

Evaluasi Pemanfaatan *Wireless Internet Protocol Access System* di Kota Malang

evaluation on utilization of wireless internet protocol access system in malang city

Ahmad Budi Setiawan

Puslitbang APTIKA dan IKP, Badan Litbang SDM Kominfo
Medan Merdeka Barat No.9, Jakarta, 10110
ahmad.budi.setiawan@kominfo.go.id

Naskah diterima: 8 Februari 2012; Naskah disetujui: 7 Maret 2012

Abstract— WIPAS (Wireless Internet Protocol Access System) is one of the latest broadband technology. The technology was developed based on the model of point-to-multipoint wireless access system at a fixed or Fixed Wireless Access (FWA) which uses 26-GHz frequency band. With the magnitude of the frequency band used, WIPAS technology can accommodate the very large capacity of networks access traffic. In this study will be reviewed and evaluated the effectiveness of the use of WIPAS technology through the use of WIPAS technology case for community empowerment in Malang city. This study also described the utilize of WIPAS technology to see the benefits of using these technologies. This research was conducted with qualitative methods by evaluating the infrastructure has been implemented to see the effective the use of WIPAS. The results of this study is an evaluative study on the utilize of WIPAS in the Malang city, and recommendations for further implementation

Keywords— WIPAS, Network Access, intranet

Abstrak— WIPAS (Wireless Internet Protocol Access System) adalah salah satu teknologi pita lebar (*broadband*) yang terbaru. Teknologi tersebut dikembangkan berdasarkan model *point-to-multipoint access system* pada jaringan nirkabel tetap atau *Fixed Wireless Access* (FWA) dengan memanfaatkan pita frekuensi 26-GHz. Dengan besarnya pita frekuensi yang digunakan, teknologi WIPAS dapat menampung kapasitas akses untuk lalu lintas jaringan yang sangat besar. Dalam penelitian ini akan dikaji dan dievaluasi efektifitas penggunaan teknologi WIPAS melalui kasus pemanfaatan teknologi WIPAS untuk pemberdayaan komunitas di kota Malang. Dalam penelitian ini juga akan dideskripsikan pemanfaatan teknologi WIPAS untuk melihat manfaat penggunaan teknologi tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif dengan melakukan evaluasi terhadap infrastruktur yang telah dibangun untuk melihat efektifitas pemanfaatan WIPAS. Hasil penelitian ini adalah sebuah kajian evaluatif tentang pemanfaatan WIPAS di kota Malang dan rekomendasi untuk implementasi lebih lanjut.

Kata Kunci— WIPAS, Akses Jaringan, Intranet

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi perhatian yang serius untuk terus dikembangkan secara profesional, dan proporsional guna mendukung Pembangunan Daerah di segala bidang, yang merupakan sub sistem dari rangkaian pelaksanaan pembangunan Nasional, yang dilakukan oleh masyarakat bersama Pemerintah secara berencana, bertahap dan berkesinambungan sesuai dengan kondisi, potensi dan aspirasi masyarakat yang timbul dan berkembang di daerah. Sebagai konsekuensi memasuki adanya arus globalisasi yang begitu pesat, merupakan peluang sekaligus tantangan bagi pemerintah daerah yang memiliki keaneka ragaman, baik sosial budaya, sumber daya maupun kemampuannya yang berbeda, untuk mengembangkan potensi yang dimiliki guna mewujudkan kesejahteraan masyarakat di daerah. Kedudukan Pemerintah Daerah dalam pelaksanaan otonomi daerah adalah sebagai pusat kegiatan pemerintahan dan pembangunan, maka arus informasi yang cepat dalam berbagai kegiatan sangatlah diperlukan. Untuk mendukung hal tersebut perlu diciptakan sinergi yang lebih bersifat partisipatif dan dinamis dengan memanfaatkan peranan TIK dalam mendukung pembangunan di daerah.

Salah satu bentuk pemanfaatan atau implementasi bidang TIK yang dapat menunjang pembangunan dan perkembangan di daerah adalah pengembangan infrastruktur TIK yang memadai. Sehingga diperlukan berbagai upaya dengan disesuaikan dengan kondisi atau keadaan di daerah. Salah satu upaya tersebut adalah melalui pembangunan infrastruktur jaringan dengan menggunakan media *Wireless Internet Protocol Access System* (WIPAS) yang merupakan salah satu program Kementerian Komunikasi dan Informatika RI dan mendapat dukungan dari *Ministry of*

Internal Affairs and Communication (MIC) Japan, melalui hibah dari *Asia Pacific Telecommunity (APT)*.

Selain infrastruktur jaringan, juga dibangun akses poin (*ICT Access Point*) dan Telecenter yang ditempatkan di Kantor Pengolahan Data Elektronik, Universitas Brawijaya, SMAN1, SMAN 3, SMAN 4, SMAN 9 dan SMPN 1 dan *Telecenter* Pusat Koperasi Wanita Jawa Timur (Puskowanjati). Pada intinya proyek ini membangun jaringan intranet yang menghubungkan antara masing-masing lokasi (sekolah) yang dijadikan *ICT Access Point* dan *telecenter* dengan disertakan dua aplikasi yaitu untuk **video audio conference** dan **video archive** (*Infrastructure for Packet Based e-Learning Services Provided Via Satellite*, 2009). Dan sebagai media penghubung antar lokasi tersebut menggunakan media nirkabel (*wireless*) dengan frekuensi 26 GHz dengan teknologi *WIPAS*.

Dengan adanya jaringan intranet tersebut, dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran berbasis TIK oleh komunitas masyarakat Kota Malang. Sedangkan untuk sekolah-sekolah dapat memanfaatkan jaringan tersebut untuk saling bertukar informasi dan memberikan materi pembelajaran interaktif kepada siswa di masing masing sekolah tersebut. Disamping itu, Pemerintah Kota Malang mengharapkan kelanjutan pembangunan infrastruktur jaringan intranet dengan menggunakan teknologi *WIPAS* selanjutnya dapat memenuhi ketersediaan database sekaligus sebagai sarana komunikasi interaktif antara 3 (tiga) komponen utama dalam penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan yakni: pemerintah, masyarakat dan sektor swasta (bisnis) dalam rangka perwujudan tata kelola pemerintah yang baik (**Good Governance**) sesuai tuntutan reformasi.

B. Pemasalahan Penelitian

Pemilihan teknologi *WIPAS* untuk membangun infrastruktur jaringan Pemerintah Kota Malang merupakan inisiatif dari pemberi hibah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *WIPAS* jauh lebih tinggi dari *wireless*. Dengan menggunakan *WIPAS*, kekuatan akan bertambah dari 15 GHz menjadi di atas 26 GHz. Kecepatan akses tersebut sangat membantu dalam akses data yang lebih cepat. Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi *WIPAS* dalam membangun infrastruktur jaringan intranet untuk komunitas di lingkungan Pemerintah Kota Malang memiliki beberapa kendala yang kemudian menjadi pokok permasalahan dalam penelitian evaluatif ini. Permasalahan tersebut adalah tidak adanya regulasi dalam pemanfaatan pita frekuensi 26 GHz keatas yang dikeluarkan oleh Pemerintah melalui Direktorat Jenderal Sumber Daya Pos dan Informatika d/h Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi (Postel) selaku regulator dalam hal standarisasi dan pengaturan/pemetaan penggunaan frekuensi di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh karena tingginya pita frekuensi tersebut sehingga timbulnya permasalahan teknis dalam pemanfaatan perangkat *WIPAS* yang menggunakan pita frekuensi 26 GHz keatas.

