

BAB V PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis keseluruhan, kesimpulan akhir dari penelitian tugas akhir ini dirangkum dalam empat fakta objektif sebagai berikut:

1. Hasil simulasi kombinasi corner truncation dan frame ground menghasilkan bandwidth impedansi sebesar 1575 MHz pada rentang 2,259–3,834 GHz, dengan S_{11} minimum $-34,59$ dB dan VSWR 1,038 pada frekuensi resonansi 3,554 GHz.
2. Hasil fabrikasi menunjukkan resonansi pada 3,489 GHz dengan S_{11} minimum $-35,10$ dB, VSWR 1,036, dan bandwidth impedansi 580 MHz pada rentang 3,186–3,766 GHz.
3. Bandwidth hasil fabrikasi telah melampaui target minimum 500 MHz, tetapi batas atas 3,766 GHz menunjukkan bahwa prototipe belum sepenuhnya mencapai target pita n78 sampai 3,8 GHz.
4. Nilai gain 2,791 dBi dan pola radiasi merupakan hasil simulasi dan belum divalidasi melalui pengukuran far-field. Perbedaan antara simulasi dan pengukuran diduga dipengaruhi oleh toleransi fabrikasi, variasi karakteristik FR-4, serta efek parasitik konektor dan penyolderan.

1.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengurangi pengaruh toleransi dimensi fabrikasi, yang diduga menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap perbedaan frekuensi resonansi dan bandwidth antara simulasi dan pengukuran, disarankan untuk menerapkan metode fabrikasi PCB dengan tingkat presisi manufaktur mikrometer yang lebih tinggi, seperti teknik *CNC milling* atau *laser structuring*. Hal ini krusial terutama pada area *corner truncation* dan *frame ground* yang geometrinya sensitif terhadap perubahan distribusi arus permukaan.
2. Mengingat karakterisasi fisik prototipe dalam penelitian ini masih terbatas pada parameter S_{11} dan VSWR menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA), disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan di dalam fasilitas *Anechoic Chamber* yang terkalibrasi. Langkah ini diperlukan untuk

memvalidasi karakteristik *directional* secara riil, sekaligus mengonfirmasi nilai *gain* hasil simulasi sebesar 2,791 dBi yang belum divalidasi melalui pengukuran fisik *far-field*.

3. Guna meningkatkan akurasi komputasi pada perangkat lunak *CST Studio Suite*, direkomendasikan untuk memodelkan konektor SMA *edge-mount* beserta transisi koaksial-ke-planar secara eksplisit dalam simulasi. Langkah ini penting karena kontribusi induktansi dan kapasitansi parasitik dari konektor serta proses penyolderan fisik yang tidak termodelkan yang berpotensi memengaruhi nilai *return loss* dan menggeser frekuensi resonansi operasional.
4. Perlu dilakukan pengukuran eksperimental mandiri terhadap nilai permitivitas relatif dan *loss tangent* dari substrat FR-4 yang digunakan khusus pada rentang frekuensi kerja target sebelum memulai pemodelan simulasi. Hal ini penting untuk mengompensasi ketidakstabilan permitivitas efektif pada material FR-4 komersial yang berkontribusi terhadap adanya deviasi antara hasil simulasi komputasi dan pengukuran fisik.
5. Karena rentang *bandwidth* hasil pengukuran prototipe belum sepenuhnya mencapai batas atas pita kerja 5G NR n78 sebesar 3,8 GHz, penelitian selanjutnya perlu melakukan penyesuaian dimensi halus pada parameter lebar *patch* atau panjang pemotongan sudut. Rekayasa ulang ini ditujukan agar seluruh spektrum kerja antenna dapat bergeser sedikit ke frekuensi yang lebih tinggi tanpa merusak kualitas pencocokan impedansi.
6. Untuk merealisasikan potensi penuh dari lebar pita hasil simulasi yang mencapai 1575 MHz secara fisik tanpa terkendala oleh redaman dielektrik FR-4 yang tinggi pada frekuensi mikrogelombang, disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan substrat dielektrik dengan karakteristik rugi-rugi rendah. Selain itu, pengembangan desain ini dapat diarahkan ke konfigurasi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) guna meningkatkan kapasitas kanal pada implementasi jaringan komunikasi 5G NR yang sesungguhnya.

