Rancang Bangun Peringatan Dini Gunung Meletus menggunakan Komunikasi *machine to machine*

Muhammad Alfian Noor Ramadhan[1], Ida Nurcahyani[2]

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia
[1]13524026@students.uii.ac.id
[2]15524010@uii.ac.id

***Abstrak*— Gunung meletus telah menjadi sebuah kejadian alam yang mungkin terjadi di Indonesia. Teknologi dapat memainkan peran dalam mengurangi dampak kejadian alam ini. Salah satunya dapat dilakukan dengan memantau parameter atau indikasi yang dapat memberikan informasi mengenai kejadian alam tersebut. Teknologi komunikasi mesin ke mesin (M2M) adalah teknologi yang dapat dikembangkan untuk mewujudkan sistem pemantau ini. Penelitian ini mengusulkan penerapan teknologi komunikasi M2M untuk memantau kejadian alam gunung meletus dengan menganalisis informasi pada jaringan komunikasi yang berupa nilai QoS. Node diletakan pada lokasi tertentu dan antar node dapat saling berkomunikasi dengan node yang lain. Rancang bangun komunikasi mesin ke mesin dalam aplikasi peringatan dini gunung meletus ini dirancang pada lokasi gunung Merapi Yogyakarta. Dengan jumlah 6 pos penjagan yang masing-masing pos telah disiapkan 2 layanan utama berupa FTP dan *video conference*. Rancang bangun komunikasi M2M dapat mentransmisi data hingga berkecepatan 10 *Mbps* dengan terhubung antar pos penjaga satu dengan yang lain. Sehingga informasi dapat diterima secara cepat. Sistem komuniikasi M2M yang dirancang juga mampu menghasilkan *delay* yang kecil sebesar 0.0000011 ms dan tingkat *packet loss* sebesar 0.0005872633 %. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah rancangan yang memiliki kemampuan untuk memantau kejadian gunung meletus.**

Kata kunci : ***peringatan dini gunung meletus, machine to machine communication, M2M, QoS***

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah 127 gunung api aktif [1]. Banyaknya jumlah gunung api yang aktif membuat Indonesia menjadi negara yang rawan akan musibah gunung meletus. Untuk menekan tingkat kerusakan dan kerugian dalam musibah gunung berapi perlu adanya upaya peringatan dini gunung meletus. Pemanfaatan komunikasi *machine to machine* (M2M) untuk menjadi sistem peringatan dini gunung meletus merupakan salah satu alternatif yang dapat menekan dampak negatif yang akan ditimbulkan. M2M merupakan teknologi yang memungkinkan sistem *nirkabel* dan kabel dapat berkomunikasi dengan perangkat lain yang sejenis.

Komunikasi M2M memiliki banyak fungsi dan kelebihan, salah satunya adalah sebagai perantara komunikasi antar *device* satu dengan *device* yang lain tanpa harus ada campur tangan manusia. Selain itu teknologi komunikasi M2M juga memiliki kemampuan *sensing, monitoring,* dan *controlling device* dengan jangkauan yang jauh sesuai dengan perangkat komunikasi yang digunakan. Komunkasi M2M merupakan teknologi baru yang dapat meningkatkan efektifitas dalam bidang aplikasi *monitoring*

Pada penitian ini diharapkan adanya sebuah rancangan peringatan dini gunung meletus menggunakan teknologi komunikasi M2M disertakan dengan nilai QoS yang merupakan parameter tingkat kualitas dari rancangan jaringan komunikasi ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Tinjauan Teori 1*

Sistem M2M untuk mengantisipasi kebakaran hutan secara cepat yang telah ditulis Maman Abdurohman [2]. Proses penanganan dilakukan dengan mengambil beberapa data, salah satunya pengukuran lokasi dan sensor asap. Setelah hasil pengukuran parameter lokasi dan tingkat ketebalan asap ditentukan, data akan dihubungkan dengan *gateway*. Dan dari *gateway* kemudian dikirim menuju *OpenMTC*. Data dari OpenMTC kemudian akan dikirim melalui jaringan internet berbasis java untuk disimpan. Pengambilan data secara priodik. Tidak diterangkan secara jelas analisa perhitungan didalam sistem komunikasi yang digunakan.

