

ANALISIS PROSES *CLUSTER FORMATION* PADA *CLUSTER BASED SIMPLE HIGHWAY MOBILITY MODEL (CBSHWM)* DI JARINGAN 802.11P (STUDI KASUS: JARINGAN YANG MENGGUNAKAN *ROUTING PROTOCOL AODV* DAN *CBLR*)

Kunta Wicaksana¹⁾, Vera Suryani²⁾, Endro Ariyanto³⁾

^{1,2,3)}Fakultas Informatika Universitas Telkom Bandung

Jl. Telekomunikasi No. 1 Terusan Buahbatu Bandung

wicaksanakunta@gmail.com¹⁾ verasuryani@telkomuniversity.ac.id²⁾ endroa@telkomuniversity.ac.id³⁾

Abstrak

Vehicle Ad Hoc Network (VANET) adalah jaringan yang terdiri dari sekumpulan *wireless mobile node* yang saling berkomunikasi tanpa infrastruktur yang tetap. Pada *VANET* dikembangkan suatu teknologi *wireless* untuk sistem komunikasi *Vehicle to Vehicle (V2V)* dan *Vehicle to Road Side Unit (V2R)*. Komunikasi *V2V* dapat menggunakan konsep *cluster* yang disebut *CBSHWM*. Pada *VANET* kepadatan *vehicle* dan kecepatan gerak dari *vehicle* dapat mempengaruhi performansi dari jaringan. Jika terjadi kepadatan *vehicle* akan menimbulkan *delay* pada saat pengiriman paket ke *vehicle* tujuan. Selain itu, jika *vehicle* melaju dengan kecepatan tinggi maka akan menyebabkan perpindahan *vehicle* yang dapat menyebabkan kendala pertukaran paket data di jaringan. Penelitian ini bertujuan menganalisis performansi dua buah *cluster formation* yaitu *cluster formation weight-based* dan *cluster formation CBLR* pada jaringan *VANET*. Pemodelan jalan tol digunakan untuk menguji skenario kepadatan *node* dan kecepatan *node*. Evaluasi kinerja *cluster formation weight-based* dan *CBLR* ditinjau dari parameter *cluster overhead*, *normalized cluster load*, *packet delivery ratio*, *packet loss rate* dan *cluster convergence time*. Setelah dilakukan analisis dapat diketahui bahwa *cluster formation CBLR* lebih baik untuk kondisi jaringan berkecepatan tinggi dan kepadatan nodenya tinggi. Pada skenario perubahan kepadatan *node* untuk jumlah *node* 40 didapatkan bahwa nilai *packet delivery ratio cluster formation CBLR* 99,86 %, sedangkan *packet delivery ratio cluster formation weight-based* 83,12 %. Skenario pengaruh perubahan kecepatan *node* pada kecepatan 100 km/jam didapatkan bahwa nilai *packet delivery ratio cluster formation CBLR* 75,06 %, sedangkan *packet delivery ratio CWeight* sebesar 57,96 %.

Kata Kunci: *VANET*, *Cluster Formation*, *weight-based*, *CBLR*, *CBSHWM*

1. PENDAHULUAN

IEEE 802.11p merupakan teknologi yang dikembangkan oleh IEEE dan merupakan variasi dari 802.11. Teknologi ini digunakan untuk mendukung komunikasi antara kendaraan dengan infrastruktur lainnya di suatu jalan tertentu dan juga untuk berkomunikasi antar sesama kendaraan. Hal ini mencakup pertukaran data berkecepatan tinggi pada frekuensi 5,9 GHz (5,85-5,925 GHz). *VANET* merupakan kelas khusus dari *mobile ad hoc network (MANET)* yang menggunakan protokol 802.11p. Pada *VANET* dikembangkan suatu teknologi *wireless* untuk sistem komunikasi *V2V* dan *Vehicle to Road Side Unit (V2R)*. Salah satu implementasi *VANET* di dunia nyata digunakan untuk *early warning system* yang tujuannya untuk meminimalkan kecelakaan di jalan raya. Pada *VANET* kepadatan *vehicle* dan kecepatan gerak dari *vehicle* dapat mempengaruhi performansi dari jaringan. Jika terjadi kepadatan *vehicle* akan menimbulkan *delay* pada saat pengiriman paket ke *vehicle* tujuan. Selain itu, jika *vehicle* melaju dengan kecepatan tinggi maka akan menyebabkan perpindahan *vehicle* yang dapat menyebabkan kendala pertukaran paket data di jaringan.

Cluster Based Simple Highway Mobility Model (CBSHWM) merupakan model yang membagi *vehicle* ke dalam sejumlah *cluster*. Setiap *cluster* mempunyai *cluster head*. *Cluster head* bisa sebuah *Road Side Unit (RSU)* atau sebuah *node* yang memiliki *database* dan akses yang baik (Ramakrishnan, 2010). Penggunaan *cluster* dapat membuat jaringan tampak lebih kecil dan lebih stabil karena adanya pengelompokan *vehicle* ke dalam *cluster*. Pada setiap *cluster* hanya *cluster head* atau *gateway* yang akan melakukan *broadcast messages*, sehingga akan mengurangi *broadcast messages* yang tidak dibutuhkan (Shea, 2010). Pada area *CBSHWM* tidak terdapat *RSU* sehingga pertukaran informasi dilakukan melalui *V2V*. Tipe *vehicle to vehicle* membuat setiap *vehicle* berfungsi seperti *router*.

