
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan: Bentuk Patch, Bahan Substrat dan Teknik Pembentukan Antena

Yudita Nirmala Kartikasari¹, Anton Abdullah², Minulya Eska N.³, Dwi Cahyono⁴, Bambang Bagus H.⁵

¹Politeknik Penerbangan Palembang, email: yudita@poltekbangplg.ac.id

²Politeknik Penerbangan Palembang, email: anton@poltekbangplg.ac.id

³Politeknik Penerbangan Palembang, email: minulya@poltekbangplg.ac.id

⁴Politeknik Penerbangan Palembang, email: dwicahyono@poltekbangplg.ac.id

⁵Politeknik Penerbangan Surabaya, email: bambangfarzardy@gmail.com

Corresponding author: Yudita Nirmala Kartikasari¹

Abstrak: Radar altimeter adalah perangkat di pesawat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak vertikal dari fuselage ke permukaan bumi atau permukaan air laut. Secara khusus, frekuensi yang digunakan oleh radar altimeter di pesawat terletak pada rentang 4.2 hingga 4.4 GHz. Antena sendiri memiliki pengertian elemen komunikasi yang dapat mengubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik. Guna memaksimalkan kinerja radar altimeter, dibutuhkan antena yang mampu menghasilkan pola radiasi unidirectional dengan gain yang tinggi serta bandwidth yang lebar. Antena mikrostrip banyak digunakan dikarenakan memiliki massa yang ringan, proses fabrikasi relatif sederhana menggunakan teknik pencetakan dan pembuatan PCB dengan biaya yang lebih murah, namun antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan bandwidth yang kecil dan gain yang rendah sehingga diperlukan beberapa teknik untuk mengatasi hal tersebut. Artikel ini mereview faktor-faktor yang memengaruhi Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, yaitu Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena, suatu studi literatur akuntansi perpajakan. Tujuan penulisan artikel ini guna membangun hipotesis pengaruh antar variabel untuk digunakan pada riset selanjutnya. Hasil artikel literature review ini adalah: 1) Bentuk Patch berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan; 2) Bahan Substrat berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan; dan 3) Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan.

Keyword: Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena

LATAR BELAKANG

Radar altimeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak dari pesawat terbang ke permukaan tanah atau ke permukaan air. Alat ini sangat penting dalam navigasi pesawat terbang karena dapat memberikan informasi yang akurat tentang ketinggian dan jarak pesawat terbang. Radar altimeter bekerja dengan cara mengirimkan sinyal radio ke bawah dan menerima sinyal pantulan yang dikembalikan oleh permukaan tanah atau air. Sinyal pantulan ini kemudian diproses untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian dan jarak. Radar altimeter digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti navigasi pesawat terbang, surveilans, dan pengukuran ketinggian. Dalam navigasi pesawat terbang, radar altimeter

digunakan untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian dan jarak pesawat terbang, sehingga pilot dapat mengatur ketinggian dan jarak yang sesuai dengan rute penerbangan. Dalam surveilans, radar altimeter digunakan untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian dan jarak objek di bawah, seperti kapal atau pesawat lainnya. Dalam pengukuran ketinggian, radar altimeter digunakan untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian permukaan tanah atau air, sehingga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian objek di atas permukaan tanah atau air.

Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk radar altimeter. Radar altimeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak vertikal dari pesawat ke permukaan tanah atau ke permukaan laut. Antena mikrostrip adalah komponen penting dalam radar altimeter karena berfungsi mengirimkan gelombang radio dan menerima gelombang radio baik pada frekuensi yang sama atau di sebuah rentang frekuensi. Dalam beberapa tahun terakhir, antena mikrostrip telah berkembang dengan teknologi yang lebih canggih dan akurat. Salah satu contoh adalah penggunaan antena mikrostrip patch circular yang dapat meningkatkan kinerja radar altimeter dengan cara meningkatkan gain dan bandwidth. Antena mikrostrip patch circular juga dapat digunakan untuk aplikasi radar altimeter pada frekuensi C-band dengan penambahan elemen parasitik dan pencatuan proximity coupled untuk memperkuat gain serta memperlebar bandwidth. Dalam beberapa tahun terakhir, antena mikrostrip telah berkembang dengan teknologi yang lebih canggih dan akurat. Salah satu contoh adalah penggunaan antena mikrostrip dengan patch berbentuk lingkaran yang dapat meningkatkan kinerja radar altimeter dengan cara meningkatkan gain dan bandwidth. Antena mikrostrip dengan patch berbentuk lingkaran juga dapat digunakan untuk aplikasi radar altimeter pada frekuensi C-band dengan penambahan elemen parasitik dan pencatuan proximity coupled untuk memperkuat gain serta memperlebar bandwidth. Dalam penelitian ini, kita akan membahas tentang desain antena mikrostrip untuk radar altimeter. Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena yang digunakan dalam radar altimeter karena memiliki kelebihan seperti ukuran yang relatif kecil dan dapat beroperasi pada rentang frekuensi yang luas. Dalam artikel ilmiah ini, kita akan membahas tentang desain antena mikrostrip yang sesuai dengan karakteristik antena untuk aplikasi radar altimeter.

Artikel ini membahas pengaruh Bentuk Patch, Bahan Substrat, dan Teknik Pembentukan Antena terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, suatu studi literature review dalam bidang Penerbangan.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas guna membangun hipotesis untuk riset selanjutnya yaitu:

1. Apakah Bentuk Patch berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan?
2. Apakah Bahan substrat berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan?
3. Apakah Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan?

KAJIAN TEORI

Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan

Radar altimeter adalah perangkat di pesawat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak vertikal dari fuselage ke permukaan bumi atau permukaan air laut. Frekuensi kerja radar altimeter pada pesawat diatur dalam dokumen Annex 10 Volume I dari Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (International Civil Aviation Organization atau ICAO). Annex 10 berjudul "Aeronautical Telecommunications" mencakup standar dan rekomendasi terkait komunikasi dan navigasi penerbangan, termasuk frekuensi yang digunakan oleh radar altimeter. Secara khusus, frekuensi yang digunakan oleh radar altimeter di pesawat terletak pada rentang 4.2 hingga 4.4 GHz. Informasi lebih rinci mengenai spesifikasi teknis dan regulasi dapat ditemukan dalam Annex 10 Volume I. Cara kerja dari radar altimeter yaitu dengan mengirimkan gelombang elektromagnetik ke permukaan bumi atau permukaan air laut lalu menerima pantulan sinyal. Guna memaksimalkan kinerja radar altimeter, dibutuhkan antena yang mampu menghasilkan pola radiasi unidirectional dengan gain yang tinggi serta bandwidth yang lebar.

Antena sendiri memiliki pengertian elemen komunikasi yang dapat mengubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik (GEM) untuk diradiasikan ke udara bebas dan sebaliknya antena juga dapat menangkap GEM dari udara bebas untuk kemudian diubah menjadi besaran listrik kembali melalui saluran transmisi. Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang terdiri dari jalur konduktif (strip) yang terletak di atas permukaan dielektrik yang datar. Antena ini sering digunakan dalam aplikasi nirkabel, komunikasi satelit, komunikasi seluler, dan berbagai sistem komunikasi lainnya. Antena mikrostrip terdiri atas beberapa bagian yaitu bagian patch, bagian substrat, dan bagian groundplane. Antena mikrostrip banyak digunakan oleh para peneliti dikarenakan memiliki massa yang ringan, proses fabrikasi relatif sederhana menggunakan teknik pencetakan dan pembuatan PCB dengan biaya yang lebih murah, namun antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan bandwidth yang kecil dan gain yang rendah sehingga diperlukan beberapa teknik untuk mengatasi hal tersebut.