B. *Tinjauan Teori 2*

Sistem pemantau kualitas udara dan sungai dengan komunikasi M2M yang ditulis sinung suakanto [3] dapat mendeteksi kualitas air (kandungan kimia, *pH*) dan kualitas udara (*monoksida* dan timah). Sensor- sensor pengukur kualitas air dan udara diletakkan dibeberapa titik yang dianggap rawan pencemaran, kemudian hasil pembacaan sensor akan diolah oleh modul M2M lalu dikirim melalui *web server* secara *nirkabel* menggunakan jaringan *CDMA*.

C. *Dasar teori*

A. *Machine to machine* M2M

M2M merupakan pemanfaatan teknologi untuk membuat suatu komunikasi antar perangkat dan dapat menghubungkan jutaan sensor sekaligus tanpa menggunakan campur tangan dari manusia. Suatu perangkat dapat terhubung satu sama lain

Rancang Bangun Peringatan Dini Gunung Meletus menggunakan Komunikasi *machine to machine*

Muhammad Alfian Noor Ramadhan[1], Ida Nurcahyani[2]

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia
[1]13524026@students.uii.ac.id
[2]155240104@uii.ac.id

***Abstrak*— Gunung meletus telah menjadi sebuah kejadian alam yang mungkin terjadi di Indonesia. Teknologi dapat memainkan peran dalam mengurangi dampak kejadian alam ini. Salah satunya dapat dilakukan dengan memantau parameter atau indikasi yang dapat memberikan informasi mengenai kejadian alam tersebut. Teknologi komunikasi mesin ke mesin (M2M) adalah teknologi yang dapat dikembangkan untuk mewujudkan sistem pemantau ini. Penelitian ini mengusulkan penerapan teknologi komunikasi M2M untuk memantau kejadian alam gunung meletus dengan menganalisis informasi pada jaringan komunikasi yang berupa nilai QoS. Node diletakan pada lokasi tertentu dan antar node dapat saling berkomunikasi dengan node yang lain. Rancang bangun komunikasi mesin ke mesin dalam aplikasi peringatan dini gunung meletus ini dirancang pada lokasi gunung Merapi Yogyakarta. Dengan jumlah 6 pos penjagan yang masing-masing pos telah disiapkan 2 layanan utama berupa FTP dan *video conference*. Rancang bangun komunikasi M2M dapat mentransmisi data hingga berkecepatan 10 *Mbps* dengan terhubung antar pos penjaga satu dengan yang lain. Sehingga informasi dapat diterima secara cepat. Sistem komuniikasi M2M yang dirancang juga mampu menghasilkan *delay* yang kecil sebesar 0.0000011 ms dan tingkat *packet loss* sebesar 0.0005872633 %. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah rancangan yang memiliki kemampuan untuk memantau kejadian gunung meletus**.

Kata kunci : ***peringatan dini gunung meletus, machine to machine communication, M2M, QoS***

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah 127 gunung api aktif [1]. Banyaknya jumlah gunung api yang aktif membuat Indonesia menjadi negara yang rawan akan musibah gunung meletus. Untuk menekan tingkat kerusakan dan kerugian dalam musibah gunung berapi perlu adanya upaya peringatan dini gunung meletus. Pemanfaatan komunikasi *machine to machine* (M2M) untuk menjadi sistem peringatan dini gunung meletus merupakan salah satu alternatif yang dapat menekan dampak negatif yang akan ditimbulkan. M2M merupakan teknologi yang memungkinkan sistem *nirkabel* dan kabel dapat berkomunikasi dengan perangkat lain yang sejenis.

