

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Kemajuan teknologi telekomunikasi yang semakin pesat mendorong tersedianya sistem handal yang mampu mendukung kelancaran aktivitas di masyarakat. Berdasarkan laporan yang dibagikan oleh Ketua Umum Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), Muhammad Arif, melalui portal CNBC Indonesia (Dewi, 2022) menyatakan bahwa terjadi penambahan pengguna internet di Indonesia sebesar 35 juta pengguna dimana sebelumnya berada direntang nilai 175 juta. Selain itu, Indonesia tengah mempersiapkan diri untuk memasuki masa peralihan antara komunikasi generasi keempat ke generasi kelima. Peralihan tersebut diperlukan untuk mengatasi keterbatasan dari teknologi pendahulunya serta untuk mengimbangi lonjakan pengguna yang ada.

Teknologi 5G perlu didesain berdasarkan nilai ekonomis, ramah lingkungan, serta nilai sosial yang tinggi sehingga teknologi ini mampu memudahkan masyarakat untuk terhubung ke jaringan yang luas. Teknologi 5G diharapkan mampu melayani konektivitas berkecepatan tinggi, dukungan layanan yang sangat baik ketika terjadi lonjakan pengguna, *real-time* yang cepat dan dapat diandalkan, serta kemampuan untuk menghubungkan berbagai perangkat cerdas di rumah, kantor, maupun di masyarakat (Osseiran dkk., 2014). Dibandingkan dengan jaringan sebelumnya, jaringan 5G diharapkan dapat melakukan peningkatan kapasitas sebesar 1000 kali yaitu peningkatan 1000 kali dalam segi data seluler per zona, peningkatan 10 kali dalam masa pakai baterai, dan peningkatan 5 kali dalam latensi *end-to-end*. Untuk mengatasi masalah ini, para peneliti mencari kriteria desain potensial seperti teknologi akses radio multi-layer (Multi-RAT), pengolahan energi di *Base Station* (BS), dan *millimeter-wave* (mmWave).

Di Indonesia sendiri, Kominfo mencatat diperkirakan hingga akhir tahun 2024 akan terdapat 13 titik lokasi yang akan terlayani sinyal jaringan 5G dimana sebaran 13 lokasi terdiri dari 6 ibu kota provinsi di Pulau Jawa, 5 destinasi wisata

superprioritas, Ibu Kota Negara (IKN), dan satu industri manufaktur pada tahap awal implementasi 5G. Namun dari segi bandwidth frekuensi yang tersedia, penggunaan jaringan 5G memerlukan teknologi terbaru dikarenakan jumlah bandwidth frekuensi yang ada telah dialokasikan untuk penggunaan teknologi generasi kedua, ketiga dan juga keempat (Sulistiyani et al., 2019). Untuk mengatasi permasalahan ini, sebuah teknologi baru yaitu mmWave diperkenalkan. mmWave merupakan teknologi 5G dengan rentang umum spektrum frekuensi pada 30 hingga 300 GHz (Mowla et al., 2017). Berdasarkan hasil dari *World Radio Communication Conference (WRC)*, *International Telecommunication Union (ITU)* merilis daftar frekuensi global yang diusulkan dan layak yaitu diantara 24GHz dan 86GHz.

Sebagai salah satu kunci dalam komunikasi 5G, mmWave mampu memberikan frekuensi dalam rentang yang sangat besar sehingga memungkinkan terjadinya data rate yang lebih tinggi ketika transmisi sedang dilakukan. Selain teknologi tersebut, teknologi lainnya yang digunakan dalam 5G adalah *Massive MIMO* atau *Massive Multiple Input Multiple Output (M-MIMO)*. Dengan jumlah pengguna internet yang semakin meningkat, maka kecepatan serta besarnya data yang ditransmikan perlu ditingkatkan. Solusi yang tepat adalah dengan memperbanyak jumlah antenna disisi penerima dan juga pengirim (Larsson dkk., 2014). Selain meningkatkan kecepatan data rate, teknologi *Massive MIMO* mampu mengatasi multipath fading, noise dan juga interferensi dengan menggunakan bantuan teknik *precoding*. Namun dengan tingginya jumlah antena yang terpasang dalam lokasi yang berdekatan dapat menimbulkan masalah lain seperti tingginya konsumsi energi yang digunakan. Sehingga diperlukan suatu cara untuk mengoptimalkan sumber energi yang ada dalam teknologi terbaru 5G, sebab sektor Teknologi Informasi Komunikasi (TIK) telah menyumbang emisi karbon sebesar 2 hingga 4 persen sementara penggunaan energi listrik sekitar 4,7 persen (Mowla et al., 2019) dan diperkirakan penggunaannya akan menyentuh 1700 *terawatt-hours (TWh)* pada tahun 2030 (Humar et al., 2011). Pada teknologi 5G, jumlah penggunaan *baseband unit (BBU)* pada BTS akan turut meningkat. Masing-masing BBU diperkirakan akan menggunakan sebesar 1,4 kW hingga 2 kW untuk *active antenna unit (AAU)*. Selain terjadi peningkatan BBU pada BTS,

pita frekuensi pun akan bertambah 45% di tahun 2023 sehingga penggunaan energi untuk sebuah BTS akan melebihi 10 kW, dan akan terus bertambah hingga lebih dari 20 kW jika penggunaan pita frekuensi lebih dari 10 (Dongxu, t.t.).

