

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Komunikasi jaringan merupakan salah satu aspek krusial dalam mendukung perkembangan teknologi modern, terutama dengan semakin banyaknya aplikasi yang membutuhkan koneksi bergerak dan cepat, seperti *Internet of Things* (IoT) dan jaringan cerdas. Salah satu bentuk komunikasi yang kian dibutuhkan adalah teknologi *wireless*, khususnya jaringan *wireless ad-hoc*. Jaringan ini terdiri dari kumpulan node nirkabel yang saling berkomunikasi secara langsung tanpa bergantung pada infrastruktur jaringan tetap seperti *router* pusat atau *access point* [1].

Kelebihan utama jaringan *wireless ad-hoc* terletak pada fleksibilitas dan kemampuannya untuk dibentuk secara cepat. Hal ini menjadikannya sangat relevan untuk digunakan dalam situasi darurat dan lingkungan yang tidak memungkinkan pemasangan infrastruktur tetap. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Indonesia mengalami lebih dari 2.500 bencana setiap tahunnya, termasuk gempa bumi, banjir, dan tanah longsor [2]. Kondisi ini menunjukkan pentingnya solusi komunikasi yang dapat segera digunakan di lapangan, khususnya untuk daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan konvensional.

Namun, di balik fleksibilitasnya, jaringan *wireless ad-hoc* juga memiliki sejumlah tantangan teknis yang tidak dapat diabaikan. Salah satu tantangan utama adalah cepatnya perubahan topologi akibat mobilitas node. Perangkat yang berpindah-pindah membuat jalur komunikasi tidak stabil, sehingga protokol *routing* tradisional seperti RIP atau OSPF menjadi kurang efisien karena memerlukan pembaruan tabel rute secara terus-menerus. Hal ini tentu menambah beban sistem dan bisa menurunkan efisiensi komunikasi [3].

Salah satu tantangan lain yang sering muncul adalah keterbatasan sumber daya pada setiap node. Perangkat dalam jaringan *ad-hoc* umumnya memiliki kemampuan pemrosesan dan daya yang terbatas. Oleh karena itu, penggunaan energi harus dirancang seefisien mungkin agar komunikasi dapat berlangsung lebih lama dalam kondisi darurat [3]. Tantangan ini semakin terasa dalam skenario dengan mobilitas tinggi, di mana sistem perlu tetap responsif dan hemat energi secara bersamaan.

Dari segi kualitas komunikasi, tantangan muncul ketika jaringan dihadapkan pada beban data tinggi secara bersamaan. Dalam situasi seperti ini, waktu tunda (RTT) meningkat, *throughput* menurun, dan *packet loss* cenderung lebih tinggi [4]. Tanpa adanya pengelolaan lalu lintas yang adaptif, kualitas komunikasi menjadi sangat rentan terhadap gangguan.

Selain tantangan teknis, aspek keamanan juga menjadi perhatian penting dalam jaringan *wireless ad-hoc*. Karena komunikasi dalam jaringan *wireless ad-hoc* bersifat terbuka (*broadcast*), risiko penyusupan dan manipulasi data cukup tinggi. Protokol tradisional pun belum tentu mampu memberikan perlindungan yang optimal terhadap integritas dan kerahasiaan informasi yang dipertukarkan [5]. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan komunikasi yang adaptif, aman, dan tangguh untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut.

1.2 Analisis Masalah

1.2.1 Aspek Teknologi

Wireless ad-hoc menghadapi berbagai tantangan teknologi yang kompleks, terutama karena sifatnya yang dinamis dan tidak bergantung pada infrastruktur tetap. Perubahan topologi yang cepat akibat mobilitas node menyebabkan seringnya pemutusan jalur komunikasi, yang berdampak pada meningkatnya *latency* dan kehilangan paket data. Protokol berbasis IP seperti AODV dan OLSR, meskipun dirancang untuk lingkungan *ad-hoc*, tetap menimbulkan *overhead* tinggi karena kebutuhan akan penemuan dan pemeliharaan rute secara terus-menerus [1]. Selain itu, keterbatasan kontensi kanal dan kurangnya dukungan *multicast* yang efisien turut memperburuk performa jaringan. Pendekatan tradisional ini juga tidak mampu memanfaatkan *caching* atau pengambilan data dari node terdekat, sehingga efisiensi transmisi menurun [6].

1.2.2 Aspek Non-Teknis

Selain tantangan teknis, terdapat pula beberapa faktor non-teknis yang menjadi hambatan dalam implementasi jaringan *wireless ad-hoc*, khususnya dalam kondisi lapangan:

- Aspek Operasional

Implementasi jaringan *ad-hoc* di lokasi bencana atau daerah terpencil membutuhkan keterampilan teknis yang cukup. Namun, dalam praktiknya, ketersediaan sumber daya manusia yang terlatih sering kali terbatas. Hal ini menyulitkan proses instalasi dan konfigurasi perangkat, apalagi jika harus dilakukan secara cepat dalam kondisi darurat. Ketiadaan dukungan teknis langsung

dapat memperlambat penyebaran jaringan, padahal kondisi di lapangan menuntut sistem komunikasi yang segera siap digunakan [2] [3].

- Aspek Regulasi dan Standarisasi

Penggunaan jaringan *wireless* di Indonesia harus mematuhi regulasi spektrum frekuensi dari Kominfo. Dalam konteks bencana, sering kali jaringan dibangun tanpa izin formal karena tidak adanya prosedur khusus untuk penggelaran jaringan *ad-hoc*. Belum adanya standar nasional terkait pemanfaatan jaringan ini dalam penanganan bencana menyebabkan pelaksanaannya di lapangan menjadi tidak seragam dan berpotensi menimbulkan masalah hukum atau interferensi teknis [2].

