

Analisa dan Implementasi VoIP SIP pada Mobile Phone di Jaringan Bluetooth

Mike Yuliana, Prima Kristalina, dan Nauval Munif

Abstrak—Seiring dengan perkembangan teknologi VoIP yang ada, berbagai macam media komunikasi ikut berkembang, salah satunya bluetooth. Adanya teknologi Bluetooth Network Encapsulation Protocol (BNEP) membuat bluetooth bekerja selayaknya perangkat yang berada pada jaringan Internet Protocol (IP). Teknologi VoIP merupakan teknologi yang menggunakan IP untuk membawa suara menjadi paket data. Sedangkan Session Initiation Protocol (SIP) merupakan protokol VoIP berbasis text yang dibangun secara IP-based. Pada penelitian ini akan dibangun sebuah VoIP SIP server dan menambahkan bluetooth dongle pada server tersebut. Bluetooth akan digunakan sebagai access point yang memberikan IP-BNEP pada setiap klien secara dinamis. Setelah itu akan dibuat program otomasi sistem access point yang diintegrasikan dengan jaringan LAN menggunakan bahasa pemrograman shell. Program otomasi sistem tersebut dijalankan secara otomatis ketika komputer server start-up. Server ini dapat diakses oleh setiap klien bluetooth dan juga klien yang berada di jaringan LAN dengan menggunakan softphone. Dari penelitian ini didapatkan bahwa registrasi SIP bluetooth klien dapat menjangkau maksimal 20 meter dari server VoIP SIP dengan nilai throughput 1,68kbps. Rata-rata QoS dari komunikasi antar PDA bluetooth menghasilkan delay sebesar 30ms dan packet loss sebesar 3,77%.

Kata Kunci—Asterisk Server, BNEP, Shell programming, VoIP SIP

1 PENDAHULUAN

Voice Over Internet Protocol (VoIP) adalah teknologi yang mampu melewati trafik suara, video dan data yang berbentuk paket melalui jaringan *internet Protocol* (IP) atau *internet*. Sehingga kita dapat melakukan komunikasi suara menggunakan jaringan IP, bahkan jika memiliki *bandwidth* yang besar dapat melakukan *video conference*. Banyak keuntungan yang didapat dari teknologi VoIP ini, diantaranya dari segi biaya lebih murah dari tarif telepon karena VoIP bersifat global dan penggunaannya tidak dibatasi oleh zona. Hal inilah yang membuat masyarakat berusaha beralih pemakaian berkomunikasi, dari jaringan telepon ke jaringan IP [8].

- Mike Yuliana, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, Telp: 031-5947280/ext:1504. E-mail: mieke@eepis-its.edu.
- Prima Kristalina, Nauval Munif, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS Keputih Sukolilo, Telp: 031-5947280/ext:1503. E-mail: prima@eepis-its.edu.

Seiring dengan perkembangan teknologi VoIP yang ada, berbagai macam media komunikasi ikut berkembang, salah satunya *bluetooth*. Adanya teknologi *Bluetooth Network Encapsulation Protocol* (BNEP) membuat *bluetooth* bekerja selayaknya perangkat yang berada pada jaringan IP. Pada penelitian ini akan dibuat VoIP SIP pada *mobile phone* yang berada di jaringan *bluetooth* atau yang dikenal dengan *Personal Area Network* (PAN).

2 DASAR TEORI

2.1 SIP (*Session Initiation Protocol*)

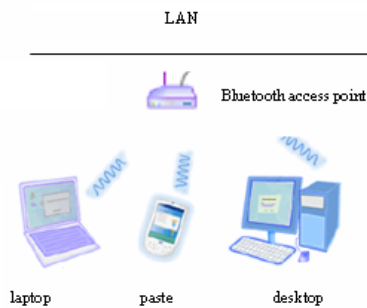
Session Initiation Protocol (SIP) adalah protokol layer aplikasi kontrol untuk membuat, memodifikasi, dan mematikan sesi dengan satu atau lebih participant. Sesi ini termasuk didalamnya *multimedia internet conferences*, *internet telephony calls* dan *multimedia distribution*. *Session Initiation Protocol* atau disingkat SIP adalah suatu bentuk protokol yang dibangun oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) *MMUSIC Working Group* dan sudah diajukan menjadi stan-

dar dalam mengatur *session* diantara satu atau lebih klien [1].

