

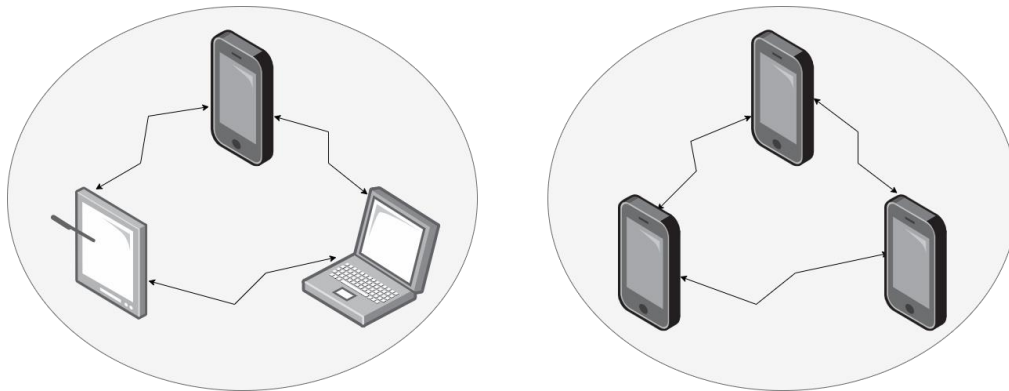
# BAB 1

## USULAN GAGASAN

### 1.1 Deskripsi Umum Masalah

#### 1.1.1 Latar Belakang Masalah

Jaringan ad hoc adalah kumpulan dari beberapa perangkat yang berkomunikasi langsung melalui saluran komunikasi nirkabel. Perangkat-perangkat tersebut (*node*) dapat menyediakan kemampuan jaringan dan komunikasi nirkabel. Setiap perangkat bertindak sebagai *router* untuk semua *node* lain dalam jaringan dan juga sebagai sistem akhir. Yang berarti bahwa jaringan ad hoc tidak memerlukan administrasi terpusat. Contoh tipikal dari jaringan nirkabel tanpa infrastruktur ditunjukkan pada Gambar 1. 1. Salah satu contoh dari jaringan ad hoc yaitu MANET. MANET adalah sistem pemesanan mandiri hanya perangkat seluler yang dapat berkomunikasi melalui sambungan nirkabel.



**Gambar 1. 1 Jaringan tanpa infrastuktur**

Berdasarkan kategori jaringan, MANET merupakan jaringan nirkabel terdistribusi tanpa kontrol terpusat, sementara jaringan seluler termasuk dalam kategori terpusat dengan BS sebagai kontrol pusat. Berdasarkan mode operasinya, MANET adalah jaringan *multihop peer-to-peer*, sedangkan jaringan seluler adalah *single-hop* atau jaringan *last-hop*. Berdasarkan mekanisme dupleks, MANET menggunakan TDD *duplexing*, sementara jaringan seluler dapat menggunakan TDD atau FDD mode. Ini memungkinkan transmisi downlink disiarkan dalam jaringan seluler, sedangkan transmisi uplink dibagi di antara pengguna.

Keunggulan dari jaringan MANET yaitu kemampuan untuk berkomunikasi langsung antar *node* tanpa memerlukan infrastruktur pusat, sehingga MANET menjadi pilihan yang menarik untuk berbagai penerapan, seperti komunikasi darurat, pertahanan militer, dan sensor jaringan. Namun, kendala utama dalam jaringan MANET adalah menentukan rute komunikasi

yang efisien, terutama ketika *node-node* bergerak secara dinamis dan topologi berubah dengan cepat.

