

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Tabel 2.1 merupakan *literature review* yang berisi tentang ringkasan terkait beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian yang akan dilakukan serta dijadikan acuan.

Tabel 2.1 Literature Review

<i>Ref</i>	Tahun	Indikator Bahasan	Jenis protokol routing	Skenario Pengujian	Software Simulasi	Protokol routing	Layanan data UDP	Parameter	Hasil dan Analisis
[1]	2018	Mengbandingkan dan menganalisis kinerja protokol routing reaktif dan proaktif	Reaktif, Proaktif	Variasi jumlah <i>node</i>	NS2	AODV, DSR, DSDV, OLSR	UDP	<i>Throughput, delay, packet loss, PDR</i>	Protokol OLSR memiliki kinerja yang lebih baik dari pada protokol AODV, DSR, dan DSDV berdasarkan parameter <i>throughput, delay, packet loss, dan PDR</i> .
[2]	2018	Menganalisis kinerja protokol routing AOMDV, DSDV, dan ZRP	Reaktif, Proaktif, Hybrid	Luas area, jumlah <i>node</i>	NS2	AOMDV, DSDV, ZRP	UDP	<i>Throughput, delay, PDR, normalized routing load</i>	Protokol AOMDV memiliki nilai rata-rata <i>packet delivery ratio</i> dan <i>throughput</i> tertinggi. Sedangkan dalam pengukuran <i>end-to-end delay</i> dan <i>normalized routing load</i> nilai rata-rata terbaik terdapat pada protokol DSDV.
[7]	2018	Menganalisis kinerja protokol routing AODV, DSR, dan OLSR	Reaktif, Proaktif	Variasi jumlah <i>node</i>	NS2	AODV, DSR, OLSR	UDP	<i>Throughput, delay, packet loss, PDR</i>	Kinerja protokol OLSR lebih baik dibandingkan dengan protokol AODV dan DSR berdasarkan parameter <i>throughput, delay, jitter, packet loss, PDR</i>
[9]	2017	Menganalisis kinerja protokol dengan model mobilitas <i>random way point, Manhattan mobility, Persue mobility</i>	Reaktif, Proaktif	Variasi model mobilitas	NS2	AODV, DSDV	UDP	<i>Throughput, PDR, delay, energy, overhead</i>	Model mobilitas mempengaruhi kinerja protokol. Pada protokol AODV model mobilitas <i>persue mobile</i> lebih baik sedangkan DSDV model mobilitas yang lebih baik yaitu <i>random way point</i> .

<i>Ref</i>	Tahun	Indikator Bahasan	Jenis protokol <i>routing</i>	Skenario Pengujian	<i>Software Simulasi</i>	Protokol <i>routing</i>	Layanan data UDP	Parameter	Hasil dan Analisis
[10]	2016	Membandingkan kinerja dan studi terperinci protokol <i>routing</i> AODV, DSDV, DSR, TORA dan OLSR	Reaktif, Proaktif	Protokol <i>routing</i>	NS2	AODV, DSDV, DSR, TORA OLSR	UDP	<i>Throughput, delay, PDR</i>	Protokol <i>routing</i> AODV memiliki kinerja lebih baik dari pada DSDV, DSR, TORA OLSR. Secara keseluruhan protokol <i>routing</i> reaktif lebih baik dari pada protokol <i>routing</i> proaktif.
[11]	2015	Membandingkan kinerja protokol <i>routing</i> AODV dan DSDV	Reaktif, Proaktif	Variasi kecepatan <i>node</i>	NS2	AODV, DSDV	UDP	<i>Throughput, PDR</i>	Protokol <i>routing</i> AODV memiliki kinerja lebih baik dari pada DSDV pada parameter <i>throughput</i> karena adanya <i>overhead</i> pada protokol DSDV
[12]	2016	Menganalisis kinerja protokol <i>routing</i> AODV dan DSDV	Reaktif, Proaktif	Jumlah <i>node</i> , ukuran paket	NS2	AODV, DSDV	UDP	<i>Throughput, delay, jitter</i>	Protokol <i>routing</i> DSDV lebih baik dari pada AODV pada proses <i>routing</i> tetapi protokol AODV berdasarkan parameter <i>jitter</i> dan <i>delay</i> lebih baik dari pada DSDV.
[13]	2020	Membandingkan kinerja protokol <i>routing</i> HSR dan DSDV	Proaktif	Variasi jumlah <i>node</i> , konvergensi	NS2	HSR, DSDV	UDP	<i>Throughput, delay, jitter, packet loss, route overhead</i>	Protokol <i>routing</i> DSDV memiliki kinerja lebih baik dari pada HSR pada aspek kepadatan <i>node</i>