2.2 PAN (Personal Area Network)

Bluetooth dikembangkan sebagai pengganti kabel/irDA untuk menghubungkan perangkat *mobile*, seperti *handphone*, PDA dan sebagainya. *Bluetooth* merupakan teknologi radio berdaya rendah, biaya rendah, dan jarak pendek. Kapasitas *bluetooth* mencapai 1 Mbit/s *gross data rate*. Target pada pembahasan kali ini adalah *bluetooth* sebagai PAN (*Personal Area Network*). Jaringan PAN merupakan jaringan yang mempunyai cakupan area yang sangat sempit, yaitu jarak sekitar 20m. Pada profile PAN umumnya ada tiga skenario, yaitu *Network Access Point (NAP)*, Grup *Ad-hoc Networks (GN)*, dan *PAN User (PANU)*. Setiap skenario memiliki perbedaan arsitektur jaringan dan persyaratan tersendiri [2][3].

Gambar 1 menunjukkan contoh skenario *Bluetooth PAN*, dimana profile PAN umumnya terdiri dari tiga skenario yaitu, *Network Access Point(NAP)*, Grup *Ad-hoc Networks(GN)*, dan *PAN User(PANU)*.

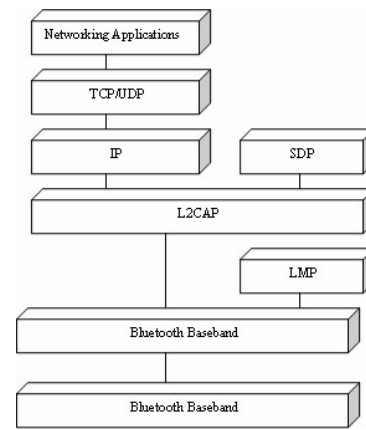


Gambar 1. Contoh skenario bluetooth PAN[10]

2.3 BNEP (Bluetooth Network Encapsulation)

Gambar 2 menunjukkan stack overview *Bluetooth Network Encapsulation Protocol(BNEP)*, dimana BNEP merupakan enkapsulasi protokol jaringan yang dikirim secara langsung diatas *Link Layer Control and Adaption Layer Protocol (L2CAP)*.

BNEP digunakan sebagai transport antara kontrol dan data paket pada *bluetooth* yang

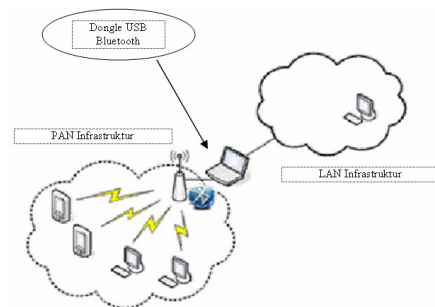


Gambar 2. BNEP stack[9]

merupakan kemampuan dari jaringan *bluetooth* itu sendiri. Protokol BNEP akan menghapus dan mengganti paket *Ethernet header* dengan BNEP header. *Payload* (muatan) BNEP header dan *Ethernet header* dipaket oleh L2CAP yang dikirimkan melalui media *bluetooth*[4].

3 IMPLEMENTASI SISTEM

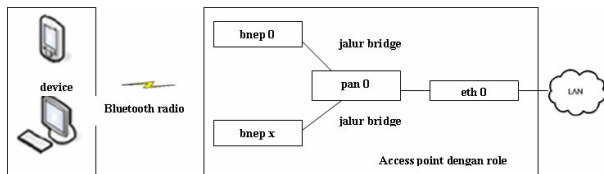
Pada penelitian ini akan dibangun sebuah layanan VoIP pada jaringan *bluetooth* yang diintegrasikan dengan jaringan LAN. Dongle *bluetooth* akan digunakan sebagai *Access Point* dari jaringan *bluetooth* itu sendiri yang memberikan IP-BNEP pada setiap *klien* secara dinamis. Adapun gambar blok diagram sistem yang akan dibuat bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem

3.1 Pembuatan Access Point Bluetooth

Dari Gambar 4 terlihat bahwa konsep dasar membangun *access point* pada *bluetooth* adalah dengan memanfaatkan jalur *bridge* yang diciptakan menggunakan *virtual interface*.



Gambar 4. Arsitektur *aces point bluetooth*[10]

Access point ini dibangun menggunakan sistem operasi *Linux* dengan beberapa modul paket, antara lain: *bluetooth* 3.7-1, *bluez-utils* 3.7-1, *libbluetooth2* 3.7-1, *bluez-gnome* 0.6-1, *bridge-utils* 1.2-1, serta *dhcpc3-server*.