Penggunaan pita frekuensi yang tinggi tersebut hanya diperbolehkan melalui perizinan telekomunikasi khusus dan hanya berlaku untuk sementara. Dengan demikian, Direktorat Jenderal Postel pada saat itu memberikan izin sementara untuk pemanfaatan teknologi *WIPAS* yang belum ada regulasinya di Indonesia dengan alasan untuk pemanfaatan dibidang riset. Setelah satu tahun penggunaan teknologi *WIPAS* terjadilah pro dan kontra dalam pemanfaatan teknologi *WIPAS* tersebut. Oleh karena itu adanya pro dan

kontra tersebut menjadi permasalahan dalam penelitian evaluatif ini guna menguji efektifitas dan manfaat pemanfaatan teknologi *WIPAS*.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan teknologi *WIPAS* dalam membangun infrastruktur jaringan intranet untuk pemberdayaan komunitas di Kota Malang. Dalam hal ini, komunitas yang dimaksud adalah komunitas pelajar dan mahasiswa yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk mengakses situs-situs pembelajaran secara virtual (*e-learning*). Penelitian evaluasi diharapkan dapat menguji efektifitas pemanfaatan teknologi *WIPAS*.

Dalam penelitian ini juga akan dideskripsikan pemanfaatan teknologi *WIPAS* untuk melihat manfaat penggunaan teknologi tersebut. Sementara itu, manfaat penelitian evaluatif ini adalah tersedianya rekomendasi dan solusi permasalahan pemanfaatan teknologi *WIPAS* untuk pemberdayaan komunitas pelajar di kota Malang.

D. Kerangka Teori

1) Teknologi Pita Lebar (Broadband)

Teknologi broadband secara umum didefinisikan sebagai jaringan atau layanan Internet yang memiliki kecepatan transfer yang tinggi karena memiliki jalur data yang besar. Telekomunikasi pita lebar merupakan salah satu arus telekomunikasi dunia saat ini. Setiap negara berusaha untuk membangun infrastruktur pita lebar dengan harapan infrastruktur ini akan meningkatkan efisiensi negara dan juga membuka jalan munculnya industri baru.

Sementara teknologi *Broadband Wireless Access (BWA)*, yang hingga sekarang masih dalam tahap pengembangan ini, adalah sebuah layanan akses data nirkabel dengan kecepatan tinggi. Teknologi ini memungkinkan kita mendapatkan akses internet yang cepat kapanpun dan dimanapun kita berada. Ada beberapa standar teknologi yang sedang diperjuangkan untuk menjadi standard global layanan BWA diantaranya: WCDMA, WiMAX, Mobile-fi, Wi-Fi, CDMA1xEVDO, HSDPA, dll.

2) Teknologi WIPAS

Teknologi *WIPAS (Wireless Internet Protocol Access System)* dikembangkan oleh Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT). Teknologi ini dikembangkan berdasarkan model *point-to-multipoint access system* pada jaringan nirkabel tetap atau *Fixed Wireless Access (FWA)* dengan memanfaatkan pita frekuensi 26-GHz. Pada mulanya, pengembangan teknologi *WIPAS* diperuntukkan untuk segmen rumah dan kantor kecil-rumah kantor (SOHO) (Yukihide, Tomotaka, Yasuhiro, Hideyuki, & Mitsuhiro, 2004). *WIPAS* menyediakan layanan akses broadband dengan teknologi nirkabel yang setara dengan serat optik. *WIPAS* memberikan kinerja terbaik untuk tipe layanan IP dengan tingkat transmisi 80 Mbit/s. Teknologi *WIPAS* juga kompatibel dengan teknologi jaringan serat optik FTTH (*Fiber To The Home*) dalam hal kecepatan biaya, transmisi dan antarmuka pengguna (Hitoshi, Akira, Yasunari, & Yoshihiko, 2010). Pengembangan *WIPAS* diharapkan dapat menjadi solusi bagi sistem komunikasi yang memiliki *Band width* besar.

Keunggulan Teknologi *WIPAS*, antara lain:

1. *WIPAS* merupakan teknologi pita lebar (*broadband*) baru dan dapat menampung kapasitas akses untuk traffic jaringan yang sangat besar.
2. *WIPAS* memungkinkan desain jaringan datar (*flat*) dan fleksibel
3. Perangkat *WIPAS* bersifat "*Light-Weight*", maksudnya; harga, berat dan ukuran perangkat *WIPAS* dapat dibandingkan dengan produk lain dengan daya transmisi yang sama
4. *WIPAS* memiliki hasil operasional yang sebenarnya (siap untuk digunakan dalam periode proyek)
5. *WIPAS* tidak memiliki Interferensi dengan gelombang frekuensi Radio lain karena *WIPAS* menggunakan pita frekuensi 26 GHz yang jarang digunakan untuk frekuensi komunikasi karena frekuensi tersebut sangat tinggi untuk telekomunikasi.

Model perangkat *WIPAS* yang telah dikembangkan adalah AP (*Access Point*), yang mempunyai antarmuka ke jaringan serat optik yang dipergunakan sebagai sebagai *core network*, terdiri dari : *RF unit (AP-RFU)* termasuk didalamnya antena dan *RF module*, dan *Interface Unit (AP-IFU)* dan WT (*Wireless Terminal*), yang terdiri dari *RF module*, antena dan *WT adapter* (Djunaedi, Hendratno, & Affandi, 2009). Dalam penggunaan frekuensi 26 GHz tentunya sangat rentan terhadap pengaruh redaman hujan.

3) Point to Multipoint Wireless Access

Sistem *Point-to-Multipoint* atau *Local Multipoint Distribution Service (LMDS)* yang diimplementasikan pada jaringan akses nirkabel pita lebar atau *Broadband Wireless Access (BWA)*, secara sejarah sama dengan sistem cellular atau *narrow band wireless local loop*. Sistem ini menyediakan wireless cell yang mencakup suatu area geografik yang spesifik (dengan radius sampai 4 mil) untuk mendeliver pelayanan telekomunikasi kepada pelanggan dalam area cell tersebut. *Bandwidth* koneksi ini dari 64kb/s sampai 155 Mb/s. Arsitektur *Point-to-Multipoint* juga menampakan beberapa karakteristik unik yang membedakan dari jaringan *public carrier* yang lain. Untuk menyediakan konsistensi dan kecocokan dengan jaringan kabel, arsitekturnya didesain untuk mendukung *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* (Ryutaro, 2006). Saat ini, ATM menawarkan protokol terdefinisi dan *quality of services metrics* paling bagus (Rappaport, 2002). Struktur *ATM cell* juga membolehkan transmisi dua arah berbagai macam media seperti suara, data dan video, dengan *adaptive layering* menjamin integritas medium.

Arsitektur *Point-to-Multipoint* dapat menggabungkan isi multimedia dan mengirimnya dari *single cell hub* melalui satu atau lebih *carrier* ke banyak pelanggan dalam cell yang telah ditentukan. Masing-masing pelanggan mengirim balik transmisi yang unik ke hub, menyelesaikan access loop.

Untuk menyempurnakan koneksi ini, *Time Division Multiplex* digunakan untuk jalur *outbound* atau *downstream* dimana paket informasi didalam wireless ATM frame. *Virtual Path Identifiers (VPI)* dan *Virtual Channel Identifiers (VCI)* dengan *ATM protocol* memberi alamat pada masing-masing packet dengan point tujuan mereka. *Inbound path* atau *upstream channel* di beri fasilitas melalui *Frequency Division Multiple Access (FDMA)* atau *Time Division Multiple Access (TDMA)*, tergantung pada karakteristik dari sirkuit yang diminta.

