RANCANG BANGUN TEKNOLOGI TRANSMISI KOMUNIKASI *MACHINE TO MACHINE* PADA APLIKASI PERINGATAN DINI GUNUNG MELETUS

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:
Muhammad Alfian Noor Ramadhan
13524026

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2018

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL SKRIPSI UNTUK S1 TEKNIK ELEKTRO UII

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Muhammad Alfian Noor Ramadhan
13524026

Yogyakarta, 13 maret 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1

Ida Nurcahyani , ST, M.Eng
155240104

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah atas segala rahmat yang telah diberikan oleh Allah SWT, sebab tiada makna yang lebih besar daripada rahmat yang telah diberikan oleh-Nya. Serta tak lupa shalawat dan salam selalu disanjungkan kepada junjungan Nabi besar, Nabi Muhammad SAW. Sehingga atas ridho-Nya tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Komunikasi Mesin ke Mesin Dalam Aplikasi Peringatan Dini Gunung Meletus" dapat diselesaikan. Tugas akhir ini merupakan syarat terakhir yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Strata Satu (S1), pada Jurursan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Sebagaimana dalam hidup bermasyarakat yang tidak mungkin lepas dari bantuan orang lain, begitu pula dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak luput dari bantuan banyak pihak. ucapan terimakasih diberikan sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas semua berkah dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak, Ibu, dan keluarga atas kasih sayang, segala limpahan doa, dan dukungan.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI UII Bapak Hendra Setiawan.
4. Dosen Pembimbing tunggal dalam penyusunan Tugas Akhir ini Ibu Ida Nurcahyani, S.T., M, Eng. yang telah memberikan bimbingan, waktu dan ilmunya.
5. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Semoga ilmu yang telah diajarkan dapat menjadi amal, Amin.

Tentunya sebagai manusia tidak pernah luput dari kesalahan, sehingga dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan kekurangan. Oleh karena itu mohon dimaafkan atas segala kesalahan dan kekurangan yang ada, serta tak lupa bagi para pembaca untuk dapat memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua orang dan bagi diri sendiri, dan semoga Allah SWT selalu meridhoi semua umatnya, Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Februari 2018



Muh Alfian Noor R

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 15 Februari 2018



Muh Alfian Noor R

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 15 Februari 2018



Muh Alfian Noor R

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

RANCANG BANGUN TEKNOLOGI TRANSMISI KOMUNIKASI *MACHINE TO MACHINE* PADA APLIKASI PERINGATAN DINI GUNUNG MELETUS

Disusun oleh:

Muhammad Alfian Noor Ramadhan
13524009

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta,22 Maret 2018

Tim Penguji,

ketua

Ida Nurcahyani, S.T, M.Eng .....

Anggota I

Alvin Sahroni, ST, MT, Ph.D .....

Anggota II

Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd, M.Eng .....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 025200526

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

M2M = *Machine to machine*

FTP = *File Transfer Protokol*

APPL = *Application*

QoS = *Quality of Service*

OLT = *Optical Line Network*

CDMA = *Code Division Multiple Access*

BPPTKG = *Optical Distribution Point*

Pr = *Packet Receiver*

t = *time*

ABSTRAK

Indonesian merupakan negara dengan letak geografis yang memiliki sekitar 127 gunung berapi yang aktif. Teknologi dapat memainkan peran dalam mengurangi dampak negative jika tejadi suatu bencana gunung meletus. Peringatan gunung meletus saat ini menggunakan sistem telemetri dalam pemantauan aktivitas gunung berapi dengan transmisi yang digunakan dalam pengiriman data berupa teknologi GSM dan HSDPA. Teknologi transmisi tersebut memiliki efektivitas pengiriman data yang kurang baik dilihat dari nilai QoS nya, sehingga pengiriman data pada sensor *monitoring* cenderung lambat dengan nilai *throughput* 5.3 Mbps, paket *loss* 3.6% dan *delay* 5.9 ms. Dengan menggunakan teknologi komunikasi M2M, maka transmisi pengiriman data dapat lebih efektiv, dengan menggunakan CDMA dan fiber optic pada jalur transmisinya. 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 komunikasi 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,* QoS.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAAN i
PERNYATAAN ii
PRAKATA iii
LEMBAR PENGESAHAAN PENGUJI iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN v
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Penelitian Sejenis 4
2.2 Dasar Teori 5
BAB 3 METODE PENELITIAN 11
3.1 Alat dan Bahan 11
3.2 Alur Penelitian 11
3.3 Perancangan Sistem 12
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 20
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 25

5.1 Kesimpulan 25
5.2 Saran 25
DAFTAR PUSTAKA 26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan alir proses peringatan dini gunung meletus 2

Gambar 2.1 Arsitektur M2M 6

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian 12

Gambar 3.2 Diagram alir perancangan jaringan komunikasi M2M 13

Gambar 3.3 Lokasi pos penjaga 14

Gambar 3.4 *Application* 16

Gambar 3.5 *Tools Profile* 17

Gambar 3.6 Sub jaringan pos penjagaan 18

Gambar 3.7 Perancangan jaringan keseluruhan 19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indeks Parameter QoS 8

Tabel 2.2 Kategori *throughput, paket loss, delay* 9

Tabel 3.1 Layanan 17

Tabel 3.2 teknologi 18

Tabel 4.0 Nilai pada peringatan dini gunung meletus saat ini 20

Tabel 4.1 Hasil QoS pos 1 20

Tabel 4.2 Hasil QoS pos 2 20

Tabel 4.3 Hasil QoS pos 3 20

Tabel 4.4 Hasil QoS pos 4 21

Tabel 4.5 Hasil QoS pos 5 21

Tabel 4.6 Hasil QoS pos stasiun pusat 21

Tabel 4.7 Nilai *throughput* setiap pos 22

Tabel 4.8 Nilai *paket Loss* setiap pos 23

Tabel 4.9 Nilai *delay* setiap pos 24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan letak geografis yang memiliki sekitar 127 gunung berapi yang aktif [1]. Banyaknya gunung berapi tersebut membuat Indonesia menjadi negara yang rawan terkena musibah letusan gunung berapi. Sistem *Telematic* dalam pemantauan aktivitas gunung berapi serta layanan internet dalam pengiriman datanya, diharapkan dapat meningkatkan tingkat kewaspadaan terhadap aktivitas gunung berapi. Untuk mengurangi dampak kerusakan dan kerugian dalam musibah gunung berapi perlu adanya upaya peringatan dini gunung meletus.

Balai Penyidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) merupakan instansi yang yang bertugas melakukan penyidikan, penelitian, serta pengembangan teknologi Geologi dan mitigasi bencana gunung meletus Yogyakarta. Selaku penanggung jawab terhadap aktivitas gunung merapi di Yogyakarta BPPTKG menggunakan sistem telemetri dalam memantau aktivitas gunung merapi. Saat ini terdapat 6 pos pemantau yang aktiv. Setiap pos memiliki server pamantau untuk melihat aktivitas gunung Merapi dengan mengunakan sensor sebagai pendeteksinya. Sensor terhubung dengan server menggunakan layanan jaringan GSM yang memiliki kecepatan transfer data 9.6 Kbps. Data dari sistem telemetri yang berupa sensor kemudian di analisis pada server pemantau secara manual untuk kemudian di kirim menuju kantor pusat menggunakan layanan internet. Pengiriman data dari pos penjagaan menuju server pusat menggunakan teknologi wireless HSDPA dengan kecepatan 5.3 Mbps [5]. Banyaknya komponen yang digunakan dalam struktur pimindai dini gunung Meletus saat ini membuat data yang dikirim dari posko mengalami banyak permasalahan seperti *Delay* waktu yang lama, hingga *paket loss* yang besar. Selain itu, prosedur dalam penanganan aktivitas gunung berapi tersebut terlalu banyak ikut campur tangan manusia sehingga efektifitasnya kurang

Pemanfaatan komunikasi *machine to machine* (M2M) untuk menjadi sistem peringatan gunung meletus merupakan salah satu alternatif yang dapat menekan dampak negatife akan ditimbulkan. Komunikasi M2M merupakan teknologi yang memungkinkan sistem *nirkabel* dan kabel dapat berkomunikasi dengan perangkat lain yang sejenis. Komunikasi M2M memiliki keunggulan otomasi dalam bidang sensoring dengan kecepatan data lebih dari 20 Mbps jika dibanding dengan sistem pengiriman data yang diterapkan saat ini [2].