3.2 Pembuatan Voip Server

Layanan *Server* VoIP yang akan dibangun menggunakan Asterisk 1.4.17 dan Asterisk-GUI sebagai manajemen dan *controlling* untuk versi HTML-nya. Didalam pembangunan VoIP server ini ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1) Instalasi Asterisk Server

Dalam menginstall asterisk 1.4.17 perlu mengunduh "asterisk-1.4.17.tar.gz" dari internet kemudian mengekstraknya. Untuk melihat apakah instalasi asterisk berhasil atau tidak, ketik perintah "asterisk -vvvc", jika pada terminal *console* keluar CLI *Command* untuk asterisk maka instalasi berhasil. Kemudian *restart* komputer dan jalankan dengan perintah "asterisk -r" untuk masuk ke CLI *Command* dan "/etc/init.d/asterisk/ restart" untuk *me-restart servisse* seperti terlihat pada Gambar 5.

```

File Edit View Terminal Tabs Help
Debian:~# asterisk -r
Asterisk 1.4.17. Copyright (C) 1999 - 2007 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.

This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.17 currently running on debian (pid = 3621)
Verbosity is at least 3
Debian*CLI:~#

```

Gambar 5. CLI arsitek

2) Instalasi Web Server

Web server yang digunakan untuk diintegrasikan dengan asterisk adalah *Apache* versi 2. Jika service *Apache2* telah berjalan dengan sempurna maka akan muncul tampilan seperti dibawah ini.

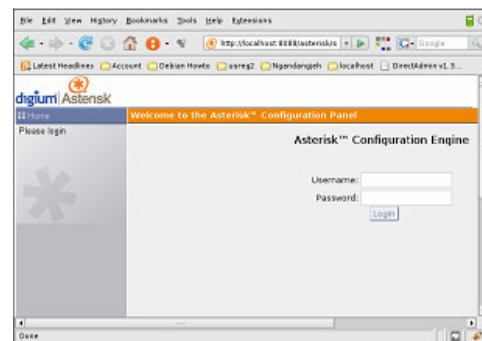
```

debian :~#/etc/init.d/apache2 restart
Forcing reload of web server (apcahe2) ... wait-
ing.
Debian :~#

```

3) Instalasi Asterisk GUI

Asterisk-GUI merupakan manajemen dan *controlling* asterisk yang dijalankan pada *web browser*. Pada penelitian ini Asterisk GUI yang digunakan adalah tipe svn. Gambar 6 menunjukkan contoh tampilan Asterisk GUI Manajemen.



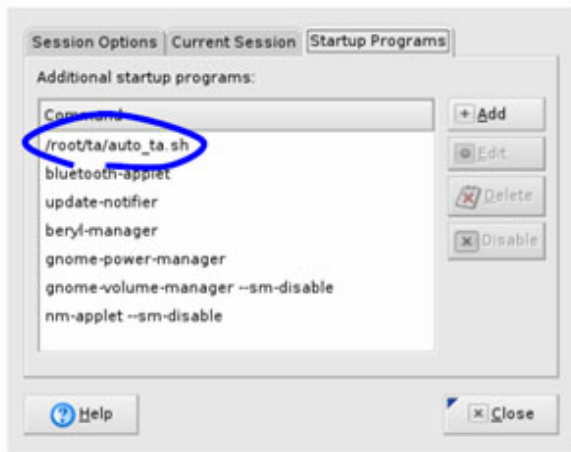
Gambar 6. Asterisk GUI manajemen

3.3 Penggunaan Softphone pada Bluetooth Client

Softphone merupakan software VoIP yang digunakan sebagai *user interface* pada *client*. Setelah dibuat nomor *extension* pada sisi server, selanjutnya nomor tersebut akan digunakan pada *softphone* di sisi klien. Dalam Impelementasinya, untuk *pocket PC* menggunakan *X-Lite* versi *windows mobile* dan pada komputer menggunakan *Sjphone* versi komputer itu sendiri.

3.4 Pembuatan Program Otomasi Access Point

Pembuatan program otomasi *access point* dilakukan agar dapat berjalan secara permanen pada komputer. Program otomasi ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman *shell* dan dijalankan secara otomatis saat komputer *start-up*. Gambar 7 menunjukkan *Session start-up*.



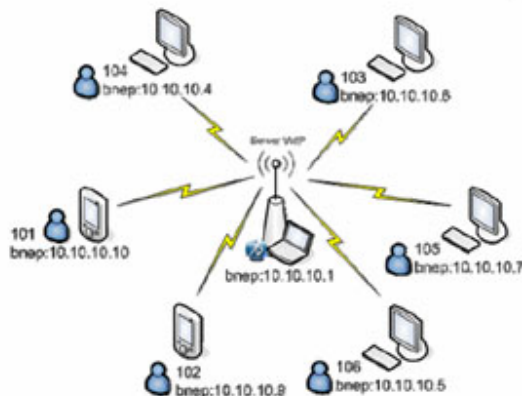
Gambar 7. Session start-up

4 PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Bluetooth access point dibangun pada notebook dengan menggunakan dongle bluetooth dan juga berfungsi sebagai VoIP server yang melayani klien pada jaringan PAN dan jaringan LAN.

