Optimisasi Mobile Ad-Hoc Network dengan Algoritma Particle Swarm Optimization

Alon Jala Tirta Segara*, Aditiya Wijayanto

Fakultas Informatika, Rekayasa Perangkat Lunak, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Email: ^{1,*}alon@ittelkom-pwt.ac.id, ²aditiya.wijayanto@ittelkom-pwt.ac.id,

Email Penulis Korespondensi: alon@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak—Pada era digital ini perkembangan teknologi terjadi sebuah evolusi pada teknologi media, sebut saja new media atau orang juga sering menyebutnya media online atau orang lebih akrab lagi menyebutnya dengan istilah internet, media ini tentunya sudah tidak asing lagi di telinga. Pengiriman data untuk melakukan komunikasi dapat terhambat hal ini terjadi karena ada nya gangguan satelit yang di sebabkan oleh cuaca atau pun karena ada nya kerusakan pada satelit dan menimbulkan delay pada pengiriman data yang dapat mengakibatkan terlambatnya masuk nya informasi. Maka dari penelitian ini ingin mengimplementasikan mobile ad-hoc network (manet) dan melakukan evaluasi dari hasil metode manet tersebut dengan mengetahui hasil end to end delay dan packet delivery ratio Normalized routing load untuk mengetahui yang ada. Metode penelitian menggunakan metode simulasi dan evaluasi model routing menggunakan sebagai. Evaluasi yang diprioritaskan pada penggunaan parameter hitung yang ada untuk menguji protokol AOMDV lalu kami menggunakan algoritma PSO untuk dapat melakukan optimisasi nilai parameter hitung yang ada. Dalam penelitian ini telah dilakukan dengan menggunakan 2 skenario dengan masing-masing skenario mempunyai jumlah node yaitu 30 dan 50 lalu dengan luas area 1000m x 1000m dan juga kecepatan pengiriman data 200/kbps dan kecepatan 200 pada setiap skenario. Setelah melakukan simulasi dan melihat nilai-nilai perbandingan yang ada maka kami peroleh suatu kesimpulan mengenai Dari hasil uji coba parameter di atas didapatkan nilai rata-rata PDR pada node 50 95,1 dan node 30 81,5% , nilai NRL pada node 50 51,4% dan node 30 12,7 % . Sedangkan pada nilai optimisasi dengan PSO setiap parameter terjadi pada kenaikan yang signifikan pada nilai parameter PDR dan NRL sedangkan untuk nilai Average delay terjadi penurunan pada setiap nilai simulasi.

Kata Kunci: AOMDV, Mobile Ad-Hoc Network; PSO

Abstract—In this digital era the development of technology occurs an evolution in media technology, let's call it new media or people also often call it online media or people are more familiarly called it the internet, this media is certainly familiar to the ears. The delivery of data for communication can be hampered because of the lack of satellites caused by the weather or because of damage to the satellites and delays in the delivery of data that may result in late entry of information. Therefore we want to implement mobile ad-hoc network (manet) and evaluate the results of the manet method by knowing the results of end to end delay and packet delivery ratio Normalized routing load to know the existing. The research method uses simulation method and evaluation of routing model using Network Simulator. Evaluation is prioritized on the use of existing calculated parameters to test the AOMDV protocol and then we use the PSO algorithm to be able to optimize the value of existing calculated parameters. In this study has been done by using 2 scenarios with each scenario has a number of nodes namely 30 and 50 ago with an area of 1000m x 1000m and also data delivery speed of 200/kbps and speed of 200 in each scenario. After doing the simulation and looking at the existing comparison values, we came to a conclusion about the results of the parameter trial above obtained the average value of PDR on nodes 50 95.1 and nodes 30 81.5% , NRL values on nodes 50 51.4% and nodes 30 12.7% . While in optimization value with PSO each parameter occurs in a significant increase in PDR and NRL parameter value while for Average delay value there is a decrease in each simulation value.

Keywords: AOMDV, Mobile Ad-Hoc Network; PSO

1. PENDAHULUAN

MANET adalah sebuah jaringan tanpa kabel dari mobile node yang tidak memiliki router tetap. node dalam jaringan ini berfungsi juga sebagai router yang bertanggung jawab untuk mencari dan menangani route ke setiap node di dalam jaringan. router bergerak bebas secara random, dengan demikian topologi jaringan tanpa kabel mungkin dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diprediksi. Untuk mengatasi pergerakan ini diperlukan suatu protokol ruting yang digunakan untuk membangun rute antar node agar setiap node dalam jaringan dapat melakukan komunikasi di dalam jaringan[1].

