

Implementasi dan Tantangan dalam MANET

Makalah

Disusun untuk memenuhi tugas mata kuliah Mobile Ad-Hoc Network

Oleh:

Izzuddin Ahmad Afif (2421600011)

Abrar Ikramaputra (2421600004)

Mohamad Fachry Ali (2421600006)

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga makalah yang berjudul "**Implementasi dan Tantangan dalam MANET**" ini dapat diselesaikan dengan baik. Makalah ini disusun untuk memenuhi tugas dalam mata kuliah Mobile Ad-Hoc Network, dan diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai tantangan yang dihadapi dalam implementasi Mobile Ad Hoc Network (MANET), termasuk keterbatasan energi, dinamika topologi, dan keterbatasan jaringan.

Kami menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, 28 November 2024

Penulis

Contents

Kata Pengantar	1
1 Pendahuluan	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
2 Pembahasan	4
2.1 Konsep Dasar MANET	4
2.2 Keterbatasan Energi dalam MANET	4
2.3 Dinamika Topologi dan Dampaknya	5
2.4 Keterbatasan Jaringan dalam MANET	6
2.5 Solusi dan Pendekatan Terhadap Tantangan	6
3 Penutup	8
3.1 Kesimpulan	8
3.2 Saran	8
Daftar Rujukan	10

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Mobile Ad Hoc Network (MANET) menjadi salah satu inovasi penting dalam jaringan nirkabel. Dengan sifatnya yang tidak memerlukan infrastruktur tetap, MANET memungkinkan komunikasi di lingkungan yang dinamis, seperti operasi militer, penanggulangan bencana, dan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). Namun, fleksibilitas yang ditawarkan ini datang dengan harga, berupa tantangan teknis yang signifikan seperti keterbatasan energi, topologi yang berubah-ubah, dan keterbatasan kapasitas jaringan [4].

Di era modern, kebutuhan akan MANET semakin relevan, khususnya dalam pengembangan aplikasi IoT yang memerlukan interkoneksi perangkat secara efisien. Dalam konteks bencana alam, seperti gempa bumi atau banjir, MANET dapat menyediakan jalur komunikasi sementara yang cepat dan dapat diandalkan. Namun, untuk mencapai hal ini, diperlukan pemahaman mendalam mengenai karakteristik dan tantangan yang dihadapi oleh MANET.

1.2 Rumusan Masalah

- Apa saja tantangan utama dalam implementasi MANET?
- Bagaimana keterbatasan energi mempengaruhi kinerja MANET?
- Bagaimana dinamika topologi dan keterbatasan jaringan menjadi hambatan dalam MANET?
- Pendekatan apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi tantangan tersebut?

1.3 Tujuan Penulisan

- Mengidentifikasi tantangan utama dalam implementasi MANET.
- Menganalisis dampak keterbatasan energi, dinamika topologi, dan keterbatasan jaringan.
- Menjelaskan solusi dan pendekatan untuk mengatasi tantangan dalam MANET.

2 Pembahasan

2.1 Konsep Dasar MANET

Mobile Ad Hoc Network (MANET) adalah jaringan nirkabel yang terdiri dari sekelompok node bergerak yang berkomunikasi satu sama lain tanpa infrastruktur jaringan tetap atau pusat administrasi terpusat [12]. Dalam MANET, setiap node berfungsi sebagai host sekaligus router, yang berarti bahwa setiap node tidak hanya dapat mengirim dan menerima data, tetapi juga meneruskan paket data ke node lain [14].

Karakteristik Utama MANET:

- **Jaringan Tanpa Infrastruktur:** MANET tidak memerlukan infrastruktur jaringan tetap seperti router atau akses poin. Jaringan dibentuk secara dinamis oleh node-node yang berpartisipasi [18].
- **Topologi Dinamis:** Karena node bersifat bergerak, topologi jaringan dapat berubah dengan cepat dan tidak terduga. Link antara node dapat terbentuk dan terputus secara dinamis [7].
- **Multi-hop Routing:** Komunikasi antara dua node yang tidak berada dalam jangkauan langsung memerlukan perantara melalui node-node lain. Oleh karena itu, routing multi-hop menjadi penting dalam MANET [2].
- **Sumber Daya Terbatas:** Node dalam MANET umumnya memiliki keterbatasan dalam hal daya pemrosesan, penyimpanan, dan terutama energi baterai [15].
- **Keamanan Terdistribusi:** Ketiadaan pusat administrasi membuat keamanan dalam MANET menjadi tantangan tersendiri, karena mekanisme keamanan harus didistribusikan di antara node-node [19].