Teknik *clustering* bukanlah *routing protocol*, *clustering* merupakan teknik pengelompokan *node* ke dalam beberapa kelompok untuk membentuk manajemen jaringan lebih mudah (Malhotra, 2013). Pengelompokan ini membutuhkan suatu proses yang dinamakan *cluster formation*. Salah satu proses *cluster formation* yang sering digunakan ialah *cluster formation Weight-Based*. Teknik ini mencari *cluster head* dengan membandingkan jumlah tetangga setiap *node*. Jika jumlah tetangga itu sama maka akan diambil *node* yang memiliki ID lebih tinggi. Pertukaran informasi melalui *cluster head* ke *cluster head* yang lainnya. Proses *clustering* yang lainnya adalah *cluster formation Cluster-Based Location Routing (CBLR)*. *Cluster formation* pada *CBLR* ini dapat menghasilkan tiga status *node*, yaitu *node* sebagai *cluster head*, *member* atau *gateway*. *Gateway* berperan

sebagai penghubung antar *cluster* yang berbeda. Penggunaan *gateway* ini dianggap dapat meminimalkan pengiriman paket yang tidak diperlukan. Pada penelitian ini dianalisis proses *cluster formation Weight-Based* dan *cluster formation CBLR*. Performansi dilihat berdasarkan lima parameter yaitu *cluster overhead*, *normalized cluster load*, *packet loss ratio*, *packet delivery ratio*, dan *cluster convergence time*. Hasil analisis ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih *cluster formation* yang digunakan pada VANET.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 VANET

Berdasarkan strukturnya, jaringan *wireless* dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu jaringan *wireless* dengan infrastruktur dan tanpa infrastruktur (mode *ad hoc*). VANET adalah salah satu jenis *wireless* mode *ad hoc* yang didesain khusus untuk lingkungan kendaraan. VANET didesain dengan tujuan memberikan kenyamanan dan keamanan berkendara untuk supir dan penumpang. Teknologi VANET memungkinkan terbentuknya komunikasi antara V2V dan V2R. Untuk dapat melakukan komunikasi ini, setiap *vehicle (mobile node)* dilengkapi dengan alat komunikasi yang dikenal sebagai *Online Board Unit (OBU)* yang terletak di kendaraan. Selain OBU, terdapat juga alat disebut dengan RSU yang terletak di pinggir jalan. Kedua alat tersebut mempengaruhi bentuk komunikasi data di lingkungan VANET. Ada 2 model komunikasi data di VANET yaitu:

a) Komunikasi Data dengan *Road Side Unit*

Pada umumnya, setiap area VANET dilengkapi dengan RSU dan OBU yang terdapat di kendaraan. Model ini biasanya terdapat di daerah perkotaan. Ketika kendaraan memasuki area ini, kendaraan akan langsung mengirimkan *request* ke RSU dan menerima respon dengan mudah.

b) Komunikasi Data tanpa *Road Side Unit*

Tidak seperti lingkungan kota yang terdapat sejumlah RSU, daerah suburban hampir tidak memiliki *device* RSU. Area seperti ini sering juga disebut dengan model *Simple Highway Mobility Model (SHWM)* yang hanya dapat mengandalkan komunikasi antar kendaraan (V2V). Setiap *mobile node* di VANET akan berkomunikasi satu sama lain dengan menggunakan *multi-hop wireless link*. Setiap *node* dapat bertindak sebagai *router* untuk meneruskan data ke *node* yang lain.

2.2 Cluster Based Simple Highway Mobility Model (CBSHWM)

Penggunaan *cluster* bertujuan untuk membagi area VANET ke dalam beberapa *cluster*. Setiap *cluster* mempunyai *cluster head*. *Cluster head* merupakan salah satu dari *vehicle* di suatu *cluster* dengan *database storage* dan kemampuan akses yang baik. Setiap *vehicle* dilengkapi dengan OBU. Setiap *cluster head* mempunyai semua deskripsi layanan, yang di-*update* secara teratur jika ada sebuah layanan baru masuk ke dalam jaringan. Semua *cluster head* secara periodik disinkronisasi untuk memastikan bahwa *cluster head* memiliki deskripsi layanan terbaru (Ramakrishnan, 2011).

2.3 Cluster Formation Weight-Based

Setiap *node* akan menghitung jumlah *node* tetangga yang bertetangga langsung. Jumlah/bobot tersebut akan menjadi acuan untuk pemilihan *cluster head*. Setiap bobot *node* akan dibandingkan dengan bobot *node* yang lainnya. Jika suatu *node* dari beberapa *node* memiliki bobot paling banyak maka *node* tersebut akan terpilih sebagai *cluster head*. Jika terdapat *node* memiliki bobot sama dan paling banyak, maka akan dipilih *node* yang memiliki ID tertinggi dari *node-node* yang sama bobotnya tersebut. Jika sudah mendapatkan calon *cluster head* maka selanjutnya akan diuji layak atau tidak menjadi *cluster head* oleh *node* tetangga. Suatu *node* layak menjadi *cluster head* jika semua *neighbor* memberikan *positive response*. *Node* yang layak menjadi *cluster head* kemudian akan didaftar di dalam suatu *cluster* dan diubah statusnya sebagai *cluster head*. *Cluster head* tersebut akan menerima suatu *message* dari *node neighbor*, maka status dari *neighbor* tersebut akan diperiksa. Jika *node neighbor* tersebut masih *undecided*, maka *node* tersebut akan menjadi *member* dari *cluster head* dan didaftar ke dalam *cluster*. Semua prosedur dari pemilihan *cluster head* akan diulang terus menerus sampai semua *node* mempunyai status sebagai *cluster head* atau *member* (Ramachandran, 2012).