Komunikasi M2M memiliki banyak fungsi dan kelebihan, salah satunya adalah sebagai perantara komunikasi antar *device* satu dengan *device* yang lain tanpa harus ada campur tangan manusia. Selain itu teknologi komunikasi M2M juga memiliki kemampuan *sensing, monitoring,* dan *controlling device* dengan jangkauan yang jauh sesuai dengan perangkat komunikasi yang digunakan. Komunkasi M2M merupakan teknologi baru yang dapat meningkatkan efektifitas dalam bidang aplikasi *monitoring*

Pada penitian ini diharapkan adanya sebuah rancangan peringatan dini gunung meletus menggunakan teknologi komunikasi M2M disertakan dengan nilai QoS yang merupakan parameter tingkat kualitas dari rancangan jaringan komunikasi ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori 1

Sistem M2M untuk mengantisipasi kebakaran hutan secara cepat yang telah ditulis Maman Abdurohman [2]. Proses penanganan dilakukan dengan mengambil beberapa data, salah satunya pengukuran lokasi dan sensor asap. Setelah hasil pengukuran parameter lokasi dan tingkat ketebalan asap ditentukan, data akan dihubungkan dengan *gateway*. Dan dari *gateway* kemudian dikirim menuju *OpenMTC*. Data dari OpenMTC kemudian akan dikirim melalui jaringan internet berbasis java untuk disimpan. Pengambilan data secara priodik. Tidak diterangkan secara jelas analisa perhitungan didalam sistem komunikasi yang digunakan.

B. Tinjauan Teori 2

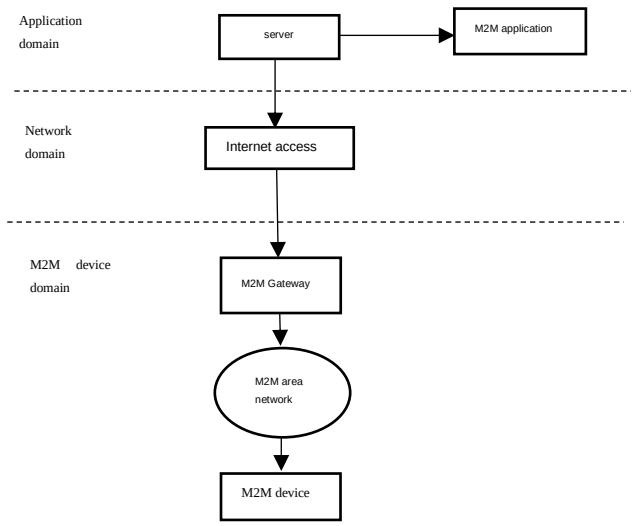
Sistem pemantau kualitas udara dan sungai dengan komunikasi M2M yang ditulis sinung suakanto [3] dapat mendeteksi kualitas air (kandungan kimia, *pH*) dan kualitas udara (*monoksida* dan timah). Sensor- sensor pengukur kualitas air dan udara diletakkan dibeberapa titik yang dianggap rawan pencemaran, kemudian hasil pembacaan sensor akan diolah oleh modul M2M lalu dikirim melalui *web server* secara *nirkabel* menggunakan jaringan *CDMA*.

C. Dasar teori

A. *Machine to machine* M2M

M2M merupakan pemanfaatan teknologi untuk membuat suatu komunikasi antar perangkat dan dapat menghubungkan jutaan sensor sekaligus tanpa menggunakan campur tangan dari manusia. Suatu perangkat dapat terhubung satu sama lain

dengan menggunakan teknologi komunikasi M2M secara otomatis. Secara umum M2M bertujuan untuk melakukan otomatisasi pengiriman data antar perangkat. M2M memiliki beberapa segmen antara lain pada bidang kesehatan, layanan publik, keamanan, *payment*, *monitoring* dan lain sebagainya. M2M memiliki arsitektur sederhana yang terdiri dari 3 komponen dasar sederhana yang dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur M2M

Komunikasi M2M memiliki arsitektur dan komponenn yang sederhana. Arsitektur tersebut terdiri dari:

1. M2M *Device*
   M2M *device* adalah perangkat yang mampu memenuhi permintaan data yang terdapat pada perangkat M2M dengan mentransmisikannya secara mandiri. Perangkat M2M dapat terhubung dengan jaringan domain melalui cara berikut:
   a. Konektifitas langsung, perangkat M2M terhubung ke domain jaringan melalui *access* jaringan. M2M melakukan prosedur seperti pendaftaran, otentifikasi, otorisasi, pengelolaan, dan penyediaan dengan domain jaringan.
   b. *Gateway* sebagai proxy jaringan, perangkat M2M terhubung ke domain jaringan melalui *gateway* M2M.

