

Pengembangan Sistem *Piconet Pervasive* pada Transmisi *Data Rate Video Streaming* Melalui *Bluetooth*

Andi Hasad¹, Abdul Hafid Paronda²

Abstract—The purpose of this research is to develop *Piconet Pervasive* system from previous research that analyzed security system and optimized system performance of video streaming rate data transmission over *Bluetooth Piconet Pervasive* network, using *Symbian OS* on the client side. This research was still running on client side *Symbian* platform by using point-to-point topology. Based on previous research, in this study, *Piconet pervasive* system is developed. The system runs on *Android* and *Symbian* operating system on the client side, using point-to-multipoint topology. This research is a quantitative research with experimental method. Data analysis is carried out using descriptive statistics method. In this paper, a *piconet pervasive* system that meets *Cisco* standard from previous research is developed, by optimizing server-side and *Bluetooth* device on client-side, where the result of packet loss meets *Cisco* standard. All average values of throughput, delay, jitter, and packet loss parameters are eligible for *Cisco* standard video streaming for 5 m and 10 m measurements, where packet loss is below 5%. The results show that the greater the interference of *Wi-Fi* on the *Bluetooth Piconet Pervasive* network, the quality of video received by the client (*mobile phone*) decreases, marked by the increasing value of average packet loss obtained during the video streaming.

Intisari—Makalah ini mengembangkan sistem *Piconet Pervasive* dari penelitian sebelumnya yang menganalisis keamanan sistem dan melakukan pengoptimalan terhadap kinerja sistem pada transmisi *data rate video streaming* melalui jaringan *Bluetooth Piconet Pervasive*, dengan sistem operasi *Symbian* pada sisi *client*. Penelitian tersebut hanya berjalan pada platform *Symbian* pada sisi *client*. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, dalam makalah ini dikembangkan sistem *Piconet pervasive* yang berjalan di atas sistem operasi *Android* dan *Symbian* pada sisi *client*, menggunakan topologi *point-to-multipoint*. Makalah ini membahas penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan metode eksperimen. Analisis data dilakukan menggunakan metode statistik deskriptif. Dalam makalah ini, berhasil dikembangkan sistem *piconet pervasive* yang memenuhi standar *Cisco* dari penelitian sebelumnya dengan melakukan pengoptimalan pada sisi *server* dan peranti *Bluetooth* di sisi *client*, dengan hasil *packet loss* yang didapatkan memenuhi standar *Cisco*. Semua nilai rata-rata dari parameter lantasan (*throughput*), tunda (*delay*), *jitter*, dan *packet loss* telah memenuhi syarat untuk melakukan *video streaming* sesuai standar *Cisco* untuk jarak pengukuran 5 m dan 10 m, dengan *packet loss* yang didapatkan di bawah 5%. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar interferens *Wi-Fi* pada jaringan *Bluetooth Piconet*

Pervasive, maka kualitas *video* yang diterima di *client* (*telepon seluler*) semakin berkurang, ditandai dengan semakin besarnya nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan selama *video streaming*.

Kata Kunci— *Bluetooth*, *Video Streaming*, *Data Rate*, *Pengembangan Sistem*, *Piconet Pervasive*.

I. PENDAHULUAN

Bluetooth merupakan teknologi *wireless* yang dapat menghubungkan perangkat *mobile* yang berbeda melalui pita *Industrial Scientific Medical (ISM)*. Standar yang digunakan *Bluetooth* mengacu pada spesifikasi *IEEE 802.15*, yang dapat menghubungkan berbagai perangkat *mobile* seperti komputer/*notebook* dengan telepon seluler apabila pada komputer/*notebook* dan telepon seluler tersebut terdapat fasilitas *Bluetooth*. *Bluetooth* dapat berkomunikasi dengan peralatan lain pada jarak 10 meter, bahkan saat ini telah dikembangkan standar baru yang dapat menjangkau jarak 100 meter. Meskipun teknologi *Bluetooth* telah dimiliki oleh rata-rata telepon seluler maupun komputer, tetapi pemanfaatannya masih belum maksimal. Umumnya, pengguna telepon seluler ataupun komputer menggunakan *Bluetooth* hanya untuk bertukar informasi/data. Hal ini dikarenakan *Bluetooth* memiliki kelemahan terbesar yaitu keterbatasan *bandwidth* [1].

Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai hal ini, salah satunya dengan melakukan pengujian berbagai transmisi *video streaming* menggunakan jaringan *Bluetooth* pada telepon seluler untuk *stream video clip* dan *real time video* dari telepon seluler ke komputer dan dari komputer ke telepon seluler menggunakan platform *Java*. Hasilnya, kualitas video yang dikirim semakin berkurang seiring dengan bertambahnya jarak dan adanya interferens *Wi-Fi* [2].