Biasanya, *FDMA* digunakan untuk sirkuit yang membutuhkan kecepatan diatas T1/E1, dan dimana *dedicated channel* selalu *on-line* untuk proses komunikasi. *TDMA* pada umumnya digunakan untuk kecepatan lebih rendah dari T1/E1, dimana kanal dibagi-bagi lebih dari satu pemakai. Di dalam skenario ini, trafik di dalam kanal dapat dialokasikan pada pemakai berbasis *Constant Bit Rate (CBR)* atau *Variable Bit Rate (VBR)*, tergantung pada kebutuhan pemakai. *TDMA* juga sangat berguna dimana alokasi spektrum kecil dan tidak mendatangkan untuk menyediakan pelanggan dengan individual *upstream channels*. Banyak sistem operator yang mempunyai pelayanan campuran dan target marget yang memerlukan dua kasus tersebut. Maka pilihan metode akses *TDMA* dan atau *FDMA* ke dalam satu sistem menjadi penting bagi pendesain sistem dan sistem operator.

E. Metodologi Penelitian

Penelitian evaluatif ini dilakukan dengan melakukan observasi pada lokasi implementasi pemanfaatan teknologi *WIPAS* dan mengamati kinerja perangkat yang terinstalasi baik dari aspek perangkat keras maupun perangkat lunak yang terinstalasi serta mengevaluasi permasalahan yang muncul setelah implementasi dilaksanakan.

1) Teknik Pengumpulan Data

Data yang diobservasi dalam penelitian ini adalah perangkat keras *WIPAS*, Perangkat Lunak (*Videoconference* dan *Video Archive*) dan fungsi keseluruhan sistem.

2) Teknik Analisis Data

Berdasarkan hasil observasi, data yang dianalisa berupa analisa implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, analisa

1. Untuk melihat efektifitas pemanfaatan *WIPAS* maka dilakukan penelitian yang ditujukan menguji dan mengevaluasi pemanfaatan teknologi *WIPAS* yang telah diimplementasikan untuk pemberdayaan komunitas pelajar di kota Malang. Penelitian dilakukan dengan cara:
 - a. Mengumpulkan data melalui observasi perangkat keras dan perangkat lunak.
 - b. Menganalisa implementasi perangkat keras dan perangkat lunak,
 - c. Menganalisa redaman hujan melalui hasil studi literatur dan hasil riset yang telah dilakukan oleh perguruan tinggi setempat.
2. menganalisa fungsi keseluruhan sistem berdasarkan hasil Final Test (FT). Langkah FT tersebut antara lain;
 - a. Test penerimaan sinyal (*signal reception test*),
 - b. Test antar titik ke titik (*node to next node test*),
 - c. Test aplikasi (*application test*).
3. Menganalisa Implementasi Jaringan Intranet Bagi Pemerintah Daerah

Untuk memperkaya hasil analisa, dalam penelitian ini juga dilakukan studi literatur.

II. GAMBARAN UMUM

A. Pembangunan Infrastruktur Jaringan Intranet di Kota Malang

Pada tahun 2007 Pemerintah Kota Malang, Jawa Timur pernah mendapatkan bantuan dari *Asia Pacific Telecommunity Japan (APT-J3)*, yang melibatkan tiga *stakeholders*, di antaranya Kementerian Koinfo, *Nippon Telegraph & Telephone (NTT) Advance Technology Corporation*, dan

sebuah kontraktor yakni, *Telecommunication Technology Commite (TTC)* dari Jepang. Bantuan insfrastruktur jaringan computer melalui pembangunan teknologi internet berbasis *WIPAS* dengan menambah kapasitas jaringan internet yang ada di lingkungan Pemkot Malang. Tujuan dari proyek penelitian ini adalah untuk mendesain dan mengimplementasikan jaringan intranet berkecepatan tinggi menggunakan media nirkabel (*wireless*) dengan teknologi *WIPAS (Wireless Internet Protocol Access System)* frekuensi 26 GHz yang dipergunakan untuk model pembelajaran jarak jauh (*video conference*) dan komunitas pembelajaran berbasis TIK atau *e-learning*.

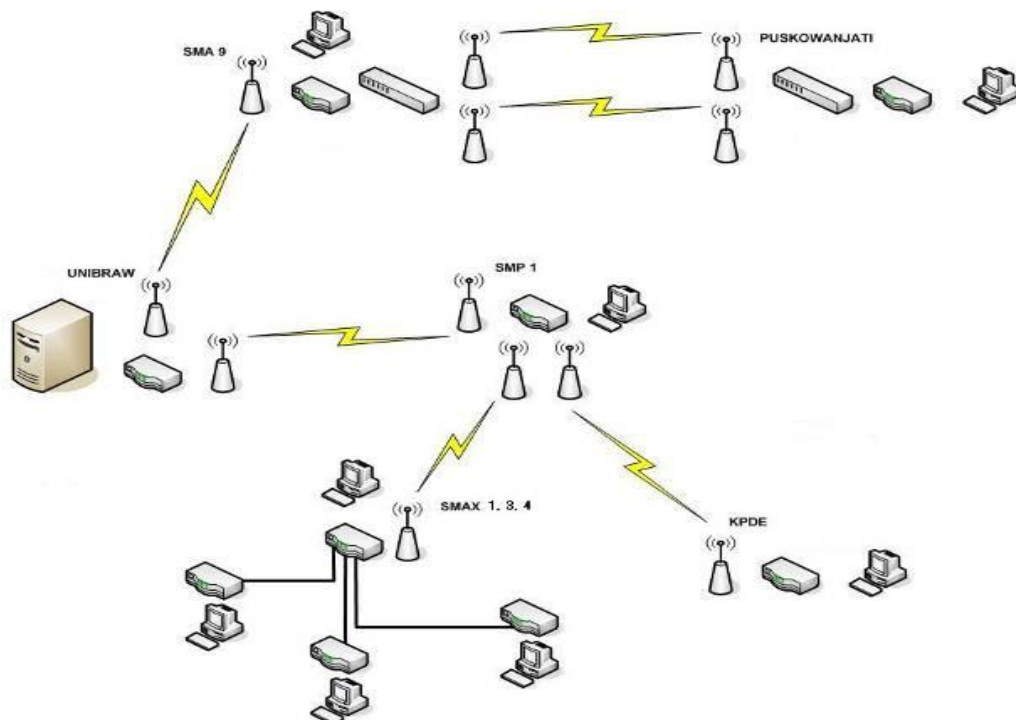
Pilihan *NTT Advance Technology Corporation (ATC)* jatuh ke Malang karena Malang dinilai serius menekuni *e-government*. Kerjasama ini merupakan kelanjutan kerjasama antara Universitas Brawijaya (Unibraw) Malang dengan Keio University, NTT ATC dan Pemkot Malang yang dimulai sejak setahun sebelumnya. Saat itu baru *WIPAS* yang dipasang baru 7 titik. Namun saat ini, NTT ATC sudah memasang tujuh titik *WIPAS*, yakni di SMPN 1, SMAN 3, SMAN 4, SMAN 9, Puskowanjati, Unibraw dan KPDE Pemkot Malang (APTICT Dev. Program, 2007). Pemasangan akan ditingkatkan menjadi 19 titik. Dari jumlah itu 14 titik akan dipasang di sekolah dan lima di kantor kecamatan, antara lain di sekolah model, MIN, SMKN 4, SMK Grafika. Menurut Kepala Kantor Pusat Data dan Elektronik Pemerintah Kota Malang, Dra. Tri Widyaningrum, M.Si; "Jaringan *WIPAS* akan menghubungkan jaringan sekolah di Malang dengan Jepang dan negara-negara yang tergabung dalam *Asia Pasific Telecommunication (APT)*. Pemasangan *WIPAS* di sekolah memudahkan dalam mengakses modul pembelajaran dari Jepang sebagai bahan pengkayaan materi pembelajaran".

