

ANTENA MICROSTRIP UNTUK WIFI 5,8 GHz SUBSTRAT DIELEKTRIK BERBAHAN KOMPOSIT LIMBAH SERAT PELEPAH BATANG POHON PISANG – ALUMINA-EPOXY

**Budi Basuki Subagio, S.T., M.Eng.¹⁾, Muhlasah Novitasari Mara, S.Si., M.Si.²⁾,
Sarono Widodo, S.T., M.Kom.³⁾**

¹Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, Semarang
budib.subagio@polines.ac.id

Abstract

The current microstrip technology generally uses substrate materials made from fiberglass–epoxy or FR4. However, fiberglass–epoxy has low density, which causes attenuation, while alumina substrate has a high cost, is difficult to obtain, and requires a complex fabrication process, resulting in expensive manufacturing and challenging installation. A composite substrate made from banana stem sheath fiber waste–alumina has complementary electrical, mechanical, and chemical properties, providing very high molecular density that minimizes leakage and attenuation, while also being relatively easy to fabricate and more cost-efficient. The purpose of this research is to design a multiple-array microstrip antenna using a precise substrate material that can operate at microwave frequencies and in regions with extreme weather conditions. The basic principle of this antenna is resonance, which can be further developed to optimize satellite coverage. In this study, a directional multiple-array microstrip antenna will be designed using a dielectric composite substrate of banana stem sheath fiber waste–alumina, which is an improvement upon microstrip antenna research conducted previously.

Keywords: Antenna, Microstrip, Composite, CST, Satellite

Abstrak

Teknologi Microstrip saat ini pada umumnya menggunakan material substrat dari fiberglass – epoxy atau FR4, fiberglass – epoxy mempunyai kerapatan yang kurang sehingga akan menyebabkan pelemahan sedangkan substrat dengan material alumina mempunyai harga yang mahal, sulit diperoleh dan proses fabrikasi yang sulit sehingga biaya pembuatan mahal dan pemasangannya sulit. Substrat Komposit Limbah Serat Pelepah Batang Pohon Pisang-alumina mempunyai karakter yang saling memperbaiki sifat elektrik, mekanik maupun kimia sehingga mempunyai kerapatan molekul yang sangat tinggi sehingga kebocoran dan pelemahan sangat kecil, fabrikasi relatif mudah, dan biaya pembuatan lebih murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang suatu antena larik Microstrip Multiple Array menggunakan material substrat yang presisi dan mampu dioperasikan pada frekuensi gelombang mikro dan pada daerah yang kondisi cuacanya ekstrim. Prinsip dasar antena ini adalah resonansi sehingga dapat dikembangkan untuk mengakomodir Untuk Optimalisasi Jangkauan Satelit. Pada penelitian ini akan dirancang antena Microstrip Multiple Array bentuk directional menggunakan substrat Substrat dielektrik Komposit Limbah Serat Pelepah Batang Pohon Pisang-alumina yang merupakan pengembangan dari antena mikrostrip hasil penelitian sebelumnya.

Kata Kunci : Antena, Microstrip, Komposite , CST, Satelit

1. PENDAHULUAN

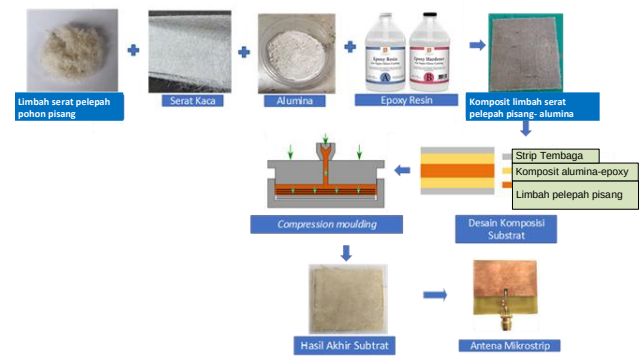
1.1. Latar Belakang

Salah satu sektor penting yang dapat menunjang percepatan transformasi menuju Indonesia Emas 2045 adalah pemerataan akses komunikasi di seluruh wilayah NKRI. Namun, persebaran jangkauan akses internet di seluruh wilayah NKRI masih belum merata. Sebanyak 20 persen masyarakat Indonesia belum terakses dengan internet. Berdasarkan data Kemenkominfo, terdapat 12.548 desa di Indonesia yang belum

mendapatkan layanan Telekomunikasi. Dari jumlah tersebut, 9.113 desa di antaranya berada di daerah 3T. Sisanya, 3.435 desa di daerah non-3T yang tidak komersial.

