1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi *5G* merupakan salah satu evolusi besar dalam dunia telekomunikasi modern. Teknologi *5G* sebagai penerus dari teknologi *4G*/LTE yang diklaim memiliki *latency* sebesar satu ms dan kecepatan *downlink* lebih dari satu Gbps [**2**]. Teknologi *5G* tidak hanya mengandalkan kecepatan data yang tinggi namun juga menyajikan *Quality of Services (QoS)* yang tinggi, membutuhkan *delay* dan waktu pengaturan yang lebih pendek, serta mengurangi sinyal *overhead* dan konsumsi energi. Untuk memenuhi kriteria layanan tersebut, diperlukan skema *mobile data offloading* dalam penggunaan teknologi *5G*.

Mobile data offloading mengacu pada pengalihan lalu lintas data *mobile* yang awalnya ditargetkan untuk ditransmisikan pada jaringan *macrocell* (e.g. *Base Transmission Station*), melalui jaringan lain seperti perangkat *femtocell* atau *wi-fi* [**3**]. Tujuan teknik *mobile offloading data* adalah untuk mengurangi beban lalu lintas data pada jaringan *macrocell*, menjaga kualitas layanan, perluasan jangkauan suatu jaringan, peningkatan ketersediaan jaringan dan efisiensi energi yang lebih baik.

Pengukuran ketersediaan *bandwidth* merupakan salah satu inisiasi dalam penerapan *mobile offloading data* pada suatu jaringan. Tujuannya adalah untuk menjamin kelancaran lalu lintas data agar berjalan secara maksimal sehingga resiko terjadinya *bottleneck* pada jaringan semakin kecil. Ketersediaan *bandwidth* dapat didefinisikan sebagai *bandwidth* minimum yang tersisa di sepanjang jalur antara sumber dan tujuan yang dapat digunakan untuk mentransmisikan aliran baru tanpa mengganggu jalannya aliran lainnya. Teknik pengukuran ketersediaan *bandwidth* dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran secara aktif dan pengukuran secara pasif. Sedangkan metode pengukuran secara aktif dibagi menjadi dua, yaitu *Probe Gap Model* (PGM) dan *Probe Rate Model* (PRM) [**4**].

Berdasarkan landasan tersebut, pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran ketersediaan *bandwidth* pada jaringan *5G* berbasis *femtocell backhaul*

menggunakan metode *Probe Gap Model*. Penggunaan ini akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan metode *Probe Rate Model* untuk mendapatkan perbandingan performansi antar kedua metode tersebut. Performansi dapat dilihat dengan membandingkan parameter ketersediaan *bandwidth* dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) antar kedua metode yang digunakan. Hasil analisis yang diperoleh dapat menggambarkan performansi metode *Probe Gap Model* dengan metode *Probe Rate Model* terhadap perubahan jumlah trafik data yang terdapat pada jaringan *femtocell backhaul.*

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diurai dan diteliti adalah :

1. Bagaimana mengukur ketersediaan *bandwidth* pada jaringan *5G* berbasis *femtocell backhaul* menggunakan metode *Probe Gap Model*?
2. Bagaimanakah perbandingan pengukuran ketersediaan *bandwidth* menggunakan metode *Probe Gap Model* (PGM) dan *Probe Rate Model* (PRM) pada jaringan *5G* berbasis *femtocell backhaul*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada jaringan *5G* berbasis *femtocell backhaul.*
2. Proses pengukuran *bandwidth* dilakukan pada media yang menggunakan *Gigabit Passive Optical Network* (*GPON*)
3. Pengujian menggunakan *tool Spruce* yang menerapkan metode *Probe Gap Model* dan *tool Assolo* yang menerapkan metode *Probe Rate Model* akan ditanam pada tiap client.
4. Pengujian menggunakan *Spirent* sebagai alat pembangkit trafik data dan verifikator berdasarkan ketersediaan *bandwidth* yang dihasilkan oleh *Spirent*
5. Hasil analisa kinerja dilihat berdasarkan perbandingan ketersediaan *bandwidth* yang dihasilkan oleh masing – masing *tool* dengan *Spirent*