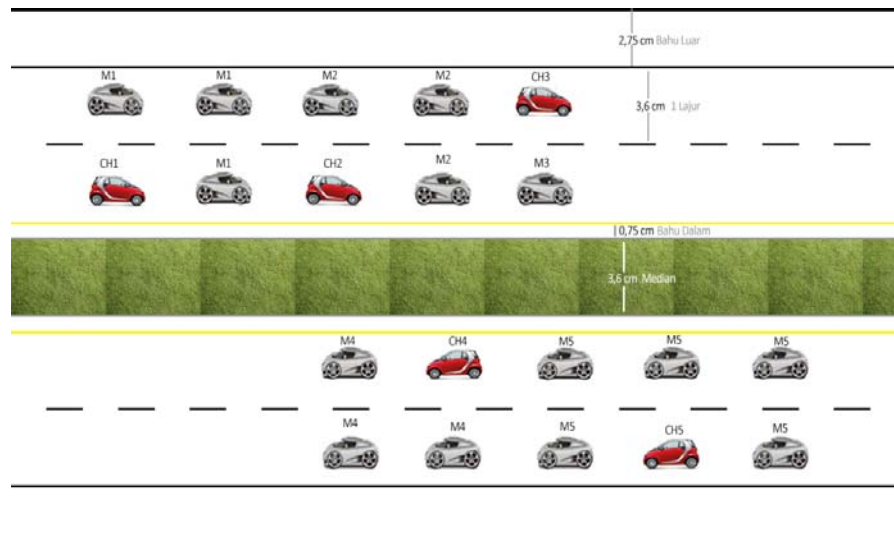
2.4 Cluster Formation CBLR

Cluster formation merupakan *cluster formation* yang dimiliki oleh *routing protocol* CBLR. CBLR termasuk salah satu *routing protocol reactive* karena pada dasarnya menggunakan skema *Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV)* yang dimasukkan ke dalam *cluster formation*-nya. Keuntungan dari sifat *reactive* ini adalah informasi rute hanya akan diperoleh jika diperlukan saja. Fitur yang dikembangkan dari *cluster formation* ini dapat memperkecil pengiriman paket yang tidak diperlukan. CBLR menggunakan *node* sebagai *gateway* untuk memperkecil pengiriman paket. *Gateway* tersebut memperkecil pengiriman paket dari *broadcast messages* di jaringan dengan mengurangi duplikat pengiriman paket di wilayah yang sama. *Member* diubah menjadi *gateway* ketika mereka menerima *messages* lebih dari satu *cluster head*. *Gateway* hanya mengirim kembali suatu paket dari satu *gateway* ke *gateway cluster* lain atau ke *cluster head*. *Cluster formation* membentuk satu *cluster head* dengan nol atau lebih anggota dalam setiap *cluster* dan nol atau lebih *gateway* untuk komunikasi dengan *cluster*

head yang lain. Masing-masing *cluster head* memelihara sebuah “*Cluster Table*”. *Cluster table* merupakan tabel yang berisi daftar *node member* dan *node gateway* (Santos, 2005).

3. METODE PENELITIAN

Luas area pada simulasi 1000 x 4500m dengan jarak transmisi setiap *vehicle* 350 m (Ramakrishnan, 2010). Dimensi setiap *vehicle* adalah 4,2 x 1,6 m. Jarak aman antar *vehicle* adalah 4 detik. Jarak aman antar kendaraan pada kecepatan 100 km/jam dan 80 km/jam adalah 100 m dan 80 m dimana dapat dikatakan kecepatan berbanding lurus dengan jarak aman. Pada simulasi kali ini diambil jarak aman antar mobil 100 m untuk skenario perubahan kecepatan dan untuk perubahan kepadatan jarak aman antar kendaraan 80 m. Simulasi ini berada di area CBSHWM sehingga tidak terdapat RSU hanya akan ada komunikasi *vehicle to vehicle*. Jumlah *node* dan kecepatan *node* akan divariasikan untuk melihat performansi kerja dari *cluster formation* pada jaringan VANET. Gambar 1 adalah gambar pemodelan jaringan untuk simulasi di jalan tol.



Gambar 1. Pemodelan jaringan untuk simulasi di jalan tol

Berdasarkan gambar di atas, terdapat 20 *vehicle* yang dibagi ke dalam dua arah. *Vehicle* yang melaju ke arah kanan dibagi lagi menjadi 3 *cluster* sehingga terdapat 3 *cluster head* pada *cluster* yang berbeda. *Vehicle* yang melaju ke arah kiri dibagi menjadi 2 *cluster* sehingga terdapat 2 *cluster head* pada *cluster* yang berbeda. Pembentukan *cluster formation* hanya dilakukan pada *vehicle* yang melaju pada arah yang sama. Pada simulasi diasumsikan untuk mendeteksi *vehicle* berjalan satu arah atau tidak menggunakan bantuan GPS. *Vehicle* yang mengarah menuju koordinat pintu keluar jalan tol yang sama, berarti *vehicle* itu berjalan searah. Dikarenakan berada di area jalan tol, *vehicle* melaju dengan kecepatan kencang dan tidak akan berhenti sampai pada titik berhenti.

