

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR PATCH MENGUNAKAN COAXIAL FEEDING UNTUK PENERIMA RADAR SSR

Bambang Bagus Harianto¹, Moch. Rifai¹, Nyaris Pambudiyatno¹, Yuyun Suprpto¹
Politeknik Penerbangan Surabaya
E-mail: bambangfarzardy@gmail.com

Abstrak

SSR (*secondary surveillance radar*) merupakan peralatan untuk mendeteksi dan mengetahui posisi dan data target yang ada di sekelilingnya secara aktif, dimana pesawat ikut aktif jika menerima pancaran sinyal Radio Frequency (RF) radar sekunder yang berkerja pada frekuensi 1090 MHz. Pada penelitian ini bertujuan membuat sebuah antena yang berbahan dasar murah serta mempunyai efisiensi yang tinggi yaitu menggunakan antena mikrostrip, banyaknya kelebihan dari antena mikrostrip diantaranya mempunyai bobot yang ringan serta harga pembuatannya yang terjangkau. Desain rancangan antena dibuat secara simulasi yang berkerja pada frekuensi 1.09 GHz, bahan substrat terbuat dari Fr-4 yang memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4.3, sedangkan bahan patch terbuat dari bahan copper. Antena mempunyai ukuran patch sebesar 8.45 x 6.27 cm, sedangkan ukuran groundplane sebesar 16.9 x 13.2 cm. Metode feeding yang digunakan yaitu coax feed microstrip yang mempunyai outer radius 0.25 dan inner radius 0.05 cm. Pengujian kinerja antena dilakukan dengan melihat simulasi S-Parameter dan voltage standing wave ratio (VSWR). Untuk mendapatkan nilai yang akurat pada frekwensi 1.09 GHz, metode sweep dilakukan pada patch dengan mengubah ukuran lebar dan panjang patch. Dari hasil simulasi di dapatkan Nilai S-Parameter berada pada -13.5 dB dan nilai VSWR mempunyai nilai sebesar 1.5. Sehingga mengindikasikan antena mempunyai efisiensi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan unuk membuat sebuah inovasi antena yang berbahan dasar murah serta mempunyai efisiensi yang tinggi.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip, *Secondary Surveillance Radar*, *Return Loss*

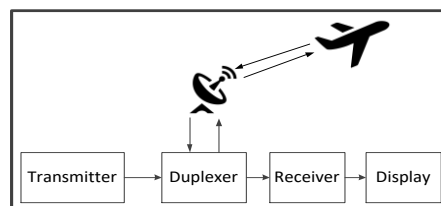
PENDAHULUAN

Dunia telah menyaksikan beberapa revolusi menarik di bidang telekomunikasi selama transisi dari abad kedua puluh ke abad kedua puluh satu. Di antara mereka revolusi nirkabel telah menyediakan komunikasi seluler, Global Positioning System, Wireless LAN, WiMax, WiFi, LTE dan banyak layanan lainnya, maka dari itu tren sistem komunikasi nirkabel telah meningkat pesat. Sebagai bagian penting dari sistem ini, antena adalah salah satu masalah desain terpenting dalam sistem komunikasi seluler modern. Jadi antena dapat didefinisikan sebagai perangkat logam untuk memancarkan atau menerima gelombang EM. Antena memiliki fungsi seperti transduser yang mengubah energi listrik menjadi energi EM di sisi pemancar &

mengubah energi EM menjadi energi listrik di sisi penerima. Salah satu antena yang populer yaitu antena mikrostrip yang banyak digunakan dalam perangkat komunikasi nirkabel karena keunikannya keunggulannya diantaranya yaitu; mudah dipasang, ringan, rendah biaya, serta mudah dipasang. Dalam navigasi ada beberapa macam radar yang umum digunakan yaitu Primary Surveillance Radar (PSR) dan Secondary Surveillance Radar (SSR). Kedua jenis radar baik PSR maupun SSR mempunyai cara kerja berbeda. Pada PSR sifatnya aktif dan pesawat yang ditargetkan sifatnya pasif. Karena PSR hanya menerima pantulan gelombang radio dari refleksi pesawat tersebut (echo). Sedangkan pesawat itu sendiri tidak ikut aktif dengan pancaran sinyal radar di bawah. Pada SSR, baik radar maupun pesawat kedua-duanya aktif. Hal ini dapat dilakukan karena pesawat terbang telah dilengkapi dengan transponder. Pesawat-pesawat yang tidak dilengkapi transponder tidak akan dapat dilihat pada radar scope seperti identifikasi pesawat, ketinggiannya, dan lain-lain.

