

ANTENA MICROSTRIP SUBSTRAT DIELEKTRIK KOMPOSIT LIMBAH SERAT KACA-KERAMIK SUTET YANG LOW COST SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI BAHAN SUBSTRAT DIELEKTRIK FR4 DAN DUROID

Budi Basuki Subagio, S.T., M.Eng.^{1,2)}, Dewi Anggraeni, S.Pd., M.Pd.²⁾, Muhammad Anif, S.T., M.Eng.³⁾, Thomas Agung Setiyawan S.T., M.T.⁴⁾

¹Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, Semarang

budib.subagio@polines.ac.id

Abstract

Current microstrip technology generally uses fiberglass-epoxy or FR4 or duroid substrates. Fiberglass-epoxy and duroid have low density, which leads to attenuation. Alumina substrates are expensive, difficult to obtain, and require a difficult fabrication process, making them expensive and difficult to install. The dielectric substrate, made from waste glass fiber-ceramic high-voltage transmission lines (SUTET), has characteristics that enhance electrical, mechanical, and chemical properties. This results in a very high molecular density, resulting in minimal leakage and attenuation, relatively easy fabrication, and lower manufacturing costs. The objective of this research is to design a microstrip array antenna using precision substrate materials capable of operating at microwave frequencies and in areas with extreme weather conditions. The basic principle of this antenna is resonance, allowing it to be developed for various applications depending on the antenna's resonant frequency. This research will design a directional microstrip antenna using waste glass fiber-ceramic high-voltage transmission line (SUTET) composite substrate, a development of previous research.

Keywords: Antenna, Microstrip, Composite, Glass Fiber, SUTET Insulator

Abstrak

Teknologi Microstrip saat ini pada umumnya menggunakan material substrat dari fiberglass – epoxy atau FR4 atau duroid, fiberglass – epoxy dan duroid 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 dielektrik *Komposit Limbah Serat Kaca-Keramik Sutet* 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* 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 berbagai aplikasi sesuai dengan frekuensi resonansi antena. Pada penelitian ini akan dirancang antena *microstrip* bentuk *directional* menggunakan substrat *Komposit Limbah Serat Kaca-Keramik Sutet* yang merupakan pengembangan dari antena mikrostrip hasil penelitian sebelumnya.

Kata Kunci : Antena, Microstrip, Composite , Serat Kaca, Isolator SUTET

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi telekomunikasi mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam satu dekade terakhir. Hal ini ditunjukkan salah satunya dengan perkembangan kemampuan *handphone* yang tadinya hanya memungkinkan pemiliknya menyampaikan informasi berupa teks dan suara kini lebih dimudahkan dengan kemampuan *handphone* dalam menyajikan informasi juga dalam bentuk data berupa gambar, dokumen, video dan lain sebagainya. Informasi yang disajikan pun dapat disampaikan secara real time dalam jangkauan yang luas tanpa dibatasi lokasi. Pandemi Covid 19 turut mendorong berkembangnya teknologi telekomunikasi. Pergeseran aktivitas offline ke online seperti sekolah, kerja bahkan silaturahmi menuntut jaringan telekomunikasi yang dapat menyampaikan informasi realtime dengan cepat dan sempurna.

Layanan jaringan telekomunikasi Generasi keempat atau 4G berbasis Long Term Evolution (LTE) diluncurkan pertama kali didunia oleh Telia Sonera dan Ericsson di Stockholm, Swedia pada tahun 2009 lalu. Di Indonesia sendiri layanan 4G baru masuk pada akhir tahun 2016. 4G kemudian berkembang menjadi jaringan telekomunikasi generasi kelima atau 5G dan mulai memasuki pasar dunia pada akhir tahun 2018. Pada teknologi 5G, salah satu perangkat yang memegang peranan penting adalah antenna. Antena harus sedemikian rupa mendukung kinerja 5G dan mencakup spektrum wideband 5G. Teknologi 5G bekerja baik pada frekuensi millimeter-wave yakni 24 -28 GHz (Kim dkk, 2016). Oleh karena itu, desain dan pengembangan antena 5G yang bekerja pada frekuensi *millimeter-wave* perlu dilakukan sebagai langkah antisipasi teknologi 5G.