3.1 Parameter Simulasi VANET

Pada *simulator*, setiap *node* akan memiliki parameter yang sama. Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Parameter simulasi *node*

Parameter	Kondisi Pada Simulasi
Jumlah <i>Node</i>	16, 40, 80
Kecepatan <i>Node</i>	8 m/s, 16 m/s, 24 m/s
<i>Transport</i>	UDP
Tipe <i>Traffic</i>	CBR
Durasi	200 <i>seconds</i> dan 300 <i>seconds</i>
Ukuran Paket	150 <i>bytes</i>
Data Rate	8 kb
Area Simulasi	1000 x 4500
<i>Routing Protocol</i>	AODV

3.2 Parameter Trafik

Untuk mengevaluasi *cluster formation*, digunakan sumber trafik yang sifatnya konstan, maka dalam simulasi ini digunakan jenis trafik *constant bit rate* (CBR). Trafik CBR merupakan jenis trafik yang bekerja pada *layer* aplikasi dimana keluaran (jumlah *bit rate*) dari data yang dikirimkan adalah *constant*. CBR banyak digunakan pada layanan yang membutuhkan *response time* yang dapat diprediksi dan memiliki *link* dengan *bandwidth* statis yang selalu tersedia. Di dalam NS2 aliran trafik CBR dapat di-*generate* dengan menggunakan fungsi yang telah disediakan. Komponen yang perlu diperhatikan adalah ukuran paket, ukuran *bit rate*, dan jumlah koneksi yang diinginkan dalam jaringan. Untuk simulasi *wireless*, ukuran paket untuk *Voip* adalah 150 bytes dan *bit rate* untuk *codec* G.729 adalah 8 kbps (Cisco).

3.3 Skenario Simulasi

3.3.1 Skenario Perubahan Kecepatan

Skenario perubahan kecepatan digunakan untuk menguji performansi algoritma *cluster formation Weight-Based* dan *cluster formation CBLR* dalam menangani pengiriman data saat kecepatan *vehicle* berubah-ubah. Pada skenario ini jumlah *node* akan tetap, namun pada detik tertentu kecepatan *node* akan meningkat. Pada detik ke-70 terdapat beberapa *Cluster Head* yang mengalami *down*, sehingga perlu dilakukan proses *cluster formation* ulang.

Tabel 2. Skenario perubahan kecepatan

Tahap	Detik	Perubahan Kecepatan <i>Node</i> (km/jam)	Jumlah <i>Node</i>
1	0-60	60 km/jam	40
2	60-120	80 km/jam	40
3	120-200	100 km/jam	40

3.4.2 Skenario Perubahan Jumlah Node

Skenario perubahan jumlah *node* digunakan untuk menguji performansi algoritma *cluster formation Weight-Based* dan *cluster formation CBLR* dalam menangani perubahan jumlah *node*. Dengan skenario perubahan jumlah *node* ini, *cluster formation Weight-Based* dan *cluster formation CBLR* akan diuji kehandalannya jika menangani penambahan *node* yang semakin banyak. Pada skenario jumlah *node* ini kecepatan *node* akan tetap, tetapi jumlah *node* pada detik tertentu akan bertambah. Pada detik ke 130 terdapat beberapa *Cluster Head* yang mengalami *down*, sehingga perlu dilakukan proses *cluster formation* ulang.

Tabel 3. Skenario perubahan jumlah node

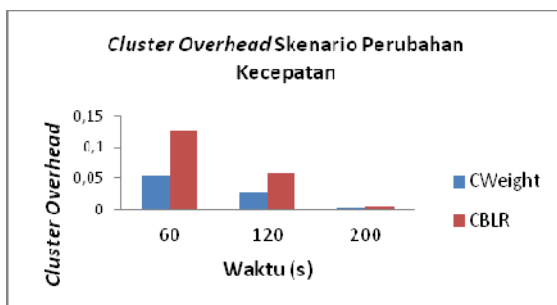
Tahap	Waktu (s)	Perubahan Jumlah <i>Node</i>	Kecepatan <i>Node</i>
1	0-60	16	80 km/jam
2	60-120	40	80 km/jam
3	120 - 200	80	80 km/jam

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

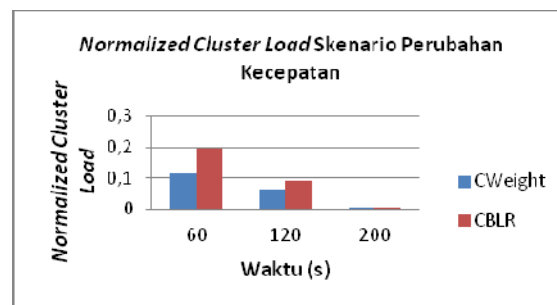
Setelah dilakukan simulasi terhadap jaringan VANET, data-data hasil *tracing* pada simulator dianalisis untuk mengetahui perbandingan performansi yang dihasilkan oleh kedua algoritma *cluster formation* dalam VANET. Parameter yang digunakan untuk melihat performansi tersebut, yaitu *cluster overhead*, *normalized cluster load*, *packet delivery ratio*, *packet loss ratio*, dan *cluster convergence time*.