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari pembangunan jaringan *WIPAS* adalah (APTICT Dev. Program, 2007):

1. Terbangunnya jaringan intranet berkecepatan tinggi dengan menggunakan *Wireless Internet Protocol Access System (WIPAS)*
2. Menambah pengetahuan khususnya pada bidang TIK, mengenai pengembangan jaringan komputer dengan media *wireless*.
3. Menambah pengetahuan dalam bidang teknologi pembelajaran berbasis TIK
4. Mengurangi kesenjangan digital

Secara umum sistem yang terbangun adalah jaringan intranet nirkabel berkecepatan tinggi menggunakan teknologi *WIPAS* yang menghubungkan sekolah SMPN 1, SMAN 1, SMAN 3, SMAN 4, SMAN 9, Universitas Brawijaya, dan Kantor Pengolahan Data Elektronik (KPDE) yang disebut *ICT Access Point*, dan Telecenter Pusat Koperasi Wanita Jawa Timur (PUKOWANJATI). Pembangunan infrastruktur jaringan intranet di Kota Malang memiliki landasan hukum sebagai berikut:

1. Peraturan Pemerintah Nomor: 8 Tahun 2003 tentang Pedoman Organisasi Perangkat Daerah;
2. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor: 7 Tahun 1999 tentang Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah;
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor: 50 Tahun 2000 tentang Tim Koordinasi Telematika Indonesia;
4. Instruksi Presiden Republik Indonesia No: 3 Tahun 2004 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan *e-Government*;
5. Keputusan Menteri Komunikasi dan Informasi Nomor: 69A/KEP/M.KOMINFO/10/2004 tentang Panduan Teknis Pembangunan dan Pengelolaan Infrastruktur dan Manajemen Sistem Informasi Pemerintah Pusat, Propinsi dan Kabupaten/ Kota;
6. Peraturan Daerah Kota Malang Nomor: 6 Tahun 2004 tentang Pembentukan, Kedudukan, Tugas Pokok, Fungsi dan Struktur Organisasi Badan dan Kantor Sebagai Lembaga Teknis Pemerintah Kota Malang;



Gambar 1 Skema instalasi jaringan intranet nirkabel WIPAS

7. Keputusan Walikota Malang Nomor: 356 Tahun 2004 tentang Tugas Pokok, Fungsi dan Tata Kerja Kantor Pengolahan Data Elektronik.

Pemanfaatan teknologi *WIPAS* dalam jaringan intranet ini dilakukan beberapa langkah sebagai berikut; sebagai langkah pertama yang dilakukan adalah analisis kebutuhan sistem disesuaikan dengan keadaan di lapangan. Langkah kedua adalah perancangan yang dilanjutkan dengan implementasi, pengujian, penyempurnaan, dan penerapan desain sistem. Untuk melengkapi infrastruktur yang ada, maka dalamnya disertakan aplikasi untuk *Video Converence* dan aplikasi *Video Archive* untuk pembelajaran.

B. Arsitektur Jaringan WIPAS

Dengan mempertimbangkan kondisi di lapangan sesuai letak masing-masing titik yang akan dibangun, maka dibuat desain untuk konfigurasi jaringan *WIPAS*, seperti pada Gambar 1.

C. Perangkat Keras (Hardware)

Dari konfigurasi jaringan dan hasil survei di lapangan, peralatan/ perangkat keras yang dipasang di masing-masing titik/lokasi adalah sebagai berikut :

TABEL 1. PERANGKAT *WIPAS* YANG DIINSTALASIKAN PADA TIAP LOKASI

LOKASI	PERANGKAT	JUMLAH
KPDE	WT antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment PC Router Kabel, dll	1 set 1 unit
Universitas Brawijaya	WT Antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment Spare WT Antenna Admin tool of <i>WIPAS</i> (software) PC Router (1) Laptop (1) Kabel, dll	2 set 4 set 1 unit 1 unit 1 unit
SMP 1	WT Antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment PC Router PC WebCam Kabel, dll	2 set 1 unit 1 unit 1 unit
SMA 1	PC WebCam Kabel, dll	1 unit 1 unit
SMA 4	PC WebCam Kabel, dll	1 unit 1 unit
SMA 3	WT Antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment Tower 32 m PC Router PC WebCam Kabel, dll	1 set 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit
SMA 9	WT antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment Switch PC Router PC WebCam Kabel, dll	3 set 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit
Puskowanjati	Tower 32 m	1 set

LOKASI	PERANGKAT	JUMLAH
	WT Antenna/ <i>WIPAS</i> Equipment Switch PC router Laptop Video Camcorder Tripod	2 set 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit

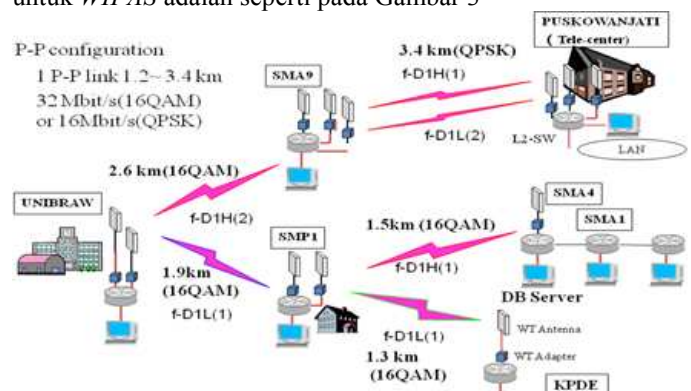
TABEL 2. SPESIFIKASI TEKNIS *WIPAS*

Frequency Band	26 GHz
Communication Protocol	TDM/TDD
Symbol Speed	20M Symbol / Sec
Modulation Scheme	16QAM/QPSK
Maximum Forward Rate of Ethernet Frame	QPSK : 40 Mbps (16 Mbps) 16 QAM : 80 Mbps (32 Mbps)
Transmission Power	QPSK : 14 dBm (ATPC : -9 to +11dBm) 16 QAM : 80 Mbps (ATPC : -6 to +14dBm)
Minimum Receiving Power	QPSK : -77 dBm 16 QAM : -69 dBm
Interface	100 Base-T or 10 Base-TX
Antenne	18cm Flat Anenna (31.5 dBi)
Transmission Range	3-4 km (Line of Sight)
Security	Algoritma Enkripsi triple-DES terimplementasi pada hardware



Gambar 2. Perangkat *WIPAS* (Sumber : NTT East, 2007)

Dari spesifikasi teknis pada Tabel 2, maka konfigurasi untuk *WIPAS* adalah seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Konfigurasi Jaringan *WIPAS*

Dengan jarak masing-masing lokasi antara 1.3 km sampai dengan 3,4 km, maka untuk mendapatkan hasil yang optimal dilakukan langkah sebagai berikut :

- Untuk jarak di bawah 3 km menggunakan modulasi 16 QAM.