1.2. Tujuan Penelitian

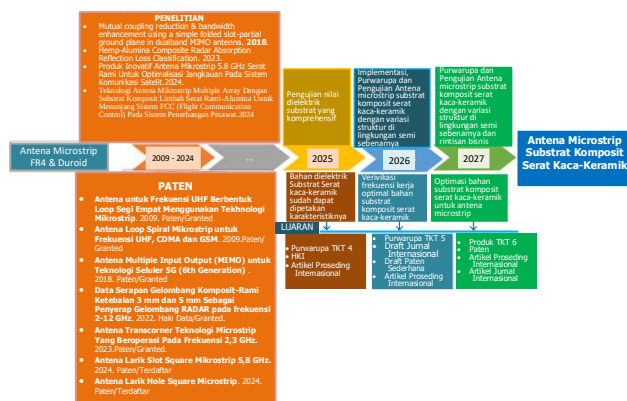
Merancang dan membuat antena microstrip dengan substrat dielektrik yang terbuat dari komposit limbah serat kaca – Keramik bekas isolator SUTET (Saluran Udara Tegangan Tinggi) agar dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran antena dan mata kuliah frekuensi tinggi di **Program Studi**

Telekomunikasi Politeknik Negeri Semarang, untuk menggantikan bahan substrat dielektrik FR4 yang kurang akurat karena mempunyai kerapatan dielektrik yang kecil dan juga menggantikan duroid yang harganya sangat mahal, agar mahasiswa tidak kesulitan dalam mencari material untuk frekuensi tinggi dan tidak tergantung dengan pasar dalam mencari bahan dielektrik substrat.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mendapatkan suatu substrat yang *heavy duty* agar dapat diaplikasikan dalam sistem komunikasi dengan frekuensi 2,1 GHz yang merupakan frekuensi kerja pada sistem Base Station GSM. Langkah awal dari penelitian ini agar tujuan tersebut tercapai adalah membuat substrat Limbah Serat Katun-Carbon Composite. Bahan yang digunakan diantaranya Limbah Serat Katun, Carbon, Epoxy, Konektor BNC 850 MHz – 1500 MHz, Resin epoxy 1140, Versimide 140 (*hardener*), Serat kaca, H₂O₂ dan NaCl.

Metode perancangan antenna dimulai dari perhitungan panjang antenna. Panjang antena harus 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 (Balanis, 1982). Dalam perancangan antena ini frekuensi resonansi adalah frekuensi acuan yang dipakai dalam menentukan panjang antena tersebut, frekuensi acuan adalah 2,1 GHz. Setelah panjang antena diketahui dan agar antena dapat dioperasikan maka antena tersebut harus dapat beresonansi dengan frekuensi acuan yang dikehendaki. Untuk merealisasikan ditentukan bentuk Antena Microstrip Power Array, dimana antena yang sebelumnya merupakan antena standard (*tunggal*) dirancang untuk dijadikan bentuk antena array dengan menyesuaikan parameter-parameter antena yang ada terlebih dahulu.



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

2.1. Metode Perancangan

2.1.1. Perhitungan Panjang Antena.

Panjang antenna harus ditentukan terlebih dahulu karena menyesuaikan panjang gelombang sinyal yang akan diterima atau dipancarkan. Panjang antenna ditentukan dengan mengetahui konstanta dielektrik substrat dan frekuensi resonansi antenna (Balanis, 1982). Pada saat perancangan antenna ini frekuensi referensi yang digunakan untuk menentukan panjang antenna yaitu 2,4 GHz.