Sistem pengamatan (RADAR) adalah sumber yang dinamis informasi tentang situasi udara, data mereka berfungsi sebagai dasar untuk pengambilan keputusan yang digunakan oleh ATC (*air traffic controller*). Sistem pengolahan data dari sistem pengawasan ini terhubung langsung ke sumber sinyal, yang menyediakan informasi sebagai berikut.

- Pendeteksi sinyal berguna untuk mengetahui benda yang ada di udara;
- Estimasi parameter sinyal yang diterima;
- Pengukuran koordinat dan parameter udara benda bergerak;



Gambar 1. SSR Basic Block diagram

Ide antena patch mikrostrip muncul dari memanfaatkan teknologi sirkuit cetak tidak hanya untuk komponen sirkuit dan saluran transmisi tetapi juga untuk memancarkannya elemen sistem elektronik. Geometri dasar. Antena mikrostrip terdiri dari tambalan logam yang dicetak pada substrat ground dan diberi feed terhadap ground. Bentuk patch pada prinsipnya bisa berubah-ubah. Diantaranya persegi panjang, lingkaran, equitriangle, dan cincin annular adalah bentuk yang umum.

Metode feeding dalam antena mikrostrip terdapat berbagai macam metode yang dibagi menjadi menjadi dua yaitu contacting (terhubung) dan non contacting (tidak terhubung). Dalam metode contacting (terhubung) RF power langsung disalurkan dalam patch dan akan

dipancarkan seperti microstrip line sedangkan dalam metode non contacting kopling medan elektromagnetik dilakukan untuk mentransfer daya antar garis mikrostrip dan patch yang akan memancar. Pembahasan kali ini akan membahas 4 metode antena mikrostrip yaitu line feed microstrip, probe feed microstrip proximity fed microstrip, aperture coupled microstrip.

Parameter yang terpadat pada antena mikrostrip diantaranya yaitu; S-Parameter yang digunakan untuk mengkarakterisasi sirkuit frekuensi tinggi sebagai pengganti impedansi atau parameter penerimaan. Ini digunakan untuk memodelkan N-port linear jaringan listrik, sedangkan feedline digunakan untuk penghubung antara patch yang berfungsi menerima atau memancarkan gelombang elektro magnetik. Selanjutnya impedance matching adalah salah satunya aplikasi signifikan yang memainkan peran penting dalam meningkatkan kinerja sistem. Untuk menjamin daya maksimum ditransfer antara sumber dan bak cuci dari suatu sistem dipastikan bahwa mereka cocok dengan benar. Penentuan lebar pada patch (W_p) menggunakan rumus:

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

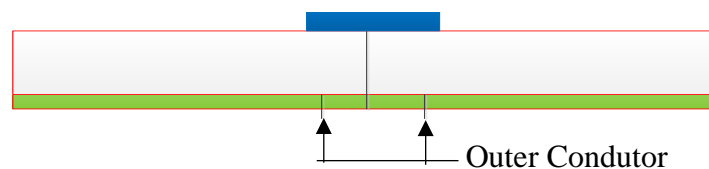
Dimana c merupakan kecepatan cahaya dan f_0 merupakan nilai frekuensi yang diinginkan sedangkan ϵ_r merupakan konstanta dielektrik bahan yang digunakan. Perhitungan panjang patch menggunakan rumus:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \quad (2)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \quad (4)$$

Dimana ϵ_{reff} merupakan nilai konstanta dielektrik efektif dan L_{eff} merupakan nilai dari panjang patch efektif sedangkan L merupakan panjang patch yang sesungguhnya. Metode penyambungan feeding yang umum digunakan adalah penyambungan coax atau yang biasa kita sebut dengan probe feed microstrip, dalam jenis teknik penyambungan ini yaitu menghubungkan ground dan patch melalui feed didalam dielektrik antena. Patch terhubung memalui feed yang melewati material dielektrik serta ground, pada gambar 1 merupakan gambaran probe feed microstrip yang dilihat dari samping antena.