Perbandingan dan analisis kinerja protokol *routing* reaktif seperti AODV, DSR dan proaktif seperti DSDV, dan OLSR [1] telah dilakukan menggunakan *software* NS2 dengan layanan data UDP. Adapun skenario penambahan jumlah *node* dengan kelipatan 20 mulai dari 20 - 200 *node* pada parameter pengujian *throughput, delay, packet loss*, dan PDR. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil yakni protokol OLSR memiliki kinerja lebih baik dibandingkan dengan protokol AODV, DSR, dan DSDV pada setiap parameter pengujian. Hal ini terjadi karena pada parameter *throughput* protokol OLSR dalam melakukan penyebaran paket menggunakan 2 pesan hallo dab TC. Pada parameter *packet loss* karena protokol OLSR memiliki kemampuan memilih MPR secara optimal. Kemudian pada parameter *delay* karena sifat OLSR yang bekerja secara *link state* menyebabkan nilai *delay* menurun.

Disamping itu terdapat penelitian yang membahas tentang perbandingan kinerja protokol AOMDV, DSDV, dan ZRP dengan jenis protokol *routing* yang berbeda meliputi reaktif, proaktif, dan *hybrid* pada MANET [2]. Penelitian ini menggunakan layanan data UDP. *Software* yang digunakan pada penelitian ini yaitu NS2 dengan skenario luas area 500x500, 800x800, 1000x100 meter dan jumlah *node* 20,40,80,100. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa protokol AOMDV memiliki nilai rata-rata *packet delivery ratio* dan *throughput* tertinggi. Sedangkan dalam pengukuran *end-to-end delay* dan *normalized routing load* nilai rata-rata terbaik terdapat pada protokol DSDV.

Terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang perbandingan kinerja protokol *routing* reaktif dan proaktif pada jaringan MANET [5], [12], [16], [19], [21]. Protokol *routing* yang digunakan pada penelitian [5] yaitu protokol AODV, DSR, dan OLSR menggunakan *software* NS2 dengan layanan data UDP. Adapun skenario yang digunakan yaitu variasi jumlah *node* 25, 50, 75, 100, 150, 200. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan hasil bahwa protokol OLSR lebih baik dari pada DSR dan AODV dalam parameter PDR, *throughput*, *delay*, dan *packet loss* karena protokol OLSR memiliki konsep MPR dalam menentukan rute. Protokol OLSR lebih cocok digunakan pada jumlah *node* yang padat.

Adapun pada penelitian [12], [19], [21] protokol yang digunakan yaitu DSDV dan AODV menggunakan *software* NS2 dengan layanan UDP. Adapun skenario yang digunakan yaitu variasi model mobilitas *Random way point*, *Manhattan mobility*, dan *Persue mobility*. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model mobilitas mempengaruhi kinerja protokol. Pada protokol AODV model mobilitas *persue mobile* lebih baik sedangkan DSDV model mobilitas yang lebih baik yaitu *random way point* pada setiap parameter *throughput*, PDR, *delay*, *energy*, dan *overhead*.

Pada penelitian [16] protokol *routing* yang digunakan yaitu AODV, DSDV, DSR, TORA dan OLSR. dengan layanan UDP. *Software* yang digunakan yaitu NS2 dengan skenario macam – macam protokol *routing*. Macam – macam protokol *routing* ini menggunakan parameter simulasi yang sama untuk membandingkan kinerja masing – masing protokol berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, dan PDR. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat

disimpulkan bahwa pada parameter *throughput* protokol AODV lebih baik, pada parameter *delay* protokol DSR lebih baik, dan pada parameter PDR protokol OLSR lebih baik.