Persebaran akses internet yang belum merata ini telah terjadi dalam beberapa dekade yang lalu dan telah menimbulkan dampak secara nasional, yaitu terhambatnya pembangunan nasional di berbagai sektor.

Implementasi teknologi satelit merupakan solusi tepat untuk pemerataan pembangunan dan menginklusi masyarakat dalam ekonomi digital. Namun demikian, spektrum frekuensi dan orbit satelit dianggap sebagai sumber daya terbatas yang harus dikelola serta digunakan secara efisien dan ekonomis untuk memastikan penggunaan yang adil dan rasional. Sistem komunikasi satelit terdiri dari segmen angkasa dan segmen bumi, dengan segmen bumi melibatkan master station dan jaringan.



Gambar 1. Proses pembuatan komposit

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang suatu antena Microstrip Multiple array menggunakan substrat dielektrik yang berasal dari komposit bahan limbah, mempunyai sifat presisi dan heavy duty artinya antena tersebut mampu dioperasikan pada frekuensi gelombang mikro

2. METODE PENELITIAN

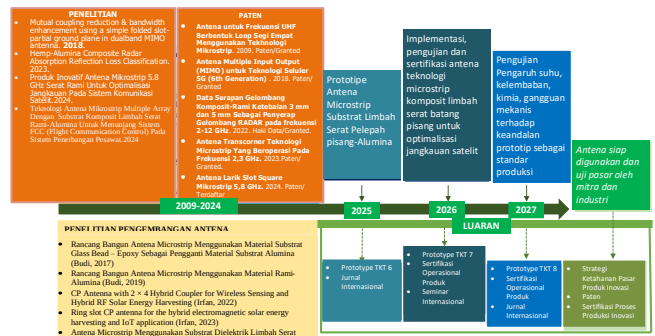
2.1. Metode Perancangan

Panjang antena ditentukan terlebih dahulu karena untuk menyesuaikan panjang gelombang sinyal yang akan diterima atau dikirimkan. Panjang antena ditentukan dengan mengetahui konstanta dielektrik substart dan frekuensi resonansi antena (Basuki Budi, 2020). Dalam perancangan antena ini frekuensi resonansi adalah frekuensi acuan yang dipakai dalam menentukan panjang antena tersebut, frekuensi acuan adalah 5,8 GHz. Setelah panjang antena diketahui dan agar antena dapat dioperasikan maka antena tersebut harus dapat beresonansi dengan frekuensi acuan yang dikehendaki.

2.2. Metode Fabrikasi

Tahap selanjutnya, antena dari hasil hasil perencanaan dilakukan pembuatan maka dilakukan fabrikasi dimana semua perhitungan disesuaikan terhadap hasil perancangan dan variabel parameter-parameter antena pada frekuensi kerjanya.

Proses fabrikasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Peta Jalan Penelitian

3. Metode Pengujian.

3.1. Pengujian Impedansi, koefisien pantul dan VSWR

Dengan perangkat ini, impedansi antena diukur dengan penganalisa impedansi, dimana faktor pantulan antena juga diketahui.

3.2. Pengujian Pola Radiasi

Pengukuran dilakukan dengan antena pengirim dan penerima tetap, tetapi antena penerima diputar 360°. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui pola performansi coverage antena dari masing-masing sudut azimuth pada bidang horizontal dan sudut elevasi vertikal.

3.3. Pengujian Polarisasi

Pengukuran ini bertujuan untuk menentukan vektor medan listrik antena. Untuk mengetahui bentuk polarisasi tersebut diperlukan antena pengukur sebagai pemancar. Pada saat yang sama, antena dipol $1/2\lambda$ digunakan untuk deteksi polarisasi.