MANET menawarkan fleksibilitas dan adaptabilitas yang tinggi, tetapi juga menghadirkan tantangan yang signifikan dalam hal routing, manajemen sumber daya, dan keamanan. Pemahaman mendalam tentang konsep dasar MANET penting untuk mengembangkan solusi yang efektif terhadap tantangan-tantangan tersebut.

2.2 Keterbatasan Energi dalam MANET

Perangkat dalam MANET umumnya adalah node bergerak yang bergantung pada sumber daya energi terbatas, seperti baterai. Keterbatasan energi ini menimbulkan tantangan signifikan dalam operasi dan kinerja jaringan [15].

Faktor Penyebab Konsumsi Energi Tinggi:

- **Transmisi dan Penerimaan Data:** Proses pengiriman dan penerimaan paket data merupakan konsumsi energi terbesar dalam perangkat nirkabel [16].
- **Overhead Protokol:** Pertukaran pesan kontrol untuk manajemen jaringan dan routing menambah konsumsi energi [14].
- **Idle Listening:** Perangkat yang terus menerus mendengarkan kanal untuk potensi komunikasi juga mengonsumsi energi secara signifikan [13].

Mengelola konsumsi energi secara efisien menjadi krusial untuk memperpanjang umur jaringan dan memastikan kinerja MANET yang optimal.

2.3 Dinamika Topologi dan Dampaknya

MANET ditandai dengan topologi jaringan yang berubah-ubah secara dinamis akibat pergerakan node-node di dalamnya. Node dalam MANET dapat bergerak bebas, bergabung, atau meninggalkan jaringan kapan saja. Hal ini menyebabkan hubungan antar node menjadi tidak stabil dan sulit diprediksi [11].

Tantangan yang Dihadapi Akibat Dinamika Topologi:

- **Kompleksitas Routing:** Perubahan topologi yang sering menuntut protokol routing untuk dapat menyesuaikan rute dengan cepat dan efisien. Protokol harus mampu mendeteksi perubahan dan menemukan rute alternatif tanpa menimbulkan delay yang signifikan [7].
- **Peningkatan Overhead Kontrol:** Untuk menjaga informasi rute tetap terbaru, diperlukan pertukaran pesan kontrol yang lebih sering. Hal ini meningkatkan overhead dan dapat mengurangi bandwidth yang tersedia untuk data [2].
- **Kehilangan Konektivitas:** Node yang bergerak keluar dari jangkauan dapat menyebabkan terputusnya link komunikasi. Hal ini dapat mengakibatkan kehilangan paket data dan menurunkan reliabilitas jaringan [14].
- **Fluktuasi Kualitas Layanan (QoS):** Perubahan topologi dapat menyebabkan fluktuasi dalam parameter QoS seperti latency, throughput, dan jitter. Hal ini menyulitkan aplikasi yang sensitif terhadap waktu seperti VoIP atau streaming video [3].

Dampak Dinamika Topologi:

Dinamika topologi dalam MANET berdampak langsung pada kinerja jaringan:

- *Penurunan Kinerja Routing*: Efisiensi protokol routing menurun akibat seringnya perubahan rute dan kebutuhan untuk menemukan rute baru.
- *Peningkatan Konsumsi Energi*: Frekuensi pertukaran pesan kontrol dan proses perhitungan rute baru meningkatkan konsumsi energi pada perangkat [15].
- *Kestabilan Jaringan Menurun*: Koneksi yang tidak stabil membuat jaringan sulit diandalkan untuk komunikasi yang konsisten.

Untuk mengatasi dampak tersebut, diperlukan pengembangan protokol routing yang adaptif dan efisien, serta mekanisme manajemen mobilitas yang dapat meminimalkan efek negatif dari dinamika topologi.