Pada penelitian [19] menggunakan skenario variasi kecepatan *node* 5, 10, 15, 20, 25 m/s. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa protokol *routing* AODV memiliki kinerja lebih baik dari pada DSDV pada parameter *throughput* karena adanya *overhead* pada protokol DSDV. Pada penelitian [21] menggunakan skenario ukuran paket dan jumlah *node*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa protokol *routing* DSDV lebih baik dari pada AODV pada proses *routing* tetapi protokol AODV berdasarkan parameter jitter dan *delay* lebih baik dari pada DSDV.

Adapun penelitian yang membahas tentang perbandingan kinerja protokol *routing* proaktif HSR dan DSDV dengan layanan data UDP menggunakan *software* NS2 [23]. Skenario yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi jumlah *node* 50, 60, 70, 80, 90, 100 dan konvergensi berdasarkan parameter pengujian meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, *packet loss*, *route overhead*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa protokol *routing* DSDV memiliki kinerja lebih baik dari pada HSR pada aspek kepadatan *node* dalam parameter *throughput*, *delay*, *jitter*, *packet loss*, dan *route overhead*. Sedangkan pada skenario konvergensi rata – rata waktu konvergensi yang dihasilkan DSDV lebih cepat melakukan perubahan jalur dibandingkan dengan HSR baik dalam perubahan jalur ataupun pembentukan jalur.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Dasar Jaringan Nirkabel

Jaringan nirkabel atau *wireless* adalah sekumpulan komputer yang saling terhubung satu sama lain membentuk jaringan komputer dengan menggunakan media gelombang radio atau udara sebagai jalur komunikasi. Jaringan nirkabel atau *wireless* tidak menggunakan kabel untuk melakukan komunikasi. Teknologi nirkabel merupakan perkembangan dari teknologi jaringan lokal (*Local Network Area*) yang memungkinkan efisiensi dalam perkembangan dan implementasi

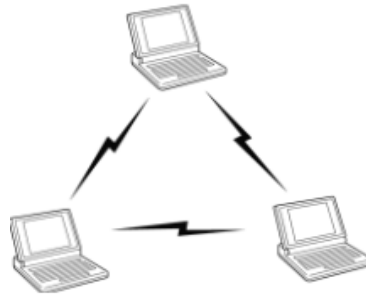
jaringan komputer karena dapat meningkatkan mobilitas pengguna [14]. Topologi jaringan nirkabel dibagi menjadi dua [15]:

- a. Topologi infrastruktur adalah komunikasi jaringan nirkabel yang menggunakan *base station*, *access point*, dan server yang harus dikerahkan sebelum jaringan dapat digunakan [15],[16]. *Access point* digunakan untuk memmbangun semua *client* pada jaringan dan sebagai pusat manajemen jaringan nirkabel [17]. *Access point* ini akan bertidak seperti hub atau *switch* pada jaringan kabel serta pusat jaringan nirkabel. Dalam topologi infrastruktur, perangkat nirkabel komputer jika berkomunikasi tidak dapat langsung ke perangkat nirkabel komputer lain tetapi melalui *access point* terlebih dahulu. Selain menjadi pusat jaringan nirkabel pada topologi infrasturktur, *access point* juga dapat dihubungkan dengan koneksi jaringan kabel LAN [17]. Gambar 2.1 merupakan jaringan nirkabel berbasis infrastruktur.



Gambar 2.1 Jaringan Nirkabel Berbasis Infrastruktur [16]

- b. Jaringan *Ad hoc* merupakan jaringan *point to point* yang menggunakan jaringan lokal sebagai penghubung serta nirkabel sebagai media transmisinya [15],[11]. Keterbatasan yang dimiliki jaringan *ad hoc* yakni koneksi jarak karena menggunakan jaringan lokal tetapi jaringan ini lebih aman karena tidak menggunakan jaringan publik atau koneksi internet. Jaringan *Ad hoc* merupakan jaringan yang dapat menghubungkan perangkat nirkabel satu dengan lain tanpa adanya *access point* ataupun *router wireless* [18]. Salah satu contoh jaringan *ad hoc* yaitu MANET. Gambar 2.2 merupakan jaringan nirkabel tanpa infrastruktur atau *ad hoc*.