Penggunaan *user equipment* (UE) dan antenna berpengaruh dalam penggunaan energi pada BTS. Dilakukan penelitian yang melihat performansi efisiensi energi (EE) terhadap 3 ntx, ketika digunakan 50 UE maka efisiensi energi yang diperlukan sebesar 14 Mbit/joule, lalu untuk ntx=100 maka efisiensi energi yang diperlukan sebesar 16 Mbit/joule, dan ntx=150 maka efisiensi energi yang diperlukan sebesar 17 Mbit/joule. Penggunaan jenis *precoding* pun memiliki pengaruh dalam peningkatan efisiensi energi, jenis *hybrid precoding* EEHP mampu meningkatkan EE hingga 220% dan EEHP-MRFC sebesar 171%. Dari 5 *hybrid precoding* yang dilakukan, EEDP *precoding* mengungguli pada saat parameter efisiensi energi terhadap total energi yang ditransmisikan dilakukan, sementara terjadi beberapa kondisional pada parameter efisiensi energi terhadap RF chain. Saat nilai RF chain ≥ 26 , maka sparse precoding lebih mengungguli dibanding yang lain namun jika RF chain ≤ 26 maka EEHP-MRFS jauh lebih baik dibanding *sparse precoding* (Zi dkk., 2016).

Selain itu, tipe kanal yang digunakan dapat memberikan nilai efisiensi energi yang berbeda, perbedaan tersebut dapat berupa perbedaan tipis ataupun besar. Pada percobaan di kanal Rayleigh, Rician dan Nakagami dengan nilai $N=64$ dan $k=16$, kanal Rayleigh menampilkan nilai yang jauh lebih baik dengan AS hybrid precoding yang digunakan. Masih dengan menggunakan N yang sama, ketika nilai K bertambah maka efisiensi energi dari ACE *hybrid precoding* mengalami penurunan yang signifikan, *hybrid precoding* ini akan mengungguli ketika nilai $k \leq 8$ dan terjadi di kanal Rician (Osman dkk., 2019). Penggunaan *multiple access* (MA) pada 5G dalam meningkatkan EE jauh lebih baik jika menggunakan MA bertipe *Non-orthogonal multiple Access* (NOMA) dibanding *Orthogonal multiple Access* (OMA) seperti *Orthogonal frequency-division multiplexing* (OFDM), selain itu peningkatan UE dapat diatasi dengan penggunaan NOMA (Dhariwal, 2020; Ghosh dkk., 2021).

Berdasarkan rujukan penelitian tersebut, maka diperlukan penelitian terbaru yang membahas penggunaan RF *chain* pada system NOMA untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap efisiensi energi pada frekuensi sebesar 28 GHz di kanal Rician.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan adapun rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perbandingan serta pengaruh penggunaan dari jumlah RF *chain* berbeda yaitu 2, 4, dan 8 yang digunakan di kanal Rician untuk SNR di *Massive* MIMO berfrekuensi 28 GHz terhadap efisiensi energi?
2. Bagaimana hasil perbandingan serta pengaruh penggunaan dari jumlah RF *chain* berbeda yaitu 2, 4, dan 8 yang digunakan di kanal Rician untuk jumlah antena berbeda di *Massive* MIMO berfrekuensi 28 GHz terhadap efisiensi energi?
3. Bagaimanakah pengaruh penggunaan kanal dan tanpa kanal terhadap nilai efisiensi energi untuk setiap RF *chain* yang berbeda yaitu 2,4 dan 8?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan efisiensi energi *Massive* MIMO berfrekuensi 28 GHz pada teknologi 5G. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil perbandingan serta pengaruh penggunaan dari jumlah RF *chain* berbeda yaitu 2, 4, dan 8 yang digunakan di kanal Rician untuk SNR di *Massive* MIMO berfrekuensi 28 GHz terhadap efisiensi energi.
2. Mengetahui hasil perbandingan serta pengaruh penggunaan dari jumlah RF *chain* berbeda yaitu 2, 4, dan 8 yang digunakan di kanal Rician untuk jumlah antena berbeda di *Massive* MIMO berfrekuensi 28 GHz terhadap efisiensi energi.

3. Mengetahui pengaruh penggunaan kanal dan tanpa kanal terhadap nilai efisiensi energi untuk setiap RF *chain* yang berbeda yaitu 2,4 dan 8.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas mengenai jenis antenna yang digunakan.
2. Performansi efisiensi energi dilakukan pada Kanal Rician dan tanpa kanal untuk melihat pengaruh yang ditimbulkan.
3. Performansi dinilai berdasarkan nilai efisiensi energi terhadap SNR dan efisiensi energi terhadap jumlah antenna.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis
Memperbaharui informasi mengenai teknologi komunikasi 5G, kendala yang dihadapi serta solusi yang ditawarkan.
2. Manfaat praktis
 - a. Bagi penulis, menjadi bekal dalam memahami konsep sistem komunikasi 5G dan radio frekuensi yang akan digunakan di dunia kerja nanti.
 - b. Bagi pengembangan ilmu, sebagai acuan atau bahan kajian lebih lanjut penelitian selanjutnya dengan kesamaan topik.