Pada salah satu penelitian, diperoleh cara mengatasi kelemahan pada jaringan *Bluetooth* yaitu menggunakan protokol yang sesuai dan penggunaan kompresi video [3]. Untuk komunikasi *peer-to-peer* dan *client-server* yang dilakukan pada satu kanal, protokol yang dapat digunakan adalah *RFCOMM*, sedangkan untuk banyak *client*, protokol yang digunakan untuk melakukan koneksi *client-server* adalah *L2CAP* [2].

Penelitian sebelumnya pada sistem *Bluetooth Piconet Pervasive* menghasilkan sistem yang aman dan memiliki kinerja terbaik pada transmisi *data rate* melalui jaringan *Bluetooth Piconet Pervasive* [4]. Namun, penelitian tersebut masih berjalan pada platform *Symbian* pada sisi *client*. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, dalam makalah ini dikembangkan sistem *piconet pervasive* yang berjalan di atas sistem operasi *Android* dan *Symbian* pada sisi *client*, yang merupakan sistem operasi telepon seluler yang banyak

^{1,2} Dosen, Program Studi Teknik Elektronika, Jln Cut Meutia 83 Bekasi 17113 INDONESIA (telp: 021-8802015; fax: 021-8801192; e-mail: andihasad@gmail.com, andi_hasad@unismabekasi.ac.id, terpelihara@gmail.com)

digunakan saat ini. Sistem tersebut menghasilkan kinerja terbaik (*best performance*) pada transmisi *data rate real-time video streaming* melalui jaringan *Bluetooth Piconet Pervasive*, sesuai standar Cisco *video streaming*. Dalam makalah ini dikembangkan sistem *piconet pervasive* yang menggunakan koneksi *client-server* topologi *point-to-multipoint* yang memenuhi standar QoS *video streaming*, baik pada saat transmisi *data rate video streaming* maupun pada sistem *piconet pervasive*, pada lingkungan yang memiliki interferens Wi-Fi maupun yang tidak memiliki interferens Wi-Fi. Sebuah penelitian juga telah berhasil melakukan penerapan Android menggunakan teknologi Bluetooth, yang telah mampu berkomunikasi dan digunakan untuk mengumpulkan data dari sensor dan menyimpan sesuai tanggal, untuk merekam kehadiran mahasiswa di kelas [5].

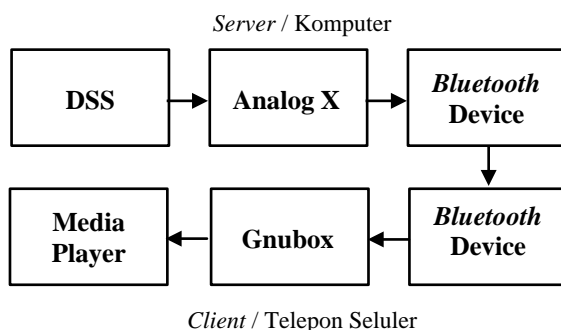
Penelitian lainnya menghasilkan sistem Bluetooth yang dapat terintegrasi ke Android, yang merupakan sistem operasi telepon seluler utama sebagai alat komunikasi *mobile* saat ini. Penelitian ini juga mengembangkan aplikasi *chatting* menggunakan komunikasi dua arah pada sebuah jaringan Bluetooth tanpa infrastruktur lainnya. Penelitian ini digunakan untuk mengembangkan proses pembelajaran berbasis jaringan Bluetooth [6].

Hasil yang diharapkan melalui penelitian ini adalah dihasilkannya sistem yang memiliki kinerja terbaik dan parameter yang optimum pada transmisi *data rate video streaming* yang memenuhi QoS *video streaming* standar Cisco untuk nilai lantasan, tunda, *jitter*, serta *packet loss* untuk aplikasi *video streaming* pada lingkungan yang tidak memiliki interferens Wi-Fi maupun pada lingkungan yang memiliki interferens Wi-Fi. Hasil penelitian ini juga dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran di perguruan tinggi, berbasis teknologi Bluetooth yang rendah daya, rendah biaya dan mudah digunakan [7].

II. PROSES KONFIGURASI SISTEM

Dalam makalah ini, *piconet* yang dibentuk merupakan koneksi antara komputer dengan telepon seluler, dengan komputer bertindak sebagai *server* yang mengirimkan paket data dan telepon seluler bertindak sebagai *client* yang menerima paket data. Paket data yang dikirimkan adalah data *video streaming*.

Konfigurasi sistem yang dilakukan pada sisi *server* dan *client* ditunjukkan pada Gbr. 1.



Gbr. 1 Konfigurasi sistem *piconet pervasive*.