Penelitian oleh (Harianto et al. 2022) dengan judul "*2x2 Array Circular Microstrip Antenna Design for Altimeter Radar Antenna Applications*" mengkaji pembuatan antena mikrostrip patch circular konfigurasi 2x2 untuk radar altimeter. Hasil uji antena mikrostrip circular array 2x2 pada 4.3 GHz sesuai dengan frekuensi kerja radar altimeter menghasilkan return loss -12.41 dB dalam rentang frekuensi 4.22 GHz hingga 4.36 GHz, bandwidth 144.1 MHz, VSWR 1.6, serta menghasilkan gain 6.9 dB.

Penelitian lain membahas desain dan pengujian antena mikrostrip yang dioptimalkan untuk radar altimeter pada pesawat terbang terdapat pada penelitian (Sudhakar, Prakash, and Satyanarayana 2018) dengan judul "*Compact Microstrip Antenna for Radar Altimeter Applications*". Hasil penelitian desain antena mikrostrip menghasilkan bandwidth 660 MHz dengan frekuensi 4.49 GHz hingga 5.15 GHz dan return loss -40 dB.

Penelitian tentang antena mikrostrip radar altimeter lainnya terdapat pada penelitian (Al Adalah et al. 2020). Penelitian dengan judul "*Perancangan Antena Mikrostrip Triangular dengan Slotted Ground Plane Untuk Aplikasi Radar Altimeter*" menghasilkan nilai return loss -32.46 dB, bandwidth 178.5 MHz di frekuensi tengah 4.3 GHz dengan range frekuensi 4.2123 GHz - 4.3908 GHz, VSWR 1.048, gain 3.53 dB dan dengan beamwidth 100.5°.

Bentuk Patch

Dalam beberapa tahun terakhir, para ahli telah melakukan kajian teori tentang bentuk-bentuk patch antena mikrostrip untuk meningkatkan kinerja antena. Beberapa bentuk patch antena mikrostrip yang telah diteliti yaitu bentuk segiempat (rectangular), bentuk lingkaran (circular), bentuk segitiga (triangular), bentuk double patch rectangular, bentuk patch array,

dan bentuk multi-patch. Patch dengan bentuk segiempat (rectangular) adalah bentuk antena mikrostrip yang paling banyak digunakan karena memiliki bentuk yang paling sederhana dan sisi-sisi pada elemennya mudah untuk ditentukan. Antena mikrostrip rectangular singular pada penelitian (Haekal, Fat, and Utama 2021) menghasilkan return loss -12.07 dB, VSWR 1.664 dimana antena tersebut dapat digunakan untuk aplikasi 4G LTE.

Bentuk patch lingkaran adalah bentuk antena mikrostrip lainnya yang sering digunakan, dimana hanya memerlukan satu jari-jari saja dalam perancangannya. Antena mikrostrip dengan bentuk patch circular 4x1 (Reddy et al. 2023) menghasilkan return loss of 27.9 dB pada frekuensi 2.45 GHz dan VSWR 0.95.

Bentuk patch segitiga adalah bentuk antena mikrostrip yang digunakan dalam penelitian untuk meningkatkan kinerja antena dengan menggunakan parasitic. Penelitian antena mikrostrip bentuk patch triangular konfigurasi 2x1 untuk aplikasi antena 5G (Simanjuntak et al. 2021) menghasilkan nilai return loss -26.98 di frekuensi 28.48 GHz dan VSWR 1.09.

Bahan Substrat

Substrat antena mikrostrip adalah bahan dielektrik yang digunakan sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik. Bahan penyusun substrat antena mikrostrip adalah bahan dielektrik yang digunakan sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik. Bahan dielektrik ini memisahkan antena patch dengan bidang pertahanan (groundplane) dan memiliki nilai konstanta dielektrik yang berbeda-beda. Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antena patch dan mempengaruhi kinerja antena mikrostrip seperti frekuensi, resonansi, impedansi, dan efisiensi. Bahan substrat yang sering digunakan oleh peneliti antara lain bahan Epoxy FR4 yang memiliki konstanta dielektrik 4.3 dengan tebal bahan 1.6 mm (Sharma et al. 2022), bahan RT/duroid 6002 yang memiliki konstanta dielektrik 2.94 dengan ketebalan 0.762 mm (Hussain et al. 2022), dan bahan RO 4003 yang memiliki konstanta dielektrik 3.38 dengan ketebalan 0.813 mm (Ibrahim et al. 2023).

