

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi dan sensor saat ini semakin pesat dan beragam, termasuk dalam bidang penginderaan nirkabel (wireless sensing) yang memanfaatkan perangkat antena sebagai komponen utamanya. Salah satu jenis antena yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi adalah antena mikrostrip. Antena ini memiliki keunggulan berupa bentuk yang tipis dan ringan, mudah diproduksi, serta dapat diintegrasikan dengan sistem lain, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi sensor nirkabel dan sistem komunikasi modern[1].

Dalam dunia industri, khususnya industri makanan dan minuman, isu mengenai kualitas dan kemurnian produk menjadi perhatian penting. Salah satu produk yang sering mengalami pemalsuan atau pencampuran bahan adalah susu. Pemalsuan susu dapat berdampak pada kesehatan konsumen serta menurunkan standar mutu industri. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem deteksi yang cepat, akurat, dan efisien untuk mengidentifikasi kemurnian susu. Saat ini, metode konvensional untuk uji kemurnian susu umumnya memerlukan kontak langsung, waktu pengujian yang cukup lama, serta peralatan laboratorium yang tidak praktis digunakan secara portabel[2].

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, teknologi antena mikrostrip dapat dimanfaatkan sebagai sensor berbasis frekuensi yang mendeteksi perubahan sifat dielektrik dari cairan, dalam hal ini susu. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan sensitivitas antena terhadap variasi sifat dielektrik adalah dengan menambahkan struktur resonator seperti *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR). CSRR bekerja dengan prinsip resonansi elektromagnetik yang sangat sensitif terhadap perubahan media di sekitarnya. Penerapan *Triple CSRR* pada bagian groundplane antena mikrostrip diyakini mampu meningkatkan kemampuan sensor dalam mendeteksi perbedaan kemurnian susu dengan lebih presisi[3].

Dalam penelitian ini, akan dirancang sebuah antena mikrostrip berbentuk rectangular patch yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz, frekuensi yang umum digunakan dalam sistem nirkabel dan sensor. Antena ini akan menggunakan teknik pencatutan *Line feed* yang sederhana namun efektif untuk pencocokan impedansi dan distribusi daya. Dengan bantuan perangkat lunak simulasi seperti CST Studio Suite, desain dan performa antena akan dianalisis berdasarkan parameter-parameter penting, seperti *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan pergeseran frekuensi resonansi akibat variasi kemurnian susu[4].

Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dikembangkan sebuah sistem sensor nirkabel yang praktis, non-invasif, murah, dan efisien untuk mendeteksi kemurnian susu secara *real-time*, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam penerapan teknologi antena mikrostrip di bidang pangan dan kesehatan[5]. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk susu dan mendukung industri makanan dalam menjaga kualitas serta keamanan produk yang beredar di pasaran.

Penelitian lain[9], menggunakan sampel susu skim yang diuji pada berbagai kadar konsentrasi selama proses pengeringan. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi susu (semakin sedikit kadar air), nilai konstanta dielektrik menurun secara linier, sedangkan faktor rugi meningkat hingga titik tertentu lalu menurun kembali. Temuan ini mendukung penggunaan perubahan nilai dielektrik sebagai indikator kemurnian susu secara *real-time*[6].

Penelitian serupa[9], Dalam studi tersebut, susu diencerkan dengan air dan diuji menggunakan metode *open-ended coaxial-line probe*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar air dalam susu, nilai konstanta dielektrik menurun secara signifikan, sehingga parameter ini dapat digunakan sebagai indikator untuk memprediksi tingkat kemurnian dan kesegaran susu [7]. Dengan demikian, penelitian ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan antena mikrostrip dan perubahan sifat dielektrik dapat menjadi solusi efektif dalam mendeteksi kemurnian susu secara *real-time*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka pada tugas akhir ini akan dirancang antena mikrostrip *rectangular patch* dengan tambahan *Triple Complementary Split Ring Resonator (CSRR)*. Antena ini dirancang untuk beroperasi pada frekuensi kerja WiFi, yaitu 2,4 GHz. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi sensor nirkabel yang lebih efisien dan akurat untuk memastikan kualitas susu di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara kerja antena mikrostrip *rectangular patch* dengan *Triple CSRR* pada *groundplane* dalam mendeteksi kemurnian susu?
2. Bagaimana pengaruh variasi tingkat kemurnian susu terhadap karakteristik antena, seperti *return loss*, *VSWR*, frekuensi resonansi, dan *Q-factor*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Frekuensi kerja antena adalah 2,4 GHz.

2. Antena yang dirancang menggunakan bentuk rectangular patch dengan *Triple Complementary Split Ring Resonator (CSRR)* yang diletakkan pada *groundplane*.
3. Teknik pencatuan menggunakan *line feed*.
4. Perancangan dan simulasi dilakukan menggunakan *software CST Studio Suite*.
5. Pengujian antena dilakukan secara simulasi berdasarkan konstanta dielektrik larutan gula.
6. Variasi kemurnian susu dimodelkan berdasarkan perubahan nilai konstanta dielektrik, yang mewakili kondisi susu murni dan susu yang telah tercampur/terkontaminasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mensimulasikan antena mikrostrip rectangular patch 2,4 GHz dengan *Triple Complementary Split Ring Resonator (CSRR)* pada *groundplane* sebagai sensor untuk mendeteksi kemurnian susu.
2. Menganalisis pengaruh variasi tingkat kemurnian susu terhadap karakteristik antena, seperti frekuensi resonansi, *return loss*, *VSWR*, dan *Q-factor*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai konsep perancangan antena mikrostrip rectangular patch dengan struktur *Triple Complementary Split Ring Resonator (CSRR)* pada *groundplane*, serta analisis parameter antena terhadap perubahan kemurnian susu berdasarkan sifat dielektriknya.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi ilmiah untuk pengembangan lebih lanjut dalam studi antena mikrostrip sebagai sensor cairan, khususnya dalam penerapan deteksi kualitas produk pangan seperti susu, dengan penekanan pada analisis performa antena guna meningkatkan sensitivitas dan akurasi deteksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dari penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang relevan dengan penelitian, seperti dasar-dasar antena mikrostrip, struktur *Complementary Split Ring Resonator (CSRR)*,

teknik pencatuan *line feed*, konsep konstanta dielektrik cairan (khususnya susu), serta prinsip kerja sistem sensor berbasis antena.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah perancangan antena, proses simulasi menggunakan CST Studio Suite, proses pemodelan sifat dielektrik dari susu dengan berbagai tingkat kemurnian, serta metode analisis parameter antena yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dari simulasi antena dan analisis karakteristik antena terhadap variasi kemurnian susu, mencakup parameter seperti return loss, VSWR, frekuensi resonansi, dan Q-factor.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut di bidang sensor antenna mikrostrip