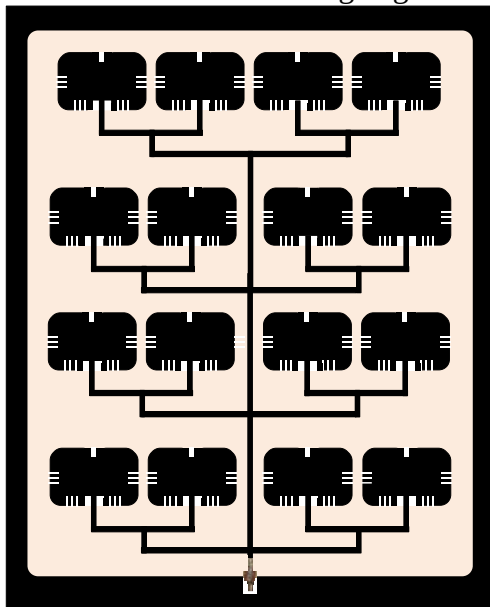
3.4. Pengujian Gain Antena

Metode pengukuran yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah metode perbandingan gain, yaitu dengan membandingkan antena yang penguatannya tidak diketahui dengan antena standar yang penguatannya diketahui.

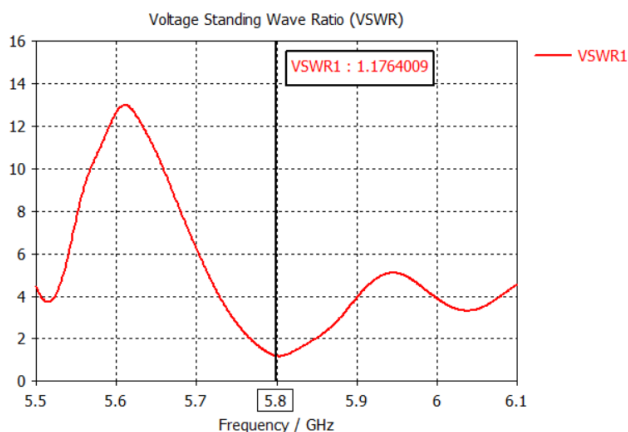
Antena dipol $1/2 \lambda$ digunakan sebagai antena standar.

3.5.Rancangan dan Pembuatan Antena Dengan Substrat Komposit Serat Katun-Karbon

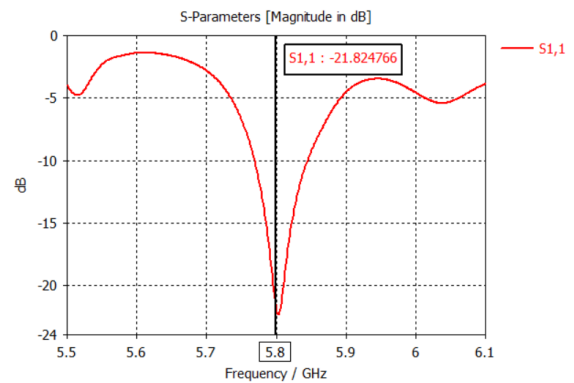
Antena dirancang memiliki gain yang cukup tinggi untuk dapat mengirimkan sinyal yang terhubung ke dua segmen jaringan yang berjauhan. Antena dirancang untuk frekuensi operasi 5,8 GHz, sesuai dengan frekuensi operasi stasiun pangkalan. Untuk menghasilkan penguatan dan kekuatan sinyal, pada penelitian ini dibuat antena directional berupa array sirkular 16 elemen. Hasil desain sesuai dengan gambar.



