

Analisis Pengaruh Pertambahan Jumlah Node Terhadap Performa Protokol DSR Dan ZRP Pada Jaringan MANET Menggunakan Network Simulator 2

Alessandro M.A Nufninu^{*)1}, Samy Y. Doo², Don E.D.G Pollo³

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro/ Fakultas Sains dan Teknik/ Universitas Nusa Cendana

^{*)}Corresponding author, email: moninufninu@gmail.com

Abstrak	INFO.
<p>Perkembangan teknologi jaringan nirkabel mendorong pemanfaatan Mobile Ad Hoc Network (MANET), yakni jaringan yang bersifat dinamis tanpa infrastruktur tetap, di mana setiap node dapat berfungsi sebagai pengirim, penerima, maupun router. Penelitian ini menganalisis pengaruh pertambahan jumlah node terhadap performa dua protokol routing, yaitu DSR yang bersifat reaktif, dan ZRP yang bersifat hybrid. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Network Simulator 2 (NS-2), dengan jumlah node divariasikan sebanyak 10, 50, dan 80 pada area simulasi 300×300 meter, serta durasi 200 detik. Trafik komunikasi yang digunakan adalah TCP dan UDP. Parameter QoS yang dianalisis meliputi throughput (kbps), delay rata-rata (ms), dan packet loss (%). Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada skenario 10 node, protokol DSR menghasilkan throughput dan delay yang lebih baik dibanding ZRP, terutama pada trafik UDP. Namun, ketika jumlah node meningkat menjadi 80, performa ZRP lebih stabil dengan delay yang lebih rendah dan packet loss yang lebih kecil dibanding DSR.</p>	<p>Info. Artikel: No. 027 Received. October 23, 2025 Revised. November 10, 2025 Accepted. November 11, 2025 Page. 109 – 116</p> <p>Kata kunci:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ MANET ✓ DSR ✓ ZRP ✓ QoS ✓ NS-2
<p>Abstract</p> <p><i>The development of wireless networking technology has driven the use of Mobile Ad Hoc Networks (MANET), a dynamic network without fixed infrastructure, where each node can function as sender, receiver, and router. This study analyzes the impact of increasing node count on the performance of two routing protocols: the reactive DSR and the ZRP. Simulations were conducted using Network Simulator 2 (NS-2), with node quantities varied at 10, 50, and 80 within a 300×300 meter area over 200 seconds of simulation time, using both TCP and UDP traffic. The analyzed QoS parameters include throughput (kbps), average delay (ms), and packet loss (%). The simulation results show that in the 10-node scenario, DSR performs better than ZRP in terms of throughput and delay, particularly with UDP traffic. However, as the node count increases to 80, ZRP demonstrates greater stability, achieving lower delay and packet loss compared to DSR.</i></p>	

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *wireless* menghasilkan sebuah sistem jaringan yang tidak membutuhkan infrastruktur tetap. Setiap perangkat (*node*) dapat berfungsi sebagai *router* untuk meneruskan paket ke *node* lainnya, sekaligus penerima dan pengirim data. Selanjutnya *node-node* yang ada pada jaringan *wireless* dapat bergerak bebas, teknologi tersebut dinamakan *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) [1].

Ciri khusus pada jaringan ini adalah setiap *node* yang ada dalam jaringan dapat melakukan proses routing dan pengiriman data. Node bertanggung jawab atas proses *routing discovery* dan *routing maintenance* untuk setiap jalur pengiriman data ke *node* destinasi. Hal ini karena setiap *node* yang berada dalam jaringan selalu bergerak secara acak sehingga menyebabkan perubahan topologi pada jaringan MANET serta perubahan pada konektivitas antar *node* yang saling bertukar data. Oleh karena itu, untuk menyediakan jalur *routing* yang optimal, diperlukan protokol *routing* yang dapat memenuhi kebutuhan jaringan, Protokol *routing* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Dynamic Source Routing* (DSR) dan *Zone Route Protocol* (ZRP). DSR adalah salah satu protokol *routing* reaktif yang dirancang untuk jaringan *ad-hoc* nirkabel [2].