Gambar 2 Probe feed microstrip

Kelebihan dari metode probe feed adalah peluang radiasi spurious akan sangat kecil, sehingga membuat antena lebih efisien serta implementasinya yang tergolong mudah membuat teknik penyambungan ini sering dipakai para peneliti untuk membuat sebuah penelitian. Untuk menentukan koordinat lokasi probe dapat menggunakan persamaan dibawah.

$$X_f = \frac{L}{2\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad Y_f = \frac{W}{3^2\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad (5)$$

Dimana X_f adalah lokasi pada sumbu x dan L merupakan panjang patch antena dan Y_f merupakan lokasi pada sumbu y dan W merupakan lebar patch antena. Selanjutnya groundplane Bagian terakhir atau bagian paling bawah dari substrat adalah *groundplane* biasanya terbuat dari bahan *konduktor* yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan. Untuk menentukan panjang groundplane menggunakan rumus:

$$L_g = 2xL \quad (6)$$

Sedangkan untuk menentukan rumus lebar groundplane menggunakan rumus:

$$W_g = 2xW \quad (7)$$

Selanjutnya radar secondary surveillance (SSR) berkerja menggunakan high gain narrow beam yang dapat memonitor pemantauan jarak jauh target yang ada diudara, namun untuk memantau 1 putaran penuh perlu menggunakan antena azimuth. Namun pada saat ini antena PSR terintegrasi dengan SSR (Secondary Surveillance Radar) dalam satu sistem elektronik dengan antena yang terpasang secara terpisah pada sebuah tiang yang perbutar sumbu vertikal. PSR merupakan radar pengawasan yang dapat digunakan pada darat maupun udara, informasi yang didapat digunakan oleh ATC (Air Traffic Controler) untuk mengatur lalu lintas udara.

PEMBAHASAN

a) Perhitungan Antenal

Perhitungan antenna dimulai dari perhitungan perhitungan patch dengan frekuensi 1090 MHz dan menggunakan bahan Cooper yang mempunyai nilai konstantan dielektrik ϵ_r sebesar 4.3 sedangkan untuk ketebalan patch menggunakan sebesar 0.035 mm. Ketebalan substrat memakai ketebalan sebesar 1.6 mm yang terbuat dari FR-4 yang mempunyai nilai impedansi sebesar $\pm 50 \Omega$ sedangkan ground mempunyai panjang dan lebar yang sama dengan ukuran substrat namun memiliki ketebalan yang sama dengan patch yakni sebesar 0.035 mm. Hasil yang didapat mempunyai seperti tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Rancangan Dimensi Antena

No	Simbol	Keterangan	Nilai
1	W	Width of Patch	84.53 mm
2	L	Length of Patch	63.875 mm

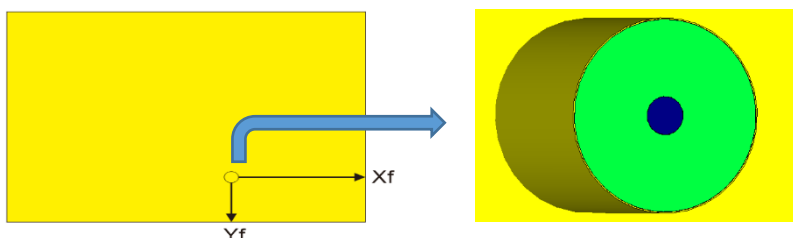
3	Ws	Width of Substrate	169.06 mm
4	Ls	Length of Substrate	132.3 mm
5	Wg	Width of Substrate	169.06 mm
6	Lg	Length of Substrate	132.3 mm