MANET, node berfungsi juga sebagai router yang bertanggung jawab untuk mencari dan menangani rute ke setiap node di dalam jaringan. Pergerakan setiap node berpengaruh pada rute transmisi dan topologi jaringan yang dapat menyebabkan kegagalan jalur rute[2]. Hal ini mempengaruhi komunikasi antar node dan juga kualitas pengiriman data. Di era digital ini perkembangan teknologi terjadi sebuah evolusi pada teknologi media, sebut saja new media atau orang juga sering menyebutnya media online atau orang lebih akrab lagi menyebutnya dengan istilah internet, media ini tentunya sudah tidak asing lagi di telinga. Media ini juga disebut-sebut sebagai media yang sampai saat ini belum ada yang menandingi pertumbuhan jumlah penggunaanya. Di negara maju, new media mengalahkan berbagai media yang sebelumnya telah dijadikan sumber referensi dalam mendapatkan sebuah informasi. Istilah new media muncul pada akhir abad 20, istilah ini digunakan untuk menyebut media jenis baru yang menggabungkan antara media konvensional dengan media internet. Dalam kurun waktu beberapa tahun belakangan ini new media diramalkan oleh fenomena munculnya situs jejaring sosial, situs ini menyediakan tempat didunia maya untuk membangun suatu komunitas jejaring pertemanan yang dapat diakses oleh semua orang di seluruh dunia. Perkembangan teknologi informasi yang terjadi memunculkan istilah E-Commerce yaitu proses

pembelian dan penjualan produk, jasa dan informasi yang dilakukan secara elektronik dengan menggunakan jaringan komputer dan jaringan yang digunakan adalah jaringan internet. Protokol routing memainkan peran penting dalam MANET untuk menentukan rute pengiriman paket dan memastikan bahwa paket-paket akan dikirim ke tujuan yang benar. Protokol-protokol ini diklasifikasikan sebagai berikut: proaktif, reaktif, dan hibrid. Diantara protokol tersebut, kategori protokol reaktif banyak digunakan karena bisa menentukan rute setiap kali diperlukan.

Protokol [3] AOMDV dan juga AODV adalah protokol routing reaktif yang dibuat khusus untuk jaringan MANET [2]. Kedua protokol menawarkan adaptasi yang cepat terhadap kondisi link yang dinamis, proses yang rendah, rendahnya penggunaan jaringan dan menentukan pilihan rute ke tujuan dalam jaringan ad hoc. AOMDV memungkinkan node mobile untuk mendapatkan rute ke tujuan baru dengan cepat.

Berdasarkan penelitian terdahulu pada formasi burung nilai end to end delay protokol routing AOMDV lebih besar jika dibandingkan dengan protokol routing AODV seiring dengan bertambahnya jumlah node yang digunakan dalam simulasi. Hal ini dikarenakan routing DSR mengalami proses pencarian jalur lebih lama dan lebih panjang dibanding AODV [4]. Hal ini mengakibatkan rata-rata delay pada routing DSR lebih lama karena banyaknya hop yang ditempuh dari node sumber ke node tujuan. Routing AOMDV menanggapi request pengiriman pertama yang diterima dan mengabaikan request selanjutnya dari sumber node yang berbeda. Hal ini dapat mengurangi kemacetan dalam pencarian jalur menuju node tujuan sehingga dapat meminimalisasi delay. Sedangkan protokol routing DSR menanggapi semua RREQ yang datang, sehingga kemacetan tidak dapat terhindarkan yang menyebabkan delay semakin besar. Pada penelitian juga akan menggunakan PSO untuk mendapatkan nilai optimal pada parameter uji yang di pakai [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah merupakan simulasi dari pengiriman data menggunakan protocol routing AOMDV. Menggunakan 2 jenis sumber trafik dengan mobilitas node berbeda data untuk mengukur model sumber trafik mana yang memiliki End to end delay dan, Packet delivery dan juga ukuran Normalized routing load yang ada [6].

Gambar 1. Alur Rancangan Penelitian Keterangan.

