

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada era digital saat ini teknologi telekomunikasi dituntut untuk dapat memberikan konektivitas internet yang cepat dan berkapasitas besar. Hal ini dikarenakan semakin banyak pengguna yang mengakses internet dan pada saat pengguna mengakses internet pastinya menginginkan koneksi yang stabil. Untuk dapat meningkatkan kapasitas dan kecepatan internet dibutuhkan teknologi yang dapat meningkatkan *bandwidth* dan *throughput*. Saat ini *Small Base Station* (SBS) digunakan untuk meningkatkan kapasitas jaringan dan meningkatkan kecepatan jaringan. SBS merupakan antena pemancar sinyal yang memiliki radius lebih kecil dari pemancar utama. SBS biasanya meneruskan dan memperkuat sinyal dari antena pemancar utama yang biasa disebut *Base Transceiver Station* (BTS). Namun SBS yang digunakan saat ini merupakan antena *statis* yang tidak dapat bergerak mengikuti persebaran *User Equipment* (UE) yang *dinamis*. Dalam studi sebelumnya telah diusulkan penggunaan *Virtual Small Cell* (VSC) sebagai pengganti SBS, dimana penggunaan VSC diharapkan dapat menjadikan jaringan *Radio Access Network* (RAN) yang dinamis mengikuti persebaran UE[1].

VSC merupakan suatu metode *beamforming* yang menggunakan antena *array* sehingga dapat memancarkan *beam* dengan gain yang tinggi mengarah ke suatu lokasi yang telah ditentukan. Penerapan VSC membutuhkan algoritma yang dapat bekerja dengan cepat dan memiliki akurasi tinggi, sehingga dapat mengurangi waktu tunggu ketika VSC berpindah mengikuti distribusi UE. Akurasi algoritma yang tinggi diharapkan dapat menjadikan VSC yang dapat mengcover kelompok UE sesuai dengan syarat yang ditentukan. VSC dapat diterapkan secara langsung pada BTS yang telah ada dengan penyesuaian pada bagian *Base Station Controller* (BSC). Dalam penerapannya VSC dipancarkan secara langsung dari BTS terdekat. Namun untuk menggunakan VSC diperlukan *beamforming* yang dapat beradaptasi dengan persebaran UE yang bergerak secara dinamis. Dengan adanya *beamforming* yang dapat beradaptasi maka VSC dapat diarahkan untuk mengcover area yang ditentukan[2].

Syarat terbentuknya VSC terbagi menjadi 3 bagian, pertama BS mengevaluasi *traffic* pada area cakupan, kedua jika terdeteksi adanya *traffic* yang berlebih pada area cakupan BS, maka BS memancarkan *beam* untuk mencakup area tersebut (ini yang akan disebut dengan VSC), ketiga ketika *traffic* berlebih pada area cakupan telah menghilang, maka VSC menghapus *beam* yang dipancarkan. Proses tersebut terus berulang untuk memperbarui lokasi VSC secara terus menerus[3].

Beamforming merupakan teknik memancarkan sinyal menuju arah tertentu. Pengarahan sinyal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas layanan pada suatu area yang diinginkan. Dalam penelitian ini *beamforming* digunakan untuk melayani VSC. *beam* yang dipancarkan berasal dari BTS yang memiliki jarak terdekat dari area yang ditentukan oleh VSC[4]. VSC menentukan area yang akan dipancarkan *beam* menggunakan algoritma *clustering*. Algoritma *clustering* merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengelompokkan titik – titik *User Equipment(UE)* berdasarkan jarak masing-masing UE. UE merupakan perangkat *mobile* yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses internet.

Penelitian ini membandingkan algoritma *K-means* dengan algoritma *Grid Affinity Propagation Clustering (GAPC)* untuk mengelompokkan UE sebagai acuan terbentuknya VSC. *Clustering* merupakan proses pengelompokkan UE yang berdekatan menjadi satu kelompok sehingga dapat menjadi *cluster* untuk dilayani oleh VSC, dan *hotspot* merupakan kelompok UE dengan kebutuhan *traffic* data yang tinggi. Tidak semua *hotspot* akan dilayani oleh VSC, bergantung pada jumlah UE yang berada pada area *hotspot*.