Proses konfigurasi sistem dilakukan dengan melakukan instalasi perangkat lunak Gnubox yang berfungsi membuat *access point* baru untuk menghubungkan telepon seluler dengan komputer melalui jaringan Bluetooth. Selanjutnya dilakukan konfigurasi pada *access point*. Setelah konfigurasi pada *access point* selesai, dilanjutkan dengan melakukan konfigurasi pada *video player*, yaitu *real player* (secara *default* sudah terdapat pada telepon seluler). Konfigurasi dilakukan pada bagian *option*, dengan memilih pilihan *proxy* sesuai dengan *proxy* pada *access point* Bluetooth. Setelah itu dilanjutkan dengan konfigurasi pada Gnubox. Hal ini dilakukan agar telepon seluler dapat berkomunikasi dengan komputer melalui jaringan Bluetooth. Komputer bertindak sebagai *server*, sedangkan telepon seluler bertindak sebagai *client* [4].

Secara umum, suatu komputer dapat mengakses telepon seluler melalui Bluetooth, dengan telepon seluler digunakan sebagai modem. Menggunakan Gnubox, proses tersebut dibalik, sehingga komputer dapat bertindak sebagai modem [3].

Bahan yang digunakan dalam perancangan ini adalah video dengan format *.3gp* dengan ukuran *data rate* 8 kbps. Resolusi *encoding video* adalah 176x144 pixels. Alat yang digunakan pada lingkungan pengembangan sisi *server* antara lain komputer yang memiliki spesifikasi prosesor Genuine Intel(R) CPU i3-3110 M CPU@2,4 GHz, RAM 4 GB, tipe sistem 32 bit, Sistem Operasi Microsoft Windows 8, USB Bluetooth Generic, perangkat lunak Wireshark, dan Darwin Streaming Server. Perangkat lunak pendukung yang digunakan antara lain Wireshark, Inssider, NetSurveyor Professional, GnuBox, AnalogX, dan MP4Box.

III. METODOLOGI

Bagian ini meliputi analisis sistem, rancang bangun sistem, kompresi audio video, *hint track*, pengoptimalan, pengujian sistem, pengukuran kinerja, dan analisis hasil pengukuran sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gbr. 2.

A. Analisis Sistem

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem jaringan *Bluetooth Piconet Pervasive*. Identifikasi kebutuhan dilakukan berdasarkan studi pustaka dan literatur mengenai perangkat keras dan lunak yang dibutuhkan. Studi literatur juga meliputi multimedia pada telepon seluler, pemrosesan audio video, koneksi Bluetooth dari telepon seluler ke komputer, dan dari komputer ke telepon seluler.

B. Rancang Bangun Sistem

Pada tahap ini, perancangan dan pembangunan prototipe dilakukan untuk koneksi Bluetooth dari komputer (*server*) ke telepon seluler (*client*) menggunakan topologi *point-to-multipoint*, menggunakan protokol *routing*. Penggunaan protokol *routing on-demand* mendukung komunikasi *multihop* di jaringan *ad hoc* Bluetooth yang rendah energi [8]. Pada model jaringan yang berbasis *ad hoc*, jaringan antara satu perangkat dengan perangkat yang lain dilakukan secara spontan/langsung tanpa melalui konfigurasi tertentu selama sinyal dari pemancar dapat diterima dengan baik oleh

perangkat-perangkat penerima [9]. Dalam rancang bangun sistem, konfigurasi lebih banyak dilakukan pada sistem operasi Symbian pada sisi *client* dan *server*, sedangkan pada Android, tidak diperlukan konfigurasi khusus.

C. Kompresi Audio Video

Proses kompresi digunakan untuk memperkecil ukuran *video data rate*. Data harus dikompresi terlebih dahulu sebelum dikirimkan melalui jaringan Bluetooth [4]. Data yang dikompresi terdiri atas dua bagian, yaitu audio dan video, meliputi *frame size*, *frame rate*, *codec*, *audio rate*, *sample rate* dan *channels*. Format kompresi video yang digunakan yaitu *3gp*, sedangkan untuk audio adalah *amr*. Video yang telah dikompresi kemudian dikirimkan melalui jaringan Bluetooth dengan *bandwidth* yang terbatas [10].

D. Hint Track

Sebelum video dikirimkan, terlebih dahulu dilakukan proses *hint track* agar video dapat dijalankan/dimainkan pada *video player client*. Proses *hint track* diperlukan untuk memberikan informasi kepada video sehingga siap dikirimkan dan dapat dikenali oleh *client*. Proses *hint track* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *open source* bernama MP4Box. *Bandwidth* yang diperoleh dari proses ini menjadi batasan dari video yang dapat dikirimkan [7].