2.1.2. Realisasi Antena Microstrip Substrat Komposit Kevlar-Tepung Kaca

Sekarang setelah panjang antenna diketahui, dan agar antenna dapat menerima siaran televisi, antenna harus dapat beresonansi pada frekuensi sinyal siaran televisi yang diinginkan. Untuk mengimplementasikannya ditentukan bentuk antenna mikrostrip, dengan menggunakan antenna yang sebelumnya merupakan antenna standar (single antenna) sebagai antenna group, terlebih dahulu menyesuaikan parameter antenna yang ada.

2.1.3. Penyesuaian Impedansi (*Matching Impedance*)

Dengan mencocokkan impedansi antenna dengan impedansi karakteristik saluran transmisi, koefisien pantulan menjadi sekecil mungkin untuk mencapai transmisi daya maksimum. Penyesuaian impedansi dengan mengatur jarak antara ujung elemen balok.

2.2. Metode Pengujian.

2.2.1. Pengujian Impedansi, koefisien pantul dan VSWR

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

2.2.2. Pengujian Pola Radiasi

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

2.2.3. Pengujian Polarisasi

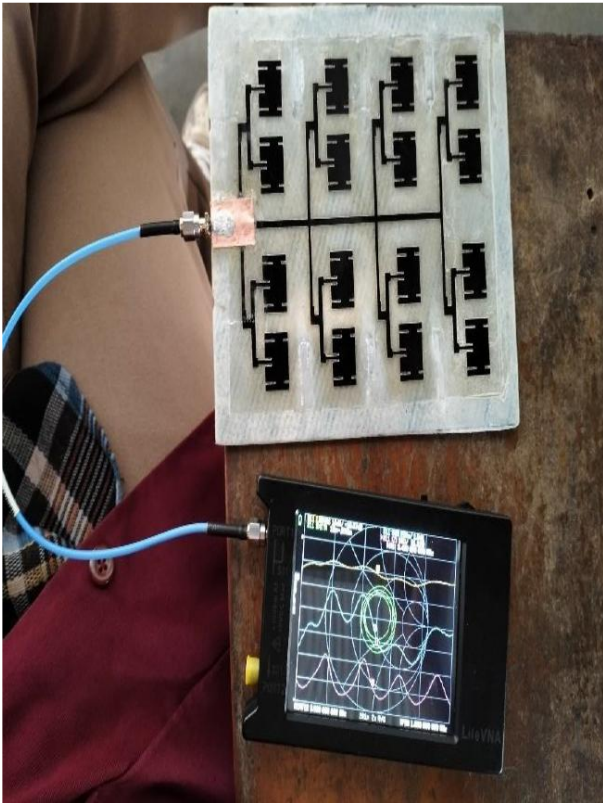
Pengukuran ini bertujuan untuk menentukan vektor medan listrik antenna. Untuk mengetahui bentuk polarisasi tersebut diperlukan antenna pengukur sebagai pemancar. Pada saat yang sama, antenna dipol $1/2\lambda$ digunakan untuk deteksi polarisasi.

2.2.4. Pengujian Gain Antena

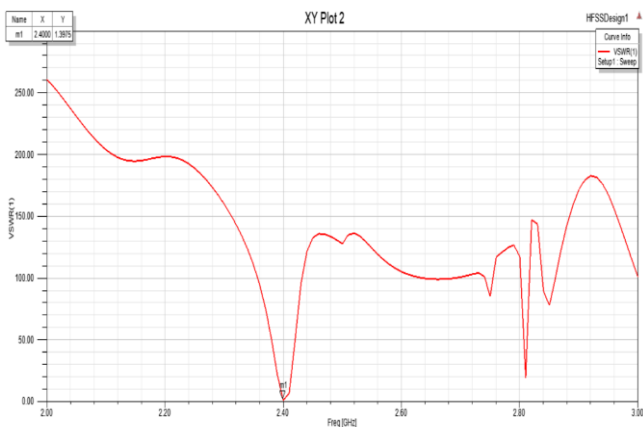
Metode pengukuran yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah metode perbandingan gain, yaitu dengan membandingkan antenna yang penguatannya tidak diketahui dengan antenna standar yang penguatannya diketahui. Antena dipol $1/2\lambda$ digunakan sebagai antenna standar.