Algoritma K-Means merupakan algoritma *clustering* yang menentukan pengelompokkan UE berdasarkan pada *centroid*. *Centroid* merupakan titik yang diacak oleh algoritma K-Means untuk menghitung jarak setiap UE, jarak inilah yang digunakan untuk menentukan UE yang masuk kedalam *cluster*. Untuk mengelompokkan UE, algoritma K-means mengacak *centroid* dalam area *clustering*. Selanjutnya, setiap UE yang terdeteksi pada area *clustering* dihitung jaraknya dengan masing-masing *centroid* yang telah diacak, jika jarak UE dengan *centroid* lebih kecil atau sama dengan radius *centroid* maka UE masuk ke dalam sebuah *cluster*, namun jika tidak maka bukan bagian dari sebuah *cluster*. Ketika jumlah UE

yang berada dalam radius *centroid* memenuhi syarat minimal maka dianggap sebagai *cluster*, namun jika tidak memenuhi syarat minimal maka tidak dianggap sebagai *cluster*. Selanjutnya *cluster* yang telah terbentuk digunakan sebagai acuan untuk mengarahkan VSC. VSC yang menggunakan algoritma *clustering* K-Means ini akan terus diperbarui mengikuti persebaran UE. Ketika jumlah UE yang ada disekitar *centroid* berkurang dari syarat terbentuknya *cluster*, maka VSC akan dihapus sehingga penggunaan daya yang digunakan pada BTS akan berkurang[5].

Selanjutnya algoritma *Grid Affinity Propagation Clustering* (GAPC), algoritma ini mengelompokkan UE berdasarkan *eligible* UE yang dipilih secara acak dengan menggunakan pembagian *grid* pada area *clustering*. *Eligible* UE merupakan UE yang terpilih mewakili *grid* tertentu. Dalam mengelompokkan UE, algoritma GAPC membagi area cakupan BS menjadi *grid*. Selanjutnya, algoritma akan membaca persebaran UE dalam cakupan BS sehingga sekumpulan UE akan memenuhi *grid* yang telah terbentuk, selanjutnya dari tiap *grid* akan dipilih *eligible* UE secara acak. *Eligible* UE yang terpilih akan menjadi kandidat *Cell Head* (CH), untuk selanjutnya dapat dijadikan sebagai pusat *cluster*. Proses pengelompokkan UE menjadi *cluster* berdasarkan pada jarak setiap UE dengan *eligible* UE, jika jumlah UE yang berdekatan memenuhi syarat dan setiap UE yang menjadi anggota dari suatu *eligible* UE bukan merupakan anggota *eligible* UE lain maka akan terbentuk sebuah *cluster*, namun jika salah satu syarat tersebut tidak terpenuhi maka tidak akan terbentuk *cluster*. Setelah proses *clustering*, *eligible-UE* yang terpilih akan menjadi pusat *cluster* dan akan dipancarkan *beam* dengan *gain* yang tinggi[6].