Teknik Pembentukan Antena

Teknik modifikasi antena mikrostrip adalah sebuah metode yang digunakan untuk meningkatkan kinerja antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah sebuah antena yang terdiri dari sebuah patch yang diletakkan pada substrat dielektrik dan bagian pentanahan (grounding) pada sisi yang lain. Patch ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Namun, antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan, seperti bandwidth yang sempit, gain dan directivity yang kecil, serta efisiensi yang rendah. Untuk meningkatkan kinerja antena mikrostrip, beberapa teknik modifikasi telah dikembangkan diantaranya teknik array. Teknik array berfungsi dengan cara menggabungkan beberapa elemen antena tunggal menjadi sebuah jaringan yang lebih besar. Dengan demikian, nilai gain antena dapat ditingkatkan dan bandwidth antena dapat diperlebar. Teknik array juga dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi antena dan mengurangi efek mutual coupling antara elemen-elemen antena.

Teknik lain yang digunakan adalah modifikasi antena dengan menggunakan Defected Ground Structure (DGS). Teknik Defected Ground Structure (DGS) adalah sebuah metode yang digunakan untuk meningkatkan kinerja antena mikrostrip. DGS berfungsi sebagai sebuah konsep yang memanfaatkan bentuk baru yang diletakkan pada lapisan di bawah elemen peradiasi. DGS dapat digunakan untuk meningkatkan bandwidth antena, memperkecil dimensi antena, dan meningkatkan gain antena (Satyam et al. 2023).

Teknik Defected Microstrip Structure (DMS) adalah sebuah metode yang digunakan untuk meningkatkan kinerja antena mikrostrip. DMS berfungsi dengan cara memanfaatkan bentuk baru yang diletakkan pada lapisan di bawah elemen peradiasi. Penggunaan teknik DMS

dapat meningkatkan kinerja antenna dengan cara memperlebar bandwidth (Mabrok et al. 2021), memperkecil dimensi antenna, dan meningkatkan gain antenna.

Teknik Pembentukan Antena sudah banyak di teliti oleh peneliti sebelumnya di antaranya adalah (Ruliyanta, Nugroho, and Asyifa 2024), (H Bambang Bagus et al. 2023), dan (Shakeri, Dousti, and Ghalamkari 2022).

Tabel 1
Penelitian terdahulu yang relevan

| No | Author (tahun) | Hasil Riset terdahulu | Persamaan dengan artikel ini | Perbedaan dengan artikel ini |
|----|--|--|--|------------------------------|
| 1 | B.B. Harianto M. Rifa'i, Y. Suprpto, T. Warsito, A. Mauludiyanto (2022) | Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | - |
| 2 | Mujadidi Al Adalah1, Nadia Media Rizka (2020) | Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | Bentuk Patch, Bahan substrat dan Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | - |
| 3 | Haekal (2021) | Bentuk Patch berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | Bentuk Patch berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | - |
| 4 | Sharma, Abhay, Shilpee Patil, Aditya Kumar Gupta, Akshay Kumar, and Harshit Bhatnagar (2022) | Bahan substrat berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | Bahan substrat berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | - |
| 5 | Satyam, T. Sai Samhitha, T. Adikesava Naidu, K. Swapna, Y. Nagaraju, and N. Ashok Kumar (2023) | Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap rancangan antenna mikrostrip untuk radar altimeter | - |

METODE PENULISAN

Metode penulisan artikel ilmiah ini adalah dengan metode kuantitatif dan kajian pustaka (*library research*). Mengkaji teori dan hubungan atau pengaruh antar variabel dari buku-buku dan jurnal baik secara *off line* di perpustakaan dan secara *online* yang bersumber dari Mendeley, Scholar Google dan media online lainnya.