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

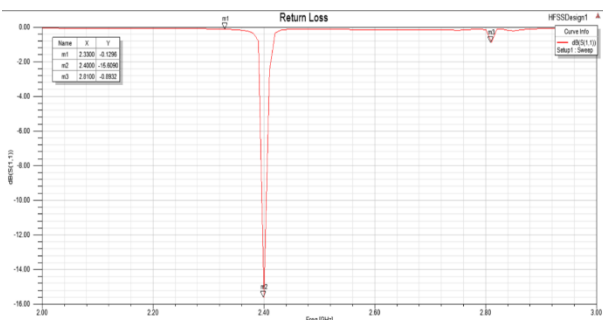
Antena dirancang memiliki gain yang cukup tinggi untuk dapat mengirimkan sinyal yang terhubung ke dua segmen jaringan yang berjauhan. Antena dirancang untuk frekuensi operasi 2,4 GHz, sesuai dengan frekuensi operasi stasiun pangkalan. Untuk menghasilkan penguatan dan kekuatan sinyal, pada penelitian ini dibuat antenna directional berupa array sirkular 8 elemen. Hasil desain sesuai dengan gambar.



Gambar 2 Antena dan pengukuran VSWR

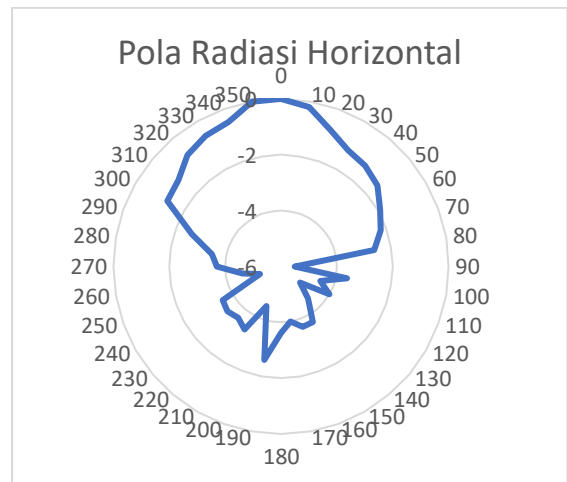


Gambar 3 VSWR Antena



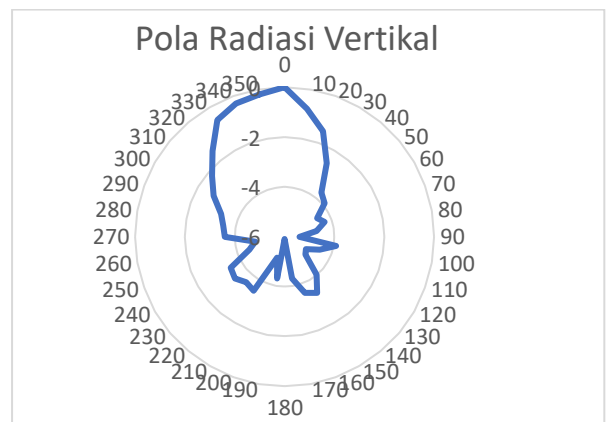
Gambar 4 Return loss Antena Mikrostrip

2.2.6. Pengujian Pola Radiasi Horizontal



Gambar 5 Pola Radiasi Horizontal Antena

Pada gambar 5 pola horizontal puncak gain tepat berada di tengah sudut 0° dengan nilai $-86,3$ 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 6 Pola Radiasi Vertikal Antena

Gambar 6 menunjukkan pola pancaran vertikal, grafik menunjukkan puncak gain di tengah dengan sudut 0° sebesar -86.3 dBm dengan pancaran utama pada rentang $330^\circ - 20^\circ$ sedangkan sidelobe terlihat di sudut. Rentang $90^\circ - 260^\circ$.