Setelah menentukan nilai dari dimensi antenna langkah selanjutnya yaitu menentukan titik feed coax yang akan dibuat, setelah dimasukkan dalam persamaan maka titik terdapat pada vektor seperti tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Koordinat Coaxial Feed

No	Simbol	Keterangan	Nilai
1	Xf	X Vector	15.69
2	Yf	Y Vector	13.84

Coaxial feed menembus dari patch hingga ground dengan diameter outer radius sekitar 1 milimeter yang berbahan dasar copper yang disebut dengan pin, kemudian pin dilapisi oleh dielektrik coax yang memiliki outer radius sebesar 2.5 mm dan inner radius 0.5 dengan berbahan dasar PTFE lossy selanjutnya dilapisi lagi dengan cover yang memiliki outer radius sebesar 2.535 dan inner radius sebesar 2.5, untuk lebih jelasnya lihat gambar 3 dibawah.

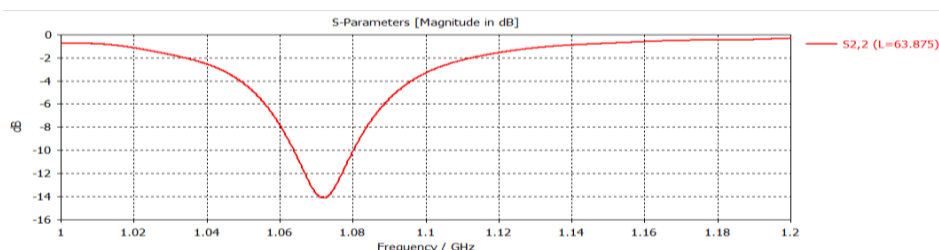


Gambar 3. Patch Antena dan Coaxial Feed

Pada gambar diatas merupakan warna biru merupakan pin hijau adalah dielektrik coax dan bagian terluar merupakan cover dari coax feed.

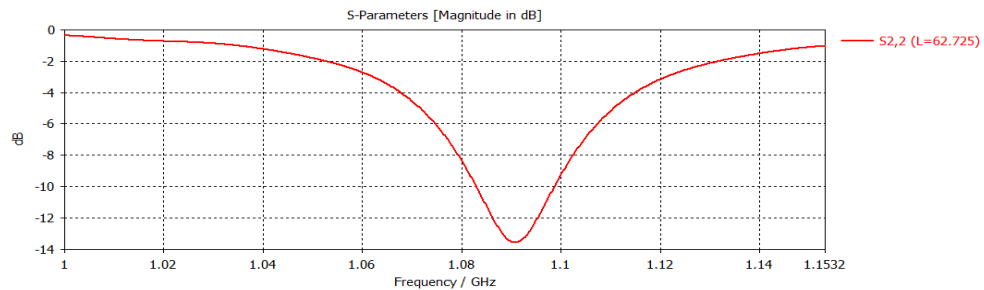
b) Simulasi Antena

Pengukuran antenna dimulai pada simulasi frekuensi kerja pada frekuensi 1090 di antenna mikrostrip dengan feed coax. Pengukuran S-Parameter atau yang biasa kita sebut dengan *return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan[20]. Berikut merupakan pengukuran S-Parameter dengan spesifikasi seperti tabel 1 diatas.