4.1 Analisis Performansi Cluster Formation terhadap Perubahan Kecepatan Node

4.1.1 Cluster Overhead (CH)



Gambar 2. Pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai *cluster overhead*



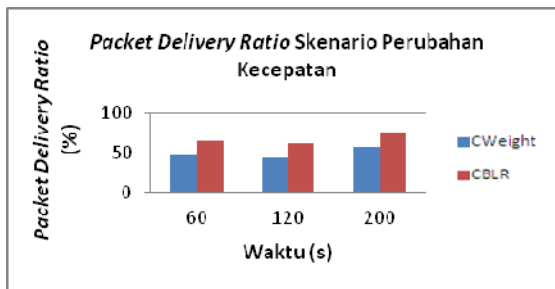
Gambar 3. Pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai NCL

Pada gambar 2 terlihat bahwa semakin lama nilai dari CO kedua *cluster formation* semakin menurun. Pada 60 detik yang pertama *node* melaju dengan kecepatan 60 km/jam, nilai CO dari kedua *cluster formation* paling tinggi karena pada awal detik ini ada proses pembentukan *cluster formation*. Pada 60 detik selanjutnya, *node* melaju dengan kecepatan 80 km/jam, Pada rentang detik ini beberapa *Cluster Head* mengalami *down* sehingga terjadi proses *cluster formation* yang menyebabkan nilai CO masih tinggi. Pada 60 detik terakhir *node* melaju dengan kecepatan 100 km/jam, nilai CO sangat rendah, dikarenakan sudah tidak ada proses *cluster formation* dan penentuan jalur lagi. Perubahan kecepatan *node* yang semakin besar menyebabkan jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR memiliki nilai *Cluster Overhead* (CO) yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan yang menggunakan *cluster formation* CWeight. Hal ini disebabkan pada CBLR pengiriman *hello message* pada proses *cluster formation* lebih banyak yang kemudian menghasilkan tiga status *node* yaitu *cluster head*, *member*, dan *gateway*. Sebaliknya pada CWeight hanya menghasilkan dua status *cluster head* dan *member* pada pembentukan *cluster formation*-nya menyebabkan pengiriman *hello message* lebih sedikit dari pada CBLR. Secara keseluruhan selisih nilai *cluster overhead* antara CWeight dengan CBLR setelah proses *cluster formation* tidak terlalu banyak karena penggunaan konsep *cluster* akan meminimalkan pengiriman paket *routing*.

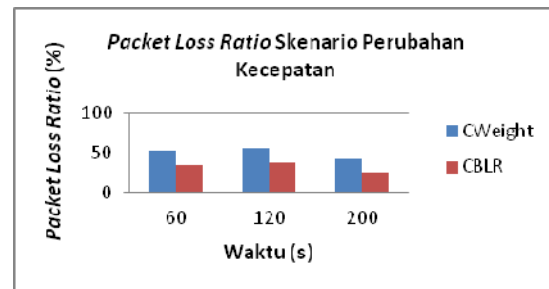
4.1.2 Normalized Cluster Load (NCL)

Berdasarkan gambar 3, terlihat perbandingan jumlah paket *routing* yang dikirimkan dengan jumlah paket data yang diterima di tujuan. *Cluster formation* CWeight memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan *cluster formation* CBLR sehingga CWeight lebih baik dibanding CBLR. Hal ini diakibatkan proses pembentukan *cluster formation* pada CWeight tidak banyak mengirimkan paket *routing* karena hanya akan menghasilkan *node* sebagai *cluster head* atau *member*. Nilai NCL pada saat kecepatan 60 km/jam memiliki nilai yang tinggi disebabkan oleh jumlah paket data yang diterima di *node* tujuan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah paket data yang diterima pada saat kecepatan 80 km/jam dan 100 km/jam. Nilai NCL paling tinggi berada pada detik ke 60 dan setelah itu nilai NCL cenderung turun pada detik berikutnya. Dari grafik tersebut, CBLR selalu lebih tinggi dari CWeight karena paket *routing* yang dikirimkan oleh CBLR lebih banyak dibanding paket *routing* yang dikirimkan oleh CWeight. Pada detik 120 nilai NCL masih tinggi, diakibatkan adanya proses *cluster formation* karena ada beberapa *cluster head* yang *down*.

4.1.3 Packet Delivery Ratio (PDR)



Gambar 4. Pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai PDR



Gambar 5. Pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai PLR

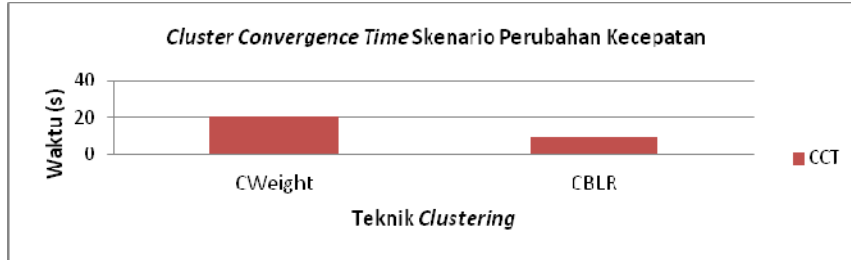
Berdasarkan gambar 4, pada detik ke 60 dan detik ke 200 PDR mengalami kenaikan. Pada detik 120 PDR mengalami penurunan karena ada beberapa *cluster head* mengalami *down*. Hal ini memerlukan pembentukan *cluster formation* ulang. Nilai PDR pada jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR lebih tinggi dari jaringan *cluster formation* CWeight. Pada jaringan CBLR pengiriman data ke luar *cluster* melalui *gateway* ke *gateway* yang lain. Penggunaan *gateway* ini untuk meminimalkan *broadcast Link Request* (LREQ) yang tidak diperlukan, sehingga pencarian jalur dapat berlangsung dengan cepat. Pada CWeight, pengiriman data ke luar *cluster* melalui *cluster head* ke *cluster head*. Jika *route* ke *node* tujuan belum diketahui, maka *cluster head* akan mem-broadcast ke semua CH tetangga. Akibatnya pencarian jalur akan memakan waktu yang lama dan jumlah *hop count* dapat bertambah.