4.1 Panggilan yang Berhasil Dilayani

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari registrasi SIP tiap user pada jaringan bluetooth dan komunikasi antar klien bluetooth dalam satu bluetooth server jika dilakukan secara bersamaan. Adapun sesi antara server dan client pada jaringan bluetooth bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sesi antara server dan client di jaringan bloetooth

Pada sesi ini, digunakan dua PDA dan empat komputer bluetooth. IP yang didapatkan oleh klien adalah BNEP IP yang diberikan oleh server

secara DHCP. PDA ini menggunakan sistem operasi windows mobile 2003 dan X-Lite versi mobile sebagai softphone-nya. Untuk komputer bluetooth menggunakan sistem operasi Linux dan Siphone sebagai softphone-nya.

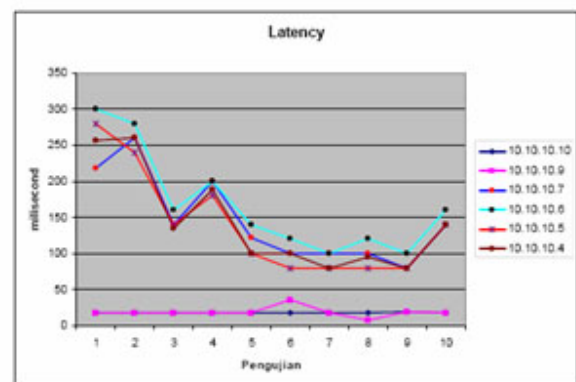
4.1.1 Registrasi SIP

Pada sesi registrasi ini adalah bagaimana klien bluetooth berhasil registrasi SIP ke bluetooth server VoIP. Proses pengambilan data yaitu setiap klien harus terkoneksi dengan server dan melakukan proses registrasi secara bersamaan sampai server mengirimkan hasil registrasinya. Dari proses pengambilan data ini, didapatkan data latency dan throughput dari setiap klien. Pengujian ini dilakukan di laboratorium komunikasi digital PENS-ITS dengan waktu rata-rata 3-5 menit setiap pengujiannya.

Tabel 1

Rata-rata latency dan throughputclient

Klien	Latency(ms)	Throughput(kbps)
10.10.10.10	18,40	1,75
10.10.10.9	19,14	1,70
10.10.10.7	168,02	0,46
10.10.10.6	168,02	0,46
10.10.10.5	140,06	0,55
10.10.10.4	143,49	0,53

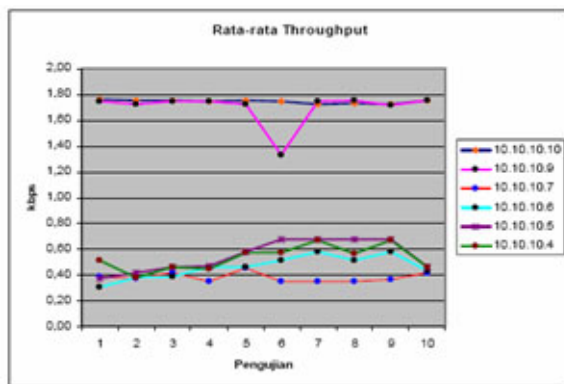


Gambar 9. Rata-rata latency registrasi SIP

Perbedaan latency masing-masing klien yang bisa dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 9 disebabkan karena:

- *Handling delay*, merupakan faktor *latency* yang tidak bisa dikendalikan karena terkait dengan pengaturan di awal oleh *vendor bluetooth* itu sendiri. Jika dipantau trafik dari *klien* nomor IP 10.10.10.9 dan *klien* nomor IP 10.10.10.10, maka dapat diketahui bahwa *bluetooth* PDA berasal dari vendor yang sama yaitu "TexasIns dd:2b:bc", sedangkan *klien* yang lain adalah "EpoXComp 84:65:38".
- Terdapat selisih waktu registrasi SIP antara *klien* PDA dengan *klien bluetooth* yang lain, sehingga proses antrian paket registrasinya lebih diutamakan sampai proses registrasi selesai.

Perbedaan nilai *throughput* setiap *klien* seperti terlihat pada Gambar 10 disebabkan faktor jarak antar node ke *access point* dan padatnya trafik dalam satu kanal *access point*. Nilai *throughput* Paket SIP yang dikirim setiap detiknya akan semakin mengecil kapasitasnya jika trafik pada kanal dalam kondisi padat. Terbukti bahwa *klien* PDA memiliki kapasitas *throughput* lebih besar karena jarak ke server lebih dekat dan lebih dulu melakukan registrasi.