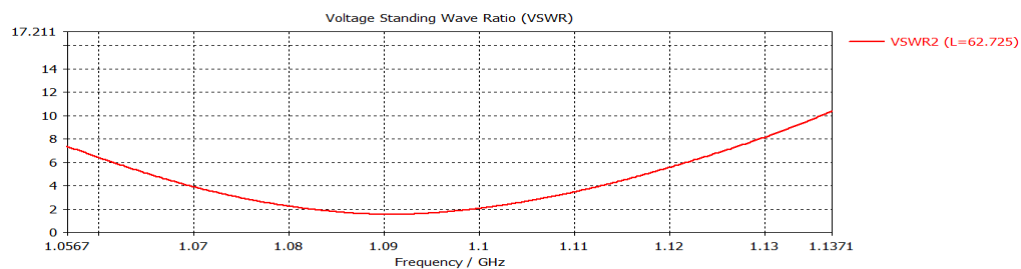
Gambar 4. S Parameter

Terlihat pada gambar 4 diatas menunjukkan antenna tidak berkerja pada frekuensi yang diinginkan sehingga kita perlu melakukan perubahan dimensi antenna dengan cara sweep antenna, sweep antenna dilakukan pada panjang patch yang dimulai dari 63.875 – 62.00 mm. Hasil yang didapat antenna berkerja pada frekuensi 1090 dengan menggunakan panjang antenna sebesar 62.725 mm, untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5. S-Parameter Sweep Antenna

Dari hasil gamba 5 diatas menunjukkan frekuensi tengah berada pada frekuensi 1090 MHz dengan nilai return loss sebesar -13.6 dB. Berdasarkan nilai tersebut antenna hasil perancangan telah memenuhi standar kelayakan antenna dengan nilai <-10dB. Pengukuran selanjutnya yaitu pengukuran VSWR, VSWR adalah daya refleksi yang ditimbulkan apabila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver* [21]. Berikut merupakan hasil VSWR antenna yang ditunjukkan pada gambar 6 dibawah.



Gambar 6. VSWR Measurement

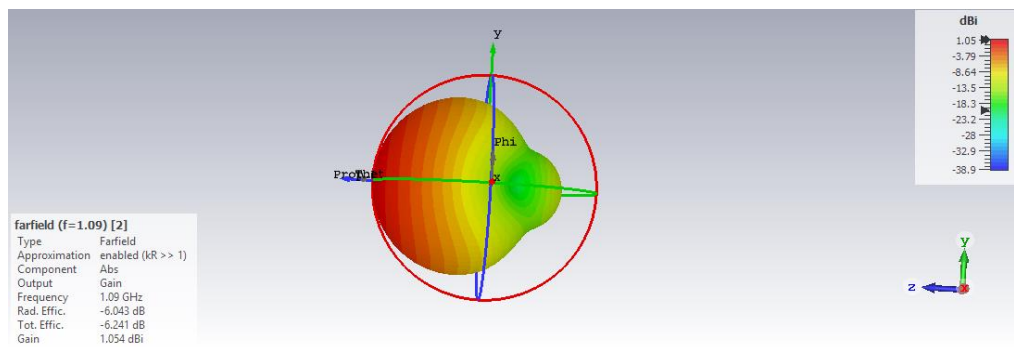
Berdasarkan hasil pengukuran pada gambar 6 diatas diperoleh nilai VSWR sebesar 1.5 pada frekuensi 1090 MHz. Nilai tersebut telah memenuhi syarat kelayakan antenna yang telah ditetapkan bahwa VSWR harus lebih atau sama dengan 0 dan kurang atau sama dengan 2. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian bandwith, bandwith adalah rentntang frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik sesuai dengan standart yang telah ditentukan [22]. Hasil pengujian bandwith dapat diamati pada persamaan dibawah.

$$Bp = \frac{Fu - Ft}{Fc} \times 100\%$$
$$Bp = \frac{1098 - 1083}{1090} \times 100\%$$