DSR memungkinkan jaringan untuk mengonfigurasi rute secara dinamis tanpa memerlukan infrastruktur tetap. Protokol ini sangat efisien dalam lingkungan yang memiliki topologi jaringan yang sering berubah. *Zone Route Protocol* (ZRP). ZRP adalah salah satu contoh protokol *routing hybrid*, dimana didasarkan pada dua protokol yaitu *IntraZone Routing Protokol* (IARP) dan *Interzone Routing Protokol* (IERP). Melalui

IARP, setiap node mengidentifikasi jarak (minimal) ke semua *node* di zona *routing*-nya. Meskipun jaringannya sangat besar, proses *update* hanya disebarakan secara lokal pada zona *routing* nya saja dan tidak pada keseluruhan jaringan. Sedangkan protokol IERP bertanggung jawab untuk menemukan rute ke *node* yang terletak di luar zona [3].

Penelitian mengenai performa protokol *routing* pada *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) telah dilakukan oleh berbagai peneliti. Murthy dan Garcia-Luna-Aceves [4] menunjukkan bahwa protokol *Dynamic Source Routing* (DSR) memiliki efisiensi tinggi pada jaringan dengan mobilitas rendah dan jumlah *node* terbatas karena mekanisme *reactive routing* berbasis *cache*. Namun, kinerjanya menurun seiring meningkatnya jumlah *node* akibat *overhead routing* yang besar.

Sebaliknya, Haas et al. [5] mengusulkan protokol *Zone Routing Protocol* (ZRP) sebagai pendekatan *hybrid routing* yang menggabungkan karakteristik proaktif dan reaktif. ZRP mampu meningkatkan efisiensi *routing* dengan mengurangi latensi pencarian rute pada jaringan berskala besar dan dengan tingkat mobilitas tinggi.

Penelitian oleh Singh, Sharma, dan Dhiman [6] menggunakan *Network Simulator 2 (NS-2)* untuk membandingkan performa DSR, AODV, dan ZRP dengan variasi jumlah *node*. Hasilnya menunjukkan bahwa ZRP unggul dalam *throughput* dan *packet delivery ratio* pada jaringan padat, sedangkan DSR lebih baik pada jaringan kecil dengan beban lalu lintas ringan. Kaur dan Rani [7] juga menemukan bahwa penambahan jumlah *node* pada jaringan MANET menyebabkan peningkatan *delay* dan *packet loss* signifikan pada protokol reaktif seperti DSR.

Secara umum, MANET merupakan jaringan nirkabel dinamis tanpa infrastruktur tetap, di mana setiap *node* berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan *router* [8]. Protokol *routing* pada MANET dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori: *proactive* (misalnya DSDV), *reactive* (misalnya DSR dan AODV), serta *hybrid* (misalnya ZRP). Protokol DSR bekerja berdasarkan mekanisme *on-demand* dengan dua proses utama, yaitu *route discovery* dan *route maintenance*, sedangkan ZRP membagi jaringan menjadi zona untuk mengurangi latensi pencarian rute dan beban jaringan.

Evaluasi kinerja protokol *routing* dilakukan dengan memperhatikan parameter *Quality of Service (QoS)* seperti *throughput*, *delay*, dan *packet loss* [9]. Pengujian biasanya dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *Network Simulator 2 (NS-2)* yang mendukung pengujian berbagai protokol jaringan berbasis TCP dan UDP [10]. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan dengan memvariasikan jumlah *node* untuk mengamati pengaruhnya terhadap parameter QoS, sehingga dapat menentukan protokol yang paling efisien untuk kondisi jaringan tertentu.

Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis akan melakukan simulasi yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dari *routing* protokol DSR dan ZRP pada jaringan MANET ketika terjadi penambahan jumlah *node* yang digunakan dalam proses pengiriman.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Simulasi

Penelitian akan dilakukan dengan membuat simulasi pengaruh penambahan jumlah node dan menganalisa Quality Of Service (QoS) dari Mobile Ad Hoc Network (MANET). Simulasi dilakukan dengan menambah jumlah node secara acak dan akan mengukur Quality Of Service (QoS) yaitu Delay, Throughput, dan Packet Loss. Parameter QoS tersebut disimulasikan menggunakan program Network Simulator versi 2 (NS-2). Adapun parameter yang akan dipakai dalam simulasi ini yaitu :

Tabel 1. Parameter Simulasi

Tipe Channel	Wireless Channel
Jenis MAC	IEEE 802.11 (Wi-Fi)
Protokol routing	DSR dan ZRP
Traffic	TCP, UDP
Luas Bidang	300 x 300
Waktu Simulasi	200 detik

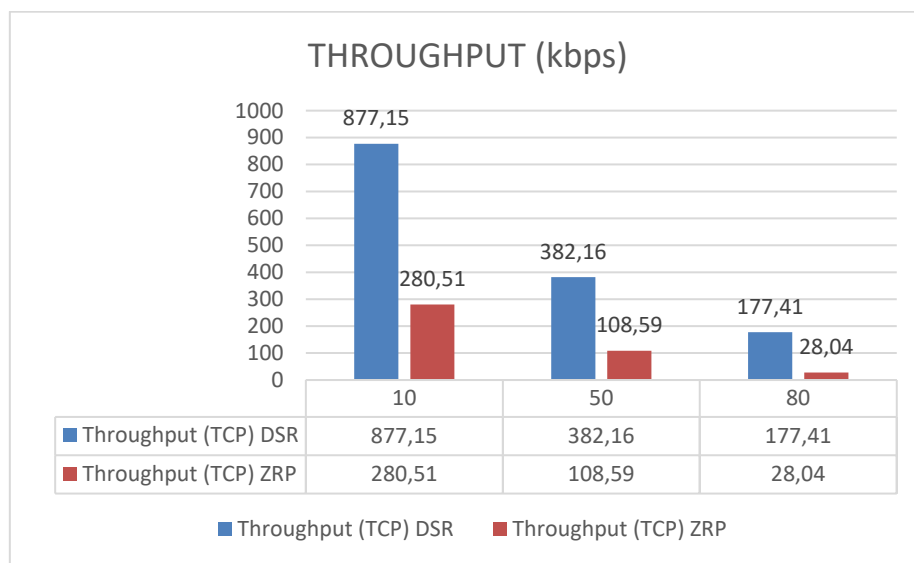
Simulasi ini merepresentasikan smartphone yang bergerak secara acak pada suatu jaringan MANET. Proses dimulai dengan menentukan konfigurasi topologi dan jumlah node, di mana topologi node bersifat acak dan jumlah node divariasikan menjadi 10, 50 dan 80 node, termasuk satu node pengumpul atau gateway (data sink), dengan jarak antar node yang juga acak. Selanjutnya dilakukan setup parameter yang meliputi penyiapan parameter-parameter penting untuk simulasi, seperti delay, throughput, dan packet loss. Setelah itu, dibuat topologi node menggunakan program setdest pada NS-2, yang mencakup pengaturan jumlah node, posisi, serta kecepatan setiap node. Trafik antar node kemudian dibuat menggunakan protokol TCP dan UDP.

Proses simulasi dilaksanakan dalam NS-2, dan apabila simulasi berhasil, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis hasil simulasi. Hasil tersebut dievaluasi dan dianalisis untuk memperoleh pemahaman mengenai kinerja jaringan atau skenario yang telah disimulasikan.