1.4 Tujuan

Tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui ketersediaan *bandwidth* pada jaringan *5G* berbasis *femtocell backhaul* dengan melakukan pengukuran secara aktif menggunakan metode *Probe Gap Model* terhadap beberapa skenario yang dilakukan. Selain itu, membandingkan hasil analisa ketersediaan *bandwidth* pada metode *Probe Gap Model* dengan metode *Probe Rate Model* untuk mendapatkan metode yang tepat dalam pengukuran ketersediaan *bandwdith* pada masing – masing skenario berdasarkan pertambahan pengguna *femtocell*. Parameter yang digunakan adalah nilai *Mean Absolute Percentage Error* yang berasal dari selisih ketersediaan *bandwdith* yang dihasilkan oleh Spirent dengan ketersediaan *bandwidth* yang dihasilkan oleh masing – masing *tool*.

1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metodologi penyelesaian masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Identifikasi permasalahan

   Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap masalah yang dibahas pada tugas akhir ini untuk mengetahui seberapa penting masalah tersebut dapat dijadikan objek penelitian

2. Studi literatur

   Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pemahaman berbagai referensi berupa buku, jurnal ilmiah, *e-book*, situs website yang berhubungan dengan *5G*, *mobile data offloading*, *femtocell backhaul*, teknik pengukuran ketersediaan *bandwidth*, cara kerja beserta metode yang digunakan untuk mengukur ketersediaan *bandwidth.*

3. Desain penelitian

   Pada tahap ini dilakukan pemilihan *tools* yang akan digunakan untuk mengukur ketersediaan *bandwidth* dan menyiapkan alat pendukung lain

dan *hardware* yang memadai untuk dapat digunakan dalam pengujian sistem.

4. Analisis perancangan sistem

   Tahap ini dilakukan perancangan skenario pengujian berdasarkan dokumen TROPIC D51 [**5**], melakukan penentuan topologi jaringan *femtocell backhaul* dan mentranformasikan topologi jaringan tersebut kedalam topologi pengujian.

5. Pembuatan sistem

   Pada tahap ini penulis melakukan instalasi *tool Spruce* dan *Assolo* pada masing – masing komputer, melakukan konfigurasi terhadap jaringan *GPON* dan konfigurasi terhadap *Spirent* sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

6. Pengujian

   Melakukan proses pengujian terhadap sistem menggunakan parameter – parameter yang telah ditentukan pada proses perancangan skenario pengujian.

7. Analisa hasil dan pembuatan laporan

   Pada tahap ini penulis melakukan analisa hasil pengujian guna menentukan perbandingan performansi ketersediaan *bandwidth* yang telah dilakukan pada tahap pengujian. Pembuatan laporan dilakukan melalui proses pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil uji coba sistem dan mendokumentasikan setiap tahapan penyelesaian tugas akhir yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah beserta batasan masalah, tujuan penelitian, dan metodologi penyelesaian masalah.

BAB 2 TINJAUAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori dasar yang menunjang dalam pembuatan Tugas Akhir ini seperti perkembangan komunikasi *mobile*, konsep dasar *Femtocell*, *Backhaul*, *GPON*, pengertian ketersediaan *bandwidth*, konsep dasar pengukuran ketersediaan *bandwidth*.

BAB 3 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini menjelaskan mengenai hal yang berkaitan dengan perancangan simulasi, penjelasan skenario-skenario yang dilakukan, penentuan parameter masukan dan keluaran simulasi serta cara pengolahan hasil simulasi.

BAB 4 ANALISIS PENGUJIAN HASIL SISTEM

Bab ini menyajikan hasil simulasi dari berbagai skenario yang telah ditentukan di bab 3. Hasil simulasi tersebut kemudian di analisa dan disajikan pada bab ini pula.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari pengujian yang dilakukan. Selain itu, bab ini berisi saran bagi penelitian selanjutnya yang diharapkan dapat mendorong adanya penelitian lanjutan di masa mendatang.