2.4 Keterbatasan Jaringan dalam MANET

MANET menghadapi beberapa keterbatasan jaringan yang mempengaruhi kinerja komunikasi:

- **Bandwidth Terbatas**: Media nirkabel memiliki bandwidth lebih rendah dibandingkan jaringan kabel. Hal ini membatasi kapasitas data yang dapat ditransmisikan [1].
- **Interferensi Sinyal**: Penggunaan frekuensi yang sama oleh beberapa perangkat menyebabkan interferensi, yang dapat menurunkan kualitas sinyal dan meningkatkan kehilangan paket [6].
- **Jangkauan Komunikasi Terbatas**: Node hanya dapat berkomunikasi langsung dengan node dalam jangkauan tertentu. Komunikasi jarak jauh memerlukan beberapa hop, meningkatkan latensi dan kemungkinan kegagalan [14].
- **Keamanan**: Ketiadaan infrastruktur tetap membuat MANET rentan terhadap ancaman keamanan seperti penyadapan dan serangan *man-in-the-middle* [19].

Keterbatasan-keterbatasan ini menuntut desain protokol dan mekanisme jaringan yang adaptif dan efisien. Misalnya, protokol routing harus mampu menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi jaringan, dan mekanisme keamanan harus diintegrasikan untuk melindungi data yang ditransmisikan.

2.5 Solusi dan Pendekatan Terhadap Tantangan

Untuk mengatasi tantangan dalam implementasi MANET, berbagai solusi dan pendekatan telah dikembangkan:

Mengatasi Keterbatasan Energi:

- **Protokol Routing Hemat Energi:** Mengembangkan protokol routing yang mempertimbangkan konsumsi energi, seperti protokol *Minimum Energy Routing* [15]. Protokol ini memilih jalur yang meminimalkan penggunaan energi total.
- **Manajemen Daya pada Perangkat:** Implementasi teknik penghematan daya seperti mode tidur (*sleep mode*) pada perangkat yang tidak aktif untuk mengurangi konsumsi energi [5].
- **Penggunaan Energi Terbarukan:** Memanfaatkan sumber energi alternatif seperti panel surya untuk mengisi ulang baterai perangkat [8].

Menghadapi Dinamika Topologi:

- **Protokol Routing Adaptif:** Menggunakan protokol seperti AODV (*Ad-hoc On-Demand Distance Vector*) dan DSR (*Dynamic Source Routing*) yang dapat menyesuaikan rute secara dinamis sesuai perubahan topologi [11].
- **Informasi Lokasi:** Memanfaatkan teknologi GPS atau metode lokalisasi lainnya untuk membantu dalam pengambilan keputusan routing [9].
- **Prediksi Mobilitas:** Menerapkan algoritma yang memprediksi pergerakan node untuk meningkatkan stabilitas rute dan mengurangi frekuensi perbaikan rute [17].

Mengatasi Keterbatasan Jaringan:

- **Manajemen QoS:** Mengimplementasikan mekanisme *Quality of Service* untuk memastikan kebutuhan aplikasi terpenuhi, seperti bandwidth minimum atau latensi maksimum [3].
- **Multipath Routing:** Menggunakan beberapa jalur alternatif untuk meningkatkan reliabilitas dan throughput jaringan [10].
- **Peningkatan Keamanan:** Mengembangkan protokol keamanan khusus untuk MANET, termasuk enkripsi data, autentikasi, dan deteksi intrusi [19].

Solusi-solusi ini berperan penting dalam meningkatkan kinerja dan keandalan MANET. Pengembangan lebih lanjut dan kombinasi dari pendekatan-pendekatan tersebut dapat membantu mengatasi tantangan yang ada dan memungkinkan penerapan MANET dalam skala yang lebih luas.

3 Penutup

3.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi MANET menghadapi berbagai tantangan yang signifikan. Keterbatasan energi pada perangkat bergerak menjadi salah satu hambatan utama yang mempengaruhi umur dan kinerja jaringan. Dinamika topologi akibat mobilitas node menyebabkan perubahan rute yang sering dan menuntut protokol routing yang adaptif. Selain itu, keterbatasan jaringan seperti bandwidth yang rendah, interferensi sinyal, jangkauan komunikasi terbatas, dan isu keamanan turut mempengaruhi reliabilitas dan efisiensi komunikasi dalam MANET.

Upaya untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut melibatkan pengembangan protokol dan mekanisme yang inovatif. Protokol routing hemat energi dan manajemen daya yang efisien dapat memperpanjang umur jaringan. Protokol routing adaptif dan pemanfaatan informasi lokasi membantu dalam menghadapi dinamika topologi. Selain itu, implementasi manajemen QoS, teknik multipath routing, dan peningkatan mekanisme keamanan berperan penting dalam mengatasi keterbatasan jaringan.