Spesifikasi Sistem, adapun pada penelitian ini Seperti yang tertera pada dibawah ini. Jaringan berjalan dalam sistem operasi linux ubuntu 14.04. Dalam hal ini sistem operasi tersebut menggunakan lisensi open-source, dimana dalam lisensi open-source tersebut mengizinkan setiap pengguna dapat mengakses kode sumber kompilasi yang nantinya berpengaruh pada aplikasi-aplikasi pendukung (network simulator) .

Dengan akses terhadap kode sumber ini, dapat dilakukan pengembangan, perbaikan, maupun modifikasi terhadap aplikasi-aplikasi pendukung tersebut. Hal ini berlawanan dengan perangkat lunak yang berlisensi terbatas, dimana hanya hasil kompilasi dari kode. proses instalasi aplikasi, dari aplikasi network simulator (NS) [7]. Dimana aplikasi network simulator menggunakan versi 2 dengan bentuk terpadu (all-in-one) komponen-komponen utama pendukung NS-2 telah dipaketkan dalam sebuah file. Untuk aplikasi network animator nantinya digunakan sebagai visualisasi simulasi jaringan dan perjalanan paket pada simulasi tersebut.

Ad-Hoc On-demand Multipath Distance Vector Routing (AOMDV). merupakan salah satu protokol routing reaktif yang paling banyak diteliti. AOMDV dirancang untuk jaringan ad hoc mobile [8]. AOMDV menawarkan adaptasi

yang cepat terhadap kondisi link yang dinamis, proses yang rendah, rendahnya penggunaan jaringan dan menentukan pilihan rute ke tujuan dalam jaringan ad hoc. AOMDV AODV memungkinkan node mobile untuk mendapatkan rute ke tujuan baru dengan cepat[7]. Lalu kami disini juga menggunakan Particle Swarm Optimization agar kami mendapatkan optimisasi yg optimal untuk dapat mengetahui nilai parameter yang kami ujikan secara optimal. Rancangan jaringan. Berdasarkan studi literature akan dibuat deskripsi umum mengenai rancangan uji coba yang akan dibuat serta dilakukan analisa kebutuhan pendeteksian. Selain itu juga dilakukan evaluasi dari uji coba yang akan dibuat sehingga akan dihasilkan suatu analisa kinerja protokol routing AOMDV sesuai dengan yang diharapkan. Tahapan simulasi yang dikembangkan akan disimulasikan dan dievaluasi menggunakan Network Simulator 2 (NS2), pengujian dilakukan dengan membandingkan beberapa kondisi dimana difokuskan pada model mobilitas node yang di[6] asumsikan. Dalam simulasi ini juga kami memakai jenis trafik yang yaitu untuk melakukan perbandingan. Disini juga kami menggunakan luas area yang sama dan juga jumlah node yang berbeda dan kami menambahkan algoritma Particle Swarm Optimization untuk menentukan nilai optimal dalam skenario test yang kami ujikan.

Tabel 1. Spesifikasi sistem

Alat	Spesifikasi
Simulator	NS 2.34
MAC type	802.11
Waktu simulasi	200 detik
Tipe frekuensi	VHF
Protokol routing	AOMDV
Area simulasi	1000 m x 1000 m
Tipe traffic	CBR
Jumlah node	30/50
Model propagasi	Two ray
Ukuran paket	200 bytes/packet

Rancangan Analisa Pembuktian, setelah diketahui bagaimana karakteristik dari model mobilitas yang digunakan yaitu random waypoint model dengan manhattan mobility model. Maka beberapa hal yang dianalisa untuk pembuktian dalam penelitian ini dari kondisi model mobilitas yang bandingkan adalah dengan beberapa parameter. Parameter yang digunakan antara lain dua parameter, yaitu parameter packet delivery ratio dan end to end delay[9].

Packet Delivery Ratio adalah rasio antara banyaknya paket yang diterima oleh tujuan dengan banyaknya paket yang dikirim oleh sumber. Dimana dalam parameter ini menggunakan rumus :

$$PDR = \frac{\text{Number of Packet Reciever}}{\text{Number of Packet Trasmitt}} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

PR = paket yang diterima,

PT = paket yang dikirim

Dimana untuk menentukan parameter Packet Delivery Ratio dengan cara dari paket yang telah diterima dibagi dengan paket awal yang dikirim kemudian dikali dengan 100. Dari rumus tersebut dapat dilihat rasio pengiriman paket yang akan berjalan pada program nanti[9].

