Tracking Command and Monitoring Subsystem to Control the Satellite," pp. 1560–1562, 2016.
- [15] X. Qing and Z. N. Chen, "Millimetre-wave Broadband Circularly Polarized Stacked Microstrip Antenna for Satellite Applications," no. c, pp. 341–342, 2016.