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* [3]. Komunikasi M2M rata-rata beroperasi pada jaringan *uplink*. Untuk mendapatkan hasil yang bagus dan sesuai dengan fungsinya sebagai aplikasi *monitoring*, harus didapatkan nilai Quality of Service (QoS) yang sesuai dengan parameter yang tersedia khusus pada arah *uplink*.

QoS merupakan sebuah nilai yang digunakan untuk mendefinisikan kemampuan suatu jaringan demi menyediakan tingkat jaminan layanan yang berbeda-beda. Melalui sebuah QoS, seorang *network* administator dapat memberikan prioritas untuk trafik tertentu. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi sebuah kebutuhan layanan yang berbeda dalam sebuah infrastruktur yang sama. Dalam telekomunikasi terdapat 2 jenis transmisi dasar, yaitu *uplink* dan *downlink* [4]. Dalam menganalisis rancangan komunikasi M2M hanya melihat dalam sisi *uplink* saja, karena pada sistem M2M data harus di *upload* oleh sistem secara *real time*.

Untuk membuktikan bahwa M2M dapat menjadi alternatif yang baik untuk peringatan dini keadaan darurat gunung meletus, maka menganalisis sistem M2M khususnya dalam hal *uplink* merupakan hal yang layak dilakukan demi melihat hasil yang diinginkan. Perancangan Sistem komunikasi M2M untuk memonitoring aktivitas gunung merapi diharapkan dapat bekerja lebih efektif dengan tingkat QoS yang lebih baik dibanding dengan sistem sebelumnya dan otomatisasi dalam pengiriman data dapat dilakukan untuk mengurangi delay.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem komunikasi M2M yang dapat di aplikasikan untuk keadaan darurat bencana gunung meletus?
2. Bagaimana menganalisis nilai QoS pada transmisi *uplink* yang sesuai dengan parameter yang telah ditentukan oleh lembaga telekomunikasi dalam aplikasi keadaan darurat gunung meletus?

3. Bagaimana perbedaan nilai QoS antara sistem transmisi saat ini yang digunakan oleh BPPTKG dengan hasil perancangan peringatan dini gunung meletus menggunakan komunikasi M2M yang dibuat?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Simulasi menggunakan *Software Opnet Model*er 14.5
2. Menganalisis hanya pada arah *uplink* saja.
3. Analisis *uplink* yang meliputi QoS yang mencangkup *throughput, delay,* dan *packet loss*.
4. Simulasi dilakukan pada gunung Merapi dengan 5 titik pemantau yang sesuai dengan BPPTKG.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Merancang teknologi transmisi sistem komunikasi M2M untuk keadaan darurat bencana gunung meletus.
2. Mengetahui nilai QOS pada bagian *uplink* pada sistem komunikasi M2M yang sesuai dengan parameter yang telah ditentukan oleh lembaga telekomunikasi dalam aplikasi keadaan darurat gunung meletus.
3. Mengetahuai perbadaan nilai QoS antara sistem transmisi saat ini yang digunakan oleh BPPTKG dengan perancangan peringatan dini gunung meletus menggunakan komunikasi M2M.

1.5 Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dalam bidang komunikasi M2M.
2. Menjadi acuan dalam dalam pengembangan peringatan dini gunung Meletus.
3. Tersedianya sebuah rancangan peringatan dini gunung meletus dengan sistem komunikasi M2M.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sejenis

Maman Abdurohman [7] membuat sistem M2M untuk mengantisipasi kebakaran hutan secara cepat. 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.

Iwan Iskandar [8] analisa jaringan *uplink* dan *downlink* pada jaringan internet fiber optic Gedung kuliah. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui kinerja QoS pada jaringan internet diwaktu- waktu tertentu. Perhitungan dilakukan menggunakan beberapa *tools* dengan cara pengambilan contoh *ping* menggunakan *axencenet tools* dan *BMmeter tools*. Hasil dari pegukuran kemudian dianalisis untuk diketahui apakah nilai yang didapat telah sesuai dengan standar telekomunikasi yang layak.

Sistem pemantau kualitas udara dan sungai dengan komunikasi M2M yang ditulis Sinung Suakanto [9] 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.

Analisis pada arah *uplink* dan *downlink* serta gangguan pada transmisi jaringan optik yang ditulis oleh Hoga Saragih [10], bertujuan untuk mengetahui hasil analisis secara manual dengan menggunakan rumusan yang ada dan kemudian akan di ukur bersama parameter yang telah ada. Hasil analisa menunjukkan bahwa kapasitas berpengaruh terhadap gangguan, dan *bit energy to noise ratio*.

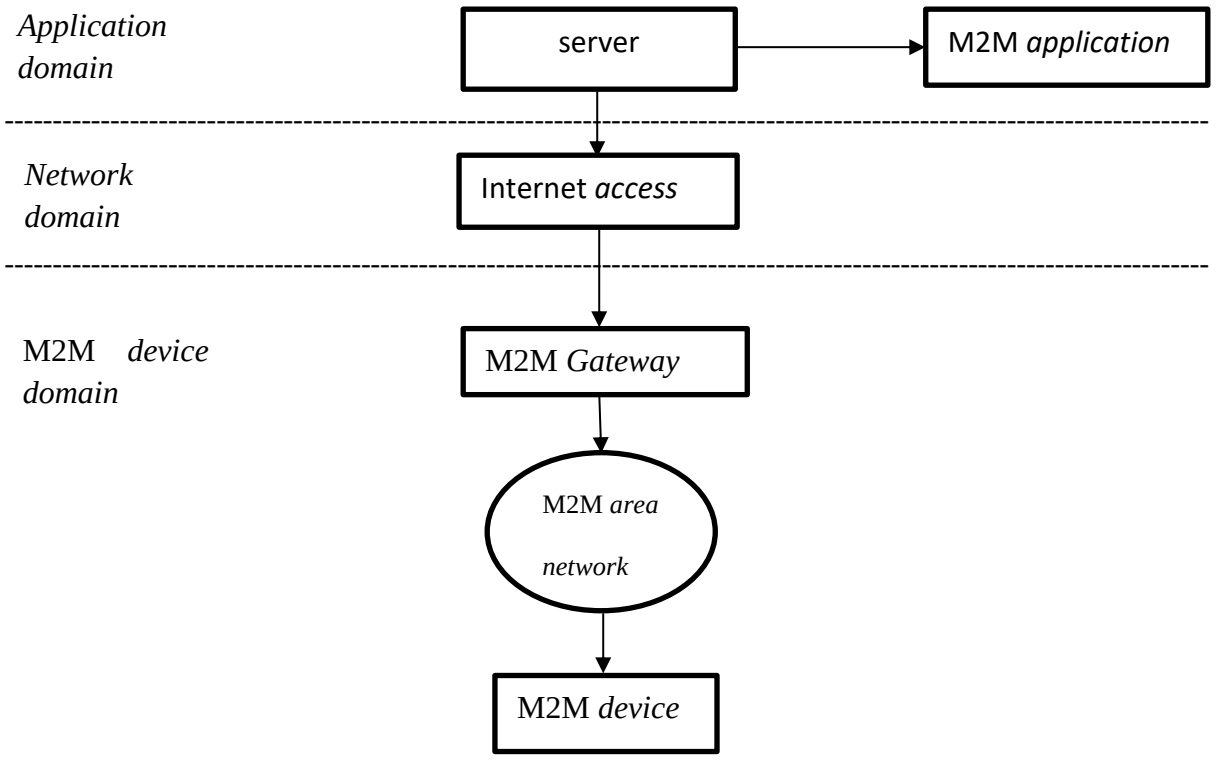
BPPTKG menggunakan sistem telemetri dalam memantau aktivitas gunung merapi. Saat ini terdapat 6 pos pemantau yang aktiv. Setiap pos memiliki server pamantau untuk melihat aktivitas gunung Merapi dengan mengunakan sensor sebagai pendeteksinya. Sensor terhubung dengan server menggunakan layanan jaringan GSM yang memiliki kecepatan transfer data 9.6 Kbps.