   Perangkat M2M dapat dihubungkan ke domain jaringan melalui beberapa *gateway* M2M
2. M2M *Area Network.*
   M2M area *network* menyediakan koneksivitas antara M2M *gateway* dan M2M *device.*
3. M2M *Gateway*
   M2M *gateway* bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat M2M *device* berkerja dengan baik dan terkoneksi ke jaringan komunikasi. *Gateways* adalah titik akhir dalam jaringan operator yang mana komponen sensor dan perangkat M2M tidak terhubung langsung ke jaringan [5].

B. Quality of service

Quality of Service merupakan parameter untuk mengelola kualitas jaringan yang meliputi, *troughput, delay, jitter,* dan *packet loss.* Tujuan dari QOS adalah untuk mengetahui kualitas layanan komunikasi yang telah di rancang dengan menggunakan 4 parameter dasar untuk mencapai kualitas jaringan yang baik [6].

Tabel 2.1 Indeks Parameter QoS[6]

Nilai	**Presentase (%)**	**Indeks**
3,8 - 4	95 - 100	Sangat Bagus
3 - 3,79	75 - 94,75	Bagus
2 - 2,99	50 - 74,75	Sedang
1 - 1,99	25 - 49,75	Buruk

C. Throughput

Troughput merupakan jumlah total paket yang datang dan sukses menuju tujuan yang diinginkan dalam waktu tertentu. *throughput* juga dapat disebut sebagai *bandwidth* yang sesungguhnya, pengukuran *throughput* dilakukan dengan mengukur berbagai data menggunakan satuan waktu dan pada kondisi jaringan tertentu untuk melakukan transfer data dengan ukuran yang ditentukan. Pengukuran *throughput* dilakukan dalam satuan *bits per second* (bps), nilai rata-rata *throughput* didapat dari persamaan [6]

$$Rata - rata\ throughput\ (bps) = Pr/t \qquad (2.1)$$

Tabel 2.2 Kategori *throughput* [6]

Katagori *throughput*	**Indek**	***Throughput***
Sangat Bagus	76%-100 %	4
Bagus	51%-75 %	3
Sedang	26-50 %	2
Buruk	< 25 %	1

D. Packet loss

Packet loss merupakan jumlah paket yang gagal dalam proses transmisi. Didalam implementasi jaringan ini, diharap nilai pada *packet loss* ini kecil, sehingga presentasi kehilangan data ketika pengiriman kecil. Besarnya nilai *packet loss* di dapat dari rumus [6]:

$$PresentasePaketloss = \frac{jumlah\ paket\ dikirim - jumlah\ paket\ sampai}{jumlah\ paket\ dikirim} \times 100\% \qquad (2.2)$$

Tabel 2.4. Kategori Packet loss [6]

Kategori Degredasi	Packet loss	Indeks
Sangat Bagus	0%-2%	4
Bagus	3%-14%	3
Sedang	15% - 24%	2
Buruk	>25%	1

E. Delay

Delay merupakan waktu tunda paket yang dikirimkan untuk menuju sebuah tujuan lokasi yang disebabkan oleh proses pengiriman data antara satu titik menuju titik yang lain, Nilai delay didapat dari Persamaan [6]:

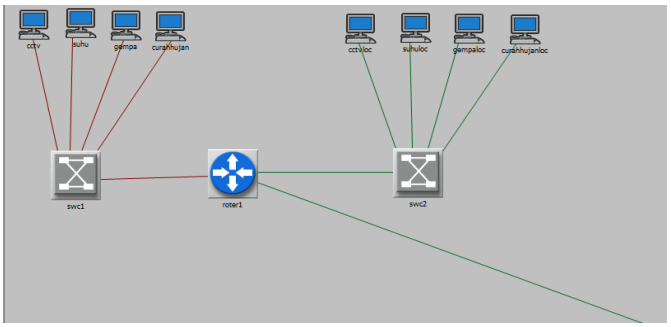
$$Rata - rata\ delay = \frac{jumlah\ delay}{Total\ packet\ yang\ diterima} \quad (2.3)$$

Tabel 2.3 Kategori *Delay* [6]