Penulisan artikel ilmiah ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi desain antenna mikrostrip untuk radar altimeter dalam ilmu

teknik penerbangan. Pendekatan kuantitatif (Waruwu 2023) dipilih karena memungkinkan pengukuran yang objektif dan analisis statistik yang dapat memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan dan terukur (Atiqya, Fanani, and Irawan 2023). *Library research* dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi yang sudah ada dari berbagai sumber terpercaya, seperti buku, jurnal ilmiah, konferensi, dan laporan teknis (Hamzah 2020).

PEMBAHASAN

Berdasarkan Kajian teori dan penelitian terdahulu yang relevan maka pembahasan artikel *literature review ini* dalam konsentrasi Ilmu Teknik Penerbangan adalah:

1. Pengaruh Bentuk Patch terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan

Bentuk patch rectangular, circular, dan triangular berpengaruh terhadap desain antena mikrostrip untuk radar altimeter dalam ilmu teknik penerbangan. Antena mikrostrip rectangular singular pada penelitian (Haekal et al. 2021) menghasilkan return loss -12.07 dB, VSWR 1.664 dimana antena tersebut dapat digunakan untuk aplikasi 4G LTE. Antena mikrostrip dengan bentuk patch circular 4x1 (Reddy et al. 2023) menghasilkan return loss of 27.9 dB pada frekuensi 2.45 GHz dan VSWR 0.95. Penelitian antena mikrostrip bentuk patch triangular konfigurasi 2x1 untuk aplikasi antena 5G (Simanjuntak et al. 2021) menghasilkan nilai return loss -26.98 di frekuensi 28.48 GHz dan VSWR 1.09.

Bentuk Patch berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh: (Haekal et al. 2021), (Reddy et al. 2023), dan (Simanjuntak et al. 2021).

2. Pengaruh Bahan substrat terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan

Bahan substrat berpengaruh terhadap desain antena mikrostrip untuk radar altimeter dalam ilmu teknik penerbangan, dimana dimensi atau indikator bahan substrat Epoxy FR4, RT/duroid 6002, dan RO 4003 berpengaruh terhadap dimensi atau indikator Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan. Bahan substrat yang sering digunakan oleh peneliti antara lain bahan Epoxy FR4 yang memiliki konstanta dielektrik 4.3 dengan tebal bahan 1.6 mm (Sharma et al. 2022), bahan RT/duroid 6002 yang memiliki konstanta dielektrik 2.94 dengan ketebalan 0.762 mm (Hussain et al. 2022), dan bahan RO 4003 yang memiliki konstanta dielektrik 3.38 dengan ketebalan 0.813 mm (Ibrahim et al. 2023). Bahan substrat Epoxy FR4, RT/duroid 6002, dan RO 4003 berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh: (Sharma et al. 2022), (Hussain et al. 2022), dan (Ibrahim et al. 2023).