Data dari sistem telemetri yang berupa sensor kemudian di analisis pada server pemantau secara manual untuk kemudian di kirim menuju kantor pusat menggunakan layanan internet. Pengiriman data dari pos penjagaan menuju server pusat menggunakan teknologi wireless HSDPA dengan kecepatan 14.4 Mbps. Banyaknya komponen yang digunakan dalam struktur pimindai dini gunung Meletus saat ini membuat data yang dikirim dari posko mengalami banyak permasalahan seperti *Delay* waktu yang lama, hingga *paket loss* yang besar

Perencanaan model komunikasi M2M pada peringatan dini bencana gunung meletus yang dibuat ini memiliki potensi baik dalam aplikasi peringatan dini gunung meletus. Dengan menggunakan komunikasi M2M pada perangkat peringatan gunung meletus, dan transmisi menggunaka fiber optic dan wireless CDMA dapat menghantar kan data dengan kecepatan hingga 10Mbps, memungkinkan penyebaran data informasi secara otomatis dapat dilakukan dengan cepat dan tepat sasaran. Hal ini diharapkan membuat proses evakuasi dapat dilakukan lebih cepat dan kerugian yang ditimbulkan lebih sedikit.

2.2 Dasar Teori

M2M merupakan pemanfaatan teknologi untuk membuat suatu komunikasi antar perangkat 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.



Gambar 2.1 Arsitektur komunikasi M2M

Komunikasi M2M memiliki arsitektur 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 .

Perangkat M2M dapat diaplikasikan ke berbagai jenis teknologi telekomunikasi, seperti menggunakan bluetooth, zegbee dan lain sebagainya. M2M memiliki banyak potensi yang lebih dengan kemampuan komunikasi antar sesama device tanpa campur tangan manusia. Keuntungan dari pengguna sistem M2M adalah kemampuanya untuk mengirim sejumlah besar data dengan cepat [11].

2.2.1 *Quality of Service*

Quality of Service merupakan parameter untuk mengelola kualitas jaringan yang meliputi, *throughput, 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 [12].

Tabel 2.1 Indeks Parameter QoS[13]

Nilai	Persentase (%)	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

1. 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 [14] :

$$Rata - rata\ throughput\ (bps) = Pr/t \tag{2.1}$$

Dengan :

$Pr =$ paket yang diterima (bits)

$t =$ paket yang diterima$(second)$

2. 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 [15]:

$$Delay = \left(\frac{Tr-Ts}{PR}\right) detik \tag{2.2}$$

Dengan :

Tr = Waktu penerimaan paket (detik)

Ts = waktupengiriman paket (detik)

Pr = paket yang diterima (detik)

Pengukuran *delay* adalah rata-rata perbedaan antara waktu penerimaan dan waktu pengiriman data, nilai rata-rata *delay* didapat dari persamaan [6] :

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

3. 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]:

$$PresentasePaketloss = \frac{jumlah\ paket\ dikirim - jumlah\ paket\ sampai}{jumlah\ paket\ dikirim} \times 100\% \quad (2.4)$$

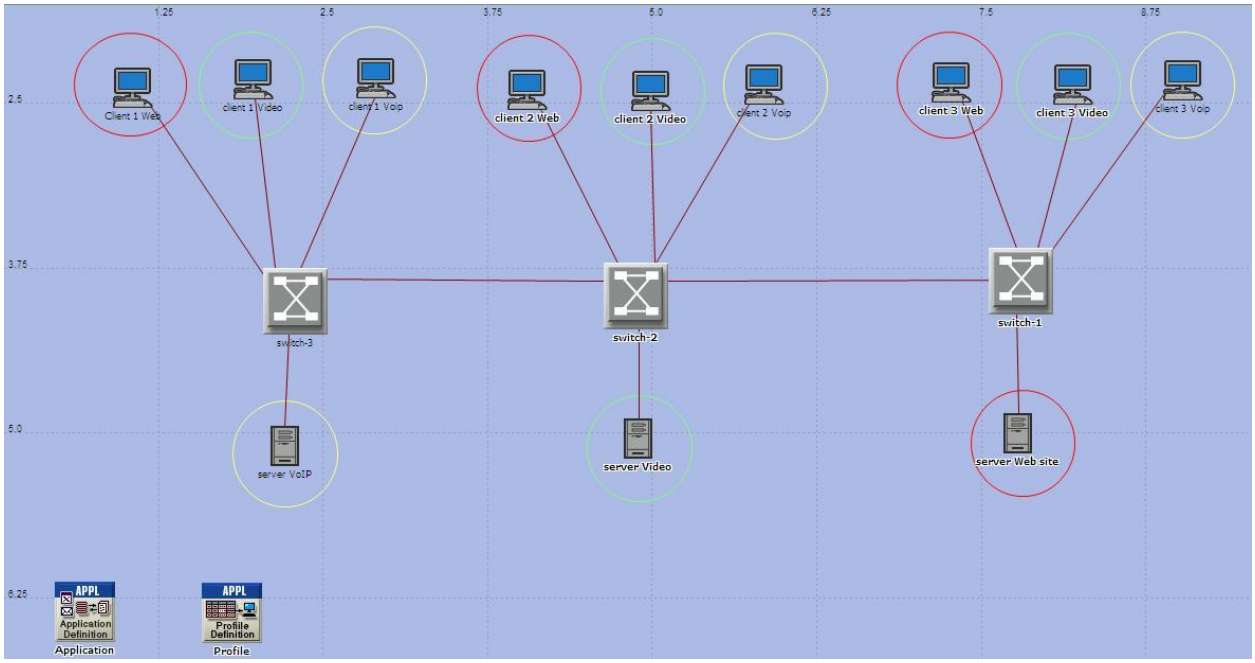
Tabel 2.2 Kategori *throughput, packet loss* dan *delay*[16]

Katagori	***Value***	**Indek**		
		Throughput	***Packet loss***	***Delay***
Sangat bagus	4	76%-100 %	0%-2%	< 150 ms
Bagus	3	51%-75 %	3%-14%	150 s/d 300 ms
Sedang	2	26-50 %	15% - 24%	300 s/d 450 ms
Buruk	1	< 25 %	>25%	>450 ms

2.2.2 *Software Opnet Modeller* 14.5

Opnet adalah tools simulasi jaringan yang menyediakan Jaringan Virtual Lingkungan dengan model yang seluruh jaringan, termasuk router-nya, switch, protokol, server, dan aplikasi individu. Dengan bekerja di Lingkungan Virtual Network, IT manajer, jaringan dan perencana sistem, dan staf operasi dapat dengan mudah mengatasi masalah sulit dan mendiagnosa lebih efektif, mevalidasi perubahan sebelum mereka merancang jaringan sesungguhnya, dan rencana untuk masa depan termasuk skenario pertumbuhan dan kegagalan.

