

# Desain Protokol Komunikasi Sensor Cloud Untuk Sistem Monitoring Lingkungan

Rahman<sup>1)</sup>

Lab Sistem Informasi Universitas Islam Negeri Alauddin<sup>1)</sup>

E-mail: aarkhl@gmail.com<sup>1)</sup>

**Abstrak**—Aktivitas monitoring lingkungan melibatkan penggunaan sensor-sensor yang ditempatkan secara terpisah. Semakin baik sebuah sistem pemantauan berarti semakin banyak menggunakan sensor. Masalahnya adalah setiap sensor harus mampu mengirim data-data rekaman lingkungan ke suatu sistem pusat analisis informasi dan pemantauan. Pengiriman informasi tersebut akan sangat murah jika menggunakan jaringan komunikasi publik yang dipakai secara bersama. Konskuensinya kestabilan dan kecepatan koneksi jaringan publik tidak dapat dipastikan mengingat sangat tergantung pada kepadatan penggunaan jaringan tersebut. Sementara sisi lain sensor-sensor adalah peralatan elektronika sederhana yang tidak dilengkapi dengan kemampuan pemrosesan yang tinggi. Oleh karena itu desain sebuah protokol pertukaran pesan teks yang ringan dan sederhana hanya pada fungsi penyampaian dan penerimaan pesan (pertukaran pesan) adalah solusi yang tepat mengatasi hal tersebut. Protokol ini harus bersifat *lightweight*, tidak memerlukan bandwidth komunikasi yang besar, tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi, kompatibel dengan berbagai perangkat berbasis protokol TCP/IP sebagai protokol komunikasi standar di jaringan publik, dan mudah dipahami.

**Kata Kunci**— Protokol, *Cloud Sensor*, *validitas*, akuisisi data, Monitoring Lingkungan.

**Abstract** — Activities of environmental monitoring involve the use of sensors that are placed separately. The better a monitoring system the greater the use of sensors in the system. The problem is that each sensor must be able to send data records to computer server on cloud that behaves as a central system for environment analysis and monitoring information. Using Internet public communication to deliver such information is a cheap solution with flexibility of placing sensor everywhere. Consequently stability and speed of the network connection can not be ensured. As a public line, the network is highly dependent on the density of the network usage. While on the other side the sensors are simple electronic devices that are not equipped with high processing capability. Therefore the design of a text message exchange protocol that is lightweight and simple to the function of delivering and receiving messages (message exchange) is the right solution to overcome it. This protocol must be lightweight, does not require a large communication bandwidth, does not require high computing capability, compatible with various devices based on TCP / IP as the standard communications protocol in a public network, and easily understood.

**Keywords** — Protocol, Cloud Sensor, Data Acquisition, Environmental Monitoring, Validity

## I. PENGENALAN

AKTIVITAS monitoring lingkungan telah menjadi bagian dari solusi preventif berbagai bencana di Indonesia. Khususnya bencana alam banjir, telah menjadi bencana rutin setiap pergantian musim kemarau menjadi musim hujan. Satu faktor tersebut telah menjadi dasar yang cukup bagi instansi yang berkepentingan termasuk para peneliti untuk mengimplementasikan teknik *forecasting* atau peramalan kondisi lingkungan dalam rangka mempersiapkan langkah-langkah antisipatif untuk setiap kemungkinan prediksi bencana alam yang diyakini akan terjadi. Sistem antisipasi bencana ini paling banyak diterapkan adalah sistem monitoring lingkungan berbasis

sensor-sensor kondisi lingkungan.

Sistem berbasis sensor mengandalkan dua proses utama untuk kepentingan prediksi kondisi lingkungan mendatang. Proses pertama adalah proses perekaman kondisi lingkungan dengan beberapa parameter yang telah ditetapkan. Beberapa parameter tersebut diantaranya kelembababn udara, suhu udara, curah hujan, kecepatan angin, dan lainnya yang berhubungan langsung atau tidak langsung dengan lingkungan. Penetapan suatu parameter merujuk pada metode *forecasting* yang akan digunakan. Metode *forecasting* ini juga telah dipilih dari metode-metode yang terbukti melalui eksperimen peneliti-peneliti sebelumnya. Meskipun ada banyak metode *forecasting* dengan variasinya

masing-masing, akan tetapi penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak parameter pemantauan lingkungan semakin positif level prediksinya. Namun disisi lain juga menjadi faktor sebab sistem jauh lebih rumit.