4.1.4 Packet Loss Ratio (PLR)

Pada gambar 5 terlihat bahwa pada detik ke 60 *node* bergerak dengan kecepatan 60 km/jam. Nilai PLR pada detik 60 lebih rendah daripada detik ke 120 karena pada detik 120 ada beberapa CH *down* kemudian terjadi proses *cluster formation* ulang. Nilai PLR pada jaringan yang menggunakan *cluster formation* CWeight lebih tinggi dari jaringan *cluster formation* CBLR. Berarti nilai PLR jaringan *cluster formation* CBLR lebih baik dari jaringan *cluster formation* CWeight. Pada CWeight, ketika formasi *cluster* sudah terbentuk, pengiriman paket ke *cluster* yang berbeda akan melalui *cluster head* ke *cluster head* secara bertahap, kemungkinan delay karena *hop*

count yang banyak dapat terjadi. Pada detik 60 kecepatan 80 km/jam PLR memiliki nilai paling tinggi. Hal ini dikarenakan pada detik tersebut ada beberapa CH mengalami *down* sehingga jika ada paket yang tujuannya CH akan di *drop*.

4.1.5 Cluster Convergence Time (CCT)

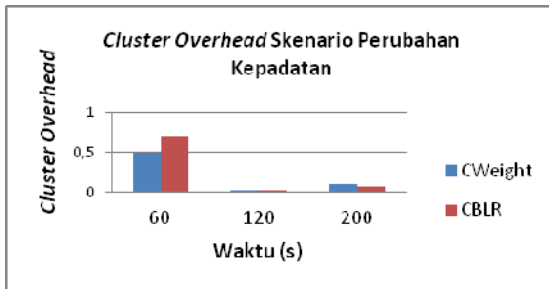


Gambar 6. Pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai CCT

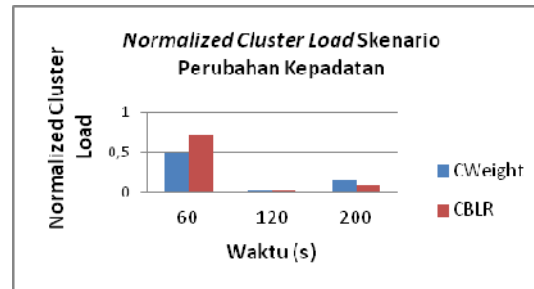
Berdasarkan gambar 6 nilai *cluster convergence time cluster formation* CBLR lebih rendah dari *cluster formation CWeight*. Nilai *convergence time* ini diperoleh ketika ada *cluster head* yang mengalami *down*, kemudian jaringan akan melakukan *cluster formation* ulang. *Cluster formation* CBLR pada proses pembentukan *cluster* menggunakan metode *listen hello packets*. Jika ada suatu *node* yang hidup, *node* tersebut akan *listens hello packet* di *broadcast channel*. Jika sudah ada *node* lain yang menyebarkan paket yang isinya menyatakan bahwa *node* tersebut adalah CH, maka *node* yg baru saja ON tadi akan mengubah status menjadi *member*. Jika sampai periode waktu yang ditentukan tidak ada *node* yang mem-*broadcast* paket, maka *node* tersebut akan menjadi CH. Proses ini akan berlangsung lebih cepat karena tidak ada proses perhitungan dan perbandingan seperti yang dilakukan *cluster formation CWeight*. *Cluster formation CWeight* memiliki nilai CCT lebih tinggi dari CBLR. Proses *cluster formation CWeight* memakan waktu lebih lama dari *cluster formation* CBLR.

4.2 Analisis Performansi Cluster Overhead terhadap Perubahan Kepadatan Node

4.2.1 Cluster Overhead (CO)



Gambar 7. Pengaruh perubahan kepadatan terhadap nilai CO



Gambar 8. Pengaruh perubahan kepadatan terhadap nilai NCL

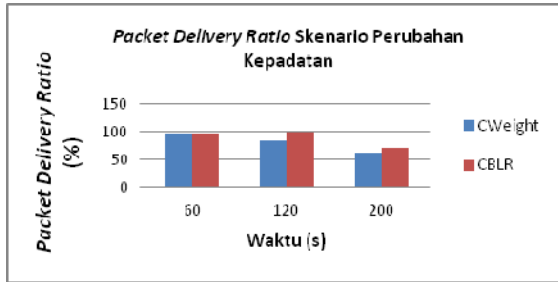
Pada gambar 7 terlihat bahwa pada detik ke 60 jumlah CO paling banyak. Pada detik ini hanya terdapat 16 *node* yang bergerak. Tetapi proses *cluster formation* mengakses semua *node* yang berada di jaringan tersebut, sehingga jumlah CO menjadi tinggi. Pada detik ke 120, *node* yang bergerak bertambah menjadi 40 *node*. Nilai CO menjadi turun karena tiap *node* sudah memiliki status masing-masing. Pada detik terakhir, kepadatan *node* bertambah menjadi 80 *node*. Di detik ini beberapa *cluster head* mengalami *down*, sehingga terjadi proses *cluster formation* yang menyebabkan nilai CO meningkat. Nilai CO pada jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR lebih besar dari pada *cluster formation CWeight*. Semakin banyak *node* maka akan semakin banyak proses *cluster formation* menghasilkan *cluster head*, *member*, atau *gateway*, sehingga menyebabkan paket *routing* yang dikirimkan pada CBLR semakin banyak. Selain itu proses *route discovery* juga akan semakin banyak jika suatu *source* ingin mengirim paket ke *cluster* lain namun belum mengetahui lokasi dari *destination* tersebut.