Gambar 3 Antena microstrip luaran penelitian

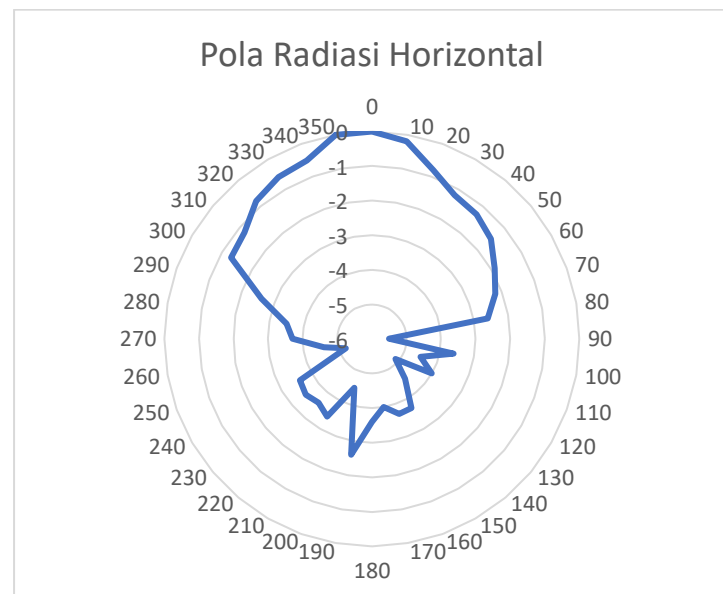


Gambar 4 VSWR Antena



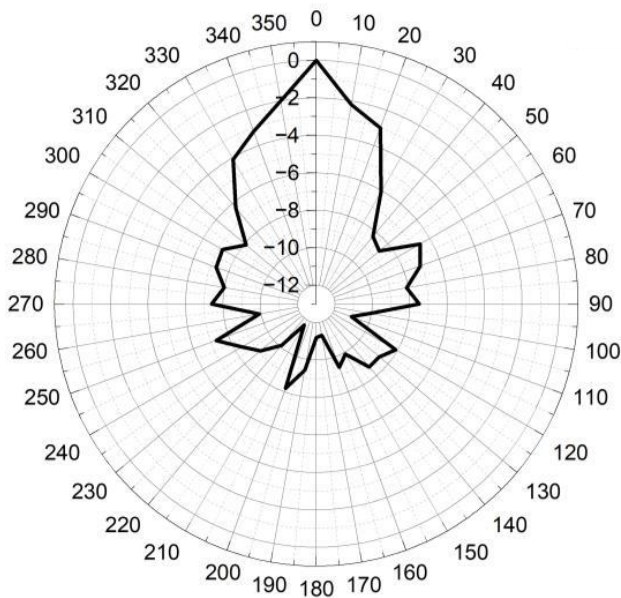
Gambar 5 Return loss Antena Mikrostrip

3.6.Pengujian Pola Radiasi Horizontal



Gambar 6 Pola Radiasi Horizontal Antena

Pada gambar 6 pola horizontal puncak gain tepat berada di tengah sudut 0° dengan nilai $-86,3 \text{ dBm}$. Pada citra radiasi horizontal ini terlihat main lobe yang cukup besar pada sudut $300^\circ - 80^\circ$, sedangkan side lobe dapat dilihat pada sudut $90^\circ - 250^\circ$.

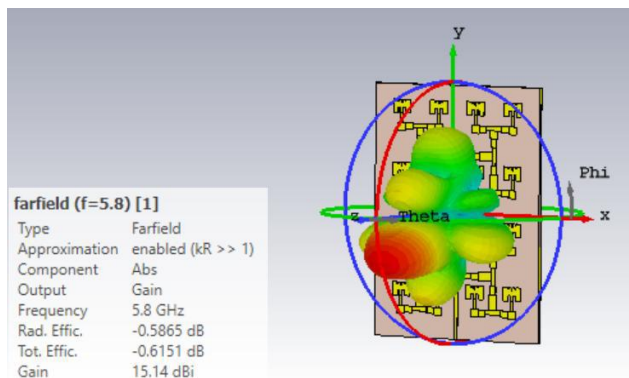


Gambar 7 Pola Radiasi Vertikal Antena

Pengujian pola radiasi horizontal pada antena memiliki puncak atau daya terima tertinggi pada saat 0° dengan main lobe yang lebar. Dari pengujian pola radiasi secara vertikal dan horizontal pada antena 2 di dapatkan hasil pola radiasi directional yang artinya kekuatan daya pancar dan daya terima antena baik pada satu arah tertentu dalam hal ini adalah 0°.