Opnet memiliki fungsi sebagai sebuah *tools* untuk mensimulasikan sebuah rancangan jaringan baik itu jaringan berbasis kabel maupun jaringan nirkabel. Dalam simulasi dapat menghasilkan beberapa nilai yang lengkap sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan seperti, nilai *throughput*, paket *drop*, paket *sent*, paket *received*, paket *loss* dan lain sebagainya.



Gambar 2.2 contoh perancangan simulasi VLAN pada Opnet

Opnet memiliki fitur yang lengkap dalam sebuah simulasi jaringan. Opnet memiliki bebrapa kelebihan dan kekurangan diantaranya :

1. Memiliki fitur yang lengkap hingga sub pendukung rancangan telekomunikasi terdapat didalamnya.
2. Dapat mensimulasikan dan menghitung performa sesuai keadaan lapangan dengan tingkat kepercayaan 75%.
3. Dapat mengatur aplikasi dan fitur apa saja sesuai dengan keinginan pengguna.
4. Nilai keluaran yang beragam, sehingga pengguna dapat menentukan nilai yang mereka butuhkan.

Sedangkan kekurangan pada opnet antara lain :

1. Tidak dapat mensimulasikan dalam keadaan yang diinginkan oleh penggunanya. Semua yang disimulasikan dalam keadaan paling baik tanpa kendala.
2. Perancangan pada ruang lingkup global tidak menyediakan jarak secara detail.
3. Jika mensimulasikan sebuah rancangan dengan memberikan waktu runnning 24 jam, maka proses simulasi tidak berjalan dengan baik. Proses simulasi harus memberikan waktu running kurang dari 24 jam.

4. Star time pada simulasi tidak dapat tepat pada angka 0. Nilai simulasi akan muncul minimal pada detik ke 6 setelang running.

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian rancang bangun peringatan dini gunung meletus menggunakan sistem komunikasi M2M yang tersambung ke setiap pos penjagaan dengan *server* pusat di Jogjakarta. Dengan komunikasi M2M pada peringatan dini gunung meletus memungkinkan data dapat terkirim secara otomatis dan system dapat melakukan perintah yang seharusnya dilakukan seperti menyalakan sirine tanpa bantuan operator dan menyalakan rambu evakuasi kepada warga jika kondisi gunung memburuk. Sehingga respons lebih cepat dan kerugian yang ditimbulkan lebih sedikit.

Perancangan menggunakan *software Opnet* versi 14.05. setelah perancangan selesai maka akan menghasilkan nilai-nilai yang diinginkan, kemudian nilai tersebut di Analisa dan disesuaikan dengan parameter yang telah di setujui oleh badan telekomunikasi internasional.

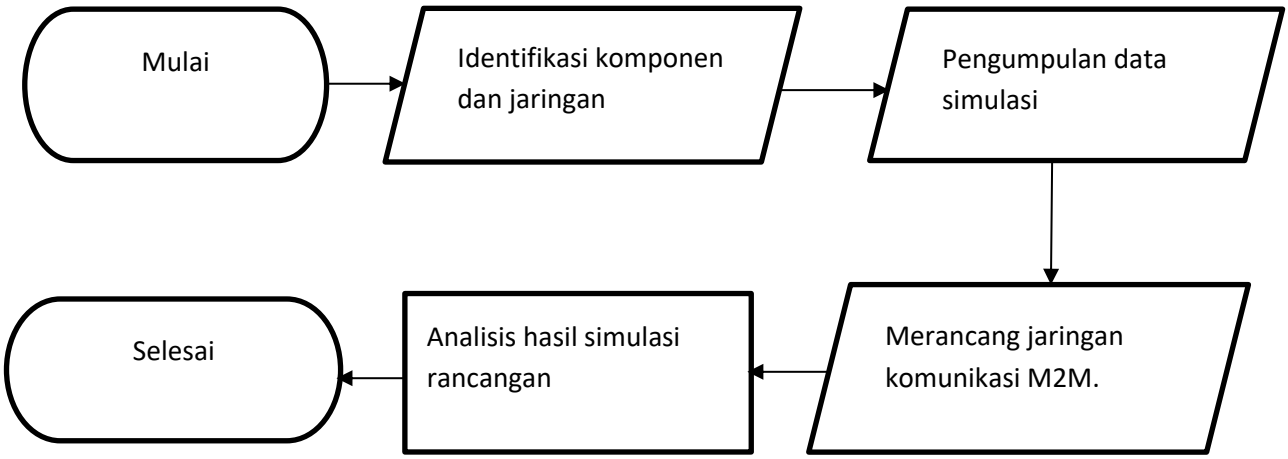
3.1 Alat dan Bahan Perancangan.

Ada pun alat yang digunakan pada peneitian adalah sebagi berikut:

1. PC
2. Software Opnet 14.5
3. Data-data lokasi pemantau gunung Merapi, teknologi yang digunakan.dan parameter QOS standar yang telah ditetapkan oleh badan telekomunikasi internasional.

3.2 Alur Perancangan

Metode perancangan yang akan dilakukan adalah merancang jaringan dengan arsitektur dan lokasi sama persis dengan yang digunakan oleh pemerintah saat ini. Perancangan akan menghasilkan nilai berupa paket *loss*, paket *sent* dan paket *receive* yang kemudian akan dihitung untuk mendapatkan nilai QoS yang berupa *delay, throughput* dan *packet loss*. Setelah mendapatkan data, kemudian mencari parameter perhitungan yang telah ditentukan oleh lembaga telekomunikasi internasional. Parameter yang dicari merupakan sebuah nilai standar komunikasi internasional yang merupakan patokan utama dalam perancangan. Kemudian merancang jaringan yang sesuai dengan tujuan.