End to end delay adalah rata – rata waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk tiba ditempat tujuan yang mana mencakup keterlambatan yang disebabkan oleh penemuan rute dan antrian transmisi paket data[10]. Dimana dalam parameter ini menggunakan rumus :

$$\text{End to end delay} = \text{Receive Time} - \text{Sent Time} \quad (2)$$

Keterangan :

Receive Time = waktu di terima

Sent Time= waktu pengiriman

Dimana untuk menentukan parameter *End to End Delay* dengan menambahkan jumlah *node* yang ada, jika *node* sudah ditambahkan maka akan terjadi *delay*, dimana dilakukan dengan mengirimkan pesan RREQ dalam jumlah *node* yang banyak, kemudian setelah dilakukan pengiriman maka akan mendapatkan balasan dari RREP, dimana RREP akan membalas pesan dari RREQ sesuai dengan jumlah *node* yang diminta[11], jika *node* yang diminta sedikit maka proses untuk membalas akan cepat, dan jika *node* yang diminta banyak maka proses untuk membalas juga akan lama, dari proses itulah bisa terjadi *delay* dalam *node*[11].

Normalized routing load merupakan rasio antara jumlah paket routing dengan paket data yang berhasil dikirim. Nilai parameter ini akan di peroleh dengan menggunakan script AWK[12].

$$\text{Normalized Routing Load} = \frac{\text{Number of Routing Packets}}{\text{Number of Packets Received}} \quad (3)$$

Particel swarm optimization Particle Swarm Optimization adalah teknik optimasi dengan cara menghitung secara terus menerus calon solusi dengan menggunakan suatu acuan kualitas. Algoritma ini mengoptimasi permasalahan dengan cara menggerakkan partikel / calon solusi di dalam ruang permasalahan menggunakan fungsi tertentu untuk posisi dan kecepatan dari partikel[10].

Pembuatan Node Langkah selanjutnya setelah pengaturan *node* adalah pembuatan *node* itu sendiri, berikut script yang digunakan.

Pergerakan node merupakan pergerakan dari *node* pada saat simulasi dijalankan. Untuk penelitian ini pergerakan *node* yang digunakan yaitu *rand() waypoint model* dan *manhattan mobility model*[4]. Dalam pergerakan *random* Dibawah ini adalah contoh pembuatan pergerakan *node*.

```
./setdest -v <version of setdest> -n <num_of_nodes> -p <pausetime> -M <maxspeed> -t  
<simtime> -x <maxx> -y <maxy> > namafile
```

waypoint model sudah disediakan dalam *module* ns 2, yang ada pada direktori “~ns/indep-utils/cmu-scen-gen/setdest[13]”. *Module* tersebut tidak bisa langsung digunakan karena harus di *install* terlebih dahulu. cara instalasi *module* tersebut lewat terminal. Setelah proses instalasi barulah *module* tersebut bisa digunakan, berikut cara penggunaan *module random waypoint model* di *setdest*[14].

```
#Define a 'finish' procedure  
proc finish {} {  
    global ns tracefile namfile  
    $ns flush-trace  
    close $tracefile  
    close $namfile  
    exec nam a24n5.nam &  
    exit 0  
}  
$ns at $val(stop) "$ns nam-end-wireless $val(stop)"  
$ns at $val(stop) "finish"  
$ns at $val(stop) "puts \"done\" ; $ns halt"  
$ns run
```

Sebagai proses untuk mengakhiri program simulasi yang dibuat, berikut adalah script yang digunakan.

Simulasi Data Pada simulasi data skenario yang dibuat menjalankannya adalah dengan ns 2 tadi. Dimana untuk melakukan simulasi data tersebut dibutuhkan sebuah pola trafik[15], skenario pergerakan dan script tcl. Untuk menjalankan file tcl tersebut, pertama masuk direktori file tcl disimpan melalui terminal[10]. Kemudian ketikkan perintah “\$ns <spasi> namafile.tcl”

Gambar 2. Simulasi ns 2 dengan node

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil uji coba dari skenario yang telah dirancang pada untuk mendukung penelitian kami. Hasil uji coba ini akan memberikan gambaran terhadap performa dari protokol *routing* yang diusulkan pada jaringan *MANET*.