Dalam penelitian ini penulis menganalisis performa algoritma K-Means dan Algoritma GAPC dalam menentukan *cluster* yang akan digunakan untuk mengarahkan *beam* VSC. Penelitian ini menggunakan simulasi di MATLAB untuk menganalisis akurasi *clustering*, *silhouette score*, RSSI, SINR dan *fairness index* masing - masing algoritma ketika digunakan dalam layanan VSC dan pengaruhnya terhadap unjuk kerja kelompok UE. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu dalam menentukan algoritma yang terbaik untuk diimplementasikan pada VSC. sehingga dapat meningkatkan pemahaman tentang kekurangan dan kelebihan dari masing-masing algoritma ketika diterapkan pada teknologi VSC.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana pengaruh algoritma K-Means dan GAPC-SNR terhadap akurasi cakupan VSC dengan acuan parameter RSSI?
- 2) Bagaimana perbandingan parameter *silhouette score* untuk algoritma K-Means dan GAPC-SNR, dan keterkaitannya dengan unjuk kerja VSC?
- 3) Bagaimana pengaruh algoritma K-Means dan GAPC-SNR terhadap unjuk kerja VSC dengan acuan parameter SINR?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian berfokus pada analisis performansi metode *clustering* K-Means dan GAPC-SNR
- 2) Penelitian berfokus menggunakan spektrum frekuensi 3.5-3.8 GHz (n78 di FR1 standar 5G)
- 3) Frekuensi bandwidth 500 MHz
- 4) Terdapat 200 UE dalam topologi simulasi dengan 75% tersebar secara *poisson* dan 25% tersebar secara *uniform* untuk merepresentasikan area *Ultra Dense Network* (UDN) yang NLOS.
- 5) Respon kanal antara BS dan UE menggunakan model kanal Rayleigh
- 6) Penelitian menggunakan peta persebaran UE dengan luas $1000 \times 1000 \text{ m}^2$
- 7) Penelitian menggunakan antena UPA 16×16
- 8) Elemen antena dalam UPA mempunyai pola radiasi Gaussian
- 9) Analisa berdasarkan pada simulasi pada perangkat lunak MATLAB
- 10) Arah *downlink* dan *Channel State Information* (CSI) diasumsikan telah diketahui di sisi pemancar memanfaatkan resiprositas TDD.

1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh algoritma K-Means dan GAPC-SNR terhadap akurasi cakupan VSC dengan acuan parameter RSSI.

2. Dapat membandingkan parameter *silhouette score* untuk algoritma K-Means dan GAPC-SNR, dan keterkaitannya dengan unjuk kerja VSC.
3. Mengetahui pengaruh algoritma K-Means dan GAPC-SNR terhadap unjuk kerja VSC dengan acuan parameter SINR?
4. Mengetahui pengaruh algoritma clustering K-Means dan GAPC-SNR terhadap unjuk kerja VSC saat diterapkan pada cluster UE yang tidak NLOS.

1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai sistem kerja VSC menggunakan algoritma K-Means dan algoritma GAPC-SNR dalam mengelompokkan UE. Penelitian ini juga memberikan pemahaman algoritma mana yang lebih baik performanya untuk diterapkan pada VSC. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penelitian di bidang Machine Learning (ML) untuk sistem antena yang dapat beradaptasi dengan persebaran UE yang berubah-ubah setiap waktu.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini dibagi menjadi 5 bagian yang berisi pembahasan sesuai dengan pembagiannya. Pembagian penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Bab I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang mengapa penelitian ini dilaksanakan, rumusan masalah untuk solusi yang akan diberikan atas masalah yang terjadi, manfaat yang didapat setelah penelitian ini diimplementasikan, dan tujuan dilaksanakannya penelitian ini.

2. Bab II : DASAR TEORI

Pada bab ini membahas teori mengenai *clustering* menggunakan algoritma K-Means dan GAPC-SNR sebagai algoritma *clustering* yang akan digunakan, bagaimana teori penggunaan VSC untuk melayani sekumpulan UE yang telah ditemukan dengan algoritma *clustering*, dan teori mengenai perhitungan yang akan digunakan dalam penelitian.

3. Bab III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini dibahas metode yang akan digunakan dalam menganalisa performa dari masing-masing metode *clustering* UE yang terdeteksi dalam lingkup layanan suatu BTS, dibahas juga alat dan bahan yang digunakan untuk melaksanakan penelitian.

4. Bab IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang bagaimana cara pengambilan data sehingga mendapatkan data yang telah terkumpul untuk dianalisa sebagai hasil yang didapat dalam penelitian.

5. Bab V : PENUTUP

Pada bab ini membahas bagaimana kesimpulan yang didapat dalam penelitian yang telah dilaksanakan dan saran untuk penelitian yang akan datang sehingga dapat di kembangkan lebih lanjut.