Selanjutnya data-data rekaman kondisi lingkungan yang didapatkan dari pembacaan sensor ditangani oleh proses kedua. Proses kedua ini adalah proses yang menentukan hasil peramalan. Suatu algoritma dieksekusi dengan menjadikan data-data pembacaan sensor sebagai input proses. Pemrosesan bisa berlangsung *offline* ataupun secara *online (realtime)*. Namun demikian baik proses *offline* maupun *online* membutuhkan rangkaian data-data rekaman sensor secara periodik menurut waktu tertentu. Konsekuensinya setiap saat menurut periode data yang diperlukan, setiap pembacaan sensor harus direkam untuk keperluan data-data periodik tersebut.

Proses pertama pengambilan parameter-parameter lingkungan melalui sensor hingga proses eksekusi algoritma menghadapi kendala teknis yang butuh implementasi protokol yang efisien. Sebab suatu prediksi lingkungan tidak bisa hanya mengandalkan parameter lingkungan yang dibaca pada suatu lokasi saja. Paling tidak harus mengambil data parameter lingkungan dilokasi yang berbeda-beda dan berjauhan. Demikian juga suatu parameter memerlukan satu sensor tersendiri. Jadi secara teknis akan membutuhkan pemasangan sensor-sensor yang cukup banyak yang terpisah dari pusat perekaman data, untuk mengimplementasi sistem peramalan kondisi lingkungan.

Faktor teknis lain yang perlu solusi adalah media komunikasi untuk mengirim data sensor ke pusat perekaman data. Solusi paling murah adalah jaringan internet publik protokol TCP/IP yang memiliki kompatibilitas tinggi dengan berbagai peralatan sensor. Maslaahnya adalah ketidakstabilan koneksi dan sensor –sensor yang tersedia tidak disertai kemampuan pemrosesan yang tinggi dan tidak tersedianya protokol komunikasi yang siap pakai dan standar.

Solusi untuk itu adalah sebuah protokol pertukaran pesan yang ringan yang bekerja pada protokol TCP/IP.

## II. DESAIN PROTOKOL

Pada prinsipnya protokol adalah sebuah perangkat lunak. Namun demikian protokol adalah perangkat lunak yang menetapkan spesifikasi bagaimana suatu sistem atau perangkat lunak dan perangkat keras berkomunikasi. Protokol

menetapkan standar-standar kode, bahasa, format hingga waktu berlaku suatu pesan yang dipertukarkan sebelum dianggap kedaluarsa. Protokol pertukaran pesan untuk data sensor paling tidak mencakup desain berikut:

### A. Format Data dan Bahasa

Protokol ini bekerja diatas lapis protokol tingkat tinggi yang menggunakan protokol TCP sebagai basis pertukaran data. TCP menjamin pesan yang dikirim sampai tanpa cacat. Keuntungan lainnya memungkinkan mengirim teks kompleks tanpa harus terikat dengan kode dasar ASCII dari teks tersebut. TCP akan menangani setiap teks pada level lebih bawahnya tanpa perlu pengguna memahaminya. Ini memungkinkan implementasi protokol bahasa tingkat tinggi diatas lapisan protokol TCP.

Untuk bahasa protokol tingkat tinggi, maka format XML dengan TAG tidak terikat digunakan dalam protokol ini. Penggunaan bahasa XML memungkinkan perancang protokol menggunakan bahasa natural (bahasa inggris atau bahasa indonesia). Sementara TAG -TAG XML dapat digunakan sebagai penanda fungsi atau parameter, sedangkan *value* TAG adalah perintah eksekusi fungsi atau nilai dari parameter.

Keuntungan lain, XML adalah bahasa *markup* tingkat tinggi yang populer digunakan. Sifatnya yang dinamis menjadikan hampir semua *parser* XML dapat digunakan dalam rancangan protokol ini. Hal ini menjadikan kehandalan protokol lebih terjaga mengingat penggunaan *parser* yang telah teruji penelitian.