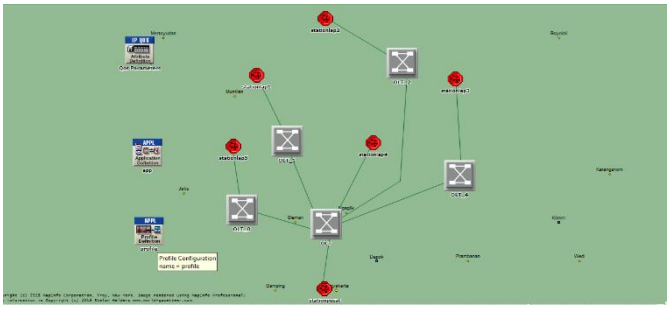
Kategori Latensi	Besar *Delay*	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

III. METODE PENELITIAN

Merancang sebuah arsitektur M2M pada *softwere Opnet* Modeler yaitu *device and gateway domain* yang meliputi M2M *Device*. M2M *area network*, M2M *gateway* dan *network* domain menuju server. Jika perancangan jaringan telah dibuat langkah selanjutnya adalah membuat analisa *QoS* yang meliputi parameter *throughput, delay* dan *packet loss.* Hasil Analisis akan dibuat sebuah kesimpulan yang menunjukkan performa pada simulasi yang telah dikerjakan. Pada sebuah sub terdapat 8 *device* yang masing- masing memiliki fungsi yaitu, 4 sebagai alat monitoring data dan 4 lagi berfungsi dalam pengambilan data. Pada bagian monitoring menggunakan fiber optic dalam transmisi data dan pada pengambilan data masih munggunakan *wireless* dengan jaringan CDMA. Alat pengambilan data diletakkan pada posisi tertentu sesuai lokasi yang telah ditentukan oleh BPPTKG dan kemudian dikirim menggunakan layanan CDMA menuju pos pemantauan. Kemudian pos pemantauan menerima data dan kemudian dapat diteruskan menuju *server* menggunakan *fiber optic*. Penggunaan CDMA ditetapkan agar memiliki kecepatan dan *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan dan tidak terbagi dengan waktu. Sehingga pengirim data dapat berlangsung secara terus menerus.



Gambar 3.1 sub jaringan pos penjaga



Gambar 3.2 Perancangan jaringan keseluruhan

Tebel 3.2 layanan.

Layanan	Indeks
Video Conferensing	*Low resolution video*
	Best effort service
FTP	*Low load*
	Best effort service

Table 3.3 teknologi.

Transmisi	Teknologi	Keterangan
wireless	*CDMA*	*Bandwidth RF* 125 *Mhz*
		Freq uplink 824-849 *Mhz*
		Data rate 11 *Mbps*
LAN	*Fiber optic*	*Bandwidth* 100 *Ghz*
		Data rate 100 *Mbps*

Hasil terlihat dalam *tools* yang mendukung, yaitu *tools* Opnet Modeler 14.5. di dalam *tools* tersebut telah terlihat hasil simulasi dengan nilai parameter QOS yang diinginkan. Setelah dilakukan analisis, hasil yang didapat dibandingkan dengan parameter yang telah ditentukan oleh pihak telekomunikasi internasional.Sehingga didapatkan model jaringan yang baik dengan parameter yang sudah ditentukan, dan dapat terlihat

juga jika hasil yang diperoleh tidak baik untuk di aplikasikan. Tahapan yang terakhir adalah melakukan penulisan laporan sesuai dengan data yang diperoleh dari hasil analisa. Semua data yang diperolah ditulis pada laporan begitu juga dengan hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan. Penulisa dilakukan dengan tujuan agar pengawasan dapat dilihat dengan mudah.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Tabel 4.1 Pos 1 menuju stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	38230394	305843152
2	*Packet receive*	38252859	305702872
3	*delay*	0.043268125	0.346145

Tabel 4.2 Pos 2 menuju stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	37230481	297843848
2	*Packet receive*	37199999	297599992
3	*delay*	0.043268125	0.346145

Tabel 4.3 Pos 3 menuju stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	37230481	297843848
2	*Packet receive*	37199999	297599992
3	*delay*	0.043268125	0.346145

Tabel 4.4 Pos 4 menuju stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	38230394	305843152
2	*Packet receive*	38252859	305702872
3	*delay*	0.043268125	0.346145