2.2.7. Pengujian Penguatan Antena (Gain Antena)

Pada pengujian ini, daya yang diterima antena referensi $P_R = -96,8$ dBm dan daya yang diterima

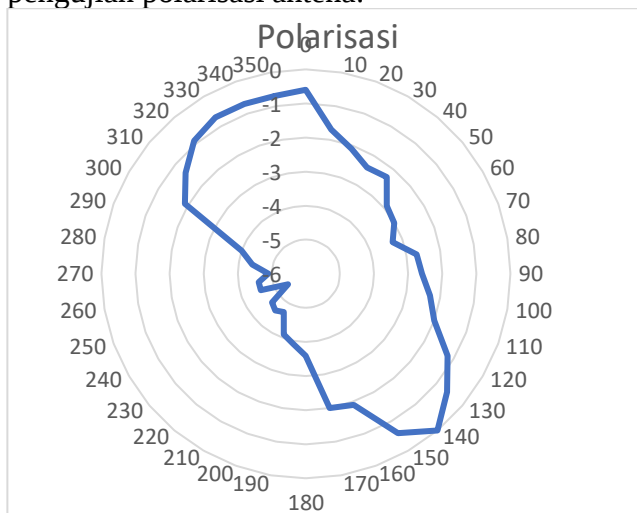
antena uji $P_U = -85,8$ dBm. Dari pengolahan data tersebut ditentukan gain antenna yaitu :

Nilai penghasilan yang diterima:

$$G \text{ (dB)} = 2 + P_U \text{ (dBm)} - P_R \text{ (dBm)} = 13 \text{ dB}$$

2.2.8. Pengujian Polarisasi Antena

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



Gambar 7. Polarisasi Antena

Polarisasi antenna di atas memiliki polarisasi elips ketika diputar 360° pada sumbu X (sumbu on) relatif terhadap antenna referensi. Hasil pengukuran menunjukkan berdasarkan gambar 8 bahwa tingkat penerimaan maksimum sinyal berada pada sudut 0° dengan nilai $-81,2$ dBm, sedangkan tingkat penerimaan minimum sinyal berada pada sudut 140° dengan nilai $-86,6$ dBm.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian antenna menunjukkan bahwa dengan menggunakan bahan komposit serat kapas-karbon limbah, gain antenna adalah 13dB, dan memiliki sinyal yang kuat yang pada akhirnya dapat mengirimkan jarak jauh. Jika hanya antenna standar yang digunakan oleh stasiun pangkalan, ini hanya sekitar 3 dB.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap antenna array microstrip dengan substrat berbahan komposit serat kaca–limbah keramik isolator SUTET, diperoleh kinerja antenna yang cukup baik. Antena mampu menghasilkan nilai gain sebesar 13 dB, yang menunjukkan bahwa antenna memiliki kemampuan penguatan sinyal yang tinggi sehingga layak digunakan untuk aplikasi komunikasi yang membutuhkan daya pancar dan daya terima yang optimal.

Selain itu, diperoleh nilai VSWR sebesar 1,3, yang berada dalam rentang standar ideal ($VSWR < 2$). Hal ini menunjukkan bahwa antenna memiliki tingkat kesesuaian impedansi yang baik dengan saluran transmisi, sehingga rugi-rugi daya akibat pantulan relatif kecil.

Penggunaan bahan komposit serat kaca–limbah keramik isolator SUTET sebagai substrat terbukti mampu meningkatkan performa antenna, karena kombinasi material tersebut memberikan konstanta dielektrik dan stabilitas mekanik yang sesuai untuk aplikasi frekuensi tinggi. Dengan demikian, antenna array microstrip yang dikembangkan dapat dikategorikan memiliki kinerja yang efisien, stabil, dan potensial untuk diaplikasikan pada sistem komunikasi modern berbasis frekuensi tinggi dan 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.
- Balanis, Constantine A. 1982. *Antenna Theory Analysis and Design*. Newyork : Harper & Row, Publisher.

- 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.
- 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.
- 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 Particularly For A UHF Receiver*. Paten nomor 5.477.231. United States Patent.
- Liao, S.Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design*. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.