4.2.2 Normalized Cluster Load (NCL)

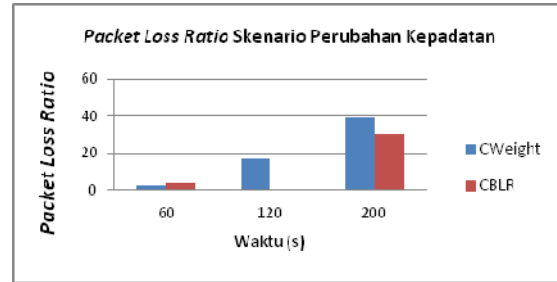
Berdasarkan gambar 8, nilai NCL paling tinggi berada pada detik 60. Pada detik ini *node* yang bergerak hanya 16 *node*, tetapi proses *cluster formation* mengakses seluruh *node* yang berada di jaringan sehingga menyebabkan nilai NCL menjadi tinggi. Pada detik ke 200 jumlah *node* yang bergerak 80 *node*. Pada detik tersebut ada beberapa *cluster head* *down*, sehingga terjadi proses *cluster formation*. *Cluster formation CWeight* memiliki nilai

NCL lebih kecil dari *cluster formation* CBLR pada kepadatan *node* 16 dan 40 *node*. Pada kepadatan *node* 80, nilai NCL CBLR lebih kecil dari *CWeight* karena CBLR dapat menerima paket lebih banyak dari *Cweight* karena proses *cluster formation* CBLR berlangsung lebih cepat.

4.2.3 Packet Delivery Ratio (PDR)



Gambar 9. Pengaruh perubahan kepadatan terhadap nilai PDR



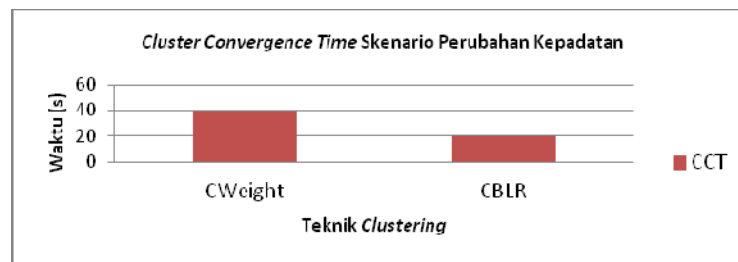
Gambar 10. Pengaruh perubahan kepadatan terhadap nilai PLR

Berdasarkan gambar 9, pada detik ke 60 kedua *cluster formation* mempunyai nilai PDR yang hampir sama tinggi. Hal ini dikarenakan jumlah *node* yang bergerak hanya 16 *node*. Kemudian pada detik 120 jumlah *node* yang bergerak menjadi 40 *node*, menyebabkan nilai PDR *CWeight* menjadi turun sedangkan CBLR mengalami kenaikan. Pada detik terakhir jumlah *node* yang bergerak 80 *node* dan nilai PDR semuanya turun. Hal ini dikarenakan pada detik tersebut ada beberapa CH yang mengalami *down*, sehingga jika ada paket yang akan dikirim ke CH tersebut maka tidak dapat sampai ke tujuan. Selain itu terjadi proses *cluster formation* karena ada CH yang mati sehingga nilai PDR menjadi turun. Jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR memiliki nilai PDR lebih baik dari jaringan *cluster formation* *CWeight*. Pada jaringan CBLR *gateway* dapat meminimalkan *delay* untuk pengiriman paket ke *node* tujuan dan hanya akan mengirimkan ke *gateway cluster* lainnya yang mempunyai kemungkinan jalur menuju ke *node* tujuan. Sebaliknya, *CWeight* akan mengirimkan paket data melalui *cluster head* ke *cluster head* secara bertahap sehingga *delay* menjadi tinggi.

4.2.4 Packet Loss Ratio

Berdasarkan gambar 10, pada detik ke 200 nilai PLR mengalami kenaikan yang paling besar karena pada detik tersebut terjadi proses *cluster formation* ulang karena ada CH yang *down*. Proses *cluster formation* ini mengakibatkan jalur yang sudah terbentuk sebelumnya menjadi salah, sehingga harus dilakukan pembentukan jalur baru ketika akan mengirim paket. Nilai *packet loss ratio* jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR lebih rendah dari jaringan yang menggunakan *cluster formation* *CWeight*. Semakin banyak jumlah *node*, jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR semakin kecil nilai PLR-nya. Sebaliknya *CWeight* memiliki nilai PLR yang semakin besar jika jumlah *node* bertambah. Semakin banyak jumlah *node* maka semakin banyak jumlah *hop* yang diperlukan jika paket dikirim ke luar *cluster* yang berjauhan.

4.2.5 Cluster Convergence Time



Gambar 11. Pengaruh perubahan kepadatan terhadap nilai CCT

Pada skenario perubahan kepadatan *node*, nilai *cluster formation* *CWeight* lebih besar dari *cluster formation* CBLR karena terjadi proses *cluster formation* ulang akibatnya akan memakan waktu lama. Semakin lama proses *cluster formation* akan mempengaruhi banyaknya pengiriman paket. Pada gambar 11, nilai CCT *cluster formation* CBLR lebih rendah dari *cluster formation* *CWeight*. Proses *cluster formation* CBLR memakan waktu lebih sedikit daripada *cluster formation* *CWeight*.