Gambar 2.2 Jaringan Wireless Tanpa Infrastruktur (*Ad Hoc*) [18]

2.2.2 *Mobile Ad Hoc Network* (MANET)



Gambar 2.3 Jaringan *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) [2]

Gambar 2.3 merupakan contoh jaringan *Mobile Ad Hoc Network* (MANET). *Mobile Ad Hoc Network* (MANET) adalah jaringan nirkabel *ad hoc* yang tersusun dari kumpulan *node* yang bergerak secara dinamis untuk komunikasi antara *node* tanpa infrastruktur yang terpusat [1],[2],[3],[19],[20],[21]. Karena tingkat perubahan *node* yang tinggi, MANET tidak membutuhkan infrastruktur yang tetap seperti topologi jaringan lain.

Adapun beberapa ciri – ciri MANET antara lain [15],[19],[22]:

1. Infrastruktur terpusat tidak dibutuhkan.
2. *Node* yang sifatnya mudah bergerak.
3. *Node* yang terus bergerak menyebabkan jaringan ikut berubah - ubah sehingga sering hilang konektivitas.
4. *Node* bersifat nirkabel atau *mobile*.
5. Setiap *node* bisa sebagai *router* atau *host*
6. Cakupan area yang terbatas menyebabkan dibutuhkananya multihop

7. Keterbatasan yang dimiliki jaringan *ad hoc* yakni kapasitas memori dan masalah daya.

Terdapat beberapa karakteristik jaringan MANET sebagai berikut [21],[22],[23]:

1. Topologi dinamis

Node dapat bergerak bebas pada kecepatan yang berbeda. Oleh karena itu jaringan harus beradaptasi dengan perubahan topologi jaringan yang seringkali *multi-hop*.

2. *Bandwidth*

Kendala yang ditimbulkan oleh ketersediaan saluran nirkabel seperti, *noise*, *fading*, ketersediaan spektrum terbatas, serta masalah yang melekat pada protokol MAC harus berurusan dengan keterbatasan yang dimiliki jaringan nirkabel.

3. Kendala operasi daya

Perangkat yang membentuk MANET memungkinkan daya yang terbatas karena fungsionalitasnya yang bergerak dengan bebas. Sehingga daya yang dibutuhkan juga tidak bisa terus menerus ada.

4. Keamanan fisik yang terbatas:

Tidak seperti jaringan kabel yang langsung dilindungi oleh lapisan kabel, pada jaringan nirkabel sangat rentan terhadap keamanan fisik sehingga lebih mudah diserang.

Beberapa teknologi yang bisa digunakan untuk jaringan MANET yaitu [24] :

1. *Bluetooth*

Merupakan teknologi nirkabel gelombang mikro berkecepatan tinggi dan berdaya rendah. Teknologi ini dirancang untuk menghubungkan ponsel, laptop, PDA, dan peralatan portabel lainnya. Beberapa fitur yang dimiliki oleh *Bluetooth* diantaranya:

- a. Beroperasi di pita ISM 2,56 GHZ yang tersedia secara global (tidak memerlukan lisensi).
- b. Menggunakan *Frequency Hop Spread Spectrum* (FHSS).
- c. Mendukung hingga 8 perangkat dalam jaringan kecil yang dikenal sebagai '*piconet*'.
- d. Jarak 10 – 100 meter.

- e. Daya 1 *miliWatt*.
- f. Jangkauan tambahan jika menggunakan *power amplifier* tambahan mencapai 100 meter.

2. *HomeRF*

HomeRF merupakan bagian dari *International Telecommunication Union* (ITU) dan bekerja pada pengembangan standar untuk komunikasi suara dan data frekuensi radio yang murah. Beberapa fitur dari *HomeRF* diantaranya yaitu:

- a. Beroperasi dalam rentang 2,45 GHz dari pita ISM yang tidak berlisensi.
- b. Jangkauan hingga 50 meter.
- c. Menggunakan frekuensi *hopping* 50 *hops per second*.
- d. Mendukung hingga 127 *node*.
- e. Daya transmisi 100 *miliWatt*.
- f. Data rate 1 Mbps menggunakan 2 modulasi FSK dan 2 Mbps menggunakan 4 modulasi FSK.