$$Bp = \frac{1098 - 1083}{1090} \times 100\%$$

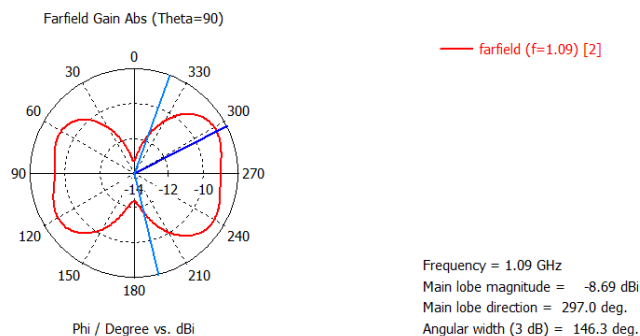
$$Bp = 1.3 \text{ MHz}$$

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian *gain* antenna, *gain* merupakan perbandingan antara intensitas radiasi suatu antenna pada suatu arah utama dengan intensitas radiasi dari antenna isotropik [23]. Hasil pengujian gain dapat dilihat pada gambar 7 dibawah yang memiliki hasil simulasi n nilai gain sebesar 1.054 dBi.



Gambar 7 Gain Measurement

Simulasi selanjutnya yaitu pengujian pola radiasi, pola radiasi yaitu fungsi matematik atau representasi grafis dari sifat-sifat radiasi dari antenna sebagai fungsi koordinat ruang. Pola radiasi pada antenna biasanya digambarkan dengan bentuk pola 3 dimensi, pola antenna 3 dimensi ini biasanya dibentuk dari dua pola radiasi yaitu berupa pola elevasi dan pola azimuth. Hasil pengujian dapat diamati pada gambar 8 dibawah.



Gambar 8. Radiation Pattern

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan diatas antenna dengan feed coaxial dengan frekuensi 1090 MHz dapat dilihat pada tabel 3 dibawah.

Tabel.3 Result of Antenna Parameter

No	Parameter	Nilai

1	Frekuensi	1090 MHz
2	S-Parameter	-13.6 dB
3	VSWR	1.5
4	Bandwith	1.3 MHz
5	Gain	1.054 dBi

Berdasarkan tabel 3 diatas kita dapat menarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Pada proses simulasi antena rectangular secara simulasi dapat beroperasi pada frekuensi 1090 MHz dengan nilai return loss sebesar -13.6 MHz.
2. Proses simulasi juga mengukur VSWR dan bandwith serta gain yang berturut-turut memiliki nilai sebesar 1.5, 1.3 MHz dan 1.054 dBi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Elrashidi and K. Elleithy, Hassan Bajwa, "Input Impedance, VSWR and Return Loss of a Conformal Microstrip Printed Antenna for TM₀₁ mode Using Two Different Substrates," *Int. J. Networks Commun.*, vol. 2, no. 2, pp. 13–19, 2012, doi: 10.5923/j.ijnc.20120202.03.
- A. F. Alsager, "Design and Analysis of Microstrip Patch Antenna Arrays," *Msc. Thesis, Univ. Coll. Boras, Sch. Eng.*, no. 1, pp. 1–80, 2011.
- A. H. Irfandi and M. Taufik, "Penggunaan Secondary Surveillance Radar Untuk Penentuan Posisi Pesawat Udara," *Geoid*, vol. 9, no. 1, p. 17, 2016, doi: 10.12962/j24423998.v9i1.735.
- A. Kaviyarasu, A. Saravanakumar, and K. Pradeesha, "Air Traffic Control Secondary Radar 1," vol. 119, no. 12, pp. 2935–2944, 2018.
- A. Kumar, N. Gupta, and P. C., "Gain and Bandwidth Enhancement Techniques in Microstrip Patch Antennas - A Review," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 148, no. 7, pp. 9–14, 2016, doi: 10.5120/ijca2016911207.
- C. Balamurugan, P. Marichamy, and R. Harichandran, "Effect of h-BN nanoceramic substrate on the performance of microstrip patch antenna in S-band applications," *Int. J. RF Microw. Comput. Eng.*, vol. 30, no. 2, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1002/mmce.22098.
- D. F. Mona, E. S. Sakomura, and D. C. Nascimento, "Microstrip-to-Probe Fed Microstrip Antenna Transition," *2018 IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp. Usn. Natl. Radio Sci. Meet. APSURSI 2018 - Proc.*, pp. 1521–1522, 2018, doi: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8609140.
- G. Dias, P. Pinho, R. Goncalves, and N. Carvalho, "3D antenna for wireless power transmission: Aperture coupled microstrip antenna with dielectric lens," *2017 Int. Appl. Comput. Electromagn. Soc. Symp. - Italy, ACES 2017*, pp. 3–4, 2017, doi: 10.23919/ROPACES.2017.7916328.
- K. Sewraj and M. M. Botha, "Generalized characteristic basis function definitions for efficient antenna array analysis in 2D," *Proc. 2017 19th Int. Conf. Electromagn. Adv. Appl. ICEAA 2017*, pp. 984–987, 2017, doi: 10.1109/ICEAA.2017.8065423.
- M. V. Mokal, P. S. R. Gagare, and D. R. P. Labade, "Analysis of Micro strip patch Antenna Using Coaxial feed and Micro strip line feed for Wireless Application," *IOSR J. Electron. Commun. Eng.*, vol. 12, no. 03, pp. 36–41, 2017, doi: 10.9790/2834-1203033641.

