

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari analisis kinerja *Dirty Paper Coding* dan *Block Diagonalization* dengan teknik Hybrid Beamforming pada mmWave, peneliti dapat menyimpulkan bahwa:

1. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa sebelum penerapan DPC dan BD, sistem menghasilkan throughput yang tinggi namun dengan efisiensi energi yang relatif rendah sehingga kurang hemat daya. Setelah diterapkan teknik precoding DPC dan BD, performa sistem menjadi lebih terkelola, di mana throughput tetap terjaga meskipun sedikit menurun, tetapi efisiensi energi meningkat signifikan. Jadi, baik *Dirty Paper Coding* dan *Block Diagonalization* masing-masing dapat meningkatkan kinerja sistem mmWave terhadap nilai SINR, throughput, maupun efisiensi energi dengan teknik hybrid beamforming.
2. Pada DPC, performa sistem meningkat seiring dengan meningkatnya SINR, karena baik throughput maupun efisiensi energi pada konfigurasi 128 dan 256 antenna menunjukkan peningkatan terhadap SINR. Pada 128 antenna, throughput meningkat dimulai dari 3,45 Gbps pada SINR 5 dB hingga 19,93 Gbps pada SINR 30 dB, sedangkan pada konfigurasi 256 antenna, throughput mengalami peningkatan, dimulai dari 3,7 Gbps pada SINR 5 dB hingga mencapai 19,92 Gbps pada SINR 30 dB. Dan pada efisiensi energi, konfigurasi 128 antenna memperoleh hasil yang lebih tinggi, yaitu dimulai dari rentang 0,9 bit/Joule pada SINR 5 dB, hingga mencapai 5,5 bit/Joule pada SINR 30 dB, sedangkan pada 256 antenna, efisiensi energi mengalami peningkatan, dimulai dari rentang 0,6 bit/Joule pada SINR 5 dB hingga mencapai 3,2 bit/Joule pada SINR 30 dB. Namun demikian, meskipun DPC mampu meningkatkan performa seiring dengan peningkatan SINR, hasilnya masih cenderung lebih rendah dibandingkan dengan BD, karena kompleksitas komputasi yang tinggi sehingga performanya menjadi kurang stabil.

3. Pada BD, performa sistem meningkat seiring dengan meningkatnya SINR, karena baik throughput maupun efisiensi energi pada konfigurasi 128 dan 256 antenna menunjukkan peningkatan terhadap SINR. Pada 128 antenna, throughput meningkat dimulai dari rentang 3,04 Gbps pada SINR 5 dB, hingga mencapai 19,92 Gbps pada SINR 30 dB, sedangkan pada 256 antenna, dimulai dari rentang 3,03 Gbps pada SINR 10 dB, hingga mencapai 19,83 Gbps pada SINR 30 dB. Dan untuk efisiensi energi, konfigurasi 128 antenna menunjukkan hasil yang lebih unggul, yaitu dimulai dari rentang 1,3 bit/Joule pada SINR 5 dB, hingga mencapai 8,6 bit/Joule pada SINR 30 dB, sedangkan pada 256 antenna, efisiensi energi mengalami peningkatan, dimulai dari rentang 1,6 bit/Joule pada SINR 5 dB, hingga mencapai 5,5 bit/Joule pada SINR 30 dB.
4. Secara keseluruhan, teknik BD lebih unggul daripada DPC untuk sistem mmWave, dalam meningkatkan throughput maupun efisiensi energi pada berbagai nilai SINR, karena kemampuan BD dalam mengeliminasi interferensi secara efektif melalui pemanfaatan orthogonalitas kanal, dan kebutuhan komputasi yang lebih rendah, sehingga performanya lebih stabil. Dengan demikian BD menjadi pilihan yang tepat untuk implementasi mmWave.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, saran yang dapat diberikan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan skema precoding lain seperti *Maximum Ratio Transmission* (MRT), untuk melihat sejauh mana algoritma DPC dan BD ini tetap optimal dibandingkan dengan skema lainnya, baik dari sisi performa SINR, throughput, maupun efisiensi energi. Penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan jumlah antenna yang lebih besar hingga mencapai 512 elemen antenna, agar perbedaan antar elemen antenna bisa terlihat lebih signifikan, dan penilaian bisa lebih akurat guna mendukung implementasi praktis pada jaringan 5G.