3. IEEE 802.11 (WiFi)

Wifi merupakan teknologi nirkabel yang umum digunakan oleh pemilik rumah, usaha kecil, dan ISP pemula. Beberapa standar yang dikembangkan yaitu 802.11a, 802.11b, 802.11g, dan sebagainya. Berikut beberapa spesifikasi dari pengembangan 802.11:

- a. 802.11
Beroperasi pada pita ISM 2,4 GHz dengan data rate 1-2 Mbps.
- b. 802.11a
Beroperasi pada pita 5 GHz dengan data rate mencapai 54 Mbps. Teknologi ini menggunakan *Orthogonal Frequency Multiplexing* (OFDM).
- c. 802.11b
Menyediakan data rate 5,5 dan 11 Mbps pada pita frekuensi 2,4 GHz. Modulasi yang digunakan yaitu *Complementary Code Keying* (CCK).
- d. 802.11g
Beroperasi pada pita 2,4 GHz dan menyediakan data rate hingga 54 Mbps. Teknologi ini menggunakan *Orthogonal Frequency Multiplexing* (OFDM)

2.2.3 Protokol *Routing* MANET

Routing adalah mekanisme untuk menentukan jalur komunikasi dari *node* pengirim ke *node* penerima yang bekerja pada layer ketiga lapisan jaringan [4]. Untuk mentransmisikan data (informasi), maka dibutuhkan protokol *routing* yang mana adanya protokol *routing* untuk menentukan jalur yang digunakan untuk mentransmisikan data hingga mencapai lokasi penerima [4]. Klasifikasi protokol *routing* dalam MANET terdiri dari tiga jenis yaitu proaktif, reaktif dan *hybrid* [19],[21]:

1. Protokol *Routing* Proaktif

Protokol *Routing* Proaktif atau *table driven protocol* karena protokol yang bekerja berdasarkan tabel [21],[24]. Di dalam *routing*, rute adalah telah ditentukan terlebih dahulu. Paket-paket dipindahkan melalui rute yang telah ditentukan sebelumnya tersebut. Dalam skema ini penerusan paket lebih cepat tetapi *routing overhead* menjadi lebih besar karena satu harus mendefinisikan semua rute sebelum memindahkan paket-paket tersebut. Protokol yang bersifat proaktif mempunyai tingkat penundaan yang lebih rendah karena semua rute dijaga dan dirawat di semua waktu [23]. Beberapa contoh protokol proaktif yaitu OLSR, DSDV, dan WRP [24].

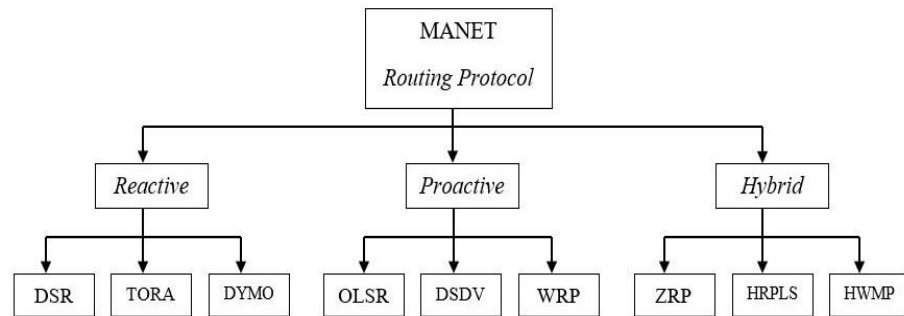
2. Protokol *Routing* Reaktif

Protokol *routing* reaktif atau *On Demand Routing Protocol* memiliki mekanisme pencarian jalur hanya saat dibutuhkan saja [24]. Protokol ini membutuhkan *route discovery* sebelum melakukan komunikasi data dengan menyebarkan RREQ (*Route Request*). Penerima *node* akan membalas pesan menggunakan RREP (*Route Reply*). Kemudian protokol reaktif juga memiliki *route maintance* apabila terjadi *route failure* pada jaringan menggunakan pesan RERR (*Route Error*). Pada protokol *routing* reaktif tidak membutuhkan pemeliharaan tabel *routing* secara periodik, sehingga *routing overhead* menjadi berkurang [25]. Beberapa contoh protokol *routing* reaktif yaitu DSR, DYMO dan TORA [24].

3. Protokol *Routing Hybrid*

Protokol *hybrid* merupakan kombinasi dari jenis proaktif dan reaktif [24]. Protokol ini menggunakan fungsi protokol proaktif jika jarak antar *node*

pendek dan menggunakan fungsi protokol reaktif jika jarak antar *node* jauh [25]. Adapun beberapa contoh protokol *routing hybrid* yaitu ZRP, HRPLS, dan HWMP [24]. Gambar 2.4 merupakan klasifikasi dan contoh dari protokol *routing* pada jaringan MANET.