### B. Message

Proses komunikasi antara sensor dengan pusat perekaman data diatur oleh protokol dalam bentuk pertukaran pesan (*message exchange*). Pesan ini berupa teks bahasa natural yang diatur dalam format XML. Tidak seperti protokol tingkat rendah, pesan ini tidak perlu penanda awal dan akhir pesan. Bahkan sifat dinamis XML memungkinkan penyisipan atau pengurangan informasi yang dapat dibawa oleh satu pesan yang dikirimkan. Hal ini menambah fitur fleksibilitas pada desain protokol ini.

### C. Store-Request-Response

Proses komunikasi perangkat sensor dengan pusat perekaman data dilakukan dengan mempertukarkan pesan. Sisi sensor akan mengirimkan data pembacaan sensor pada kondisi normal. Untuk merespon data yang telah diterima oleh pusat rekaman data, maka pusat data akan mengirimkan pesan penyampaian bahwa data

telah diterima. Oleh karena itu mode komunikasi pesan ini diimplementasikan dengan sistem *store-response*. Pada model *store-response*, protokol menggunakan dua format XML pesan yakni format penyampaian data (*store message*) dan format informasi status pengiriman data (*response message*).

Pada skenario lain, saat data *realtime* pembacaan kondisi lingkungan diperlukan maka kondisi alur komunikasinya akan berbeda. Sebab pada proses penyampaian data sensor pada perekaman, prosesnya adalah proses rutin berdasarkan waktu pembacaan sensor yang telah ditetapkan sebelumnya. Ini berarti sensor akan mengetahui kapan harus mengirim data ke pusat perekaman data hanya dengan menyesuaikan waktu operasi sensor saat itu. Namun pada skenario pembacaan *realtime*, permintaan parameter bacaan sensor bisa kapan saja dan tidak terikat waktu konfigurasi sensor. Oleh sebab itu permintaan *realtime* dalam kondisi normal, berasal dari suatu *client* yang diteruskan oleh suatu server di pusat data ke sensor-sensor yang dituju. Proses ini disebut *pooling system*.

Pada proses *pooling*, sistem pusat data menerima pesan pembacaan *realtime* data dari klien. Pesan *realtime* ini disebut *request message*. Pesan ini oleh sistem pusat data akan diteruskan ke sensor yang dituju sebagai permintaan pembacaan *realtime* (*request message*). Sensor akan mengirimkan pembacaan saat itu pada server pusat data yang selanjutnya diteruskan ke klien yang meminta layanan tersebut dalam bentuk *response message*. Oleh sebab itu skenario ini melibatkan format pesan *request-response*.

#### D. Login Request

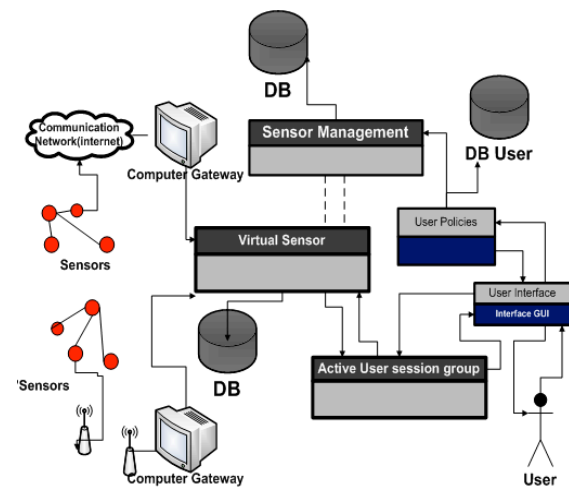
Sistem sensor berkomunikasi dengan pusat data menggunakan protokol TCP/IP sebagai dasar protokol pertukaran pesannya. Sebagai metode perlindungan standar, setiap sensor yang mencoba berkomunikasi dengan pusat data harus telah terdaftar pada pusat data. Proses validasi ini dilakukan dengan mengirimkan pesan permintaan koneksi (*login request*) dari sisi sensor ke pusat data.

Konsep *login message* ini pada dasarnya sama dengan pesan *request response*. Beda dari keduanya adalah pada format XML dan TAG yang digunakan. Pada permintaan login menggunakan TAG identifikasi sensor dan password koneksi. Sedangkan pesan balasan adalah status login dan nomor id login jika berhasil divalidasi oleh pusat data.