Gambar 3.1 .Diagram Alir Penelitian

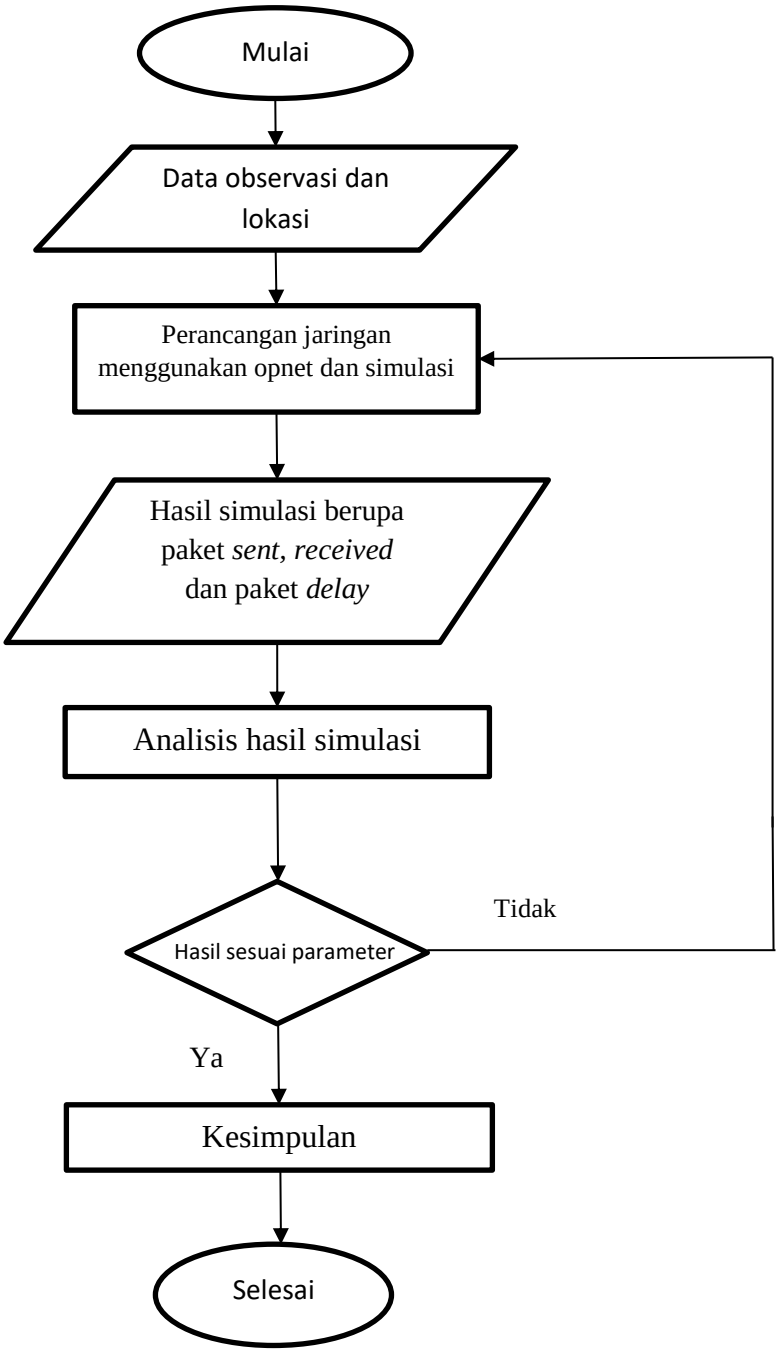
Identifikasi komponen dilakukan dengan observasi pada pos pemantau gunung Merapi untuk mengetahui peralatan dan teknologi yang digunakaan saat ini untuk kemudian menjadi dasara dalam merancang jaringan. Merancang sebuah arsitektur komunikasi M2M untuk peringatan dini gunung meletus menggunakan *softwere Opnet* Modeler yaitu *device and gateway domain* yang meliputi M2M *Device*, M2M *area network*, M2M *gateway* dan *network* domain menuju server. Jika perancangan jaringan dan simulasi telah dilakukan 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. Hasil terlihat dalam *tools* yang mendukung, yaitu *tools* Opnet Modeler 14.5. Didalam *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.

3.3 Perancangan Sistem

Dalam proses rancang bangun, yang perlu dilakukan pertama kali untuk merealisasikan sebuah rancangan yaitu dengan dibuatnya sebuah konsep diagram alir seperti terlihat pada gambar 3.1:

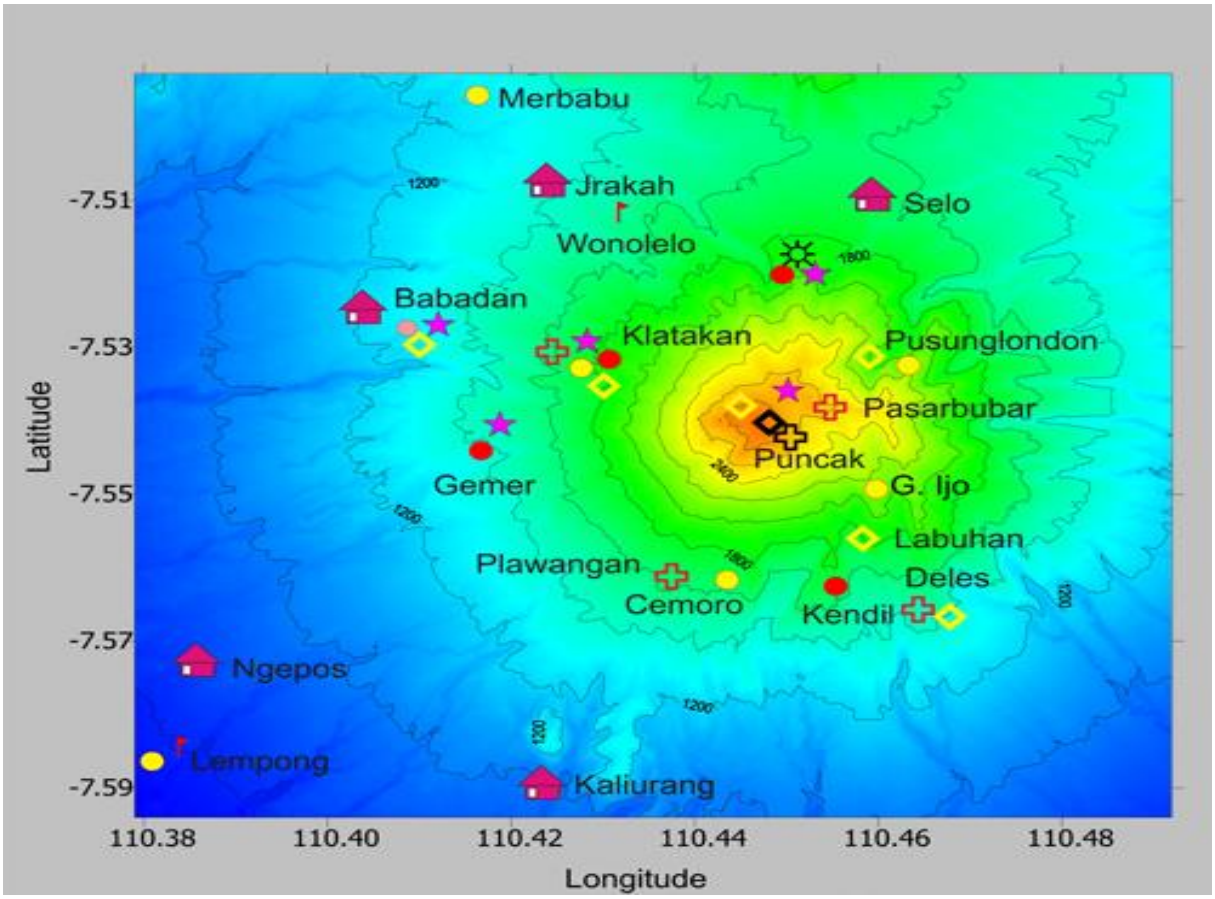


Gamar 3.2 Diagram alir perancangan jaringan komunikasi M2M.

3.3.1 Data observasi dan penentuan lokasi.

Perancangan dimulai dengan mencari data berupa lokasi penempatan pos penjagaan gunung Merapi serta kantor pusat yang bertanggung jawab mengurus gunung Merapi. Terdapat beberapa

pos penjagaan dan stasiun sensor yang memantau aktifitas gunung Merapi terletak pada lokasi yang berbeda.