5. KESIMPULAN

Dari skenario perubahan kecepatan, didapat bahwa *cluster formation* CBLR lebih baik dibandingkan dengan *cluster formation* *Weight-Based*. Hal ini dapat dilihat dari tiga parameter yang paling berpengaruh yaitu PDR, PLR, dan CCT. Pada saat kecepatan *node* 100 km/jam PDR *cluster formation* CBLR sebesar 75,06 %, Pada

kecepatan tersebut PLR *cluster formation* CBLR sebesar 24,94 % lebih kecil dari PLR *cluster formation Weight-Based* 42,05 %. Pada kecepatan 80 km/jam CCT *cluster formation* CBLR lebih kecil yaitu 9,46 s. Dari skenario perubahan kepadatan *node*, didapat bahwa nilai PDR, PLR, dan CCT *cluster formation* CBLR lebih baik dibandingkan dari *cluster formation Weight-Based*. Pada saat jumlah *node* 40 PDR *cluster formation* CBLR sebesar 99,86 % sedangkan PDR *cluster formation Weight-Based* sebesar 83,12. PLR *cluster formation* CBLR sebesar 0,14 % lebih rendah daripada PLR *cluster formation Weight-Based* sebesar 16,88 %. Untuk parameter CCT *cluster formation* CBLR lebih kecil yaitu 20,12 detik sedangkan *cluster formation Weight-Based* 39,28 detik. Dari parameter PDR, PLR, dan CCT dapat diketahui bahwa proses *cluster formation* CBLR lebih tepat dibandingkan proses *cluster formation Weight-Based*.

Jaringan yang menggunakan *cluster formation* CBLR dapat menerima paket lebih banyak daripada *cluster formation Weight-Based*. Hal ini disebabkan CCT *cluster formation* CBLR lebih kecil dari *cluster formation Weight-Based*, sehingga waktu untuk menerima paket setelah proses *cluster formation* lebih banyak. Penggunaan *cluster* dapat meningkatkan performansi PDR pada jaringan yang mempunyai kepadatan sangat tinggi. Hal ini dibuktikan dari PDR kedua *cluster formation (Weight-Based dan CBLR)* yang lebih dari 80% pada skenario kepadatan *node*. Perlu diteliti lebih lanjut jika metode *clustering* yang digunakan bersifat dinamis sehingga akan terdapat pergantian *cluster head* dan *member* dan digunakan *routing protocol* selain *routing protocol reactive*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aquino, Raul, dkk, 2006, *A Reactive Location Routing Algorithm with Cluster-Based Flooding for Inter Vehicle Communication*. Mexico, Universidad de Colima
- Bauman, Rainer, 2004, *Vehicular Ad hoc Networks (VANET)*. Zurich. ETH Zurich
- Gadkari, Musthak, Y, dkk, 2012, *VANET: Routing Protocols, Security Issues and Simulation Tools*. India. Mumbai University
- Cisco, http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml
- Kosch Timo, dkk, 2006, *The Scalability Problem of Vehicular Ad Hoc Networks and How to Solve it*. Germany, BMWGroup Research and Technology.
- Kumar, Rakesh; Kamini, 2010, *Vanet Parameters and Applications: A Review*, GJCST. Vol. 10 Issue 7 Ver 1.0. September 2010.
- Malhotra, Prerna, dkk, 2013, *A Survey of Weight-Based Clustering Algorithms in MANET*, India. PDM College of Engineering for Women
- Momeni, Sadaf, dkk, 2008, *Clustering In VANETs*, Iran, University of Science and Technology Tehran
- Momeni, Sadaf, dkk, 2008, *Vehicular Ad-Hoc Networks Clustering*, Iran, University of Science and Technology Tehran
- Nagaraj, Uma, dkk, 2011, *Study of Various Routing Protocols in VANET*, India, M.A.E and M.E.T NS2 Tutorial Handbook
- Paul, Bijan, dkk, 2011, *VANET Routing Protocols: Pros and Cons*, Bangladesh, Shahjalal University of Science & Technology
- Ramachandran, Prasanna, 2012, *Cluster formation in NS2 using TCL*. <http://ns2-master.blogspot.com/2012/02/cluster-formation-in-ns2-using-tcl.html>
- Ramakrishnan, B, dkk, 2010, *Performance Analysis of 802.11 and 802.11p in Cluster Based Simple Highway Model*, India, S.T Hindu College
- Ramakrishnan, B, dkk, 2011, *Analysis of Routing Protocols for Highway Model without Using Roadside Unit and Cluster*, India, S.T Hindu College
- Ramakrishnan, dkk. 2010, *An Efficient Vehicular Communication Outside the City Environment*, India, S.T. Hindu College
- Repina, Lusi S, 2012, *Analisis Performansi Routing Protocol untuk Komunikasi Data Simple Highway Mobility Model (SHWM) pada Jaringan 802.11p*, Indonesia, IT Telkom
- Rezaee, M, dkk, 2009, *Cluster based Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks*, Iran, Ferdowsi University of Mashhad.
- Santos, R, dkk, 2005, *Cluster-Based Location Routing Algorithm for Vehicle to Vehicle Communication*, Mexico, University of Sheffield
- Santos, Raul Aquino, 2008, *A Novel Routing Algorithm for Vehicular Ad Hoc Networks*. Mexico, Universitas Antioquia
- Shea, Christine, 2010, *A Stable and Robust VANET Clustering Scheme Using Affinity Propagation*, USA, University of Toronto
- Urmeneta, Pablo, 2010, *Simulation and improvement of the handover process in IEEE 802.11p based VANETs (Vehicle Ad-hoc NETWORKS)*, Shanghai