### III. IMPLEMENTASI

#### A. Model Sistem

Sistem memadukan tiga bagian utama, yaitu Akuisisi data, sistem database dan antarmuka sistem disertai program aplikasi sebagai media akses pengguna. Setiap bagian dari ketiga bagian sistem menangani sensor individual sebagai unit-unit mandiri. Pola akuisisi data, penyimpanan dan program antarmuka sistem mengikuti *template* dinamis yang dikomunikasikan melalui pesan-pesan XML. Gambar 1 memperlihatkan bagian utama arsitektur sistem sebagai lapisan-lapisan sistem yang disatukan menjadi arsitektur sensor cloud.



Gambar 1. Lapisan-lapisan arsitektur sistem sensor cloud

#### B. Format XML dan Bahasa Natural Login Message

Bagian akuisisi data pada sistem merupakan bagian logik yang menangani konektivitas dengan sensor fisik dan aplikasi *user* yang meminta layanan data secara *realtime*. Sisi sensor akan sangat beragam, demikian juga komputer klien pada bagian pengguna sistem akan sangat beragam dari sisi jenis perangkat lunaknya. Namun demikian, ketidakseragaman ini dapat dengan mudah diatasi menggunakan teknik

```
<Data>
  <Connection-Request-Message>
    <messageType>Connection-Request-Message</messageType>
    <ownerID>AA-0002</ownerID>
    <password>XXXXX</password>
    <sensorID>0003</sensorID>
  </Connection-Request-Message>
</Data>
```

Gambar 2. Contoh penggunaan XML

pertukaran pesan berbasis XML. XML pada dasarnya adalah bahasa teks tingkat tinggi yang dapat mengakomodasi penggunaan bahasa natural

dalam protokol komunikasi komputer.

Gambar 2 adalah contoh format data XML untuk penyampaian permintaan login pengguna pada sistem. Pesan XML ini menggunakan bahasa natural bahasa Inggris. Dalam hal ini, XML masih tetap harus mengikuti format standar yang telah ditetapkan.

Bahasa XML bersifat dinamis. Perancang dapat dengan leluasa memetakan fungsi komunikasi dengan menggunakan TAG -TAG XML secara bebas. Bebas dalam pengertian leluasa membuat TAG baru untuk merepresentasikan fungsi komunikasi yang baru. Selain TAG, teks yang diapit oleh TAG buka dan TAG tutup juga dapat diterjemahkan secara bebas oleh perancang.

Intinya adalah XML memberikan keleluasaan bagi perancang protokol untuk mendefinisikan fitur protokol nyaris tanpa batas. Di satu sisi XML adalah format data yang paling populer saat ini dan menjadi bahasa standar untuk teknologi komunikasi yang lebih modern seperti *Web Service*. Ini berarti bahwa ada banyak sekali *tool* dan *parser* yang mendukung XML dengan performa yang teruji.

### C. Login Request

Jaringan internet adalah jaringan publik yang mengekspos sistem dan data secara sengaja ke khalayak ramai. Karakteristik komunikasi internet ini selain melahirkan kemudahan juga memberi peluang penyalagunaan akses dan informasi. Setiap orang tanpa dapat dicegah bisa mengakses sistem cloud sensor dimana saja kapan pun. Oleh karena itu sistem proteksi menjadi hal yang penting menjadi standar dasar dalam membangun sistem berbasis layanan internet. Sistem login menjadi proteksi standar sistem cloud sensor. Setiap pengguna yang akan mengakses data melalui cloud server harus dinyatakan sebagai klien yang valid menurut data registrasi klien yang tersimpan pada server.

Pada sistem sensor cloud, pusat sistem adalah server cloud sensor yang berada pada pusat koneksi internet dengan koneksi cepat dengan bandwidth yang besar. Setiap data tersimpan pada server ini. Data tersebut terdiri dari data sensor, data klien, data perekaman parameter lingkungan dari waktu ke waktu, hingga data akses pengguna. Karakteristik pemusatan data ini membawa konsekuensi tingkat kerentanan sistem ada pada server. Untuk itu, proteksi sistem terutama terhadap akses pada server data tersebut. Proteksi ini diterapkan dengan mewajibkan setiap koneksi baik dari sisi sensor untuk perekaman data

maupun dari sisi pengguna untuk mengakses data, harus melalui proses validasi sebelum diijinkan mengakses data. Atas alasan ini, protokol validasi login diterapkan pada sisi sensor dan sisi pengguna. Pada sisi sensor, sensor hanya dapat mengirimkan data pembacaan kondisi lingkungan setelah server menyetujui pengiriman data tersebut. Sama halnya dengan pengguna, pengguna hanya mungkin mengakses data pada server atau mengakses secara langsung

```
<Data>
  <Push-Data>
    <MessageType>Push-Data</MessageType>
    <MessageID>1</MessageID>
    <SensorID>0003</SensorID>
    <Value>37</Value>
    <DateTimeRecording>7/16/2012 8:57:24 PM</DateTimeRecording>
  </Push-Data>
</Data>
```