Berdasarkan hasil pengujian pada simulasi yang dilakukan menggunakan software NS-2, akan dilakukan analisis kinerja sistem berdasarkan pengaruh pertambahan jumlah node terhadap Quality of Service (QoS) pada Mobile Ad Hoc Network. Parameter QoS yang dianalisis meliputi throughput, delay, dan packet loss. Analisis throughput dilakukan dengan mengamati perubahan nilai throughput seiring dengan penambahan jumlah node untuk menentukan apakah terjadi peningkatan atau penurunan kinerja. Analisis delay dilakukan dengan memperhatikan perubahan waktu tunda paket saat jumlah node bertambah, guna mengetahui apakah terjadi peningkatan atau penurunan delay. Sementara itu, analisis packet loss dilakukan dengan memperhatikan tingkat kehilangan paket yang terjadi akibat pertambahan jumlah node dan mengidentifikasi kondisi yang dapat memicu peningkatan tingkat kehilangan paket. Data hasil simulasi tersedia dalam bentuk trace file yang berisi semua kejadian selama proses simulasi berlangsung. Dari trace file tersebut, data yang relevan akan diambil dan digunakan untuk menghitung parameter QoS seperti delay, packet loss, dan throughput menggunakan file awk.

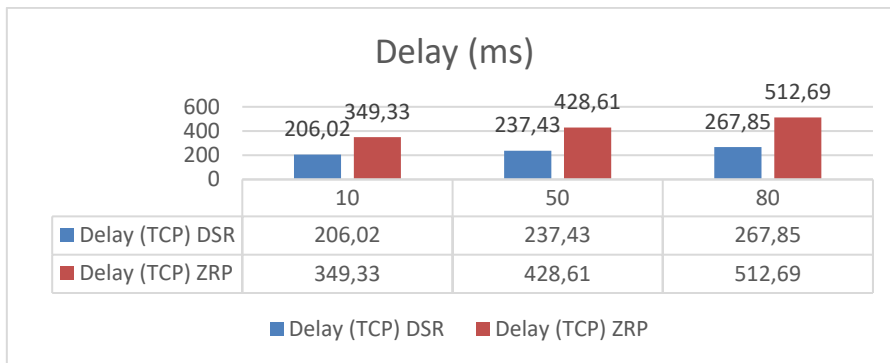
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Simulasi Protokol DSR Dan ZRP Pada Trafik TCP



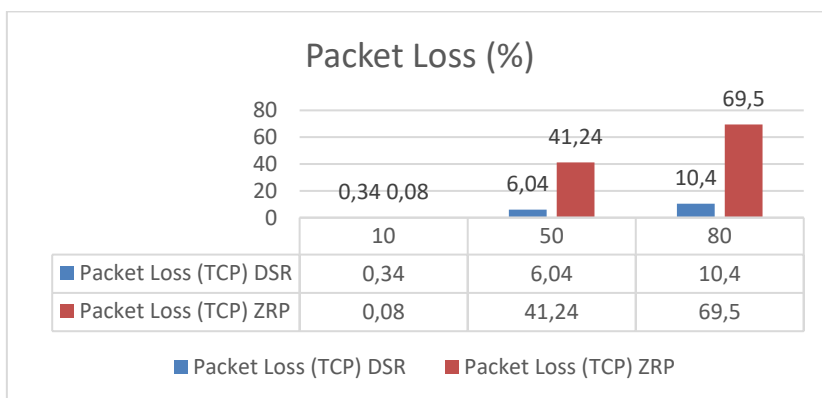
Gambar 1. Analisis Hasil Throughput Trafik TCP

Berdasarkan grafik throughput TCP di atas, terlihat bahwa protokol DSR memiliki kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan ZRP dalam semua skenario jumlah node. Saat jumlah node masih sedikit, yaitu 10 node, throughput DSR mencapai angka yang sangat tinggi yaitu 877,15 kbps, sementara itu, ZRP hanya mampu menghasilkan throughput sebesar 280,51 kbps. Hal ini wajar karena DSR bekerja secara reaktif artinya, rute hanya dicari saat dibutuhkan, sehingga dalam jaringan kecil proses pencarian rute berlangsung cepat dan efisien. Bandwidth lebih banyak digunakan untuk pengiriman data, bukan untuk overhead routing. Sebaliknya, ZRP sudah memulai dengan pembagian zona dan pemeliharaan rute proaktif di dalam zona, yang justru membebani jaringan kecil dan mengurangi kapasitas pengiriman data.