- Untuk jarak di atas 3 km, menggunakan modulasi QPSK

Berdasarkan desain di atas, jaringan baru dikembangkan di Malang didasarkan pada teknologi *WIPAS* dan menggunakan lingkungan seperti SOI Asia untuk video dan sistem audio. Jaringan ini direncanakan untuk komunikasi dan berbagi pengetahuan serta informasi antara masyarakat (komunitas) sekitar Puskowanjati, KPDE, SMP 1, SMA1, SMA 3 dan SMA 4. Adapun komunitas yang dimaksud adalah komunitas pembelajaran dengan model *e-learning*.

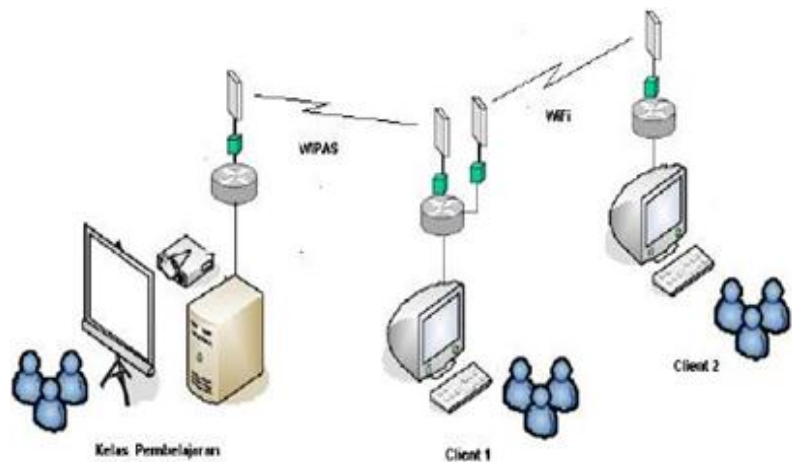
SOI ASIA adalah Proyek pembelajaran jarak jauh dengan memanfaatkan internet (*e-learning*) berbasis satelit untuk menyediakan lingkungan internet dengan cara lebih murah, mudah digunakan, dan lebih layak untuk universitas yang berlokasi di daerah di mana lingkungan Internet tidak cukup berkembang. Proyek ini Melalui SOI Asia dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi yang diperlukan oleh sumber daya manusia IT untuk pembangunan di Asia saat ini.

Melalui infrastruktur jaringan nirkabel merupakan salah satu alternatif untuk pengembangan model pembelajaran *e-learning*. Pengembangan Jaringan dilakukan di Sekolah Menengah Atas di Kota Malang dengan memanfaatkan Jaringan *WIPAS* sebagai backhaul. Pengukuran kinerja jaringan dipergunakan adalah untuk *synchronous learning*.

Setiap lokasi dilengkapi dengan router berbasis PC dan sistem operasi FreeBSD. Sistem *WIPAS* digunakan untuk menghubungkan masing-masing lokasi. Jaringan *WIPAS* menggunakan skema pengalamatan IPv4 dan IPv6. Skema IPv4 digunakan untuk operasi internal sementara skema IPv6 digunakan untuk menghubungkan jaringan dengan jaringan intranet SOI Asia melalui Universitas Brawijaya.

D. Implementasi Perangkat Lunak (Software)

Untuk menjamin keberlanjutan dan kesinambungan jaringan intranet yang diimplementasikan, maka digunakan perangkat lunak Open Source karena karena bebas biaya dan memudahkan untuk mendapatkan informasi / dokumentasi dalam fase operasional. Selain itu juga digunakan perangkat lunak *operation-proofed*, seperti Video Conference (VIC) perangkat lunak untuk video dan *Robust Audio Tool* (RAT) untuk memanfaatkan video-audio pembelajaran dari SOI



Gambar 5. Konfigurasi jaringan untuk *e-learning*

Asia. Semua bahan lainnya dan arsip disimpan di komputer server dan dapat diakses dengan menggunakan web browser.

E. VIC (Video Conference)

VIC merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk *videoconference*, dapat dipergunakan secara *point to point* atau secara *multiparty* dengan melibatkan banyak peserta. Untuk penggunaan *point to point*, mekanisme yang digunakan adalah *unicast*. Untuk bisa melakukan *conference* dengan *point to point* ini, kita harus mengetahui alamat dari komputer yang akan digunakan untuk melakukan *conference*. Sedangkan untuk *conference* dengan melibatkan banyak peserta, digunakan mekanisme *multicast*. Dengan mekanisme ini semua peserta *conference* harus mengetahui alamat *multicast* yang akan digunakan untuk *conference* bersama. Perangkat lunak VIC ini telah didesain untuk keperluan *unicast* maupun *multicast* dan pada versi ini (2.8) juga telah mendukung penggunaan IPv6.

1) RAT (Robust Audio Tool)

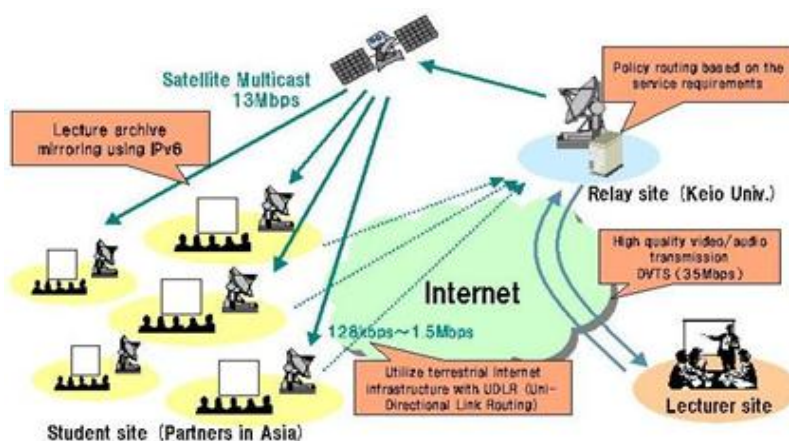
RAT merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menangani audio, ketika melakukan *video conference*. RAT merupakan pasangan VIC. Perangkat lunak ini juga telah didesain untuk keperluan *unicast* maupun *multicast* dan pada versi ini juga telah mendukung penggunaan IPv6.

2) Video Archive

Pada jaringan ini terdapat satu *server* yang digunakan untuk menyimpan file-file video untuk pembelajaran. Saat ini yang telah tersimpan adalah untuk pembelajaran biologi.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

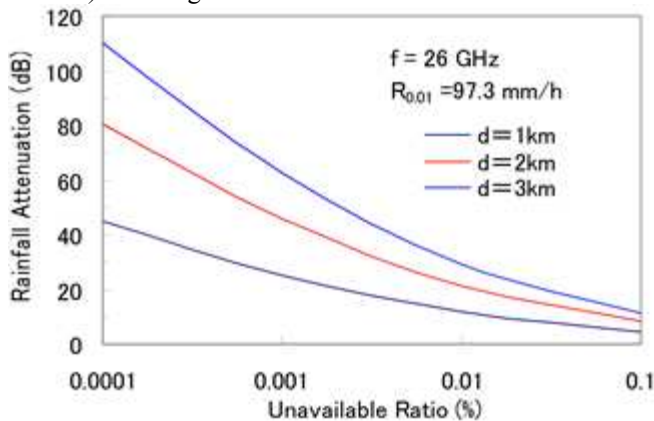
Kebutuhan jaringan nirkabel saat ini semakin meningkat, mengingat jaringan nirkabel ini lebih fleksibel, mudah pengoperasiannya, dan lebih murah harganya. Dengan meningkatnya permintaan jaringan akses nirkabel untuk layanan multimedia broadband dengan kecepatan dan kinerja tinggi seperti mobile internet, video conference telah mendorong pada penggunaan spektrum frekuensi radio yang lebih tinggi yaitu pada frekuensi 20 - 40 GHz. Saat ini yang telah banyak beredar di pasaran untuk perangkat nirkabel adalah perangkat yang bekerja dengan



Gambar 4. Konfigurasi Jaringan SOI Asia (sumber: SOI Asia)

frekuensi 2.4 GHz, atau yang berstandar IEEE 802.11 b/g atau WiFi (*Wireless Fidelity*).