E. Pengoptimalan

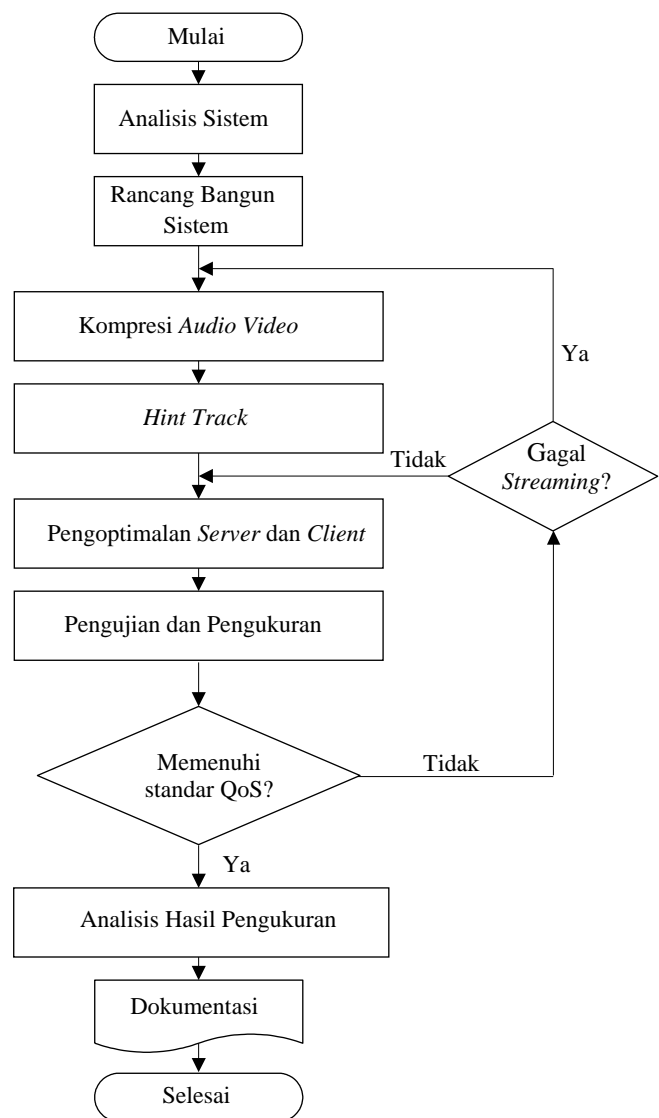
Tahap ini dilakukan pada saat sistem dapat bekerja tetapi belum menghasilkan nilai yang diharapkan berdasarkan QoS *video streaming* standar Cisco. Pengoptimalan pada *server* dilakukan dengan melakukan *tune-up* pada DSS dengan melakukan instalasi Active Perl untuk memaksimalkan kinerja DSS. Sedangkan pada sisi *client* pengoptimalan dilakukan di antaranya dengan meminimalkan *background* yang berjalan, yang mengonsumsi memori pada telepon seluler [3].

F. Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui kemampuan jaringan Bluetooth sebagai media *video streaming* serta untuk mengetahui kualitas video yang diterima pada sisi *client*. Pengujian dilakukan menggunakan Darwin Streaming Server, dan AnalogX proxy pada sisi *server* dan GnuBox serta *real player* pada sisi *client*. Protokol yang digunakan adalah L2CAP dengan *intermediate protocol* berupa *Internet Protocol* (IP). Pengujian dilakukan pada ukuran *data rate video* dan jarak yang berbeda. *Data rate video* yang diuji adalah 8 kbps dengan resolusi *encoding* 176x144 pixels, sedangkan jarak yang dilakukan pengujian yaitu 5 meter dan 10 meter.

G. Pengukuran Kinerja

Parameter yang digunakan dalam mengukur kinerja jaringan Bluetooth ini adalah lantasan, tunda, *jitter*, dan *packet loss*. Pengukuran parameter ini dilakukan menggunakan *capture traffic* jaringan yaitu Wireshark. Cara pengukuran untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut.



Gbr. 2 Diagram alir penelitian.

Pengukuran lantasan dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari *capture traffic* jaringan, yaitu jumlah paket dan waktu pengiriman. Pengukuran dilakukan beberapa kali untuk *data rate* dari video yang berbeda, kemudian hasil dari masing-masing tipe *data rate* dirata-rata. Hasil rata-rata mewakili kinerja jaringan Bluetooth yang akan dianalisis. Perhitungan lantasan adalah seperti pada (1).

$$\text{Throughput} = \frac{\sum \text{Packet Sent}}{\text{Sent Time}} \quad (1)$$

dengan

$$\begin{aligned} \sum \text{Packet Sent} &= \text{Jumlah paket yang dikirimkan} \\ \text{Sent Time} &= \text{Waktu pengiriman} \end{aligned}$$

Pengukuran tunda dan *jitter* dilakukan berdasarkan waktu mulai pengiriman sampai paket diterima. Data yang digunakan berasal dari *capture traffic*. Caranya adalah dengan mengurangi waktu penerimaan paket pertama dengan waktu pengiriman paket pertama kemudian waktu penerimaan paket

kedua dikurangi waktu pengiriman paket kedua, dan seterusnya. Sedangkan nilai *jitter* mengikuti nilai parameter tunda, karena *jitter* merupakan selisih dari tunda yang dapat menggambarkan kestabilan jaringan. Perhitungan tunda adalah menggunakan (2).