Tabel 4.5 Pos 5 menuju stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	38299999	306399992
2	*Packet receive*	38255555	306044440
3	*delay*	0.043268125	0.346145

Tabel 4.6 Pos stasiun pusat

No	***Output***	**Nilai *Byte per second***	**Nilai *Bit per second***
1	*Packet sent*	38299999	306399992
2	*Packet receive*	37825554	302604432
3	*delay*	0.043268125	0.346145

a. Perhitungan Nilai *Throughput*

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan dapat ditemukan nilai *packet sent*, dan *packet receiver* yang akan digunakan untuk mencari nilai rata-rata *throughput*, dengan persamaan 2.1 :

Total data pengirim =229517154 *Bytes per second*
=1836137232 *bit per second*
Waktu = 3 menit = 180 detik

$$Rata-rata\ throughput\ (bps) = \frac{paket\ receive}{time}$$

$$Rata-rata\ throughput\ (bps) = \frac{1836137232}{180}$$

= 10.200.762,4 *Bps*
= 10 Mbps

Dari perhitungan di atas, dapat ditemukan nilai *throughput* sebesar 10 Mbps, nilai *throughput* ini merupakan nilai pada jaringan total perancangan. Setelah ditemukan nilai *throughput*, maka akan di bandingkan dengan parameter *throughput* untuk membuktikan bahwa nilai dalam perancangan itu layak untuk digunakan.

Tabel 4.7 nilai *throughput* setiap pos.

No	**Pos penjagaan**	**Nilai rata-rata *throughput* (bps)**
1	Pos 1	1700127.067
2	Pos 2	1653333.289
3	Pos 3	1653333.289
4	Pos 4	1700246.889
5	Pos 5	1700246.889
6	Pos 6	1610024.623

b. Perhitungan *paket loss*

Setelah dilakukannya perancangan, maka akan keluar beberapa nilai yang akan digunakan untuk menghitung beberapa parameter dalam QOS, salah satunya adalah nilai *packet loss*. Nilai *packet sent* dan *packet receiver* akan digunakan untuk mencari nilai *packet loss*, dengan persamaan 2.4:

Total paket dikirim = 229517154 *Bytes per second*
= 1836137232 *bit per second*
Total paket diterima = 229382367 *Bytes per second*
1 Byte = 8 bit
= 229382369 x 8
= 1835058936 *bit per second*

$$PresentasePaketloss = \frac{jumlah\ paket\ dikirim - jumlah\ paket\ sampai}{jumlah\ paket\ dikirim} \times 100\%$$

$$PresentasePaketloss = \frac{1836137232 - 1835058936}{1836137232} \times 100\%$$

$$PresentasePaketloss = \frac{1078296}{1836137232} \times 100\%$$

$$PresentasePaketloss = 0.0005872633\ \%$$

Dari perhitunga tersebut, dapat ditemukan nilai paket loss sebesar 0.0005872633 %. Nilai *packet loss ini* merupakan nilai pada jaringan total. Kemudian nilai yang ditemukan akan dibandingkan dengan parameter *packet loss* yang telah ditentukan .Pada tabel dapat dilihat bahwa nilai loss sebesar 0% - 2% merupakan katagori sangan bagus. Dan nilai *packet loss* pada perancangan kali ini sebesar 0.0005872622 % yang berarti nilai *packet loss* pada perancangan ini adalah sangat bagus.

Table 4.8 Nilai *paket loss* setiap pos.

No	Pos penjagaan	Nilai presentase paket loss (%)
1	Pos 1	0.045866647
2	Pos 2	0.081873774
3	Pos 3	0.081873774
4	Pos 4	0.045866647
5	Pos 5	0.116041778
6	Pos 6	1.238759823