Gambar 2.4 Klasifikasi Protokol *Routing* pada MANET

2.2.4 *Optimized Link State Routing (OLSR)*

Protokol *Optimized Link State Routing (OLSR)* termasuk protokol *routing* proaktif yang dikembangkan berdasarkan algoritma *link state routing* [1],[19],[10]. Untuk mengurangi *overhead* jaringan dan dapat beradaptasi dengan perubahan topologi yang sering terjadi, protokol OLSR mengusulkan ide untuk menggunakan *Multi Point Relay (MPR)* [1], [19],[10],[26]. MPR adalah pemilihan *node* dengan spesifikasi tertentu oleh *node* lain. Pesan control yang digunakan protokol OLSR yaitu pesan *hello* dan *Topology Control (TC)* [10],[26],[27]. Fungsi pesan *hello* adalah untuk menemukan informasi tentang kondisi *link* dan *node* tetangga. Selain itu pesan *hello* juga digunakan untuk memilih MPR *selector set*. MPR *Selector set* untuk memilih *node* tetangga bertindak sebagai *node MPR*. Pesan *hello* hanya mengirimkan sejauh 1 hop, sedangkan pesan TC dikirim secara *broadcast* ke seluruh jaringan [10]. Pesan TC kegunaannya adalah menyebarkan informasi tentang *node* tetangga yang ditetapkan oleh MPR tidak terkecuali MPR *selector*, pesan TC disebarakan secara periodik. Kelebihan protokol OLSR yaitu dapat menemukan jalur di antara dua *node* pada jaringan dalam waktu yang singkat [27].

2.2.5 *Destination Sequenced Distance Vector (DSDV)*

Protokol DSDV adalah protokol *routing proactive* dengan skema perutean berbasis tabel [11] untuk jaringan *ad hoc* berdasarkan algoritma Bellman-Ford

[2],[24],[10],[28],[12],[29]. Kinerja terbaik protokol DSDV ketika *node* yang digunakan sedikit. *Broadcast* berkala dalam pembaruan *routing* berupaya agar tabel *routing* benar - benar diperbarui setiap saat. DSDV menggunakan *sequence number* untuk menghindari pengulangan dan mempertahankan kesegaran rute. *Sequence number* untuk rute ditetapkan oleh *node* tujuan dan ditingkatkan satu untuk setiap *advertisement* rute asli yang baru. Terdapat dua cara untuk pembaruan tabel *routing* yaitu "*full dump*" atau "*incremental update*" [24],[10],[28],[13]. *Full dump* mengirimkan tabel semua informasi *routing* yang ada ke tetangga dan bisa berisi banyak paket sementara dalam *incremental update* hanya *entri* dari tabel *routing* yang memiliki perubahan drastis sejak *update* terakhir yang dikirim [24],[13]. Tabel 2.2 merupakan tabel perbandingan protokol *routing* OLSR dan DSDV.

Tabel 2.2 Perbandingan Protokol *Routing* OLSR dan DSDV

No	Indikator	Protokol	
		OLSR	DSDV
1	Protokol <i>routing</i>	Proaktif	Proaktif
2	Algoritma	<i>Link State</i>	Bellman - Ford
3	Kelebihan [16]	<ul style="list-style-type: none"> - Protokol yang paling cocok di jaringan yang padat karena adanya MPR - Tidak memerlukan sistem administrasi terpusat untuk proses <i>routing</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan jalur bebas loop - Semua informasi jumlah dan urutan hop ada di tabel <i>routing</i>
4	Kekurangan [16]	<ul style="list-style-type: none"> - Pembaruan tabel <i>routing</i> yang berkala, menyebabkan penggunaan <i>bandwidth</i> meningkat - Pencarian MPR terkadang susah. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kesulitan memelihara tabel rute untuk jaringan besar karena setiap entri diperbarui di tabel rute - Perutean multipath tidak digunakan

2.2.6 *User Datagram Protocol (UDP)*

UDP merupakan protokol lapisan *transport* TCP/IP yang mendukung komunikasi *unreliable*, tanpa koneksi antara host dengan host dalam jaringana yang menggunakan TCP/IP. UDP memiliki karakteristik sebagai berikut [30]:

1. *Connectionless* atau tidak ada koneksi.