Gambar 10. Rata-rata throughput registrasi SIP

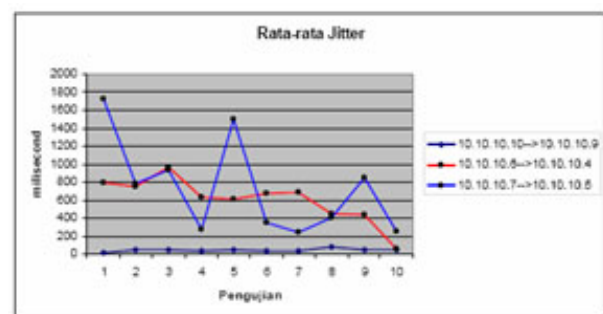
4.1.2 Komunikasi yang dilakukan secara serentak

Pengujian kali ini adalah *klien bluetooth* melakukan komunikasi berpasangan secara serentak dalam satu *access point bluetooth* dengan tujuan mendapatkan nilai QoS yang paling berpengaruh terhadap kualitas VoIP, diantaranya: *jitter*, *delay* dan *packet loss*.

Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Komunikasi Digital PENS-ITS dengan durasi waktu tiap pengujian 3-5 menit.

Tabel 2
Rata-rata *delay*, *jitter*, dan *packet loss*

Asal	Tujuan	Jitter	Delay	Packet Loss
10.10.10.10	10.10.10.9	40,67	429,63	11,18
10.10.10.6	10.10.10.4	600,87	8965,06	25,30
10.10.10.7	10.10.10.5	726,99	17653,86	53,05



Gambar 11. Rata-rata *jitter* dari panggilan secara bersamaan

Hasil yang didapatkan dari pengujian seperti yang terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 11 adalah :

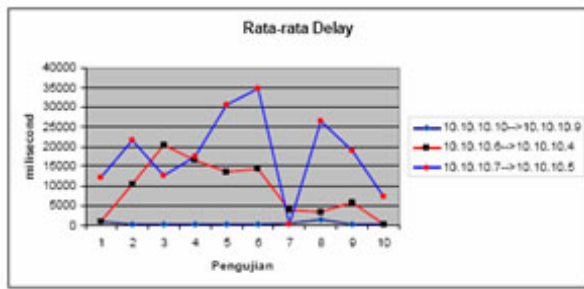
- Nilai *jitter* yang tinggi yang terjadi di jaringan *bluetooth* disebabkan oleh adanya tumbukan paket yang besar sehingga beban trafik semakin besar pula.
- Besarnya nilai *jitter* akan berdampak pada besarnya paket yang hilang

Berdasarkan standar QoS ITU-T, nilai ini tidak layak untuk komunikasi VoIP karena batasan *jitter* < 50ms.

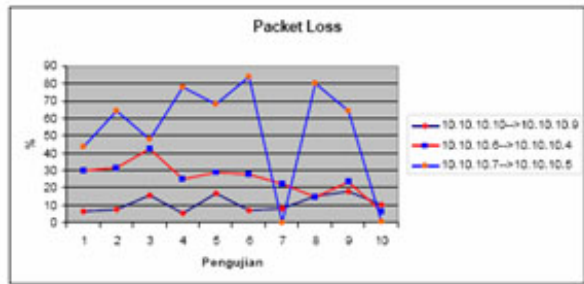
Kondisi *delay* akan mempengaruhi ketersediaan kapasitas kanal dalam jaringan, hal ini terlihat pada Gambar 12 dimana semakin besar beban trafik pada *bluetooth server* maka nilai *delay* semakin tinggi.

Penyebab tingginya *packet loss* dikarenakan tingginya nilai *jitter* dan *delay* yang ada. Dari hasil pengujian pada Gambar 13 terlihat:

- Nilai *packet loss* yang terjadi di jaringan *bluetooth* melebihi batas aturan standar ITU-T yaitu kurang dari 5%.



Gambar 12. Rata-rata delay dari panggilan secara bersamaan



Gambar 13. Rata-rata packet loss dari panggilan secara bersamaan

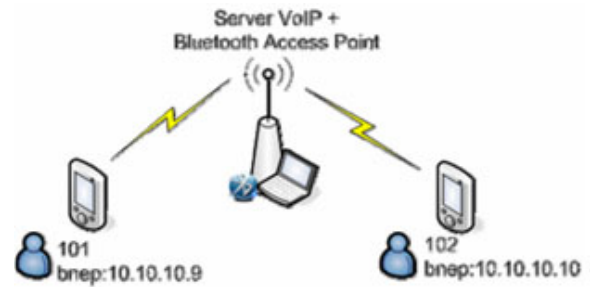
- Paket suara yang dikirim dan diterima tidak dapat didengar user akibat dari packet loss yang tinggi.