3.7. Pengujian Penguatan Antena (Gain Antena)

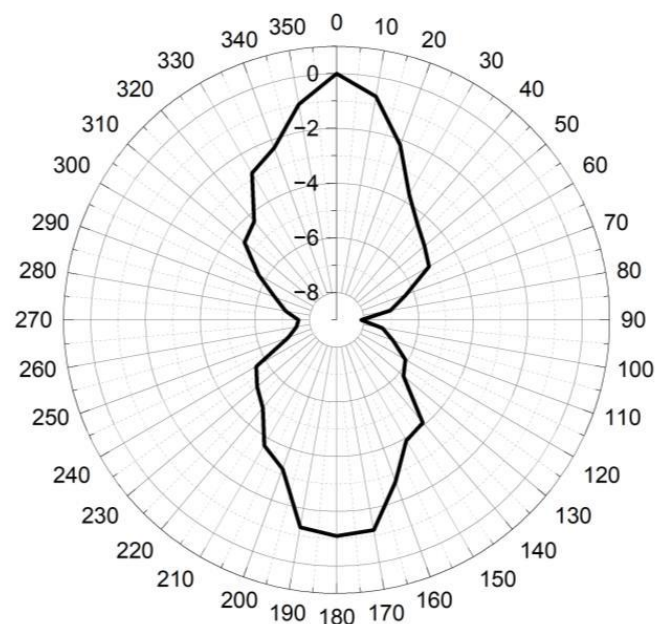
Pada pengujian ini, diperoleh gain = 15,14 dB



Gambar 8. Pengukuran gain antena

3.8. Pengujian Polarisasi Antena

Hasil tes polarisasi. bentuk elips Sifat polarisasi dapat dilihat dengan membandingkan nilai komponen orthogonal. Berikut adalah hasil pengujian polarisasi antena:



Gambar 10. Polarisasi Antena

Hasil pengujian polarisasi pada antena 2 menunjukkan hasil daya maksimum terjadi pada sudut 0 derajat dan daya terima minimum terjadi pada sudut 90 derajat. Dari hasil pengukuran diperoleh data:

Daya terima maksimum = 0 dBm
= 0,001 watt

Daya terima minimum = -8,1 dBm
= 0,000155 watt

Untuk mengetahui karakteristik polarisasinya dapat menggunakan persamaan berikut :

$$AR = \frac{E_{Mayor}}{E_{Minor}} = \sqrt{\frac{P_{watt mayor}}{A_e}} \div \sqrt{\frac{P_{watt minor}}{A_e}}$$

$$AR = \frac{P_{watt mayor}}{P_{watt minor}} = \frac{0,001}{0,000155}$$

$$= 6,45162$$

Karena axial ratio-nya $1 < 6,45162 < \infty$, maka polarisasi antena 2 ellipse.

4. SIMPULAN

Hasil penelitian antena microstrip pada frekuensi 5,8 GHz dengan menggunakan substrat dielektrik komposit pelepah pisang–alumina–epoxy menunjukkan kinerja yang sangat baik. Dari hasil pengujian diperoleh nilai VSWR sebesar 1,17 hal ini menunjukkan kesesuaian impedansi daya yang terpantul sangat kecil. Antena ini juga menghasilkan gain sebesar 15,14 dBi dan

keterarahan (directivity) sebesar 15,73 dBi, yang mengindikasikan kemampuan antena dalam memfokuskan pancaran gelombang secara efektif. Selain itu, karakteristik polarisasi yang dihasilkan berupa polarisasi elips, yang memperluas fleksibilitas penerapan antena pada berbagai kondisi propagasi gelombang. Dengan demikian, penggunaan material komposit pelepah pisang–alumina–epoxy sebagai substrat terbukti dapat meningkatkan performa antena microstrip, sekaligus memberikan alternatif material ramah lingkungan yang potensial untuk aplikasi komunikasi nirkabel pada frekuensi gelombang mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Ather, S. N., & Singhal, P. K. (2013). Truncated Rectangular Microstrip Antenna with H and U Slot for Broadband. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 114-118.
- Abbas, N., Basir, A., Iqbal, A., Yousaf, M., Akram, A., & Yoo, H. (2022). Ultra-Miniaturized Antenna for Deeply Implanted Biomedical Devices. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3176720>
- Abdel-Malek, M. A., Akkaya, K., Bhuyan, A., & Ibrahim, A. S. (2022). A Proxy Signature-Based Swarm Drone Authentication With Leader Selection in 5G Networks. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3178121>
- Adhitya, G., Abishek, V., Sundaram, R. M., & Jothilakshmi, P. (2019). Design of Microstrip Antenna for X Band Satellite Communications. *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 6(2).
- Ahmed, A. M., Thanthrige, U. S. K. P. M., Gamal, A. E., & Sezgin, A. (2021). Deep Learning for DOA Estimation in MIMO Radar Systems via Emulation of Large Antenna Arrays. *IEEE Communications Letters*, 25(5). <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2021.3053114>
- Al-Janabi, F., Singh, M. J., & Pharwaha, A. P. S. (2021). Development of microstrip antenna for satellite application at Ku/Ka band. *Journal of Communications*, 16(4). <https://doi.org/10.12720/jcm.16.4.118-125>
- Arum, W. F., & Nisa Ismulia, K. (2022). Analysis Of The Composite Properties Of Ramp/Lycal Fiber Variation Of Layer 1, 2, And 3 Fiber On Structural Materials Of Lsu Aircraft. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2). <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.684>
- Asadallah, F. A., Eid, A., Shehadeh, G., Costantine, J., Tawk, Y., & Tentzeris, E. M. (2021). Digital Reconfiguration of a Single Arm 3-D Bowtie Antenna. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 69(7). <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.3044703>
- Balanis, Constantine A. 1982. *Antenna Theory Analysis and Design*. Newyork : Harper & Row, Publisher.
- Ben Hamou, K., Kaddami, H., Elisabete, F., & Erchiqui, F. (2023). Synergistic association of wood /hemp fibers reinforcements on mechanical, physical and thermal properties of polypropylene-based hybrid composites. *Industrial Crops and Products*, 192. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116052>
- Barsur Rama Rao. 2003. *Spatial Null Steering Microstrip Antenna Array*. Paten Nomor 6,597,316 B2. United States Patent.
- B.S, Budi. 2009. *Antena Loop Segi Empat Untuk UHF*. Paten Nomor ID S 0000948. Direktorat Jendral Hak Kekayaan Intelektual. Departemen Kehakiman. Jakarta.
- B.S, Budi. 2009. *Antena Loop Spiral*. Paten Nomor ID S 0000957. Direktorat Jendral Hak Kekayaan Intelektual. Departemen Kehakiman. Jakarta.
- B.S. Budi at al. 2004. *Rancang Bangun Antena Spiral Memanfaatkan Teknologi*