Gambar 2. Analisis Hasil Delay Trafik TCP

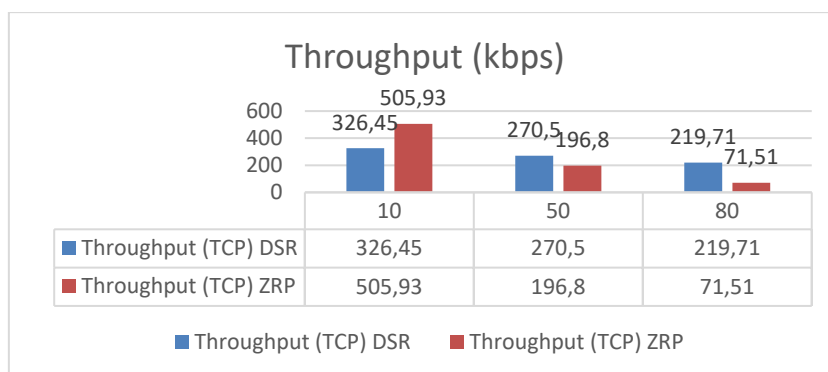
Berdasarkan grafik delay TCP di atas, dapat dilihat bahwa protokol DSR selalu menghasilkan nilai delay yang lebih rendah dibandingkan ZRP pada semua jumlah node. Pada saat jumlah node masih sedikit, yaitu 10 node, DSR mencatat delay sebesar 206,02 ms, sementara ZRP jauh lebih tinggi yaitu 349,33 ms. Perbedaan ini menunjukkan bahwa DSR lebih cepat dalam menyampaikan data pada kondisi jaringan yang tidak terlalu padat. Hal ini wajar karena DSR hanya mencari rute ketika diperlukan, sehingga tidak terbebani oleh proses pemeliharaan rute yang terus-menerus seperti pada ZRP



Gambar 3. Analisis Hasil Packet Loss Trafik TCP

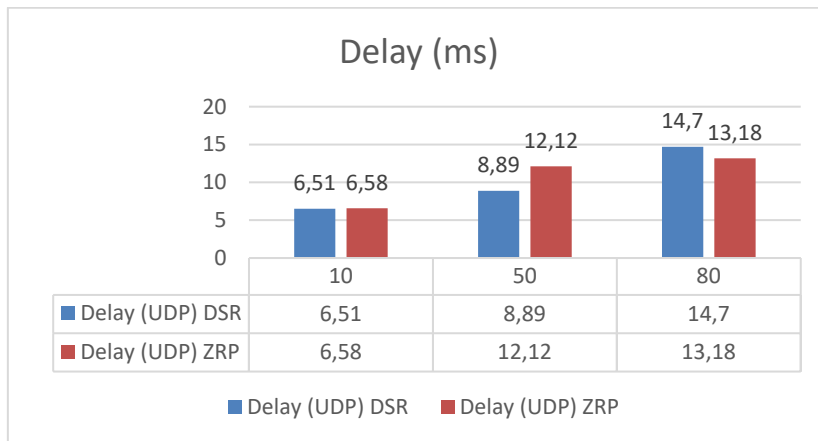
Berdasarkan grafik packet loss TCP di atas, terlihat bahwa protokol DSR secara umum lebih stabil dan memiliki tingkat kehilangan paket yang lebih rendah dibandingkan dengan ZRP, terutama ketika jumlah node bertambah dalam jaringan MANET.