- O. O. Strelnytskyi, I. V. Svyd, I. I. Obod, O. S. Maltsev, and G. E. Zavolodko, "Optimization of Secondary Surveillance Radar Data Processing," *Int. J. Intell. Syst. Appl.*, vol. 11, no. 5, pp. 1–8, 2019, doi: 10.5815/ijisa.2019.05.01.
- P. S. R. Chowdary, A. M. Prasad, P. M. Rao, and J. Anguera, "Design and Performance Study of Sierpinski Fractal Based Patch Antennas for Multiband and Miniaturization Characteristics," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 83, no. 3, pp. 1713–1730, 2015, doi: 10.1007/s11277-015-2472-5.
- Q. Wu, J. Chen, H. Wu, Y. Zhang, and Z. Chen, "Experimental study on micro-doppler effect and micro-motion characteristics of aerial targets based on holographic staring radar," *Proc. 2019 IEEE 8th Jt. Int. Inf. Technol. Artif. Intell. Conf. ITAIC 2019*, no. Itaic, pp. 1186–1190, 2019, doi: 10.1109/ITAIC.2019.8785528.
- R. Satyanarayana and Shankaraiah, "Performance enhancement of probe feed microstrip patch antenna for wireless applications," *Int. Conf. Electr. Electron. Commun. Comput. Technol. Optim. Tech. ICEECOT 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 135–140, 2018, doi: 10.1109/ICEECOT.2017.8284654.
- T. Kshitija, S. Ramakrishna, S. B. Shirol, and P. Kumar, "Micro - Strip patch antenna using various types of feeding techniques: An implementation," *Proc. Int. Conf. Intell. Sustain. Syst. ICISS 2019*, no. Iciss, pp. 318–322, 2019, doi: 10.1109/ISS1.2019.8908066.
- V. Zavodny, V. Schejbal, and P. Bezousek, "Primary surveillance radar of RSP-10M system," *2018 28th Int. Conf. Radioelektronika, RADIOELEKTRONIKA 2018*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/RADIOELEK.2018.8376362.
- X. Zhao and S. Riaz, "A Dual-Band Frequency Reconfigurable MIMO Patch-Slot Antenna Based on Reconfigurable Microstrip Feedline," *IEEE Access*, vol. 6, no. c, pp. 41450–41457, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2858442.
- Y. Wang, Y. Lu, G. Lu, W. Cao, and A. A. Kishk, "Broadband Patch Antenna with Narrow Width Ground Plane," *2018 IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp. Usn. Natl. Radio Sci. Meet. APSURSI 2018 - Proc.*, pp. 1735–1736, 2018, doi: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8609024.
- Z. Bao, Y. X. Guo, and R. Mitra, "An Ultrawideband Conformal Capsule Antenna With Stable Impedance Matching," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 65, no. 10, pp. 5086–5094, 2017, doi: 10.1109/TAP.2017.2741027.
- Z. N. Chen, D. Liu, H. Nakano, X. Qing, and T. Zwick, *Handbook of antenna technologies*, vol. 1–4. 2016.