Untuk memenuhi kebutuhan layanan multimedia broadband, diperlukan perpaduan antara perangkat yang digunakan untuk jaringan distribusi menggunakan WiFi dan *backhaul* yang dapat menyediakan *bandwidth* yang lebih besar. Pada jaringan ini *backhaul* WIPAS menggunakan perangkat yang bekerja pada frekuensi 26 GHz, WIPAS. Dari hasil perencanaan dan pemodelan, yang dipergunakan untuk memenuhi layanan multimedia pembelajaran, *synchronous e-learning*, diperlukan kecepatan aliran data (*throughput*) minimal, yaitu pada sinyal penerimaan minimal (*received signal minimal*) -76 dBm. Dari hasil implementasi sistem, ada tiga hal yang perlu diuraikan dan dievaluasi adalah; perangkat keras WIPAS, Perangkat Lunak (*Videoconference* dan *Video Archive*) dan fungsi keseluruhan sistem.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Redaman Hujan Terhadap Akses Jaringan

A. Analisis Redaman Hujan

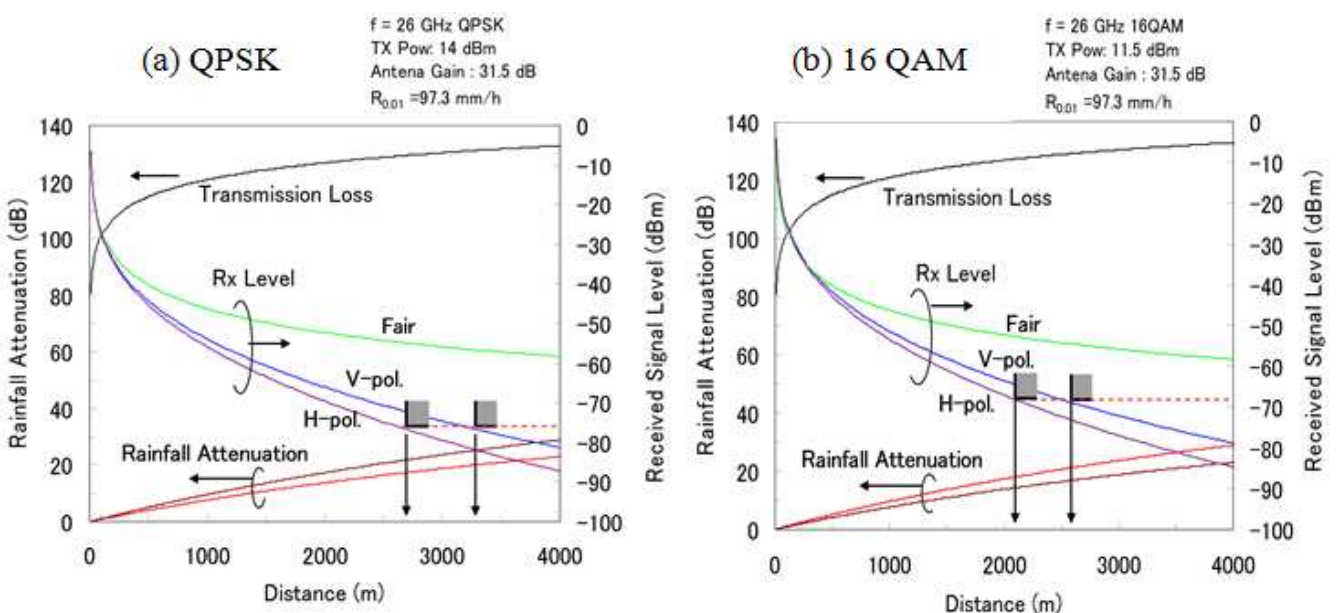
Mengingat untuk frekuensi tinggi (diatas 10 GHz) faktor redaman hujan cukup besar pengaruhnya dan di Kota Malang,

curah hujan juga cukup tinggi, maka perlu dilakukan analisis pengaruh redaman terhadap performa WIPAS (Habibuddin & Gamantyo, 2010). Dari hasil evaluasi didapatkan pengaruh redaman hujan pada perangkat yang bekerja pada frekuensi 26 GHz (frekuensi kerja WIPAS), ditunjukkan seperti pada Gambar 6.

Kinerja WIPAS diukur berdasarkan hasil pengukuran curah hujan yang dikonversikan menjadi redaman hujan dan juga hasil pengukuran received level, throughput dan delay pada sistem. Jaringan WIPAS sering loss contact saat curah hujan di atas 63 mm/jam atau redaman hujan mencapai 20 dB (Habibuddin & Gamantyo, Analisis Pengaruh Redaman Hujan Pada Sistem Komunikasi Pita Lebar WIPAS, 2010). Link yang sejajar dengan arah kedatangan hujan akan memiliki nilai redaman yang kecil. Link yang tegak lurus terhadap arah kedatangan hujan memiliki nilai redaman yang lebih besar. Korelasi nilai redaman antara dua link sebesar 0.4 termasuk korelasi yang agak rendah, setiap terjadi penurunan received level dari satu link maka pada umumnya (terkadang tidak) diikuti dengan turunnya received level dari link lainnya.

Berdasarkan spesifikasi perangkat WIPAS dan faktor rugi-rugi transmisi yang disebabkan oleh redaman, maka perangkat ini dapat memberikan hasil yang optimum pada jarak 3 km – 3,5 km dengan menggunakan modulasi QPSK dan jarak 2 km – 2,5 km menggunakan modulasi 16 QAM, seperti di tunjukkan pada Gambar 7.

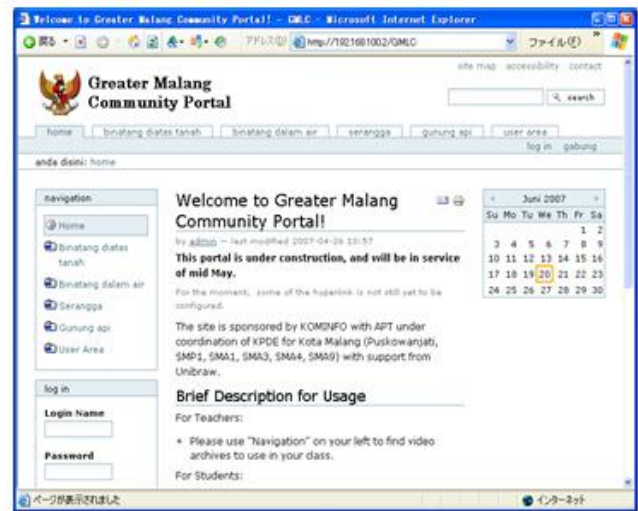
Untuk parameter kinerja WIPAS yang lainnya adalah throughput dan delay, semakin kecil nilai received level pada WIPAS maka nilai throughput juga semakin kecil. Nilai throughput tercatat paling kecil 157,25 Kbs dengan nilai received level -76 dBm. Disarankan menggunakan teknik mitigasi untuk mengurangi pengaruh redaman hujan seperti teknik diversity, teknik menaikkan daya pancar saat terjadi hujan secara otomatis, pemasangan relay dan sebagainya.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Performa WIPAS (Sumber : NTT East, 2007)