Tantangan lain dalam jaringan *Mobile ad-hoc network* yaitu *Quality of service* (QoS). QoS melibatkan berbagai tantangan yang berkaitan dengan karakteristik saluran nirkabel yang fluktuatif, standar QoS yang beragam dari sisi pengguna, dan perluasan penerapan secara *real-time*. Hal ini membutuhkan solusi QoS yang memperhatikan parameter seperti *jitter*, *delay*, *bandwidth*, dan *packet loss*. Selain itu, tantangan dalam *Mobile ad-hoc network* yaitu kemampuan jaringan untuk menjaga kualitas layanan dalam menghadapi peningkatan jumlah pengguna dengan mengendalikan *overhead* protokol kontrolnya. *Routing* dengan topologi yang berubah-ubah dan mobilitas *node* memerlukan protokol efektif untuk mengatur jalur koneksi antara *node* seluler[1].

Terdapat berbagai solusi eksisting dalam menghadapi tantangan-tantangan pada jaringan *Mobile ad-hoc network*. Salah satunya yaitu penggunaan protokol *routing Destination-Sequenced Distance Vector* atau DSDV. Penggunaan DSDV pada penelitian sebelumnya menghasilkan peningkatan rasio pengiriman paket, penurunan *end-to-end delay*, *jitter* yang lebih rendah, dan *throughput* yang lebih baik dibandingkan dengan model mobilitas *waypoint* acak[2]. Sementara itu penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan protokol *routing* OLSR dalam jaringan *mesh* nirkabel mampu memperbaiki dirinya sendiri jika ada masalah pada jaringan karena memiliki kemampuan untuk melakukan konfigurasi diri dan pemulihan diri[3].

*Machine learning* adalah aplikasi komputer yang berupa algoritma matematika yang diadopsi dengan cara belajar dari beberapa data yang menghasilkan prediksi[4]. *Machine learning* juga digunakan untuk melatih sebuah mesin untuk menangani data dengan lebih efisien[5]. *Machine learning* membuat sebuah komputer dapat mengakses sebuah data dengan lebih baik[6]. Oleh karena itu memungkinkan komputer untuk menemukan pola-pola kompleks dalam data yang sulit diidentifikasi oleh manusia, dan kemudian menggunakan pola-pola tersebut untuk membuat keputusan atau melakukan prediksi di masa depan.

Maka dari itu, solusi yang dapat diusulkan yaitu penentuan *routing* jaringan *Mobile ad-hoc network* menggunakan model *machine learning*. Model tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan atau memprediksi data baru yang memungkinkan kita untuk membuat atau mendukung suatu pengambilan keputusan [7]. Kemampuan *machine learning* dalam mengidentifikasi rute-rute optimal yang lebih efisien antar *node* dapat meningkatkan kinerja jaringan *Mobile ad-hoc network* yang memiliki masalah pada *node* yang dinamis dan topologi

yang sering berubah. Penentuan rute yang paling efisien dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat dengan bantuan *machine learning*.

## 1.1.2 Analisis Masalah

### 1.1.2.1 Aspek Teknis

Berbagai protokol *routing* telah dikembangkan, yang dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: proaktif, reaktif, dan protokol hibrid[8], seperti AODV, DSDV, dan OLSR memiliki keterbatasan dalam menangani perubahan topologi yang cepat dan dinamis di jaringan *mobile ad-hoc network*. Masalah utama di sini adalah kurangnya adaptivitas algoritma ini terhadap perubahan yang sering terjadi dalam jaringan, yang menyebabkan penurunan kinerja seperti *throughput* rendah, *jitter* tinggi, dan *delay* yang besar. Sementara itu, jaringan *mobile ad-hoc network* memiliki karakteristik dinamis karena *node* bergerak secara bebas dan dapat bergabung atau meninggalkan jaringan kapan saja. Hal ini menyebabkan topologi jaringan berubah secara terus-menerus, mengakibatkan kesulitan dalam memelihara rute yang stabil dan efisien. Dinamisnya rute ini menimbulkan tantangan besar dalam memastikan komunikasi yang andal dan efisien antar *node* dalam jaringan.