Gambar 4.1. Pesan storing (push-data)

mengakses secara langsung

```
<Data>
  <Acknowledgment-Message>
    <MessageType>Acknowledgment-Message</MessageType>
    <MessageID>1</MessageID>
    <AckStatus>SUCCESS</AckStatus>
    <Message>OK!</Message>
  </Acknowledgment-Message>
</Data>
```

Gambar 4.2. Pesan acknowledgment message

```
<Data>
  <Request-Response>
    <MessageType>Connection-Request-Message</MessageType>
    <Response>NEEDLOGINFIRST</Response>
    <Message>You don't have any session activated!</Message>
  </Request-Response>
</Data>
```

Gambar 3.

(remote sensor) setelah

```
<Data>
  <Acknowledgment-Message>
    <MessageType>Acknowledgment-Message</MessageType>
    <MessageID>76</MessageID>
    <AckStatus>FAILEDDUPLICATE</AckStatus>
    <Message>Duplicate record found!</Message>
  </Acknowledgment-Message>
</Data>
```

Gambar 4.3. Pesan acknowledgment data ganda

server mengakui hak akses pengguna menurut data registrasi pada database server.

Implementasi protokol validasi login menggunakan format data XML *login request* dan *login response*. Pada pesan login, XML data terdiri dari informasi klien, nama pengguna dan password akses (gambar 2). Sedangkan pada pesan *response*, server mengirimkan status permintaan sensor atau klien. Data *response* akan berisi informasi apakah login telah berhasil dilakukan atau belum. Pesan *response* juga memasukan informasi terkait dengan status permintaan tersebut.

Sisi klien diimplementasikan dengan prinsip kebebasan. Pengguna yang wajib menyertakan validasi login adalah pengguna yang ingin mengakses sensor secara *remote*. Format XML permintaan akses *realtime* dilakukan sekaligus sebagai pesan permintaan data *realtime*. Ini berarti server cloud tidak pernah menyimpan sesi koneksi setiap pengguna yang mengakses sensor secara *remote*. Setiap koneksi *remote* akan segera ditutup oleh server jika memenuhi salah satu dari dua keadaan. Keadaan tersebut yaitu koneksi telah

melampaui waktu tunggu komunikasi dan pengguna telah menerima response pembacaan realtime dari sensor.

#### D. Akuisisi Data

Proses akuisisi data pada sistem sensor cloud adalah proses *store-response* (Gambar 4). Proses bekerja dengan prinsip keaktifan pada sisi sensor. Sensor mengirim data ke server sensor cloud sesuai dengan perencanaan perekaman data. Setiap data yang diterima server akan diproses dan dibalas (*response*) oleh server yang menjelaskan status dari data tersebut. Status data bisa berupa data duplikasi, data gagal tersimpan atau bahkan sisi sensor tidak menerima pesan balasan sama sekali. Masalah yang terakhir ini bisa karena beberapa faktor seperti server yang bermasalah, server shutdown atau masalah pada saluran komunikasi. Seluruh masalah yang timbul dari proses *store-response* menjadi tanggung jawab sisi sensor. Sensor harus dilengkapi dengan strategi untuk menjadwalkan ulang setiap rekaman data yang gagal tersimpan atau tidak mendapatkan tanggapan dari server. Demikian juga sisi sensor harus mengatur dan mengingat sesi validasi login yang menunjukkan keabsahan sensor berkomunikasi dengan server.

Strategi ini sangat penting untuk menghemat waktu dan sumber daya server. Server adalah pusat interaksi setiap sensor. Untuk skala besar dengan sensor berjumlah ribuan, server akan kehabisan waktu dan sumber daya jika harus digunakan untuk melakukan pengecekan dan validasi setiap kegagalan komunikasi dengan sensor. Oleh karena itu sensor harus memastikan setiap parameter berjalan normal untuk efisiensi sistem secara keseluruhan.