(a) Simulasi Pengoperasian VIC dan RAT



(b) Portal Video Archive

Gambar 8. Aplikasi Perangkat Lunak

B. Analisa Perangkat Lunak

Perangkat lunak VIC dan RAT digunakan untuk keperluan konferensi dengan melibatkan banyak peserta yang terkoneksi melalui internet secara *real time* menggunakan metode *multicast* dan menggunakan sistem pengalamatan menggunakan IPv6. Sedangkan untuk *video archive* dapat diakses dengan menggunakan *webbrowser*, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

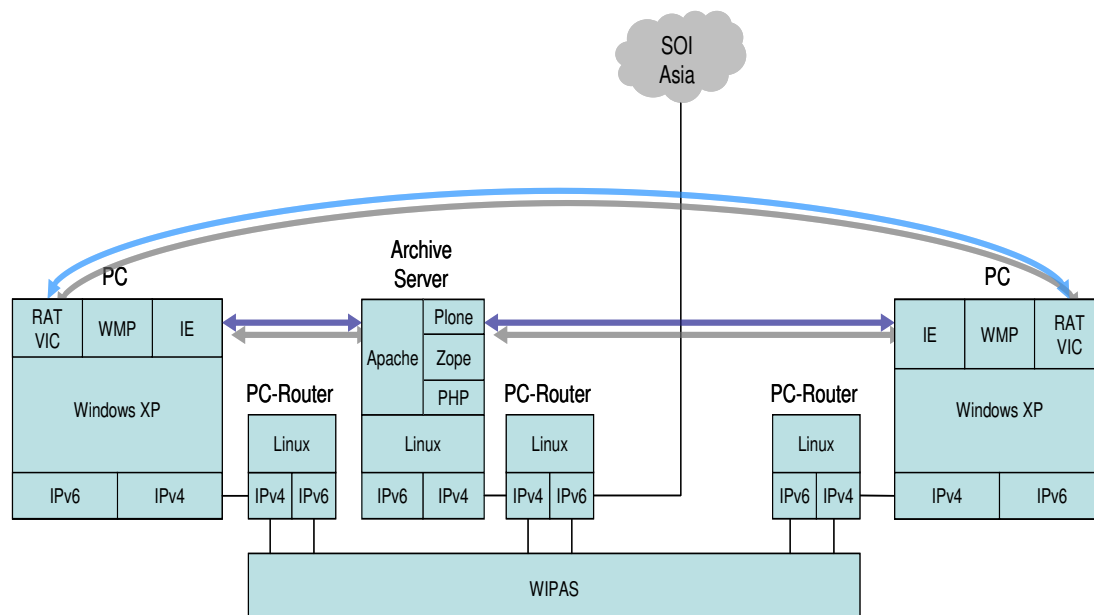
C. Analisis Fungsi Sistem

Aplikasi dan konten adalah fitur lain yang penting dari jaringan baru karena sosialisasi sistem dengan komunitas setempat untuk mempromosikan pemanfaatan di masa depan, terutama setelah periode proyek dengan memastikan keberlanjutan proyek. Interkoneksi dengan SOI Asia dan INHERENT merupakan salah satu fitur utama dari jaringan baru karena memungkinkan pemanfaatan lebih lanjut dan kesinambungan jaringan baru di masa depan.

Secara umum fungsi jaringan intranet pita lebar (*brodband*) dan berkecepatan tinggi yang telah dibangun ini dapat berfungsi sebagaimana yang telah direncanakan. Sebagai keseluruhan sistem, diagram sistem yang dikembangkan seperti pada Gambar 9.

PC-Router dikonfigurasi untuk merutekan *Unicast* dan *Multicast* pada *Internet Protocol Version 4 (IPv4)* dan *Internet Protocol Version 6 (IPv6)*. Dengan demikian, jaringan ini adalah memberikan fungsi yang sangat fleksibel, seperti spesifikasi aplikasi SOI dan aplikasi ordinal pada saat yang sama. Konfigurasi tersebut juga memungkinkan *multicast* pada jaringan ini dapat mengurangi kepadatan lalu lintas (*traffic*) jaringan secara signifikan, terutama ketika banyak pengguna yang menggunakan aplikasi *real-time* seperti video teleconference. Teknologi ini sangat berguna tentang fakta bahwa jaringan itu sendiri memiliki keterbatasan.

Server pengarsipan telah di-set-up dengan Zope dan Plone yang menggunakan system Operasi Linux. Hal ini untuk menangani permintaan HTTP termasuk video streaming dari



Gambar 9. Diagram Sistem Konfigurasi Jaringan WIPAS

PC di lokasi proyek. Default web browser dan video player digunakan untuk menerima konten pembelajaran yang disebarkan dari Universitas Brawijaya selaku pengelola. Dengan Plone, siap digunakan untuk membangun situs Portal, dan juga mudah untuk mempertahankan dengan mudah cadangan dan memulihkan. Sistem Operasi Linux dan Plone adalah Perangkat Lunak Open Source dan banyak dimanfaatkan melalui Internet sehingga mudah untuk menemukan dokumentasi jika masyarakat lokal Malang ingin memperluas server sendiri. Server juga di set-up dengan lebih dari 100 arsip video yang dapat dimanfaatkan di dalam kelas aktual Malang.

D. Hasil Final Test (FT)

Untuk memastikan kinerja jaringan *WIPAS* yang digunakan pada proyek pembangunan infrastruktur jaringan untuk pemberdayaan komunitas, maka dilaksanakan Uji Akhir atau *Final Test* (FT). Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tes penerimaan sinyal (*signal reception test*); menguji dengan mengumpulkan tingkat penerimaan gelombang radio 26GHz di setiap lokasi
2. Tes dari satu titik ke titik lainnya (*node to next node test*); tes ini bertujuan untuk menguji penerimaan sinyal dari satu titik ke titik yang lain. Tes dilakukan dengan mengumpulkan data throughput dari transmisi data pada tiap titik lokasi.



Gambar 10. Contoh hasil tes penerimaan sinyal

```
WITH TCP
-----
# iperf -s

Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 64.0 KByte (default)
-----
[ 4] local 192.168.200.1 port 5001 connected with 192.168.200.2
port 49236
[ 4] 0.0-10.0 sec 36.0 MBytes 30.2 Mbits/sec

WITH UDP
-----
# iperf -c 192.168.200.1 -u

Client connecting to 192.168.200.1, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 9.00 KByte (default)
-----
[ 3] local 192.168.200.2 port 57117 connected with 192.168.200.1
port 5001
[ 3] 0.0-10.0 sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec
[ 3] Sent 893 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.0 sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.078 ms 0/ 893
(0%)
```

Gambar 11. Hasil Test titik ke titik dari Unibraw ke SMA 9

WITH TCP

```
#iperf -c 192.168.200.1
```

```
Client connecting to 192.168.200.1, TCP port 5001
TCP window size: 32.5 KByte (default)
```

```
[ 3] local 192.168.200.2 port 49236 connected with 192.168.200.1 port
5001
[ 3] 0.0-10.0 sec 36.0 MBytes 30.2 Mbits/sec
```

WITH UDP

```
#iperf -s -u -i 1
```

```
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 41.1 KByte (default)
```

```
[ 3] local 192.168.200.1 port 5001 connected with 192.168.200.2 port
57117
[ 3] 0.0- 1.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.095 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 1.0- 2.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.114 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 2.0- 3.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.094 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 3.0- 4.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.088 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 4.0- 5.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.087 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 5.0- 6.0 sec 129 KBytes 1.06 Mbits/sec 0.071 ms 0/ 90 (0%)
[ 3] 6.0- 7.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.101 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 7.0- 8.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.160 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 8.0- 9.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.086 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 9.0-10.0 sec 128 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.075 ms 0/ 89 (0%)
[ 3] 0.0-10.0 sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.079 ms 0/ 893 (0%)
```

Gambar 12. Hasil Test titik ke titik dari SMA 9 ke Unibraw

3. Tes aplikasi (*application test*); tes untuk menguji kelayakan aplikasi

Sebagai hasil dari keseluruhan test, throughput dari jaringan adalah sekitar 30 Mbps. Contoh hasil tes penerimaan sinyal dan contoh hasil tes penerimaan sinyal dari satu titik ke titik yang lain ditunjukkan pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12.

