

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, fabrikasi, dan pengujian antenna mikrostrip *multiband circular patch* dengan kombinasi *C-shaped slot*, *rectangular slot*, dan *inset feed* sebagai sensor untuk mendeteksi konsentrasi larutan gula, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Antena mikrostrip *multiband circular patch* dengan kombinasi *C-shaped slot*, *rectangular slot*, dan *inset feed* berhasil dirancang pada rentang frekuensi 0,5–3 GHz. Hasil rancangan menunjukkan tiga frekuensi resonansi utama, yaitu sekitar 0,922 GHz, 1,725 GHz, dan 2,415 GHz, sehingga antena telah memenuhi tujuan sebagai antena *multiband*.
2. Penerapan *multi-slot* dan *inset feed* terbukti memengaruhi karakteristik antena dengan menghasilkan beberapa mode resonansi serta memperbaiki pencocokan impedansi. Antena hasil fabrikasi tetap menunjukkan nilai S_{11} di bawah -10 dB pada frekuensi kerja, sehingga layak digunakan sebagai sensor berbasis gelombang mikro.
3. Pengujian terhadap larutan gula dengan variasi konsentrasi 0% hingga 30% menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi menyebabkan perubahan parameter antena. Frekuensi resonansi cenderung bergeser ke frekuensi yang lebih rendah, dengan pergeseran terbesar pada Band Kedua sebesar sekitar 35 MHz. Hal ini membuktikan bahwa antena mampu merespons perubahan sifat dielektrik larutan gula.
4. Berdasarkan analisis linearitas, Band Pertama menunjukkan hubungan terbaik antara frekuensi resonansi dan konsentrasi larutan gula dengan nilai $R^2 = 0,98685$. Sementara itu, berdasarkan parameter S_{11} , Band Kedua memberikan linearitas terbaik dengan nilai $R^2 = 0,94935$. Dengan demikian, kedua parameter tersebut dapat digunakan sebagai indikator dalam mendeteksi konsentrasi larutan gula.
5. Dari aspek sensitivitas, Band Kedua menjadi band paling responsif dengan sensitivitas frekuensi resonansi sebesar $-1,167$ MHz/% dan sensitivitas S_{11}

sebesar 0,401 dB/%. Namun, dari aspek akurasi, Band Pertama memberikan hasil terbaik karena memiliki nilai RMSE dan MAE paling rendah dibandingkan band lainnya.

6. Secara keseluruhan, antenna yang dirancang mampu mendeteksi variasi konsentrasi larutan gula secara *non-contact* melalui perubahan frekuensi resonansi, S_{11} , dan Q -factor. Hasil ini menunjukkan bahwa antenna mikrostrip *multiband* berpotensi digunakan sebagai sensor kadar gula pada produk pangan cair, seperti minuman, sirup, dan saus, untuk membantu menjaga mutu dan konsistensi produk.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut.

1. Untuk meningkatkan akurasi model kalibrasi, disarankan menggunakan model regresi *non-linear* (misalnya eksponensial atau polinomial) yang lebih sesuai dengan karakteristik data, terutama pada Band Kedua dan Band Ketiga yang menunjukkan pola perubahan *non-linear* serta bias sistematis, sehingga berpotensi menurunkan nilai kesalahan prediksi secara signifikan.
2. Pengujian sebaiknya dilakukan menggunakan alat bantu posisi antenna serta media penampung larutan (*tube*) yang terstandarisasi dan presisi antarsampel, guna mengurangi variasi kondisi pengukuran yang menjadi salah satu penyebab ketidakstabilan nilai Q -factor dan menurunnya presisi, sebagaimana terlihat pada penurunan Q -factor yang terjadi bersamaan pada ketiga band pada konsentrasi 15%.
3. Perluasan rentang konsentrasi pengujian, misalnya di atas 30%, disertai penggunaan interval variasi yang lebih kecil (misalnya 2,5%), akan memberikan data kalibrasi yang lebih rapat dan representatif, sehingga model regresi yang dibangun memiliki kemampuan interpolasi yang lebih baik dan menghasilkan sensor dengan resolusi deteksi yang lebih tinggi.