3. Pengaruh Teknik Pembentukan Antena terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan

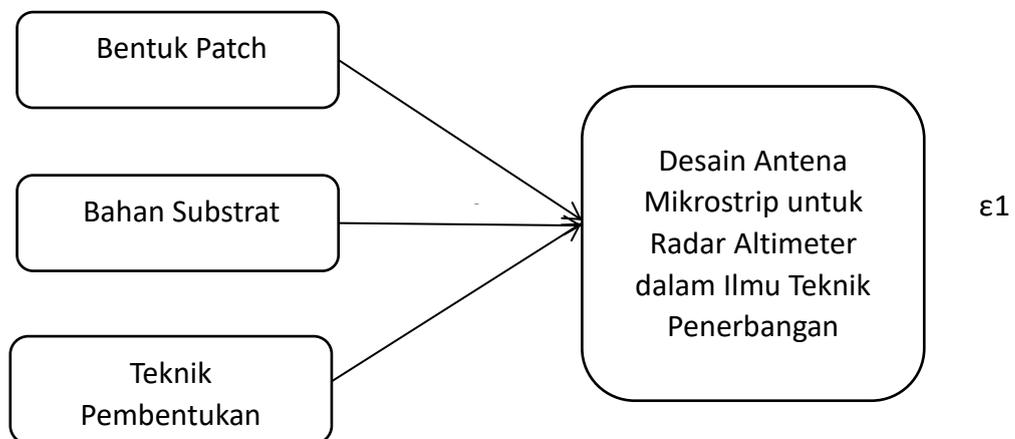
Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, dimana dimensi atau indikator teknik Defected Ground Structure (DGS), teknik Defected Microstrip Structure (DMS), dan Teknik array berpengaruh terhadap dimensi atau indikator return loss, VSWR, dan gain Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan. Teknik Defected Ground Structure (DGS) pada penelitian (Satyam et al. 2023) berpengaruh pada desain antena mikrostrip aplikasi mmW dimana diperoleh return loss (S11) -23.20 dB dan VSWR of 1.12

serta gain 4.6dB. Penelitian (H Bambang Bagus et al. 2023) menggunakan gabungan teknik Defected Ground Structure (DGS), teknik Defected Microstrip Structure (DMS) untuk memperoleh rancangan hasil antena Monopulse Secondary Surveillance radar yang terbaik. Hasil penelitian analisa teknik array dalam meningkatkan nilai gain pada frekuensi X band (Bambang et al. 2023) memperoleh nilai return loss -19 dB, VSWR 1,7, dan gain 9.08.

Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan, ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh: (Satyam et al. 2023), (H Bambang Bagus et al. 2023), dan (Bambang et al. 2023).

Kerangka Konseptual

Berdasarkan rumusan masalah, kajian teori, penelitian terdahulu yang relevan dan pembahasan pengaruh antar variabel, maka di perolah rerangka berfikir artikel ini seperti di bawah ini.



Gambar 1
Kerangka Konseptual

Berdasarkan gambar *conceptual framework* di atas, Bentuk Patch, Bahan Substrat, dan Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan teori, artikel yang relevan dan pembahasan maka dapat dirumuskan hipotesis untuk riset selanjutnya:

1. Bentuk Patch berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan.
2. Bahan substrat berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan.
3. Teknik Pembentukan Antena berpengaruh terhadap Desain Antena Mikrostrip untuk Radar Altimeter dalam Ilmu Teknik Penerbangan.

SARAN

Guna meningkatkan kinerja antena mikrostrip, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan bahan substrat yang lebih baik dan teknik pembentukan antena yang lebih efektif. Selain itu, perlu juga dilakukan analisis lebih lanjut tentang efek dari bentuk patch dan bahan substrat pada kinerja antena mikrostrip.