4.2 Komunikasi antar PDA di Jaringan Bluetooth

4.2.1 Pengukuran Terhadap QoS

Gambar 14 menunjukkan sesi komunikasi antar PDA, dimana proses pengambilan data komunikasi antar PDA ini adalah mengambil data dari paket RTP yang lewat dari IP-BNEP asal yaitu 10.10.10.9 menuju ke IP-BNEP 10.10.10.10 maupun sebaliknya. Selanjutnya akan dihitung nilai rata-rata *jitter*, *delay* dan *packet loss* antara komunikasi dua klien PDA tersebut. RTP merupakan protokol paket suara VoIP yang diterima di sisi user. Jarak posisi dari klien *bluetooth* ke server kurang lebih sekitar 5 meter. Untuk *codec* pada pengujian kali ini menggunakan G.711 sesuai standarisasi ITU-T.

Besarnya nilai *jitter* seperti terlihat pada Gambar 15 sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya kongesti (tubrukan antar paket) yang ada dalam jaringan IP. Semakin

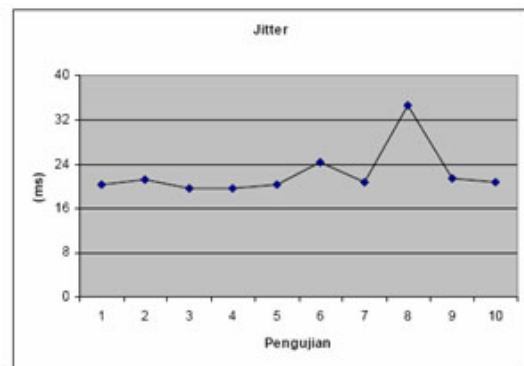


Gambar 14. Sesi komunikasi antar PDA

Tabel 3

Rata-rata Delay, Jitter, dan Packet Loss pada Komunikasi Antar PDA pada Codec G7111

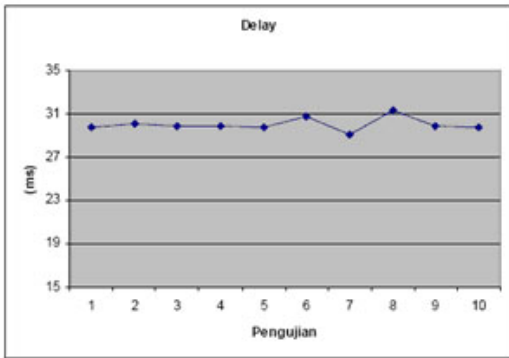
Pengujuan	jitter (ms)	delay (ms)	packet loss (%)
1	20,26	29,80	1,5
2	21,20	30,03	0,7
3	19,71	29,84	2,1
4	19,57	29,90	11,6
5	20,26	29,80	1,5
6	24,34	30,74	0,2
7	20,79	29,11	9,5
8	34,64	31,31	1,6
9	22,43	29,88	7,6
10	20,75	29,78	1,4
Rata-Rata	22,30	30,02	3,77



Gambar 15. Rata-rata jitter pada komunikasi antar PDA

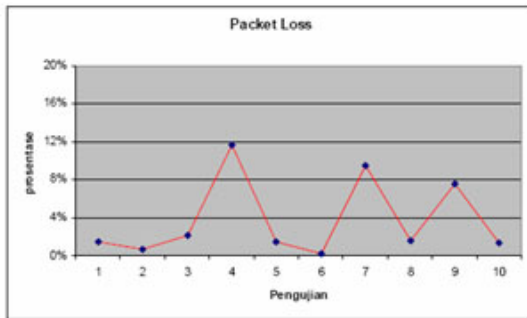
besar beban trafik didalam jaringan maka semakin besar pula peluang terjadinya kongesti, hal ini menyebabkan nilai *jitter* akan semakin besar. Dari data yang diambil dapat dinyatakan bahwa komunikasi antar PDA memiliki nilai yang masih memenuhi syarat untuk komunikasi VoIP, karena rata-rata dari *jitter* adalah

22,30ms. Standar ITU-T menyatakan bahwa yang masih bisa ditolerir adalah kurang dari 50ms[5]-[7].



Gambar 16. Rata-rata delay pada komunikasi antar PDA

Delay yang tinggi pada Gambar 16 juga disebabkan karena waktu yang tinggi dalam melengkapi keterlambatan paket yang datang. Delay yang terjadi pada komunikasi antar PDA memiliki rata-rata sebesar 30,02ms. Kondisi ini dinyatakan layak sebagai kondisi delay pada VoIP umumnya. Nilai delay yang menjadi acuan adalah standar delay ITU-T yaitu kurang dari 150ms[5]-[7].



