

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari proses perancangan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan antenna mikrostrip *rectangular array* 1x2 dengan beberapa parameter spesifikasi yang ditentukan telah berhasil dirancang. Hasil parameter yang dicapai dalam simulasi pada frekuensi 2,1 GHz diperoleh nilai *return loss* sebesar -16,24 dB dan pada frekuensi 2,375 GHz sebesar -13,50 dB. Nilai VSWR frekuensi 2,1 GHz sebesar 1,36 dan pada frekuensi 2,375 GHz sebesar 1,53. Nilai *bandwidth* pada frekuensi 2,1 GHz sebesar 250 MHz dan pada frekuensi 2,375 GHz diperoleh *bandwidth* sebesar 30 MHz. *Gain* pada frekuensi 2,1 GHz sebesar 7,13 dBi dan pada frekuensi 2,375 GHz sebesar 5,76 dBi dengan pola radiasi *Unidirectional*
2. Perancangan mikrostrip *array* MIMO 4x4 dengan beberapa parameter spesifikasi yang ditentukan telah berhasil dirancang. Hasil rancangan tersebut adalah sebelum penambahan saluran *Butler Matrix* 4x4. *Return loss* yang dihasilkan pada frekuensi 2,1 GHz sebesar -16,95 dB dan -17,61 dB dan pada frekuensi 2,375 GHz sebesar -11,644 dB dan -11,79 dB. VSWR pada frekuensi 2,1 GHz sebesar 1,33 dan 1,3 pada frekuensi 2,375 GHz sebesar 1,70 dan 1,69. Nilai *bandwidth* sebesar 250 MHz pada frekuensi 2,1 GHz dan 30 MHz pada frekuensi 2,375 GHz. Nilai *mutual coupling* baik frekuensi 2,1 GHz maupun 2,375 GHz memenuhi batas kurang dari -20 dB. Nilai koefisien korelasi yang dihasilkan kurang dari 0,3 baik frekuensi 2,1 GHz maupun 2,375 GHz. Nilai *gain* yang dihasilkan ≥ 6 dBi dengan pola radiasi *Unidirectional* pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,375 GHz.
3. Perancangan *Butler Matrix* 4x4 skenario 1 dan skenario 2 dengan beberapa parameter yang ditentukan telah berhasil dirancang. Nilai *return loss* pada skenario 1 semua *port* belum memenuhi spesifikasi yang diharapkan ≤ -10 dB sedangkan pada skenario 2 *port* 1 dan *port* 4 sudah mencapai batas ≤ -10 dB yakni -10,19 dB pada keduanya. Nilai *isolation loss* sudah mencapai batas \leq

10 dB baik skenario 1 maupun skenario 2. Nilai *insertion loss* pada skenario 1 dan skenario 2 sudah mencapai batas ≥ -10 dB namun terdapat yang belum mencapai ≥ -10 dB yakni S_{15} dan S_{48} baik skenario 1 maupun skenario 2. Perbedaan fasa yang dihasilkan pada skenario 2 pada masukan *port* 1, 2, 3, 4 dengan keluaran *port* 7 dan *port* 6 mendekati beda fasa yang diharapkan yakni -45° , -135° , $+135^{\circ}$, $+45^{\circ}$. Nilai VSWR skenario 1 belum memenuhi spesifikasi ≤ 2 sedangkan pada skenario 2 sudah memenuhi.

4. Perancangan antenna MIMO 4x4 dengan penambahan saluran *Butler Matrix* 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz secara keseluruhan hasil simulasi yang diperoleh mengalami peningkatan parameter yakni *return loss* dan VSWR pada semua antenna dan pada frekuensi 2,375 GHz antenna 2 dan antenna 3 mengalami peningkatan nilai *return loss* sebesar -12,28 dB dan -11,91 dB serta nilai VSWR sebesar 1,64 dan 1,67. Nilai *bandwidth* yang dihasilkan pada frekuensi kerja 2,1 GHz belum memenuhi *bandwidth* dengan lebar 250 MHz sedangkan pada frekuensi kerja 2,375 GHz antenna 2 dan antenna 3 sudah memenuhi *bandwidth* yang diharapkan yakni 30 MHz. Nilai *mutual coupling* pada frekuensi 2,1 GHz secara keseluruhan belum memenuhi batas ≥ -20 dB namun pada S_{41} dan S_{14} sebesar -21,59 dB dan pada frekuensi 2,375 GHz belum memenuhi ≥ -20 dB. Koefisien korelasi sudah memenuhi spesifikasi baik frekuensi 2,1 GHz maupun 2,375 GHz. Nilai *gain* frekuensi 2,1 GHz mengalami peningkatan untuk setiap antenna yakni 9,55 dBi, 9,39 dBi, 9,40 dBi dan 9,54 dBi dan pada frekuensi 2,375 GHz sebesar 9,65 dBi, 9,62 dBi, 9,59 dBi dan 9,66 dBi dengan dengan pola radiasi *Unidirectional*.
5. Hasil perbandingan parameter antenna MIMO 4x4 setelah penambahan saluran *Butler Matrix* 4x4 dengan spesifikasi yang ditentukan untuk frekuensi 2,1 GHz mampu meningkatkan *return loss*, VSWR dan *gain* sedangkan pada frekuensi 2,375 GHz dapat meningkatkan *gain* pada semua antenna dan *return loss* serta VSWR pada antenna 2 dan antenna 3. Untuk nilai koefisien korelasi baik frekuensi 2,1 GHz maupun 2,375 GHz masih cukup baik. Penambahan *Butler Matrix* 4x4 pola radiasi yang dihasilkan menjadi lebih terarah yakni pada frekuensi 2,1 GHz arah pancar semua antenna yakni 1° dan frekuensi 2,375 GHz arah pancar pada antenna 1 dan antenna 4 yakni 18° dan pada antenna 2 dan antenna

3 arah pancar sebesar 52° . Hasil arah pancar tersebut sesuai dengan fasa pada sudut *Butler Matrix* 4x4 yakni -135° , -45° , $+45^{\circ}$, $+135^{\circ}$. Lebar HPBW semakin kecil yakni pada frekuensi 2,1 GHz nilai HPBW antena 1 sebesar $20,3^{\circ}$, antena 4 sebesar $20,2^{\circ}$, antena 2 dan antena 3 sebesar $28,2^{\circ}$ sedangkan pada frekuensi 2,375 GHz antena 1 sebesar $19,6^{\circ}$, antena 4 sebesar $19,7^{\circ}$, antena 2 dan antena 3 sebesar $27,5^{\circ}$.

5.2 SARAN

Adapun saran dari penulis terkait penelitian ini guna pengembangan penelitian selanjutnya yakni :

1. Dengan menggunakan rancangan yang sama dapat dilakukan pengembangan penelitian pada frekuensi *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) yang lain dan dengan jenis bahan substrat antena yang berbeda.
2. Penggunaan teknik *Butler Matrix* hasil perbedaan fasa nya belum maksimal sehingga perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode lain seperti *Nolen Matrix* atau *rotman lens*.