$$Delay(i) = R_i - S_i \quad (2)$$

dengan

$R_i = \text{Received Time } i$ (waktu penerimaan ke- i)

$S_i = \text{Sent Time } i$ (waktu pengiriman ke- i)

Packet loss diukur berdasarkan sampai tidaknya suatu paket yang dikirim dari *server* ke *client* menggunakan *capture traffic* jaringan dengan melihat informasi diterima tidaknya paket yang dikirim ke *client*. Kemudian, jumlah paket data yang hilang dibagi dengan banyaknya paket yang dikirim dikalikan 100% sehingga diperoleh nilai *Packet Loss Ratio* (PLR). Perhitungan PLR ditunjukkan pada (3).

$$PLR = \frac{\sum Packet Loss}{\sum Packet Total} \times 100\% \quad (3)$$

dengan

$\sum Packet Loss$ = Jumlah paket yang hilang selama pengiriman

$\sum Packet Total$ = Total paket yang dikirimkan.

Pengukuran daya Wi-Fi dilakukan menggunakan perangkat lunak InSSIDer dan NetSurveyor Professional. Kedua perangkat lunak tersebut dapat menampilkan daya Wi-Fi, amplitudo (dBm) dengan angka RSSI untuk kanal 2,4 GHz dilengkapi dengan *time graph* dan *adapter spectogram view*.

H. Analisis Hasil Pengukuran

Pada tahap ini dilakukan analisis pengaruh interferensi dari berbagai level kekuatan sinyal Wi-Fi pada jaringan Bluetooth. Interferensi Wi-Fi terjadi disebabkan penggunaan frekuensi yang sama antara jaringan pada Bluetooth dan jaringan Wi-Fi yaitu 2,4 GHz [11]. Analisis dilakukan menggunakan metode statistik deskriptif dengan menampilkan data dalam bentuk tabel dan grafik.

IV. HASIL PENGUJIAN

Proses pengujian bertujuan untuk melihat kinerja sistem. Setelah pengujian berhasil, dilakukan pengukuran untuk masing-masing video. Pengukuran dilakukan dengan mengirimkan data dari telepon seluler (TS) ke komputer dengan video yang sama pada jarak yang berbeda. Setelah dilakukan pengukuran terhadap masing-masing video *streaming*, selanjutnya dilakukan perbandingan dan analisis terhadap parameter hasil pengukuran antara video tersebut.

Hasil pengukuran yang dilakukan pada jarak 5 m dan 10 m untuk *data rate* 8 kbps disajikan dalam Tabel I sampai Tabel III.

Berdasarkan Tabel I, Tabel II, dan Tabel III, dapat dilihat bahwa pada lingkungan yang tidak memiliki Wi-Fi (-100 dBm), nilai tertinggi lantasan adalah 3,86 paket/detik dan nilai terendahnya adalah 3,83 paket/detik dengan rata-rata sebesar 3,85 paket/detik. Parameter tunda memiliki nilai tertinggi

sebesar 0,49 milidetik dan nilai terendahnya adalah 0,48 milidetik dengan nilai rata-rata sebesar 0,49 milidetik. Untuk parameter *jitter*, didapatkan nilai tertinggi 0,01 milidetik dan terendah sebesar 0,00 milidetik dengan nilai rata-rata 0,01 milidetik. Parameter *packet loss* memiliki nilai tertinggi sebesar 3,92% dan nilai terendahnya adalah 3,87 dengan nilai rata-rata sebesar 3,90%.

TABEL I
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 5 M, Wi-Fi -100 dBm

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -100 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,86	3,85	3,83	3,85	3,85
Tunda (milidetik)	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Packet Loss</i> (%)	3,87	3,88	3,91	3,92	3,90

TABEL II
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 5 M, Wi-Fi -78 dBm

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -78 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,82	3,81	3,80	3,82	3,81
Tunda (milidetik)	0,76	0,78	0,76	0,78	0,77
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
<i>Packet Loss</i> (%)	4,47	4,48	4,48	4,49	4,48

TABEL III
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 5 M, Wi-Fi -58 dBm

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -58 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,68	3,65	3,66	3,67	3,67
Tunda (milidetik)	0,88	0,92	0,89	0,91	0,90
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03
<i>Packet Loss</i> (%)	4,59	4,61	4,59	4,60	4,60

Pada parameter tunda, nilai yang diperoleh adalah dalam ukuran milidetik, dengan nilai tertinggi 0,49 milidetik. Hal ini sesuai dengan standar QoS Cisco yang mengizinkan tunda untuk *video streaming* maksimal 5 detik [12]. Sedangkan parameter *jitter* dalam *video streaming* tidak memiliki standar baku karena *video streaming* tidak *jitter sensitive* berdasarkan dari kriteria yang dikeluarkan oleh Cisco. Parameter *jitter* erat kaitannya dengan parameter tunda. Parameter *jitter* dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan pengiriman paket data. Semakin mendekati nilai 0,00 milidetik, pengiriman data semakin stabil [13].