Gambar 3.3 lokasi pos penjaga [13]

Pos penjagaannya antara lain :

1. Pos penjagaan Selo
2. Pos penjagaan Jrakah
3. Pos penjagaan Babadan
4. Pos penjagaan Ngepos
5. Pos penjagaan Kaliurang
6. Pos pusat pemantauan Yogjakarta

Kemudian setelah menemukan data lokasi pos penjagaan, kemudian mencari data stasion sensor, stasiun sensor antara lain :

1. Stasuin Babadan pada pos Babadan
2. Stasiun Grawah pada pos Jrakah
3. Stasiun Klatakan pada pos Ngepos

4. Stasiun Patuk pada pos ngepos
5. Stasiun Selo kopo pada pos Selo
6. Stasiun Deles pada pos Kaliurang

Stasiun ini bertanggung jawab untuk mengambil beberapa data pada gunung Merapi, seperti data kamera cctv, data panas bumi, data kegempaan dan data pengukuran geofisika.

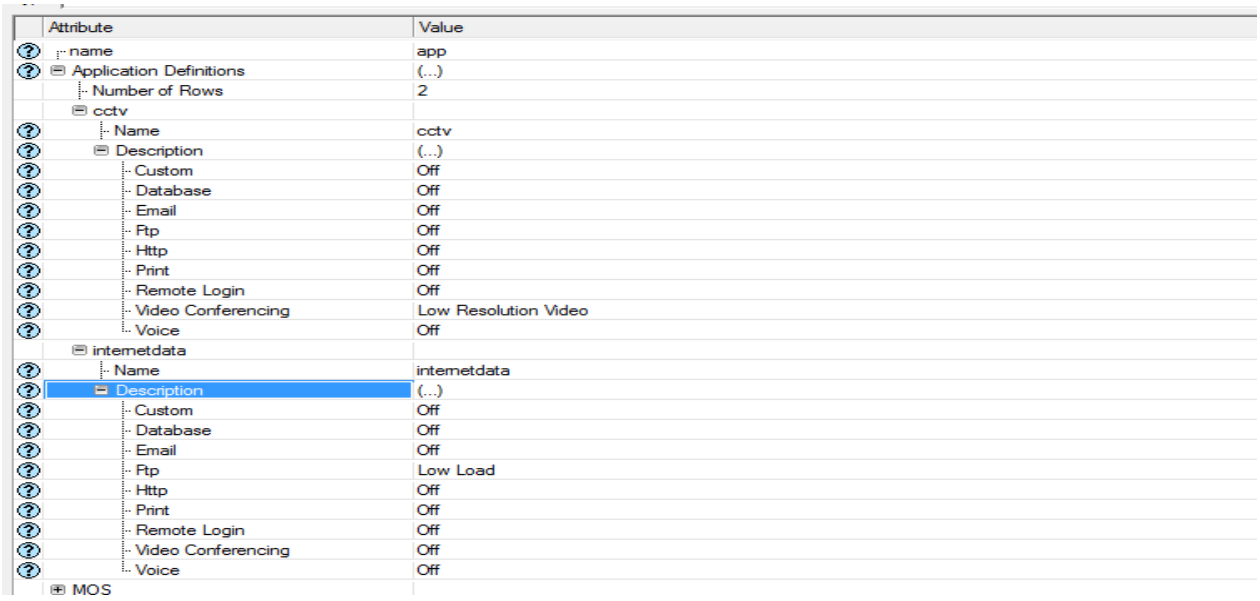
Komponen yang digunakan pada pendeteksi setiap stasiun sensor antara lain :

1. Discriminator yang berfungsi sebagai pemisah sinyal pembawa dan sinyal asli gempa pada Telemetri Seismic Analog.
2. VCO-amolifier berfungsi sebagai penguat dan pembangkit sinyal frekuensi pada telemetri *seismic analog*.
3. RSAM adalah alat untuk melihat *amplitude (energy*) rata-rata gempa dalam waktu tertentu.
4. Regulator solar panel untuk menyambung dan memutuskan arus dari solar panel ke *accu*.
5. Alat pengukur level air tanah.
6. Akuisisi data dan pengirim dengan SMS.
7. Radio modem penerima sinyal.
8. *Mobile instrument* untuk menerima dan mengontrol data lapangan.
9. *Mini doas* untuk mengatur konsentrasi gas SO2.
10. *Recorder analog* gempa.

3.3.2 Perancangan jaringan.

Menggunakan *software opnet* dengan landasan pos yang telah tersedia. Perancangan jaringan menggunakan dasar fiber optic untuk komunikasi antar perangkat atau pos yang terhubung dengan *server* pusat di Yogjakarta. Perancangan desain komunikasi M2M yang akan diterapkan pada peringatan dini gunung meletus Yogyakarta ini bertujuan untuk mendapatkan desain jaringan komunikasi M2M sehingga dapat dihasilkan nilai QoS yang sesuai dengan parameter jaringan telekomunikasi internasional. Ditinjau dari sisi kemudahan dan respon yang lebih efektif, akan lebih baik jika perancangan peringatan dini gunung meletus menggunakan teknologi komunkasi M2M yang menghubungkan perangkat menggunakan jaringan *fiber optic*, sehingga komunikasi antar pos pengamat lebih cepat dan respon otomasi yang akan diberikana lebih efektif karena minimnya pengaruh campur tangan manusia.

Perancangan di mulai dengan mengatur jenis aplikasi yang akan digunakan yang terdapat pada tools APPL. APPL adalah salah satu komponen pada *opnet* yang berfungsi untuk memberikan layanan apa saja yang di gunakan.



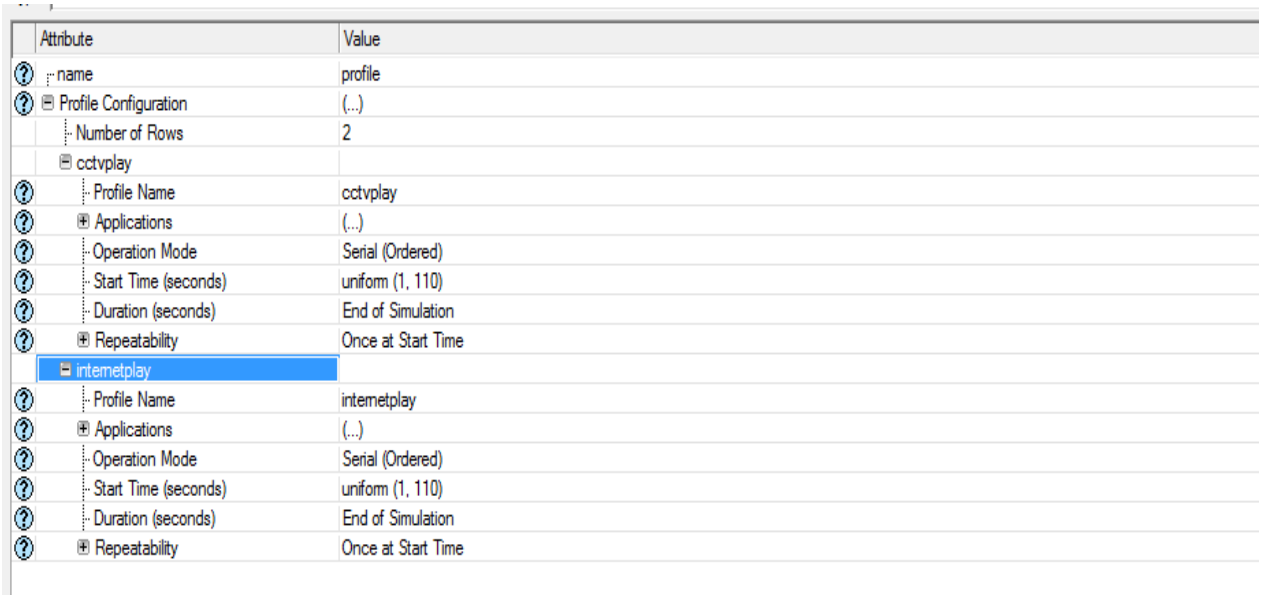
Gambar 3.4 APPL

Pada tools APPL diatur menggunakan 2 aplikasi yaitu cctv yang berupa *video conferencing* dengan resolusi yang rendah dan internet data yang berupa FTP dengan beban yang rendah. Menggunakan FTP dalam pengiriman data bertujuan agar pengiriman data dapat berlangsung secara terus menerus.