c. Perhitungan nilai rata- rata *delay*

Total paket diterima = 229382367 *Bytes per second*

= 1835058936 *bit per second*

$$Rata - rata\ delay = \frac{jumlah\ delay}{Total\ packet\ yang\ diterima}$$

$$Rata - rata\ delay = \frac{2.07687}{1835058936}$$

$$Rata - rata\ delay = 0.0000000011$$

$$Rata - rata\ delay = 0.0000011\ \text{ms}$$

Dari perhitungan di atas dapat ditemukan nilai rata-rata *delay* sebesar 0.0000011 ms, nilai *delay* ini merupakan nilai pada jaringan total perancangan. Setelah ditemukan nilai delaynya, maka akan dibandingkan dengan parameter delay untuk membuktikan bahwa nilai dalam perancangan ini layak untuk digunakan. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai besar *delay* dibawah 150 ms merupakan katagori sangat bagus. Dalam perancangan ini, nilai *delay* adalah 0.0000011 *ms*, berarti pada perancangan ini memiliki katagori *delay* yang kecil sehingga sangat bagus

Table 4.9 Nilai *delay* setiap pos

No	Pos penjagaan	Nilai *delay (ms)*
1	Pos 1	0.00000113
2	Pos 2	0.00000116
3	Pos 3	0.00000116
4	Pos 4	0.00000113
5	Pos 5	0.00000113
6	Pos 6	0.00000114

Analisis pada perancangan komunikasi M2M pada peringatan dini gunung meletus yang telah dilakukan dengan 6 pos penjagaan dan 5 stasiun sensor sesuai dengan letak yang telah ditentukan saat ini menggunakan transmisi *wireless* pada setiap stasiun sensor dan menggunakan layanan internet CDMA sesuai dengan modul alat yang sudah ada saat ini. Data pada stasiun sensor diterima oleh pos penjagaan dan kemudian ditransmisikan menuju pos penjagaan pusat melalui kabel fiber optik. Transmisi tiap pos penjagaan menuju pos pusat dengan fiber optik membutuhkan 5 OLT tiap daerah yang mana tiap OLT akan terhubung untuk melakukan transmisi menuju pos penjagaan pusat. Dari hasil perancangan didapat nilai *throughput* sebesar 10 Mbps dari total perancangan jaringan. Nilai *paket loss* yang didapat pada perancangan ini sebesar 0.0005872633% dari total perancangan jaringan. Nilai rata-rata *delay* yang didapat pada perancangan ini sebesar 0.0000011 ms dari total jaringan keseluruhan

V. KESIMPULAN

Jarak mempengaruhi nilai *transmisi fiber optic*, semakin Panjang jarak yang digunakan maka semakin tinggi tingkat *loss* yang akan di dapatkan. Dengan ditambahnya OLT pada jarak yang jauh dapat mengurangi nilai *loss*. Nilai *throughput* dari pengiriman awal hingga menuju tempat tujuan adalah 10 *Mbps* (sangat bagus). Nilai *throughput* berpengaruh terhadap nilai *loss*. Semakin kecil nilai *throughput* maka semakin besar pula nilai *loss* yang didapat. Nilai *throughput* dapat ditekan maximal dengan memberi layanan yang rendah. Jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman adalah 0.0005872633% (sangat bagus). Perbedaan selang waktu antara paket dikirim hingga munuju tujuan adalah 0.0000011 *ms* (sangat bagus).

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Pratomo, "Klasi fi kasi gunung api aktif Indonesia , studi kasus dari beberapa letusan gunung api dalam sejarah," *J. Geol. Indones. Vol. 1 No. 4 Desember 2006*, vol. 1, no. 4, pp. 209–227, 2006.

[2] T. A. Nugroho, S. Suakanto, B. R. H, and D. Angela, "Implementasi Machine-to-Machine untuk Sistem Pemantau Kualitas Udara dan Sungai," *J. Telemat.*, vol. 9, no. 1, pp. 7–12, 2014.

[3] A. P. Taruna *et al.*, "Pemanfaatan Komunikasi Machine-to-Machine (M2M) Untuk Prototipe

Peringatan Dini Kebakaran Hutan," vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2015.

[4] P. Martigne, *Machine-To-machine (M2m) Communications*, no. July 2012. 2015.

[5] M. Weyrich, J. P. Schmidt, and C. Ebert, "Machine-to-machine communication," *IEEE Softw.*, vol. 31, no. 4, pp. 19–23, 2014.

[6] ETSI TR 102 857, "Machine-to-Machine c ommunications (M2M); Use Cases of M2M applications for Connected Consumer," vol. 1, pp. 1–19, 2013.