Analisis Hasil Simulasi Protokol DSR Dan ZRP Pada Trafik UDP



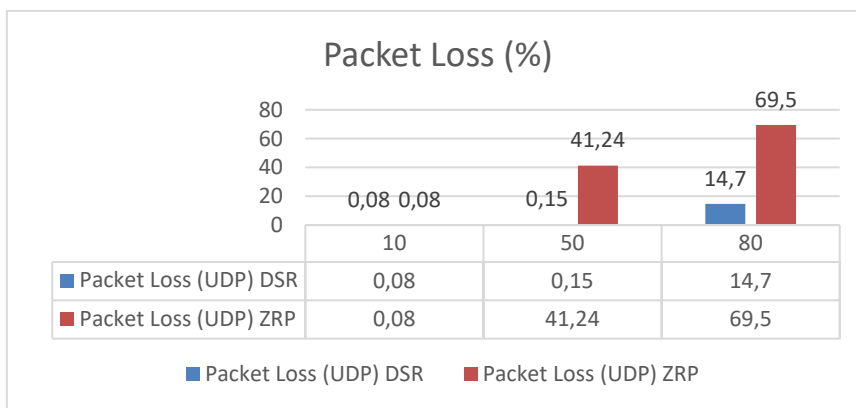
Gambar 1. Analisis Hasil Throughput Trafik UDP

Berdasarkan grafik throughput UDP di atas, terlihat bahwa pada jumlah node kecil (10 node), ZRP memiliki throughput yang lebih tinggi dibandingkan DSR, yaitu 505,93 kbps untuk ZRP dan 326,45 kbps untuk DSR.



Gambar 2. Analisis Hasil Delay Trafik UDP

Berdasarkan grafik delay UDP di atas, dapat dilihat bahwa pada jumlah node yang kecil (10 node), nilai delay pada DSR dan ZRP hampir sama, yaitu 6,51 ms untuk DSR dan 6,58 ms untuk ZRP



Gambar 3. Analisis Hasil Packet Loss Trafik UDP

Pada jumlah node yang kecil, yaitu 10 node, DSR dan ZRP sama-sama menunjukkan performa yang sangat baik dengan nilai packet loss yang sangat rendah, yaitu hanya 0,08%. Dalam kondisi jaringan kecil seperti ini, baik protokol DSR yang reaktif maupun ZRP yang hybrid mampu mengatur lalu lintas data dengan sangat efisien

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan jumlah node terhadap performa dua protokol routing, yaitu Dynamic Source Routing (DSR) dan Zone Route Protocol (ZRP) pada jaringan Mobile Ad Hoc Network (MANET) dengan parameter Quality of Service (QoS) berupa throughput, delay, dan packet loss. Berdasarkan simulasi dan analisis menggunakan Network Simulator 2 (NS-2), diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh Jumlah Node : Pertambahan jumlah node dari 10 ke 80 secara umum menyebabkan penurunan throughput serta peningkatan delay dan packet loss. Hal ini terjadi karena meningkatnya kompleksitas topologi dan potensi gangguan komunikasi antar node.
2. Kinerja Protokol Terhadap Throughput
 - Pada trafik TCP, protokol DSR menunjukkan performa throughput yang lebih tinggi dibandingkan ZRP pada seluruh skenario jumlah node. DSR mencapai throughput tertinggi sebesar 877,15 kbps pada 10 node, sedangkan ZRP hanya 280,51 kbps. Seiring bertambahnya jumlah node, throughput kedua protokol menurun, namun DSR tetap lebih stabil dan efisien.
 - Untuk trafik UDP, ZRP unggul pada jumlah node kecil (10 node) dengan throughput 505,93 kbps, sedangkan DSR hanya 326,45 kbps. Namun saat jumlah node meningkat, performa ZRP menurun drastis hingga 71,51 kbps pada 80 node. Sementara itu, DSR tetap menunjukkan kestabilan dengan throughput 219,71 kbps, menunjukkan bahwa DSR lebih unggul pada jaringan yang lebih besar dan dinamis.
3. Kinerja Protokol terhadap Delay
 - Delay pada TCP 0074raffic menunjukkan bahwa DSR memiliki delay yang lebih rendah dibandingkan ZRP pada seluruh skenario. Pada 10 node, delay DSR adalah 206,02 ms, sementara ZRP 349,33 ms. Ketika jumlah node bertambah menjadi 80, delay ZRP meningkat hingga 512,69 ms, sedangkan DSR tetap lebih rendah di 267,85 ms.
 - Pada trafik UDP, delay antara kedua protokol relatif seimbang pada 10 node (DSR: 6,51 ms, ZRP: 6,58 ms). Namun pada 50 node, ZRP mencatat delay lebih tinggi (12,12 ms) dibanding DSR (8,89 ms). Saat jumlah node mencapai 80, DSR mencatat delay 14,7 ms dan ZRP 13,18 ms. Ini menunjukkan bahwa ZRP sedikit lebih stabil pada delay di node besar, namun perbedaan tidak signifikan.
4. Kinerja Protokol terhadap Packet Loss
 - Pada trafik TCP, DSR secara konsisten menunjukkan packet loss yang lebih rendah daripada ZRP. Saat 80 node, DSR mencatat packet loss sebesar 10,4%, sedangkan ZRP sangat tinggi hingga 69,5%.