#### E. Realtime Mode (Pooling Process)

Interaksi pengguna terhadap sistem merupakan permintaan pengguna terhadap data pengukuran berlangsung atau data-data rekaman sensor.

Permintaan data *real time* menjadikan alur *Virtual Sensor* melakukan *request* secara langsung data menuju sensor fisik dan meneruskannya kepada pengguna. Pada mode ini, posisi sistem hanya meneruskan permintaan dari pengguna melalui perantara *virtual sensor*. Permintaan diteruskan oleh *virtual sensor* untuk mengidentifikasi jika sensor fisik telah memiliki nilai baru. Hal ini ditetapkan berdasarkan konfigurasi sistem.

Berbeda dengan operasi *real time*, mode *historical data request* tidak mensyaratkan sistem berinteraksi langsung dengan sensor fisik ataupun

*computer gateway*. Sistem akan memanfaatkan database yang berisi data-data rekaman sensor terkait diwaktu-waktu sebelumnya. Gambar 5 memperlihatkan implementasi protokol permintaan data realtime oleh pengguna melalui server cloud sensor. Server cloud sensor akan meneruskan permintaan tersebut menuju sensor fisik yang menjadi tujuan.

Protokol XML terdiri atas tiga pesan berbeda sesuai dengan pihak-pihak berinteraksi yakni sisi pengguna, sisi server data di pusat cloud sensor

```
<Data>
  <Realtime-Request-Message>
    <messageType>Realtime-Request-Message</messageType>
    <ownerID>00FF-12DE</ownerID>
    <password>xxxxxx</password>
    <sensorID>0003</sensorID>
    <requesterID>1793</requesterID>
  </Realtime-Request-Message>
</Data>
```

Gambar 5.1. Pesan realtime dari pengguna

```
<Data>
  <Realtime-Request-Message>
    <messageType>Realtime-Request-Message</messageType>
    <requesterID>1793</requesterID>
  </Realtime-Request-Message>
</Data>
```

Gambar 5.2. Pesan realtime balasan sensor

```
<Data>
  <Realtime-Response-Message>
    <messageType>Realtime-Response-Message</messageType>
    <requesterID>1793</requesterID>
    <sensorID>0003</sensorID>
    <value>40</value>
    <dateTimeRecording>7/16/2012 9:24:27 PM</dateTimeRecording>
  </Realtime-Response-Message>
</Data>
```

Gambar 5.3. Pesan realtime balasan untuk pengguna

dan sisi sensor yang menjadi tujuan permintaan data *realtime* pengguna.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Teknik Evaluasi Kinerja Protokol

Untuk menguji kinerja protokol pada sistem digunakan 3 parameter pengujian fungsi layanan sistem, yaitu validasi login, konsistensi proses akuisisi data, dan waktu eksekusi data massif.

Fungsi layanan sistem dievaluasi dengan mengeksekusi fitur-fitur yang ada dan melihat output keluaran sistem. Pengujian ini mencoba menampilkan informasi pengukuran sensor secara *realtime* pada web browser dan rekaman perekaman sebelumnya. Kinerja protokol ditinjau dari keberhasilan proses mengirim dan menampilkan data.

Sementara validitas dan konsistensi mengukur kemampuan sistem mengidentifikasi kesalahan format pertukaran data dan

mengkomunikasikannya dengan sensor gateway sebagai client. Mencegah duplikasi data selama proses akuisisi berlangsung. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan koneksi berbasis local area network (LAN) dan internet yang mengirim data menuju sistem. Pengujian mengamati tingkat keberhasilan pemindahan unit data, melihat jumlah unit data yang berhasil diproses dalam 1 siklus komunikasi sampai 3 siklus komunikasi. Unit yang gagal adalah unit data yang tidak berhasil diproses server setelah 3 kali percobaan komunikasi.