Pada parameter *packet loss*, diperoleh nilai *packet loss* yang terendah 3,87% dan tertinggi 3,92%, dengan nilai rata-rata sebesar 3,90%. Nilai ini masih masuk dalam standar untuk

video streaming berdasarkan QoS Cisco, dengan nilai standar yang masih diizinkan adalah $\leq 5\%$ [12].

Pada lingkungan yang memiliki Wi-Fi (-78 dBm dan -58 dBm), nilai tertinggi untuk parameter lantasan adalah 3,82 paket/detik dan nilai terendahnya adalah 3,65 paket/detik, dengan rata-rata sebesar 3,81 paket/detik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 3,67 paket/detik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi, maka nilai lantasan yang diperoleh semakin berkurang.

Parameter tunda memiliki nilai tertinggi sebesar 0,92 milidetik dan nilai terendahnya adalah 0,72 milidetik, dengan nilai rata-rata sebesar 0,77 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,90 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi, maka tunda yang terjadi semakin besar. Untuk parameter *jitter*, didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,04 milidetik dan terendah sebesar 0,01 milidetik, dengan nilai rata-rata 0,02 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,03 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm.

Perbedaan angka yang relatif kecil pada *jitter* menunjukkan stabilnya jaringan yang digunakan. Nilai rata-rata *jitter* yang didapatkan pada lingkungan yang memiliki interferens Wi-Fi yaitu 0,02 milidetik pada sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,03 milidetik pada sinyal Wi-Fi -58 dBm.

Pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,49% dan yang terendah sebesar 4,47%, dengan nilai rata-rata 4,48%, sedangkan pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,61% dan yang terendah sebesar 4,59%, dengan nilai rata-rata 4,60%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi pada jaringan, maka nilai *packet loss* yang terjadi juga semakin besar.

Berdasarkan Tabel IV, Tabel V, dan Tabel VI, dapat dilihat bahwa pada lingkungan yang tidak memiliki Wi-Fi (-100 dBm), nilai tertinggi untuk parameter lantasan adalah 3,54 paket/detik dan nilai terendahnya adalah 3,49 paket/detik, dengan rata-rata sebesar 3,51 paket/detik. Parameter tunda memiliki nilai tertinggi sebesar 0,69 milidetik dan nilai terendahnya adalah 0,66 milidetik, dengan nilai rata-rata sebesar 0,68 milidetik. Untuk parameter *jitter* didapatkan nilai tertinggi 0,03 dan terendah sebesar 0,01 milidetik, dengan nilai rata-rata 0,02 milidetik. Parameter *packet loss* memiliki nilai tertinggi sebesar 4,39% dan nilai terendahnya adalah 4,22 dengan, nilai rata-rata sebesar 4,34%.

Pada parameter tunda, nilai yang didapatkan dalam ukuran milidetik, dengan nilai tertinggi 0,69 milidetik. Hal ini sesuai dengan standar QoS Cisco yang mengizinkan tunda untuk *video streaming* maksimal 5 detik. Sedangkan parameter *jitter* dalam *video streaming* tidak memiliki standar baku karena *video streaming* tidak *jitter sensitive* berdasarkan dari kriteria yang dikeluarkan oleh Cisco [12]. Parameter *jitter* erat kaitannya dengan parameter tunda. Parameter *jitter* dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan pengiriman paket data. Semakin mendekati nilai 0,00 milidetik, maka pengiriman data semakin stabil.

TABEL IV
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 10 M, WI-FI -100 DBM

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -100 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,54	3,49	3,49	3,51	3,51
Tunda (milidetik)	0,68	0,66	0,69	0,68	0,68
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02
<i>Packet Loss</i> (%)	4,22	4,35	4,39	4,38	4,34

TABEL V
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 10 M, WI-FI -78 DBM

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -78 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,42	3,41	3,39	3,51	3,43
Tunda (milidetik)	0,89	0,88	0,91	0,88	0,89
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02
<i>Packet Loss</i> (%)	4,68	4,66	4,64	4,65	4,66

TABEL VI
PERBANDINGAN PARAMETER PADA JARAK 10 M, WI-FI -58 DBM

Parameter	Kekuatan Sinyal Wi-Fi -58 dBm				
	TS1	TS2	TS3	TS4	Rata-Rata
Lantasan (paket/detik)	3,31	3,32	3,28	3,33	3,31
Tunda (milidetik)	0,98	0,99	0,95	0,99	0,98
<i>Jitter</i> (milidetik)	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03
<i>Packet Loss</i> (%)	4,89	4,91	4,93	4,99	4,93