Gambar 17. Rata-rata packet loss pada komunikasi antar PDA

Packet loss yang bervariasi ditunjukkan pada Gambar 17 diatas. Hal ini terjadi karena hilangnya sederetan paket data yang dikirim ke penerima. Packet loss pada VoIP terjadi akibat adanya pengaruh dan delay yang tinggi. Nilai packet loss memiliki ambang batas tertentu, agar suara yang dikirim masih bisa didengar. ITU-T menyatakan bahwa standar yang diperbolehkan yaitu kurang dari 5%. Dari perhitungan rata-rata pada komunikasi VoIP antar

PDA memiliki nilai 3,77%. Nilai ini dinyatakan masih dalam kondisi normal sesuai dengan acuan standar ITU-T.

4.2.2 Registrasi SIP Bluetooth dengan Parameter Jarak

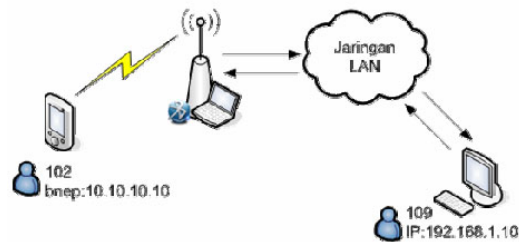
Pengujian kali ini adalah pengukuran nilai throughput SIP dengan parameter jarak node client ke server VoIP bluetooth.

Tabel 4
SIP registrasi dengan parameter jarak

Jarak (meter)	Throughput (kpbs)
5	2,56
10	2,37
15	1,72
20	1,68
25	0,00

Jarak yang diuji untuk acuan registrasi adalah 5-25 meter. Pada posisi 25 meter, nilai 0 berarti koneksi gagal, bluetooth klien dicoba berulang kali untuk koneksi dengan bluetooth server namun hasilnya tetap tidak mendapatkan koneksi. Dari Tabel 4 terlihat bahwa semakin jauh jarak node klien ke server, maka nilai throughput semakin kecil. Hal ini berarti throughput berbanding terbalik terhadap jarak antara klien dengan server.

4.3 Komunikasi antar PDA di Jaringan LAN



Gambar 18. Sesi komunikasi antara PDA dan komputer di jaringan LAN

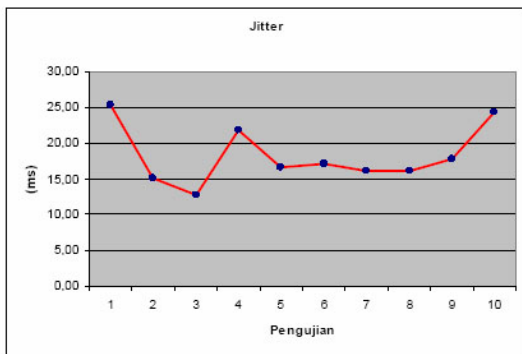
Pada pengujian sesi komunikasi antara PDA dan komputer di jaringan LAN seperti terlihat pada Gambar 18 akan dilakukan komunikasi antara PDA di jaringan bluetooth dengan komputer di jaringan LAN dalam satu VoIP server.

PDA menggunakan *bluetooth* untuk koneksi ke *softphone X-Lite* versi *windows mobile*.

Tabel 5
Sesi Komunikasi antara PDA Bluetooth dengan Server

Pengujian	jitter (ms)	delay (ms)	packet loss
1	25,33	59,69	0,73
2	15,10	26,40	0,40
3	12,71	24,88	0,33
4	21,77	24,61	0,28
5	16,63	48,24	0,69
6	17,15	30,69	0,52
7	16,03	26,87	0,54
8	16,02	45,58	0,66
9	17,69	32,61	0,54
10	24,27	36,71	0,72
Rata-Rata	18,27	35,63	0,54

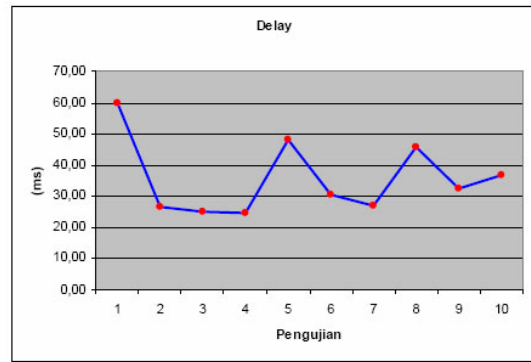
Dari Gambar 19 terlihat nilai rata-rata *jitter* sebesar 18,27ms. Nilai ini masih dalam kondisi normal, karena standar VoIP yang layak digunakan adalah kurang dari 50ms [5]-[7].