### B. Real Time Monitoring Request Test

Tampilan luaran monitoring melalui sensor-sensor yang terpasang dapat dipantau secara *realtime* melalui antarmuka sistem berbasis web. Data pantauan akan tampil dan berubah berdasarkan perubahan pemantauan parameter

Current Measured Values		
Parameter Names	Current Value	Unit
Temperature	30	°C
Relative humidity	41.6	%RH
Wind	10	Km/h

Gambar 6. Tampilan grafis beberapa parameter pengukuran sensor yang ditampilkan dalam mode *real time*.

lingkungan oleh sensor-sensor fisik yang terpasang. Gambar 6 adalah tampilan nilai-nilai pengukuran dari beberapa parameter lingkungan. Nilai-nilai tersebut menunjukkan hasil pengukuran sensor saat itu disertai dengan unit satuan yang menjadi acuan pengukuran sensor. Mode *real time di-update* saat *request* ulang atau *refresh* halaman web browser. Tampilan tersebut menunjukkan proses implementasi protokol XML berjalan baik tanpa masalah.

### C. Simulasi Akuisisi dan Penyimpanan Data Sensor

Untuk menguji daya dukung protokol sistem terhadap proses akuisisi data yang valid dan konsisten dalam menangani data massif, disimulasikan dengan pengiriman sejumlah unit data pada karakter jaringan berbeda. Jaringan pertama menggunakan LAN wireless dengan kecepatan 54 Mbps. Sedangkan jaringan kedua menggunakan koneksi internet dengan kecepatan upload/download 64K/200K.

TABLE I. HASIL PADA WIRELESS LAN

Jumlah data	1 Siklus	Gagal	Waktu (detik)
10 unit	10	0	0.531
100 unit	100	0	3.812
1000 unit	1000	0	42.735

TABLE II. HASIL PADA JARINGAN INTERNET

Jumlah data	1 Siklus	Gagal	Waktu (detik)
10 unit	10	0	2.500
100 unit	100	0	24.031
1000 unit	1000	0	281.344

Hasil pengujian memperlihatkan seluruh unit data dari seluruh kasus simulasi mencapai server cloud sensor dan diproses berhasil melalui satu siklus komunikasi. Dengan demikian unit data yang terdeteksi mengalami pengiriman ulang 2 siklus dan 3 siklus adalah 0 (nol). Sedangkan unit gagal (tidak berhasil dalam 3 siklus pengiriman) juga 0 (nol). Jenis dan kecepatan koneksi memperlihatkan hasil yang berbeda secara signifikan terhadap waktu pengiriman unit-unit data.

## V. KESIMPULAN

Infrastruktur cloud sensor yang diimplementasikan dengan dukungan teknologi jaringan publik (internet) dengan memanfaatkan teknologi XML untuk merancang pola komunikasi mandiri tanpa tergantung pada protokol TCP/IP yang masih terlalu umum. Perancang dapat membuat spesifikasi khusus yang mengadopsi fungsi terbatas dari sistem komunikasi sensor cloud. Sifat fleksibilitas XML dan dukungan *parser* yang andal adalah keuntungan yang optimal untuk protokol ini.

Rancangan protokol yang tepat dapat menambah daya guna sensor-sensor fisik dalam aktivitas monitoring lingkungan. Secara fisik sensor dapat ditempatkan terpisah secara geografis dengan pengguna, namun dapat diakses tanpa kendala berarti. Demikian pula halnya sensor fisik yang tunggal dapat dimanfaatkan bersamaan oleh beberapa pengguna sistem dengan manajemen *session* pengguna.

Simulasi model transmisi data-data pemantauan lingkungan menuju infrastruktur cloud sensor memberi jaminan validitas dan konsistensi penyampaian data hingga 100% pada kondisi konektivitas rendah 64K/200K berbasis internet.

Sistem mampu menangani 1000 unit data secara bersamaan oleh akses paralel client dengan jaminan data yang tampil pada sisi pengguna adalah data yang diukur pada sisi sensor.

#### REFERENCES

- [1] A. Iwai, M. Aoyama, "Automotive Cloud Service Systems Based on Service-Oriented Architecture and Its Evaluation". 2011 *IEEE 4<sup>th</sup> International Conference on Cloud Computing*.
- [2] C. Doukas, I. Maglogiannis, "Managing Wearable Sensor Data through Cloud Computing". *IEEE 2011 Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science*
- [3] F. Satoh, M. Itakura, "Cloud-based Infrastructure for Managing and analyzing Environmental Resources". *IEEE 2011 Annual SRII Global Conference*.
- [4] M. Yuriyama, T. Kushida, "Sensor –Cloud Infrastruture, Physical Sensor Management with Virtualized Sensors on Cloud Computing", *IEEE 2010 13<sup>th</sup> International Conference on Network-Based information System*.