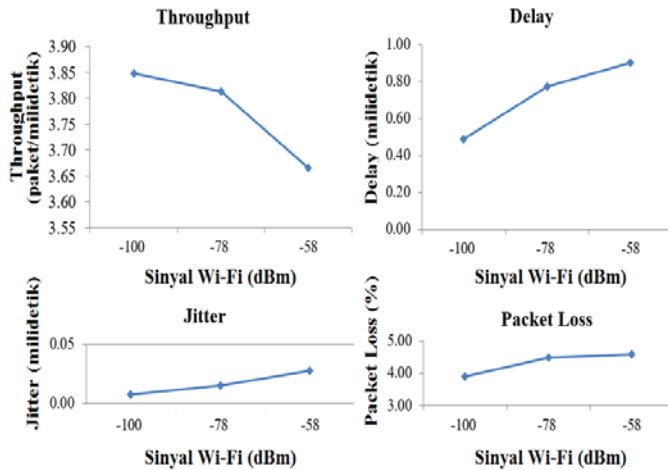
Pada parameter *packet loss*, nilai *packet loss* yang terendah didapatkan 4,22% dan nilai tertinggi 4,39%, dengan nilai rata-rata sebesar 4,34%. Nilai ini masih masuk dalam standar untuk *video streaming* berdasarkan QoS Cisco, dengan nilai standar yang masih diizinkan adalah $\leq 5\%$.

Pada lingkungan yang memiliki Wi-Fi (-78 dBm dan -58 dBm), nilai tertinggi untuk parameter lantasan adalah 3,51 paket/detik dan nilai terendahnya adalah 3,28 paket/detik, dengan rata-rata sebesar 3,43 paket/detik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 3,31 paket/detik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi, maka nilai lantasan yang diperoleh semakin berkurang.

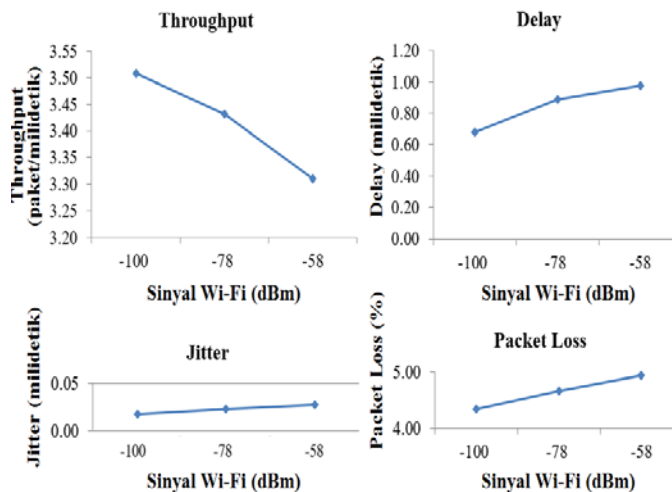
Parameter tunda memiliki nilai tertinggi sebesar 0,99 milidetik dan nilai terendahnya adalah 0,88 milidetik, dengan nilai rata-rata sebesar 0,89 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,98 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi, maka tunda yang terjadi semakin besar.

Untuk parameter *jitter*, didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,04 milidetik dan terendah sebesar 0,01 milidetik, dengan

nilai rata-rata 0,02 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,03 milidetik pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm. Perbedaan angka yang didapatkan dengan selisih nilai yang relatif kecil menunjukkan stabilnya jaringan yang digunakan. Terjadi peningkatan nilai rata-rata *jitter* pada lingkungan yang memiliki interferens Wi-Fi yang lebih tinggi, yaitu 0,02 milidetik pada sinyal Wi-Fi -78 dBm dan 0,03 pada sinyal Wi-Fi -58 dBm. Terlihat jaringan relatif lebih stabil pada lingkungan yang memiliki interferens yang lebih rendah.



Gbr. 3 Grafik perbandingan parameter pada jarak 5 m.



Gbr. 4 Grafik perbandingan parameter pada jarak 10 m.

Pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,68% dan yang terendah sebesar 4,64%, dengan nilai rata-rata 4,66%, sedangkan pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,99% dan yang terendah sebesar 4,89%, dengan nilai rata-rata 4,93%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kuat interferens Wi-Fi pada jaringan, maka nilai *packet loss* yang terjadi juga semakin besar.

Berdasarkan tabel hasil pengujian dan pengukuran serta grafik perbandingan parameter seperti yang ditunjukkan pada

Gbr. 3 dan Gbr. 4, terlihat bahwa semua parameter lantasan, tunda, *jitter*, dan *packet loss* pada *video streaming* dengan jarak *server* dengan *client* sejauh 5 m dan 10 m telah memenuhi syarat untuk melakukan *video streaming* sesuai standar QoS Cisco, dengan *packet loss* yang ditetapkan adalah $\leq 5\%$ dan tunda maksimal 5 detik.