- Packet delivery ratio* (PDR) adalah rasio antara banyaknya paket yang diterima oleh tujuan dengan banyaknya paket yang dikirim oleh sumber.
- End to End Delay* adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk tiba ditempat tujuan yang mana mencakup keterlambatan yang disebabkan oleh penemuan rute dan antrian transmisi paket data.
- Normalized routing load* merupakan rasio antara jumlah paket *routing* dengan paket data yang berhasil dikirim
- PSO* adalah algoritma optimisasi untuk mendapatkan nilai yg tepat.

Dibawah ini adalah susunan algoritma yang sudah di kerjakan hingga memunculkan nilai dan hasil dar pengujian parameter-parameter yang ada serta di optimisasasi menggunakan algoritma PSO.untuk menemukan hasil yang terbaik.

Gambar 3. Flowchart pengujian

Dari ketiga parameter yang ada kemudian dihitung dari perbandingan jenis trafik dan juga dilakukan optimisasasi menggunakan algoritma PSO yang berdasarkan jumlah *node*, waktu simulasi dan luas area. Perbandingan antara jenis trafik yaitu tcp dan udp lalu dengan waktu simulasi 200 sec dan luas area 1000m² x 1000m.² pada hasil pengukuran, end to end delay lalu dengan menggunakan jumlah node yaitu 30 dan 50 yang berlangsung dalam simulasi. Pada simulasi ini adanya penurunan nilai delay pada setiap simulasi node uji cobal Hal tersebut terjadi karena pada adanya update tabel rute secara periodik, sehingga paket data harus menunggu lama untuk menemukan rute ke tujuan.tetapi berbeda kebalikan dengan banyak nya node maka adanya perubahan yang secara dinamis dapat menemukan rute tersendiri.pada tabel di bawah berikut juga dapat di lihat Nilai optimisasasi menggunakan pso juga yang menurunkan nilai delay menjadi lebih kecil.

Gambar 4. Grafik dari perhitungan delay

Dari grafik dibawah ini dapat dilihat terjadi naiknya nilai hitung parameter paket delivery ratio pada setiap node uji coba dan juga kenaikan nilai tersebut sangat lah signifikan dari nilai awal 81,5% pada node 31 dan 96,1% pada node 50. hal ini terjadi karena jumlah node yang mempengaruhi route pengiriman data lalu pada setiap node kami melakukan optimisasi dan perubahan nilai dari kedua simulasi untuk PDR dapat kami maksimalkan dengan sumber trafik yang berbeda setelah kami melakukan optimisasi menggunakan PSO dan pada hasil optimisasi ini pada setiap node simulasi nilai meningkat menyentuh angka 98,1% pada node 50 dan 89,2% pada node 30.

Gambar 5. Grafik dari perhitungan PDR

Pada grafik NRL terjadi kenaikan nilai NRL pada dari node 30 dengan nilai 12,7 % dan node 50 dengan nilai 51,4% Jadi, faktor utama yang mempengaruhi rendahnya nilai NRL adalah penggunaan jenis trafik yang memiliki sifat oriented connection dan variasi kecepatan node yang semakin tinggi. Dengan adanya nilai NRL yang rendah maka kinerja protokol semakin efisien dan sifat dari topologi relatif stabil.lalu untuk .nilai optimisasi menggunakan PSO dapat dilihat pada nilai setiap node 30 dan juga 50 terjadi kenaikan secara signifikan dengan nilai pada node 30 adalah 13,1% dan node 50 adalah 51,4%.

Gambar 6. Grafik dari perhitungan NRL dengan node

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dan melihat nilai-nilai perbandingan yang ada maka kami peroleh suatu kesimpulan mengenai Dari hasil uji coba parameter di atas didapatkan nilai rata-rata PDR pada node 50 95,1 dan node 30 81,5 % , nilai NRL pada node 50 51,4% dan node 30 12,7 % . Sementara parameter Sedangkan pada pengukuran parameter Average Delay pada node 30 didapatkan hasil yang semakin menurun akibat dari variasi kecepatan node, dibandingkan node 50 yang memiliki nilai naik turun. protokol AOMDV merupakan protokol reactive yang memiliki keunggulan dapat menciptakan beberapa rute dalam pengiriman paket dan dapat melakukan backup rute yang bertujuan untuk mengatasi adanya kegagalan paket yang terkirim. Sifat reactive protokol AOMDV dapat mengatasi resiko naik turunnya nilai dari parameter uji PDR, NRL, Average Delay.lalu pada hasil optimisasi PSO yang di gunakan di dapat kan hasil yg optimal pada setiap nilai parameter yang di uji cobakan nilai setiap parameter terjadi pada kenaikan yang signifikan pada nilai parameter PDR dan NRL sedangkan untuk nilai Average delay terjadi penurunan pada setiap nilai simulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini secara teknis maupun dengan non teknis.