- Aspek Kesiapan Infrastruktur

Meskipun jaringan *ad-hoc* tidak memerlukan infrastruktur tetap, perangkat seperti *router*, adaptor Wi-Fi khusus, dan sumber daya listrik portabel tetap dibutuhkan. Di lokasi bencana yang infrastrukturnya rusak atau di daerah terpencil, ketersediaan perangkat dan logistik menjadi kendala besar. Akibatnya, potensi solusi dari jaringan *ad-hoc* tidak dapat dimaksimalkan secara efektif di lapangan [2].

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Berbagai tantangan dalam jaringan *wireless ad-hoc* mulai dari perubahan topologi yang dinamis, keterbatasan *bandwidth*, hingga kesulitan dalam berbagi file menuntut solusi yang adaptif dan efisien. Untuk menjawab tantangan ini, penelitian ini mengusulkan penerapan pendekatan berbasis NDN yang dipadukan dengan sejumlah algoritma dan metode pendukung. Pendekatan ini dirancang untuk meningkatkan performa jaringan dalam hal, *throughput*, *round trip time* (RTT), dan *packet loss* [6].

Beberapa solusi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1.3.1 Strategi *Forwarding* Adaptif NDN

Strategi ini dirancang agar proses pengiriman data bisa menyesuaikan secara otomatis terhadap perubahan topologi jaringan. *Interest packet* diarahkan ke node terdekat yang sudah menyimpan data yang diminta, sehingga waktu tunggu (RTT) bisa ditekan dan kecepatan transmisi (*throughput*) dapat ditingkatkan [9].

1.3.2 Manajemen *Cache* dan Algoritma Penggantian

Untuk mengurangi beban jaringan dan kehilangan paket, digunakan teknik *caching* dengan algoritma penggantian seperti *Least Recently Used* (LRU) atau variannya. Tujuannya agar *node*

bisa menyimpan data secara lokal, sehingga dapat menghindari transmisi berulang dan menghindari kemungkinan *packet loss* [6].

1.3.3 Optimalisasi *Content Store*

Bagian *Content Store* (CS) pada setiap *node* diatur agar dapat memberikan respon lebih cepat terhadap permintaan data yang sama secara berulang. Dengan begitu, pengiriman data yang tidak perlu (*redudan*) bisa dikurangi, dan menjaga kestabilan *throughput* [6].

1.3.4 Simulasi dengan Topologi Dinamis

Untuk mendekati kondisi nyata, simulasi dilakukan dengan memperhitungkan pergerakan *node* dalam jaringan. Dengan skenario mobilitas ini, efektivitas metode *forwarding* dan *caching* diuji dalam kondisi yang berubah-ubah seperti yang akan dihadapi di lapangan [3].

1.3.5 Evaluasi Parameter Performa Jaringan

Seluruh solusi diuji dan dievaluasi berdasarkan sejumlah parameter kinerja penting. Diantaranya adalah :

- *Throughput*, mengukur jumlah data yang berhasil dikirim dalam waktu tertentu, yang menunjukkan efisiensi pengiriman data [6].
- RTT (*Round Trip Time*), menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengirim permintaan dari satu node ke node lain dan menerima balasannya. Nilai RTT yang rendah menandakan komunikasi yang responsif dan efisien [6].
- *Packet Loss*, untuk mengukur berapa banyak paket data yang hilang selama transmisi [6].

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir Capstone ini adalah melakukan implementasi *Named Data Networking* (NDN) pada jaringan *wireless ad-hoc* untuk meningkatkan performa komunikasi dalam kondisi topologi yang dinamis. Implementasi ini difokuskan pada peningkatan kinerja jaringan, termasuk *throughput*, *round trip time* (RTT), dan *packet loss*. Hasil pengujian kinerja jaringan akan digunakan untuk mengevaluasi kehandalan solusi ini dalam skenario nyata.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Tugas akhir ini memiliki beberapa batasan ruang lingkup. Batasan ini dibuat agar setiap aspek yang dibahas dapat dianalisis secara mendalam tanpa melebar ke hal-hal di luar cakupan utama. Adapun batasan-batasan yang diterapkan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1.1 Batasan Tugas Akhir

No.	Hal	Rincian
1.	Implementasi Perangkat	Pengujian dilakukan secara langsung menggunakan perangkat fisik Banana Pi R2 Pro sebagai <i>router</i> utama, serta dua laptop sebagai <i>client</i> dan satu <i>server</i>
2.	Alat Pengujian	Untuk memperoleh parameter performa jaringan, digunakan <i>NDN Traffic Generator</i> (NDN-TG), dan perintah <i>ping</i> tanpa bantuan aplikasi eksternal.
3.	Skenario Simulasi	Simulasi jaringan dilakukan dalam topologi <i>wireless ad-hoc</i> dengan jumlah node terbatas dan mobilitas rendah, guna merepresentasikan jaringan dalam kondisi darurat atau daerah terpencil [3].
4.	Parameter yang dianalisis	Penelitian memfokuskan analisis pada parameter utama, yaitu: <i>throughput</i> , <i>round trip time</i> (RTT), dan <i>packet loss</i> [6][11][12].
5.	Ruang Lingkup Perbandingan	Perbandingan performa dilakukan antara metode komunikasi IP konvensional dan pendekatan berbasis NDN dengan protokol NLSR [4].
6.	Skema Penamaan Data	Penamaan data dalam NDN disusun secara sederhana dan konsisten, menyesuaikan kebutuhan simulasi agar mudah diakses oleh semua node [9].
7.	Lapisan Jaringan	ini berfokus pada lapisan jaringan (<i>network layer</i>), serta sebagian dari lapisan aplikasi, khususnya fitur <i>caching</i> dan <i>forwarding</i> konten [4][6][9].