V. KESIMPULAN

Dalam makalah ini telah berhasil dikembangkan sistem *piconet pervasive* menggunakan topologi *point-to-multipoint* menggunakan sistem operasi Android dan Symbian di sisi *client*, dengan hasil *packet loss* yang didapatkan di bawah 5%.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran pada lingkungan yang tidak memiliki interferens Wi-Fi maupun yang memiliki interferens Wi-Fi, diperoleh bahwa semua nilai rata-rata dari parameter lantasan, delay, *jitter*, dan *packet loss* telah memenuhi syarat untuk melakukan *video streaming* sesuai standar Cisco, untuk jarak pengukuran *client-server* 5 m dan 10 m. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar interferens Wi-Fi dan semakin jauh jarak *client-server* pada jaringan *Bluetooth Piconet Pervasive*, kualitas video yang diterima di *client* (telepon seluler) semakin berkurang, ditandai dengan semakin besarnya nilai rata-rata *packet loss* yang didapatkan selama *video streaming*. Hal ini terlihat dari hasil pengukuran pada jarak *client-server* 5 m di lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,49% dan yang terendah sebesar 4,47%, dengan nilai rata-rata 4,48%. Sedangkan pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,61% dan yang terendah sebesar 4,59%, dengan nilai rata-rata 4,60%. Demikian halnya pada jarak *client-server* 10 m, terlihat pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -78 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,68% dan yang terendah sebesar 4,64%, dengan nilai rata-rata 4,66%, sedangkan pada lingkungan dengan sinyal Wi-Fi -58 dBm, nilai parameter *packet loss* yang diperoleh memiliki nilai tertinggi sebesar 4,99% dan yang terendah sebesar 4,89%, dengan nilai rata-rata 4,93%.

VI. SARAN

Pengembangan yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan kinerja sistem *piconet pervasive* adalah dengan menerapkan proses pengoptimalan pada sisi *server* dan *client*, menggunakan topologi jaringan *scatternet* dengan jarak *client-server* lebih dari 10 m.

REFERENSI

- [1] Sattar R.B., Ahmed N., Rahman M. 2012. "An Adaptive Approach for Video Streaming and Evaluation over Bluetooth Network". *8th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing* 8:1-4. 2012.
- [2] Gupta S., Singh S.K., Jain R. 2010. "Analysis and Optimization of Various Transmission Issues in Video Streaming over Bluetooth". *International Journal of Computer Application* 11:44-48. 2010.
- [3] Arnaldy D., Wahjuni S., Guritman S. 2010. "The design of Piconet Pervasive System Architecture for Video Streaming Applications".

- Information and Communication Technology for the Muslim World (ICT4M)* : E9-E12. December 2010.
- [4] Hasad A. dan Paronda A.H. 2016. "Analisis Keamanan Sistem Pada Transmisi Data Rate Video Streaming Melalui Jaringan Bluetooth Piconet Pervasive". *Journal of Electrical and Electronics (JREC)*, Vol. 6, No.2, 2016.
- [5] Apoorv R., Mathur P. 2012. "Smart Attendance Management Using Bluetooth Low Energy and Android". *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)* : 1048 - 1052. 22-25 November 2012.
- [6] Mahajan M., Verma G., Erle G., Bonde S., Arya D. 2014. "Design of Chatting Application Based on Android Bluetooth". *International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC)* 3(3):712 – 717. March 2014.
- [7] Susu A.L. 2017. "Low-Cost Distributed Video Surveillance with Discarded Mobile Phones". *2017 21st International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*: 279 – 286. 29-31 May 2017.
- [8] Jung C., Kim K., Seo J., Silva B.N, Han K.2017. "Topology Configuration and Multihop Routing Protocol for Bluetooth Low Energy Networks". *IEEE Journals & Magazines* (5): 9587-9598, 2017.
- [9] Manuaba I.B.V.H., Hidayat R., Kusumawardani S.S. 2012. "Evaluasi Keamanan Akses Jaringan Komputer Nirkabel (Kasus : Kantor Pusat Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada)", *JNTETI*, Vol. No. 1, 2012.
- [10] Banerjee S., Mondal D., Das Sumit., Guin R.B. 2010. "Real-Time Video Streaming Over Bluetooth Network Between Two Mobile Nodes". *International Journal of Computer Science Issues* 7:37-39. May 2010.
- [11] Eudon K.K., Petersen B.R. 2009. "Video Streaming over 802.11b in the Presence of Fading due to Human Traffic and Bluetooth Interference". *Seventh Annual Communication Networks and Services Conference* 10:33-40. November 2009.
- [12] Sziget T., Hattingh C. 2004. *End-to-End QoS Network Design : Quality of Service in LANSs, WANs, and VPNs*. Indianapolis. Cisco Press.
- [13] Hasad A. 2013. "Analisis Pengaruh Interferensi Wi-Fi Pada Video Streaming Melalui Jaringan Bluetooth Piconet Pervasive". *PIKSEL*, Vol. 1, No.1, 2013.