Pesan – pesan yang dikirim UDP tidak melalui proses negoisasi koneksi antara dua host yang ingin bertukar informasi.

2. *Unreliable* atau tidak handal
Pesan -pesan UDP yang dikirim akan berupa datagram tanpa adanya nomor urut atau pesan *acknowledgment*.
3. UDP menyediakan cara untuk mengirim pesan ke protokol lapisan aplikasi atau proses tertentu dalam aplikasi sebuah host pada jaringan yang menggunakan TCP/IP.
4. UDP menyediakan perhitungan *checksum* 16 bit terhadap seluruh pesan UDP.

2.2.7 Parameter *Quality of Service* (QoS)

QoS adalah pengukuran yang dilakukan guna mengetahui performansi jaringan. Parameter QoS yang digunakan pada penelitian ini yaitu *throughput*, *packet loss* dan *delay*.

1. *Throughput*

Tabel 2.3 Nilai Batasan *Throughput* Standar TIPHON [31]

<i>Throughput</i> (Kbps)	Kategori
100	Sangat Baik
75	Baik
50	Cukup
< 25	Buruk

Nilai batasan untuk *throughput* dapat dilihat pada tabel 2.3. *Throughput* merupakan kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. *Throughput* menggambarkan kondisi *data rate* dalam suatu jaringan. Semakin tinggi nilai *throughput* yang dihasilkan, maka protokol *routing* memiliki kinerja yang lebih baik [3]. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *throughput* dapat dilihat pada persamaan 2.1 [22] :

$$Throughput = \frac{\text{jumlah ukuran data yang diterima}}{\text{waktu pengiriman paket}} \quad (2.1)$$

2. *Packet loss*

Tabel 2.4 Nilai Batasan *Packet loss* Standar TIPHON [31]

<i>Packet loss</i> (%)	Kategori
0	Sangat Baik
3	Baik

<i>Packet loss (%)</i>	Kategori
15	Cukup
25	Buruk

Tabel 2.4 merupakan nilai parameter *packet loss* yang dapat menggunakan standarisasi berdasarkan TIPHON. *Packet loss* diukur sebagai persentase paket yang hilang sehubungan dengan paket yang dikirim antara *node* sumber ke *node* tujuan. Paket hilang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang melewati suatu jaringan gagal mencapai tujuan [3]. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *packet loss* dapat dilihat pada persamaan 2.2 [22] :

$$Packet\ loss = \frac{paket\ yang\ hilang}{paket\ yang\ dikirim} \times 100\% \quad (2.2)$$

3. Delay

Tabel 2.5 Nilai Batasan Delay Standar TIPHON [31]

<i>Delay (ms)</i>	Kategori
<150	Sangat Baik
<250	Baik
<350	Cukup
<450	Buruk

Tabel 2.5 merupakan nilai parameter *delay* yang dapat menggunakan standarisasi berdasarkan TIPHON. *Delay* adalah waktu yang diperlukan pada saat pengirim data. Waktu yang diperlukan protokol pada saat menemukan jalur merupakan faktor yang dipengaruhi oleh *delay* [3]. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung rerata *delay* dapat dilihat pada persamaan 2.3 [22]:

$$Rerata\ Delay = \frac{total\ delay}{paket\ yang\ diterima} \quad (2.3)$$

2.2.8 Network Simulator 3 (NS3)

NS3 merupakan sebuah *discrete event network simulator* yang tujuan utamanya untuk penelitian dan pendidikan. NS3 adalah *software* gratis yang dilisensikan di bawah GNU *General Public License version 2* (GPLv2). *Software* ini umumnya tersedia untuk penelitian, pengembangan dan penggunaan. NS3 dibuat untuk menyediakan simulator jaringan yang sesuai dengan kebutuhan

penelitian modern dan terkini serta dikembangkan dikomunitas *open source*. NS3 dapat digunakan pada simulasi jaringan kabel dan jaringan nirkabel seperti algoritma *routing*, UDP, dan lain lain [32]. NS3 menggunakan bahasa pemrograman C++ atau *python*.