### 1.1.2.2 Aspek Ekonomi

Perangkat yang beroperasi di dalam MANET, seperti laptop, ponsel, dan asisten digital pribadi, memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas memori, *bandwidth*, dan kemampuan komputasi. Hal ini disebabkan oleh sejumlah faktor seperti interferensi suara, gangguan jaringan, dan faktor-faktor lainnya yang menghambat ketersediaan sumber daya. Selain itu, sebagian besar, bahkan seluruh *node* dalam MANET bergantung pada baterai atau sumber daya lain yang dapat habis. *Node-node* seluler ini ditandai dengan memiliki daya yang terbatas, kapasitas memori yang terbatas, dan juga memiliki bobot yang ringan[9], [10]. Implementasi algoritma *routing* yang tidak efisien dapat meningkatkan biaya operasional jaringan *mobile ad-hoc network*. Dengan rute yang tidak optimal, konsumsi energi meningkat karena paket data harus melalui jalur yang lebih panjang atau kurang efisien, yang pada akhirnya memperpendek umur baterai perangkat. Hal ini terutama penting untuk perangkat *mobile* yang bergantung pada baterai dan digunakan di lingkungan di mana penggantian atau pengisian ulang baterai tidak selalu memungkinkan. Maka dari itu, perancangan protokol *routing* yang dinamis dan efisien untuk MANET menjadi suatu tantangan yang signifikan.

## 1.1.3 Tujuan Capstone

Berikut adalah tujuan utama yang ingin dicapai dalam proyek ini:

1. Menentukan rute pengiriman paket pada jaringan Mobile *Mobile ad-hoc network* dengan memanfaatkan *machine learning*.
2. Meningkatkan dan menganalisis kinerja pencarian rute berbasis *machine learning* dalam berbagai skenario dengan beberapa parameter terkait perubahan topologi dan kualitas koneksi dan membandingkan dengan algoritma pencarian rute konvensional [11].
3. Memastikan bahwa rute yang ditemukan oleh Q-Learning dapat diterapkan dalam pencarian jalur komunikasi dan divalidasi oleh standar yang berlaku.

## 1.2 Analisis Solusi yang Ada

### 1.2.1 Pengumpulan *Environment* dengan Aplikasi Network Simulator 3

Network Simulator 3 memungkinkan untuk membuat skenario jaringan MANET dalam protocol AODV, OLSR, dan DSDV menggunakan bahasa C++. Spesifikasi yang dibutuhkan dalam simulasi manet yaitu jumlah *node*, kecepatan *node*, waktu henti *node*, luas area, waktu simulasi, ukuran paket, model mobilitas, dan scenario validasi. *Output* dari software network simulator 3 adalah file dengan format .flowmon yang menampilkan *delay* dan *jitter* kemudian file dengan format .tr yang akan menampilkan *throughput*. *Output* tersebut kemudian akan diolah menjadi *environment* menggunakan bahasa python.

### 1.2.2 Simulasi Skenario Pencarian Rute Menggunakan Software Bantu

Algoritma Q Learning, Dijkstra, dan Bellman Ford dijalankan di Jupyter Notebook atau Google Colab ini menggunakan bahasa python yang memerlukan beberapa library yaitu pandas, numpy, networkx, dan matplotlib. Library pandas digunakan untuk analisis data, numpy untuk komputasi numerik, networkx untuk membuat struktur graf, sedangkan library matplotlib untuk memvisualisasikan data. Simulasi Q-Learning dijalankan 10 kali, sedangkan simulasi Dijkstra dan Bellman-Ford dijalankan 30 kali untuk memvalidasi bahwa hasil tersebut konsisten.

### 1.2.3 Analisis perbandingan hasil pencarian rute menggunakan Ms Excel

Algoritma Q Learning, Dijkstra, dan Bellman Ford akan mengeluarkan rute pengiriman paket data yang berbeda berdasarkan perhitungan masing-masing. Tiap algoritma melakukan pencarian rute sebanyak 30 kali dan hasilnya akan direkapitulasi menggunakan program bantu Microsoft Excel. Nilai tersebut akan dirata-rata dan dibandingkan tiap algoritma sehingga terlihat bahwa algoritma Q-Learning merupakan metode optimal untuk pencarian rute pada jaringan *mobile ad-hoc network*.