Mengatur *profile* setelah mengatur aplikasi untuk mengatur start time, durasi dan model dalam pengoprasian. *Profile* adalah salah satu *tools* pada *opnet* yang berfungsi untuk mengatur waktu memulai hingga akhir dan mengkonfigurasi layanan dari APPL. *Profile* merupakan *tools* yang harus dicantumkan dalam perancangan jaringan. *Application* yang telah ditentukan yaitu berupa layanan yang membutuhkan sebuah proses pada tools *profile* sebelum digunakan oleh *client*. Layanan pada *application* akan di konfigurasi ulang dalam *tools profile* untuk menentukan waktu bekerja dan berhenti ketika akan digunakan.

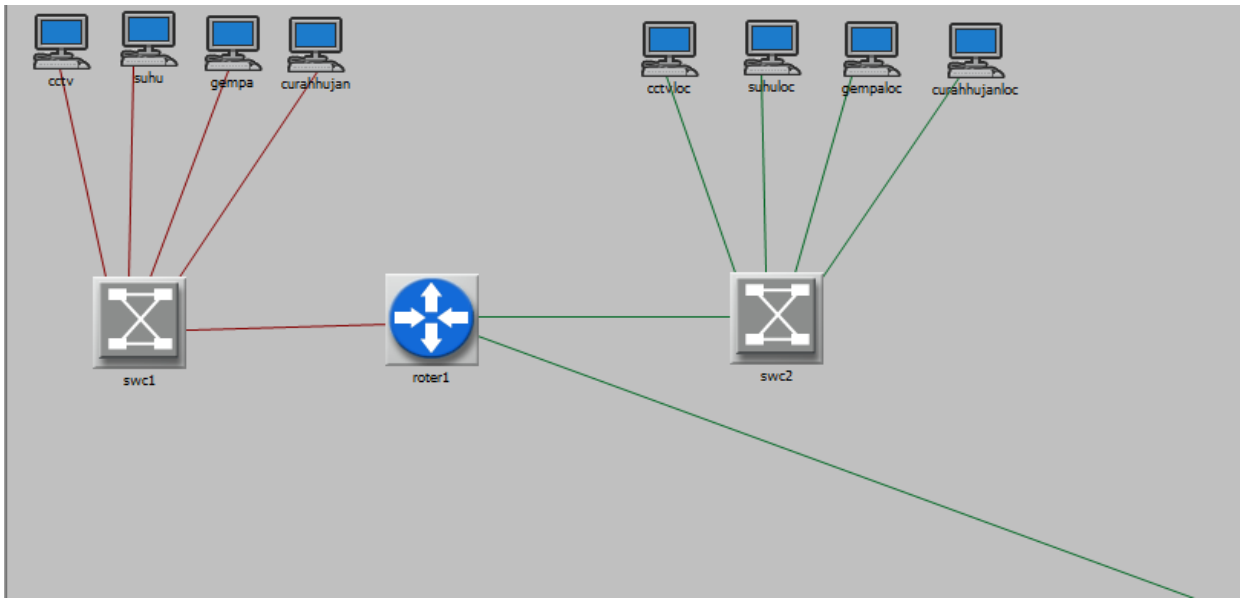
Tebel 3.1 layanan.

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



Gambar 3.5 *Tools Profile*

Rancangan desain peringatan dini ini terdiri dari beberapa sub pos yang masing-masing pos dibekali dengan 8 device untuk pengambilan data gunung yang dipantau secara terus menerus dan 8 device ini terhubung ke 1 router yang mana router antara pos satu dan yang lainnya saling terhubung menggunakan OLT. *Device* data yang digunakan untuk pengambilan data akan masuk ke *device* server pada pos pengamat menggunakan layanan *wireless*, kemudian data yang telah masuk ke pos pengamat dapat langsung dikirim ke antar pos pengamat dengan *device* server yang sama menggunakan layanan fiber optik untuk kemudian dikirim menuju server pusat.

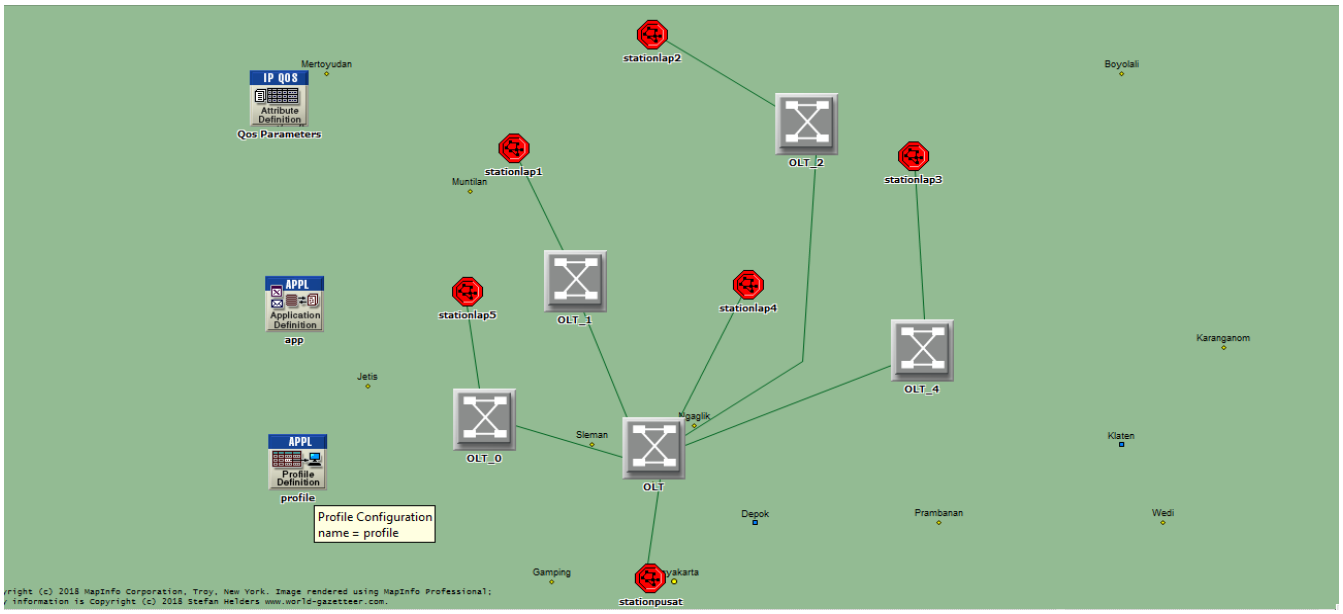


Gambar 3.6 Sub jaringan pos

Table 3.2 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*

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 3.7 Perancangan jaringan keseluruhan

Perancangan ini terdiri dari 5 sub pos yang masing-masing terdiri dari 8 *device* dan memiliki 1 *server* pusat yang saling terhubung antara satu sama lain dengan menggunakan *fiber optic* sebagai jalur komunikasinya.