- Mikrostrip*. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Chiang, Y. C., & Chen, C. Y. (2001). Design of a wide-band lumped-element 3-dB quadrature coupler. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. <https://doi.org/10.1109/22.910551>
- Elbir, A. M., & Mishra, K. V. (2020). Joint antenna selection and hybrid beamformer design using unquantized and quantized deep learning networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*. <https://doi.org/10.1109/TWC.2019.2956146>
- Ferrández-Pastor, F. J., Mora-Pascual, J., & Díaz-Lajara, D. (2022). Agricultural traceability model based on IoT and Blockchain: Application in industrial hemp production. *Journal of Industrial Information Integration*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100381>
- Gao, Z., Xu, C., Tian, X., Wang, J., Tian, C., Yang, B., Qu, S., & Fan, Q. (2021). Ultra-wideband flexible transparent metamaterial with wide-angle microwave absorption and low infrared emissivity. *Optics Express*, 29(14). <https://doi.org/10.1364/oe.428184>
- Hill, Roger. 2003. *A Practical Guide To The Design Of Microstrip Antenna Arrays*. England : Philips Research Laboratories Surrey.
- Hong, Cheng-Shong. 1999. *Gain-Enhanced Broadband Microstrip Antenna*. Changhua.Taiwan : Chien-Kuo Junior College of Technology and Commerce.
- Ikram, M., Sultan, K. S., Abbosh, A. M., & Nguyen-Trong, N. (2022). Sub-6 GHz and mm-Wave 5G Vehicle-to-Everything (5G-V2X) MIMO Antenna Array. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3172931>
- Jang, Yong-Woong. 2001. *Wide-Band T-Shaped Microstrip-Fed Twin-Slot Array Antenna*. *Jurnal ETRI*. Volume 23. Chungcheongbuk-Do. Korea.
- Joel Medard. 2010. *Microstrip Antena Dvice Particularity For A UHF Receiver*. Paten nomor 5.477.231. United States Patent.
- Kawdungta, R., Kawdungta, S., Torrungrueng, D., & Phongcharoenpanich, C. (2021). Switched Beam Multi-Element Circular Array Antenna Schemes for 2D Single-Anchor Indoor Positioning Applications. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072951>
- Kawdungta, R., Kawdungta, S., Torrungrueng, D., & Phongcharoenpanich, C. (2021). Switched Beam
- Liao, S.Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design*. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.
- Multi-Element Circular Array Antenna Schemes for 2D Single-Anchor Indoor Positioning Applications. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072951>