Sistem *WIPAS* yang beroperasi pada pita frekuensi 26 GHz memiliki kelemahan, yaitu sangat rentan terhadap cuaca. Apabila turun hujan maka performansi sistem akan sangat terganggu, bahkan tidak dapat beroperasi sama sekali. Sistem *WIPAS* hanya bersifat komunikasi jarak pendek (*short range communication*) dan tidak sesuai untuk meng-cover area yang luas. Dengan demikian sistem *WIPAS* cocok diaplikasikan pada wilayah urban/perkotaan khususnya di pusat-pusat komunitas.

E. Analisis Implementasi Jaringan Intranet Bagi Pemerintah Daerah

Dari sudut pandang pemerintah daerah, pembangunan infrastruktur jaringan intranet dengan teknologi *WIPAS* dapat dikembangkan untuk memberdayakan komunitas. Disamping itu infrastruktur jaringan intranet dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari implementasi tata kelola pemerintah secara elektronik (*e-government*) daerah. Implementasi *e-government* yang ditunjang dengan infrastruktur yang memadai dapat dipromosikan untuk meningkatkan pelayanan bagi masyarakat setempat di daerah Malang. Sejalan dengan perkembangan *e-government*, pemerintah lokal dapat menambahkan situs lain dalam jaringan *WIPAS* untuk mempromosikan pemanfaatan TIK lebih lanjut, termasuk aplikasi elektronik untuk sistem pemerintah daerah.

Dengan dukungan infrastruktur yang telah diimplementasikan, perluasan konektivitas Internet di manapun akan memiliki dampak yang signifikan terhadap daerah Malang. Hal ini bermanfaat untuk mengurangi kesenjangan digital dan beralih ke model pelayanan

pemerintah yang lebih modern. Promosi pemanfaatan TIK dapat menjadi kebijakan prioritas bagi pemerintah setempat. Dengan demikian, kota Malang dapat fokus dalam mengembangkan *e-government* sebagai penyelenggaraan pemerintah yang baik.

Kendala dalam hal pemanfaatan teknologi *WIPAS* dalam pemberdayaan komunitas di Kota Malang adalah belum adanya regulasi penggunaan frekuensi 26 GHz keatas yang dikeluarkan oleh pemerintah. Regulasi penggunaan frekuensi yang berlaku di Indonesia dikeluarkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika tepatnya dibawah naungan Direktorat Jenderal Sumber Daya Perangkat Pos dan Informatika (dahulu Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi). Regulasi penggunaan frekuensi tertinggi di Indonesia adalah untuk penggunaan frekuensi 24 GHz. Pemerintah Kota Malang harus meminta perizinan Telekomunikasi Khusus untuk dapat menggunakan teknologi *WIPAS* yang menggunakan frekuensi 26 GHz.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi evaluasi implementasi teknologi *WIPAS* dalam pembangunan infrastruktur jaringan intranet di kota Malang, dapat disimpulkan :

1. Pengembangan infrastruktur jaringan dengan teknologi *WIPAS* untuk pemberdayaan komunitas di kota Malang sangat efektif karena perangkat tersebut mempunyai lebar jalur yang memadai untuk melewati data yang besar sehingga memungkinkan melakukan *videoconference* untuk pembelajaran jarak jauh.
2. Teknologi *WIPAS* merupakan salah teknologi akses jaringan nirkabel pita lebar (*broadband wireless access*) menggunakan merupakan pita frekuensi 26 GHz. Penggunaan pita frekuensi tersebut sangat tinggi untuk diimplementasikan di Indonesia dan belum ada regulasi yang mengatur penggunaan frekuensi tersebut. Disamping itu, *WIPAS* memiliki kendala dengan cuaca terutama curah hujan.
3. Dari hasil analisis performa *WIPAS*, perangkat tersebut masih dapat beroperasi secara optimal pada jarak 3,4 km dengan menggunakan modulasi QPSK, sedangkan untuk jarak dibawah 3 km menggunakan modulasi 16 QAM.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *WIPAS* hendaknya dapat dipasang di semua titik lokasi pada Dinas/Instansi di Pemerintah Kota

Malang, karena secara teknis penggunaannya sangat menguntungkan bagi kelancaran proses manajemen pemerintahan sehingga dapat berdampak terhadap peningkatan kualitas pelayanan publik.

2. Teknologi *WIPAS* dapat direkomendasikan untuk mempromosikan aplikasi elektronis pemerintahan yang membutuhkan kecepatan akses yang tinggi.
3. Perlunya regulasi untuk mengatur penggunaan frekuensi 26 GHz yang diperuntukkan bagi instansi pemerintah terutama di daerah.
4. Perlu adanya kerjasama lanjutan untuk mengadakan evaluasi dan monitoring terhadap peralatan *WIPAS* dengan pihak NTT East agar bila terjadi gangguan, dapat segera terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- APTICT Dev. Program. (2007). *Final Reort APT ICT Development Programme*. Jakarta: APTICT Dev. Program.
- Djunaedi, S., Hendratno, G., & Affandi, A. (2009). *Pengembangan Jaringan Akses Nirkabel Pita Lebar Berbasis WiFi Pada Backhaul WIPAS Untuk e-Learning*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Galadja. (2009). *Infrastructure for Packet Based e-Learning Services Provided Via Satellite*. Vol. 9 No.1.
- Habibuddin, & Gamantyo, H. (2010). *Analisis Pengaruh Redaman Hujan Pada Sistem Komunikasi Pita Lebar WIPAS*. Surabaya, Indonesia: Master Thesis of Electrical Engineering, ITS.
- Habibuddin, & Gamantyo, H. (2010). *Prediksi Redaman Hujan Pada Sistem Komunikasi Pita Lebar (WIPAS) Di Malang Dengan Metode SST*. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana X-ITS*.
- Hitoshi, H., Akira, M., Yasunari, T., & Yoshihiko, S. (2010). *Advance Wireless IP Access System Compatible With FTTH*. *NTT Technical Review Journal*, Vol. 8 No. 11.
- Rappaport, T. (2002). *Wireless Communications Principles and Practice*. USA: Prentice Hall, Inc.
- Ryutaro, O. (2006). *Experience of Low-cost 26 GHz Fixed Wireless Access System in Japan – WIPAS*. *Telektronik*, Vol.2.
- Yukihide, M., Tomotaka, Y., Yasuhiro, H., Hideyuki, M., & Mitsuhiro, B. (2004). *Improvement to WIPAS for Application Area Expansion*. *NTT Technical Review*, Vol. 2 No. 9.