Kemudian pada simulasi perancangan tersebut, akan didapat nilai *packet Sent*, *packet receiver* dan *packet delay*. Nilai-nilai yang didapat tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai sesungguhnya yang berupa nilai QoS yang meliputi nilai *throughput*, nilai *packet loss* dan *delay*.

3.3.3 Perhitungan hasil simulasi.

Perhitungan hasil simulasi untuk mendapatkan nilai yang diinginkan. Pada simulasi nilai yang keluar berupa nilai paket *sent*, nilai paket *receiver* dan nilai *delay*. Dari nilai yang didapat di cari dengan perhitungan agar mnedapatkan nilai *throughput* [2.1], *packet loss* [2.2] dan *delay* [2.3] agar dapat mengetahui nilai QOS yang merupakan parameter utama.

3.3.4 Hasil Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan analisis hasil penelitian dengan membandingkan hasil rancangan komunikasi M2M dengan parameter yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian tersebut adalah perhitungan hasil nilai *throughput, delay* dan *packet loss* yang kemudian akan dibandingkan dengan parameter QoS yang telah ditentukan oleh pihak telekomunikasi internasional.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Untuk nilai transmisi pengiriman data pada peringatan dini gunung meletus saat ini menggunakan teknologi GSM pada sensor dan teknologi HSDPA pada pengiriman antar pos yaitu:

Tabel 4.0 nilai pada peringatan dini saat ini secara keseluruhan.

No	Katagori	Nilai
1	*Throughput*	5,3 Mbps
2	*Paket loss*	3.6 %
3	*delay*	5.9 ms

Perancangan jaringan pada opnet menggunakan teknologi CDMA pada sensor dan fiber optic pada transmisi pengiriman antar pos. pada simulasi menghasilkan beberapa nilai keluaran diantaranya nilai packet sent, packet receive dan delay. Nilai keluaran tersebut dihasilkan berdassarkan pos yang dibentuk. Nilai output pada setiap pos pemantau antara lain :

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

4.2 Perhitungan Nilai *Throughput*

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan dapat ditemukan nilai *packet sent*, dan *packet received* 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* (Mbps)
1	Pos 1	1.7
2	Pos 2	1.6
3	Pos 3	1.6
4	Pos 4	1.7
5	Pos 5	1.7
6	Pos 6	1.6

4.3 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 received* 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 perhitungan 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.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa indek katagori *packet loss* 76% - 100 % merupakan katagori *throughput* yang sangat bagus. *Packet loss* dan *throughput* memliki hubungan yang sailing berkaitan. Dengan nilai *packet loss* sebesar 0.000587263% pada perancangan ini membuktikan bahwa katagori *throughput* sangat baik dengan nilai *throughput* sebesar 10 *megabit per second*. Setelah ditemukan nilai *throughput*, maka selanjutnya mencari nilai *delay*.

Tabel 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

4.4 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.

Tabel 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.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Perancangan komunikasi M2M pada peringatan dini gunung meletus menggunakan 2 jalur transmisi yaitu wireless CDMA pada bagian sensor pendeteksi dan fiber optic pada transmisi antar pos penjagaan.
2. Nilai hasil perancangan transmisi komunikasi M2M pada peringatan dini gunung Meletus :
    a) Nilai *throughput* dari pengiriman awal hingga menuju tempat tujuan adalah 10 Mbps dengan indikasi sangat baik sesuai dengan parameter yang yang ada. Nilai *throughput* berpengaruh terhadap nilai *loss*. Semakin kecil nilai *packet loss* maka semakin baik pula nilai *throughput* yang didapat.
    b) Jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman adalah 0.0005872633% dilihat dari parameter *delay* yang ada maka nilai tersebut masuk dalam indikasi sangat baik.
    c) Perbedaan selang waktu antara paket dikirim hingga munuju tujuan adalah 0.0000011 ms nilai tersebut terindikasi sangat baik sesuai dengan parameter yang telah tersedia.
3. Nilai *Throughp*ut pada peringatan dini BPPTKG adalah 5.3 Mbps dan pada perancangan adalah 10 Mbps. Nilai *packet loss* pada peringatan dini BPPTKG adalah 3,6 % dan pada perancangan adalah 0.0005872633 %. Nilai *delay* pada peringatan dini BPPTKG adalah 5.9 ms dan pada perancangan adalah 0.0000011 ms.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Harus lebih memperhatikan objek yang digunakan. Terutama pada jarak lokasi yang jauh., karena jarak sangat mempengaruhi nilai QoS.
2. Untuk penelitian lebih lanjut, hasil perancanaan M2M ini dapat ditindak lanjuti dengan diaplikasi kan secara lan

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] ETSI, "ETSI TS 102 690 - V2.1.1 - Machine-to-Machine communications (M2M); Functional architecture," vol. 1, pp. 1–280, 2011.

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

[4] Y. Zhang, R. Yu, S. Xie, W. Yao, Y. Xiao, and M. Guizani, "Home M2M networks: Architectures, standards, and QoS improvement," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 49, no. 4, pp. 44–52, 2011.

[5] M. Ramdhan, A. D. Nugraha, S. Widiyantoro, J. P. Métaxian, and A. A. Valencia, "Earthquake location determination using data from DOMERAPI and BMKG seismic networks: A preliminary result of DOMERAPI project," in *AIP Conference Proceedings*, 2015, vol. 1658.

[6] M. Ramdhan, A. D. Nugraha, S. Widiyantoro, S. Kristyawan, A. S. Sembiring, and J. P. Mtaxian, "Observation of seismicity based on DOMERAPI and BMKG seismic networks: A preliminary result from DOMERAPI project," in *AIP Conference Proceedings*, 2016, vol. 1730.

[7] 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.

[8] I. Iskandar and A. Hidayat, "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus : UIN Suska Riau)," *J. CorelIT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015.

[9] 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.

[10] H. Saragih, "UPLINK DAN KANAL DOWNLINK PADA PELAPISAN N- CDMA DAN W-CDMA MENGGUNAKAN KONTROL," vol. 18, no. 1, 2008.

[11] J. Kim, J. Lee, J. Kim, and J. Yun, "M2M service platforms: Survey, issues, and enabling technologies," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 61–76, 2014.

[12] S. Kwon and N. H. Lee, "Uplink QoS scheduling for LTE system," in *IEEE Vehicular Technology Conference*, 2011.

[13] R. S. L. dan M. Pinem, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet di SMK Telkom Medan," *Singuda Ensikom*, vol. 7, no. 3, p. 1, 2014.

[14] I. S. M. Parasian Silitonga, "Analisis Qos (Quality Of Service) Jaringan Kampus Dengan Menggunakan Microtic Routerboard (Studi Kasus : Fakultas Ilmu Komputer Unika Santo Thomas S.U)," *J. TIMES*, vol. III, no. 2, pp. 19–24, 2014.

[15] A. Meddeb, "Internet QoS: Pieces of the puzzle," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 48, no. 1, pp. 86–94, 2010.

[16] L. Taher, R. Basha, and H. El Khatib, "Establishing association between QoS properties in service oriented architecture," in *Proceedings - International Conference on Next Generation Web Services Practices, NWeSP 2005*, 2005, vol. 2005, pp. 163–168.