REFERENCES

- [1] M. Manjunath and D. H. Manjaiah, "Comparative Study of AODV, SAODV, DSDV and AOMDV Routing Protocols in MANET Using NS2," *Int. J. Commun. Netw. Syst.*, vol. 004, no. 001, pp. 18–22, 2015, doi: 10.20894/ijcnes.103.004.001.005.
- [2] S. Buta, S. Baghla, and H. Monga, "Mobility models based performance evaluation of AOMDV routing protocol of MANET," *Intern. J. Appl. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 82–86, 2017.
- [3] N. Saravanan, A. Subramani, and P. Balamurugan, "Optimal route selection in MANET based on particle swarm optimization utilizing expected transmission count," *Cluster Comput.*, vol. 22, no. s5, pp. 11647–11658, 2019, doi: 10.1007/s10586-017-1445-8.
- [4] B. K. Rao and A. S. N. Chakravarthy, "Optimized AODV Routing Algorithm in MANET for Maximizing the Network Lifetime," no. 2, pp. 4054–4059, 2019, doi: 10.35940/ijrte.B3457.078219.
- [5] A. K. Yadav and A. Kush, "TCP- and UDP-based performance evaluation of AODV and DSR routing protocol on varying speed and pause time in mobile ad hoc networks," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 638, pp. 323–332, 2018, doi: 10.1007/978-981-10-6005-2_34.
- [6] R. Wulandari, "ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [7] R. Shaikh and M. Sasikumar, "Available Online at www.ijarcs.info International Journal of Advanced Research in Computer Science," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 45, no. C, pp. 493–498, 2015.
- [8] A. Wong Yoon Khang *et al.*, "Qualitative-based QoS performance study using hybrid ACO and PSO algorithm routing in MANET," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1502, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1502/1/012004.
- [9] T. H. Sureshbhai, M. Mahajan, and M. K. Rai, "An Investigational Analysis of DSDV, AODV and DSR Routing Protocols in Mobile Ad Hoc Networks," *2018 Int. Conf. Intell. Circuits Syst.*, pp. 281–285, 2018, doi: 10.1109/ICICS.2018.00064.
- [10] B. M. Susanto, A. Hariyanto, and Surateno, "Performance comparison of proactive and reactive routing protocol in mobile ad hoc network," *J. Commun.*, vol. 13, no. 5, pp. 218–224, 2018, doi: 10.12720/jcm.13.5.218-224.
- [11] A. A. Antony and B. Thomas, "A Study on Packet Loss Reduction methods and Node Registration methods in AODV for MANET A Study on Packet Loss Reduction methods and Node Registration methods in AODV for MANET," 2018, doi: 10.1088/1757-899X/396/1/012032.
- [12] S. Murugan, S. Jeyalakshmi, B. Mahalakshmi, G. Suseendran, T. Nusrat Jabeen, and R. Manikandan, "Comparison of aco and pso algorithm using energy consumption and load balancing in emerging manet and vanet infrastructure," *J. Crit. Rev.*, vol. 7, no. 9, pp. 1197–1204, 2020, doi: 10.31838/jcr.07.09.219.
- [13] P. Li, L. Guo, and F. Wang, "A Multipath Routing Protocol with Load Balancing and Energy Constraining Based on AOMDV in Ad Hoc Network," *Mob. Networks Appl.*, 2019, doi: 10.1007/s11036-019-01295-7.
- [14] A. A. Antony and B. Thomas, "A Study on Packet Loss Reduction methods and Node Registration methods in AODV for MANET," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 396, no. 1, pp. 0–8, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/396/1/012032.
- [15] P. R. Satav and P. M. Jawandhiya, "An Energy Efficient Route Selection in MANET with AOMDV Routing Algorithm," *Proc. 2018 3rd IEEE Int. Conf. Res. Intell. Comput. Eng. RICE 2018*, vol. 1, pp. 5–9, 2018, doi: 10.1109/RICE.2018.8509047.