Bibliography

- Al Adalah, Mujadidi, Nadia Media Rizka, Akademi Teknik, Telekomunikasi Sandhy, Putra Jakarta, and Jalan Daan. 2020. "Perancangan Antena Mikrostrip Triangular Dengan Slotted Ground Plane Untuk Aplikasi Radar Altimeter." *EMIT* 2(2):9–7.
- Atiqya, Afifah Barkatul, Asep Irfan Fanani, and Irawan. 2023. "Penerapan Metode Penelitian Kuantitatif Dalam Manajemen Pendidikan." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 9(19).
- Bambang, Bagus, Sukahir, Ayub Wimatra, and Fatmawati Sabur. 2023. "Analisa Peningkatan Gain Antenna Menggunakan Array Feeding Pada Frekuensi X Band." *Jurnal Penelitian* 8(1):28–41. doi: 10.46491/jp.v8i1.1356.
- H Bambang Bagus, Pambudiyatno Nyaris, Suprpto Yuyun, and Ayu Iga Oka Mas. 2023. *Wideband Microstrip Array Antenna Using Defected Ground and Microstrip Structure for Monopulse Secondary Surveillance Radar Application*. Atlantis Press International BV.
- Haekal, Ahmad Fachri, Joni Fat, and Hadian Satria Utama. 2021. "Ahmad Fachri Haekal, Joni Fat, Hadian Satria Utama ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP PATCH RECTANGULAR SUBSTRAT FR-4 PADA FREKUENSI 2,3 GHZ UNTUK APLIKASI LTE." 171–80.
- Hamzah, Amir. 2020. "Metode Penelitian Kepustakaan (Library Research)." *Literasi Nusantara Abadi* 5(1).
- Hariato, Bambang Bagus, Muhammad Rifa'i, Yuyun Suprpto, Totok Warsito, and Achmad Mauludiyanto. 2022. "2x2 Array Circular Microstrip Antenna Design for Altimeter Radar Antenna Applications." *INTEGER: Journal of Information Technology* 7(1):54–62. doi: 10.31284/j.integer.2022.v7i1.2894.
- Hussain, Musa, Saqlain Abbas, Mohammad Alibakhshikenari, Mariana Dalarsson, and Francisco Falcone. 2022. "Circularly Polarized Wideband Antenna for 5G Millimeter Wave Application." Pp. 830–31 in *2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, AP-S/URSI 2022 - Proceedings*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Ibrahim, Ahmed A., Wael A. E. Ali, Moath Alathbah, and Hesham A. Mohamed. 2023. "A Frequency Reconfigurable Folded Antenna for Cognitive Radio Communication." *Micromachines* 14(3). doi: 10.3390/mi14030527.
- Mabrok, Mussa, Zahriladha Zakaria, Yully Erwanti Masrukin, Tole Sutikno, and Hussein Alsariera. 2021. "Effect of the Defected Microstrip Structure Shapes on the Performance of Dual-Band Bandpass Filter for Wireless Communications." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 10(1):232–40. doi: 10.11591/eei.v10i1.2662.
- Reddy, Deepak, Rakshith Reddy, Mohith, and B. Shilpa. 2023. "Design of 4x1 Circular Microstrip Patch Array Antenna for WLAN Applications." in *E3S Web of Conferences*. Vol. 391.
- Ruliyanta, R., R. Nugroho, and D. Asyifa. 2024. "Design of Rectangular Patch Array 2x4 Microstrip Antenna on C-Band for Weather Radar Applications." *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)* 16(1):7–11. doi: 10.54554/jtec.2024.16.01.002.
- Satyam, T. Sai Samhitha, T. Adikesava Naidu, K. Swapna, Y. Nagaraju, and N. Ashok Kumar. 2023. "Low Profile Miniaturized Wideband Antenna for MmW Applications." in *2023 4th International Conference for Emerging Technology, INCET 2023*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Shakeri, Sepideh, Massoud Dousti, and Behbod Ghalamkari. 2022. "A Quad-Band Defected Microstrip Structure Loaded Bandpass Filter for Standard GPS, WiFi, WLAN, and WiMAX Applications." *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering* 32(5). doi: 10.1002/mmce.23082.

-
- Sharma, Abhay, Shilpee Patil, Aditya Kumar Gupta, Akshay Kumar, and Harshit Bhatnagar. 2022. "Analysis of Compact Arrow Shaped Patch Antenna for 5G Mm Wave Applications." Pp. 416–19 in *Proceedings of 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management, ICIPTM 2022*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Simanjuntak, Imelda Uli Vistalina, Agus Dendi Rochendi, Ketty Siti Salamah, and Diah Sucita Safitri. 2021. "Design Of Triangular Array Microstrip Patch For Antenna 5g Application." *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING* 5(1):176–86. doi: 10.31289/jite.v5i1.4927.
- Sudhakar, A., M. Sunil Prakash, and M. Satyanarayana. 2018. "Compact Microstrip Antenna for Radar Altimeter Applications." *2018 IEEE Indian Conference on Antennas and Propagation, INCAP 2018* 4–6. doi: 10.1109/INCAP.2018.8770945.
- Waruwu, Marinu. 2023. "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif Dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)." *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7(1).

&&&