Pada trafik UDP, kondisi serupa terlihat. DSR memiliki packet loss sangat kecil pada 10 node (0,08%), dan meningkat menjadi 14,7% pada 80 node. Sebaliknya, ZRP mengalami lonjakan signifikan dari 0,08% menjadi 69,5% di 80 node. Ini menunjukkan bahwa DSR jauh lebih andal dalam menjaga keutuhan pengiriman data, khususnya pada jaringan padat

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Bapak Ir. Samy Y. Doo, ST, MT dan Bapak Ir. Don E.D.G Pollo, ST, MT yang telah membimbing dan memberi masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini, dan juga kepada Ibu Molina Olivia Odja, ST, MT selaku penguji yang memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatkhurrozi, Widasari, E. R., & Bhawiyuga, A. (2018). Analisis Perbandingan Kinerja Protokol AOMDV, DSDV, Dan ZRP Sebagai Protokol Routing Pada Mobile Ad-Hoc Network (MANET). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(10), 3671–3680.
- [2] Ismail, A. D. (2021). Analisis Performansi Routing Protokol Dsr, Dsdv Dan Zrp Pada Manet Menggunakan Network Simulator 2. *Indexia*, 1(2). <https://doi.org/10.30587/indexia.v1i2.2539>.
- [3] Sasongko, S. A., Sukiswo, S., & Zahra, A. A. (2012). Analisis Performansi Dan Simulasi Protokol Zrp (Zone Routing Protocol) Pada Manet (Mobile Ad Hoc Network) Dengan Menggunakan Ns-2 (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).

- [4] S. Murthy and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "An Efficient Routing Protocol for Wireless Networks," *ACM Mobile Networks and Applications*, vol. 1, no. 2, pp. 183–197, 1996.
- [5] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, and P. Samar, "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks," Internet Draft, IETF MANET Group, Retrieved from <https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-ietf-manet-zone-zrp-04>
- [6] S. Singh, A. Sharma, and H. Dhiman, "Performance Comparison of DSR, AODV, and ZRP in MANET Using NS-2," *Int. J. Comput. Sci. Mobile Comput.*, vol. 1, no. 2, pp. 32–40, 2012.
- [7] G. Kaur and S. Rani, "Performance Evaluation of DSR and ZRP in MANETs Using NS-2," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 96, no. 8, pp. 12–17, 2014.
- [8] C. E. Perkins, *Ad Hoc Networking*, Boston: Addison-Wesley, 2001.
- [9] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)," Technical Report, European Telecommunications Standards Institute, 2002.
- [10] M. A. Aristyorini and A. A. Zahra, "Evaluasi Kinerja Protokol AOMDV terhadap Serangan Rushing dan Flooding pada MANET dengan Menggunakan Network Simulator 2 (NS-2)," *Transient*, vol. 4, no. 3, pp. 670–676, 2015