Implementasi solusi-solusi ini penting untuk meningkatkan kinerja dan keandalan MANET, sehingga dapat diaplikasikan secara efektif dalam berbagai skenario, seperti operasi militer, situasi darurat, dan daerah terpencil tanpa infrastruktur komunikasi.

3.2 Saran

Untuk mengoptimalkan implementasi MANET, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah:

- **Penelitian Lanjutan:** Diperlukan penelitian lebih lanjut dalam pengembangan protokol routing yang lebih efisien dan adaptif terhadap perubahan topologi dan kondisi jaringan.
- **Integrasi Teknologi Baru:** Memanfaatkan teknologi terkini seperti *machine learning* dan *artificial intelligence* untuk meningkatkan prediksi mobilitas node dan manajemen sumber daya.
- **Peningkatan Keamanan:** Mengembangkan mekanisme keamanan yang lebih robust untuk melindungi jaringan dari berbagai ancaman, termasuk metode autentikasi yang lebih kuat dan deteksi intrusi yang efektif.

Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan MANET dapat menjadi solusi komunikasi yang handal dan efisien dalam berbagai kondisi dan kebutuhan.

Daftar Rujukan

- [1] Ian F. Akyildiz, Tommaso Melodia, and Kaushik R. Chowdhury. “A survey on wireless multimedia sensor networks”. In: *Computer Networks* 51.4 (2007), pp. 921–960.
- [2] Josh Broch et al. “A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols”. In: *Proceedings of the 4th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*. 1998, pp. 85–97.
- [3] Shigang Chen and Klara Nahrstedt. “Distributed Quality-of-Service Routing in Ad Hoc Networks”. In: *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 17.8 (1999), pp. 1488–1505.
- [4] M. S. Corson and J. P. Macker. *Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations*. RFC Editor. 1999.
- [5] Laura M. Feeney and Martin Nilsson. “Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment”. In: *Proceedings IEEE INFOCOM 2001*. Vol. 3. IEEE. 2001, pp. 1548–1557.
- [6] Andrea Goldsmith. *Wireless Communications*. Cambridge University Press, 2005.
- [7] David B. Johnson and David A. Maltz. “Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks”. In: *Mobile Computing*. Springer, 1996, pp. 153–181.
- [8] Kuang-Hui Kao and Radu Marculescu. “An early battery depletion attack in mobile ad hoc networks”. In: *Proceedings of the 2005 Asia and South Pacific Design Automation Conference*. IEEE. 2005, pp. 499–502.
- [9] Young-Bae Ko and Nitin H. Vaidya. “Location-aided routing (LAR) in mobile ad hoc networks”. In: *Proceedings of the 6th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*. ACM. 2000, pp. 66–75.
- [10] Sung-Ju Lee and Mario Gerla. “A split multipath routing with maximally disjoint paths in ad hoc networks”. In: *Proceedings IEEE International Conference on Communications*. IEEE. 2001, pp. 3201–3205.
- [11] C. E. Perkins and E. M. Royer. “Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing”. In: *Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*. 1999, pp. 90–100.
- [12] Charles E. Perkins. *Ad Hoc Networking*. Addison-Wesley, 2001.
- [13] Joseph Polastre, Jason Hill, and David Culler. “Versatile low power media access for wireless sensor networks”. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems*. 2004, pp. 95–107.

- [14] E. M. Royer and C.-K. Toh. “A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks”. In: *IEEE Personal Communications* 6.2 (1999), pp. 46–55.
- [15] S. Singh, M. Woo, and C. S. Raghavendra. “Power-aware routing in mobile ad hoc networks”. In: *Proceedings of the 4th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*. 1998, pp. 181–190.
- [16] Matthew Staats, Roberto Baldoni, and Mario Coppo. “Energy consumption in ad hoc routing protocols”. In: *Mobile Computing and Communications Review*. Vol. 8. 1. 2004, pp. 76–77.
- [17] Weiyi Su, Sung-Ju Lee, and Mario Gerla. “Mobility prediction and routing in ad hoc wireless networks”. In: *International Journal of Network Management* 11.1 (2001), pp. 3–30.
- [18] Chai-Keong Toh. *Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems*. Prentice Hall PTR, 2002.
- [19] Yan Zhang and Wei Lee. “Trust Management for Secure Routing in Mobile Ad Hoc Networks”. In: *IEEE Communications Magazine* 41.2 (2003), pp. 119–125.