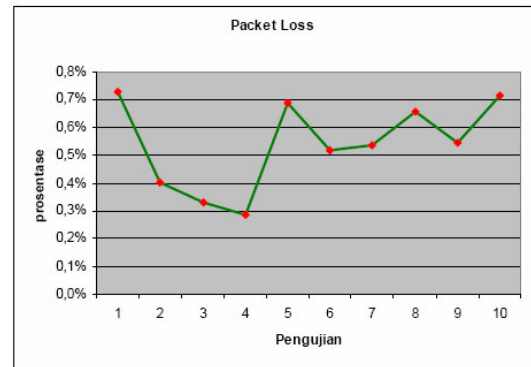
Gambar 19. Rata-rata Jitter komunikasi antara PDA dan komputer di jaringan LAN

Gambar 20 menunjukkan bahwa hasil rata-rata delay sebesar 35,63ms. Nilai *delay* berada pada kondisi normal, standar *delay* VoIP yang layak digunakan adalah kurang dari 150ms[5]-[7].

Gambar 21 menunjukkan nilai dari *packet loss* selama sepuluh kali pengujian rata-rata sebesar 0,54%. Rendahnya nilai *packet loss* karena *access point bluetooth* digunakan oleh satu klien, sehingga beban trafik pada *access point* kecil.



Gambar 20. Rata-rata delay komunikasi antara PDA dan komputer di jaringan LAN



Gambar 21. Rata-rata packet loss komunikasi antara PDA dan komputer di jaringan LAN

5 KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian yang terkait dengan implementasi VoIP SIP pada *mobile phone* di jaringan *bluetooth* ini adalah :

- 1) Proses registrasi *klien* SIP di jaringan *bluetooth* akan ditangani lebih dahulu bagi yang memiliki nilai *throughput* paling tinggi.
- 2) Jarak jangkauan registrasi SIP maksimal 20 meter dengan nilai *throughput* 1,68 kbps.
- 3) Hasil pengujian untuk komunikasi antar PDA dan komputer di jaringan LAN menghasilkan *jitter* 18,27 ms, *delay* 35,63 ms, serta *packet loss* 0,54%. Sedangkan komunikasi antar PDA *bluetooth* menghasilkan *jitter* 22,30 ms, *delay* 30,02 ms, serta *packet loss* 3,77%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil suara VoIP lebih efisien jika media yang digunakan adalah

wire LAN daripada menggunakan *bluetooth*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Stuedi, A. Frei, L. Burdet, G. Alonso, *Design and Implementation of a VoIP Peer for Symbian Mobile Phones using Bluetooth and SIP*, WMASH, 2006.
- [2] A. Iwayemi, C. Zhou, *VoIP Performance in Multi-Radio Devices*, IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications, 2009.
- [3] AA.VV, *Specification of The Bluetooth System 1.0A*, Bluetooth Consortium, July 1999.
- [4] M. Albrecht et al., *IP services over Bluetooth: Leading the way to a new mobility*, IEEE journal, 1999.
- [5] S. Ehlert, S. Petgang, T. Magedanz, D. Sisalem, *Analysis and Signature of Skype VoIP Session Traffic*, Fourth International Conference on Communications, Internet, and Information Technology (CIIT 2006), St. Thomas, US Virgin Islands, Nov 2006.
- [6] Y. Rebahi, J.J. Pallares, N.T. Minh, S. Ehlert, G. Kovacs, D. Sisalem, *Performance Analysis of Identity Management in the Session Initiation Protocol*, in The 6th ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA-08), Doha, Qatar, Mar 2008
- [7] D. Sisalem, M. Corici, S. Ehlert, R. Popescu-Zeletin, *VDSat: Nomadic Satellite-Based VoIP Infrastructure*, International Workshop on Satellite and Space Communications 2005 (IWSSC 2005), Siena, Italy, Sep 2005
- [8] J. Kim, SeokLing Y., *Implementation and Evaluation of SIP-Based Secure VoIP Communication System*, IEEE journal, 2008
- [9] K.Jorgen H., "Personal Area Networking Profile", Bluetooth tutorial, 2006
- [10] N. Munif, "Analisa dan Implementasi VoIP SIP pada Mobile Phone di Jaringan Bluetooth", Final Project EEPIS-ITS, 2009.



Mike Yuliana lahir di Jember, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2001 dan magister teknik (MT) pada tahun 2007, keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Ia adalah pengajar di jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah *Telephony Network*, dan *Network Security*. Banyak melakukan penelitian yang berbasis aplikasi VoIP, mulai dari pembuatan server VoIP sampai pembuatan program untuk menambahkan fitur dari server VoIP.



Prima Kristalina lahir di Surakarta, ia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) dari Jurusan Teknik Elektro dan Magister Komputer (M.Kom) dari Jurusan Teknik Informatika, keduanya dari Institut Teknologi Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah *Telephony Network* dan *Wireless Sensor Network (WSN)*.



Nauval Munir lahir di Jember, ia memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan Teknik (S.ST) dari Jurusan Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS (PENS-ITS) pada tahun 2009. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa S2 Manajemen Teknologi Informasi Institut Teknologi Surabaya. Bidang penelitian yang ditekuni adalah *Computer Network*.