

IMPLEMENTASI VOICE SERVICE PADA JARINGAN GSM MENGGUNAKAN OPENBTS V5.0**IMPLEMENTATION OF VOICE SERVICE ON GSM NETWORK USING OPENBTS V5.0**

¹Agus Adi Wibowo² Moch. Fachru Rizal, S.T., M.T.³ Tedi Gunawan, S.T., M.Kom.^{1,2,3}Fakultas Ilmu Terapan – Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹agusadiw@gmail.com²mfrizal@tass.telkomuniversity.ac.id³tedi@tass.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Seiring berkembangnya dunia telekomunikasi di dunia, banyak bermunculan teknologi baru, salah satunya teknologi telepon tanpa kabel (*Wireless Telephone*). *Cell* merupakan area terkecil dari layanan telepon tanpa kabel atau telepon seluler. Untuk satu area *cell* biasanya terdapat satu perangkat BTS (*Base Transceiver Station*). Hampir seluruh masyarakat di dunia telah memiliki telepon seluler, namun penggunaan telepon seluler ini masih kurang dimengerti oleh masyarakat khususnya di daerah terpencil. Oleh karena itu, *OpenBTS* ini sangat dibutuhkan bagi masyarakat sebagai terobosan kegiatan berkomunikasi yang daerahnya tidak mendapat layanan operator seluler, serta pada daerah bencana alam. Selain itu, *OpenBTS* dapat digunakan sebagai teknologi baru dalam dunia pendidikan. Dalam proyek akhir ini diimplementasikan *OpenBTS* menggunakan *hardware* USRP (*Universal Software Radio Peripheral*) dan antenna *transceiver* untuk memancarkan sinyal radio GSM pada frekuensi 900 MHz. *OpenBTS* ini disambungkan dengan layanan VoIP pada Asterisk. Semua *software* yang digunakan pada *OpenBTS* ini bersistem operasi Linux, *software* tersebut yaitu UHD (*USRP Hardware Driver*) untuk mengendalikan USRP, *OpenBTS* untuk mengontrol operasi BTS, dan juga sentral telepon Asterisk sebagai *server* pada layanan VoIP. Dari skenario pengujian yang dilakukan untuk pengukuran performa kualitas sinyal dilakukan berdasarkan jarak jangkauan dari jaringan *OpenBTS*, sedangkan pengukuran kualitas kejernihan suara dilakukan menggunakan metode MOS (*Mean Opinion Score*). Hasil pengukuran performa kualitas sinyal menunjukkan bahwa *user* yang tersambung dengan jaringan *OpenBTS* memenuhi jangkauan sinyal pada jarak 1-12 meter itu dalam kategori sangat bagus, Sedangkan menurut *standard* MOS, *OpenBTS* memiliki kualitas kejernihan suara yang cukup bagus sampai radius 30 meter dengan nilai MOS yang diberikan rata-rata 3.5.

Kata Kunci: *OpenBTS, Asterisk, USRP, VoIP*

ABSTRACT

The development of telecommunications in the world, there are many new technologies, such as mobile phone technology (*Wireless Phone*). *Cell* is the smallest area of wireless phone or mobile phones service. Almost all the people in the world have a mobile phone, but the people who live in remote areas still poorly understood about how to using it. Therefore, *OpenBTS* is necessary as a breakthrough communication activities that the area does not receive the services from local mobile operators as well as in natural disasters area. In addition, *OpenBTS* also can be used as a new technology in education. In this final project, USRP (*Universal Software Radio Peripheral*) and GSM 900 MHz. Transceiver antenna are used for *OpenBTS* hardware. They are utilized for transmitting radio signals that connected to a VoIP service in Asterisk. For software, Linux is used as operating system and UHD (*USRP Hardware Driver*) to control the USRP, *OpenBTS* to control the BTS operation, and the Asterisk telephone exchange as server on a VoIP service. The performance of signal quality is carried by the distance range of *OpenBTS* network, while the clarity of the sound quality measurements performed using MOS (*Mean Opinion Score*). Signal quality performance measurement results show that the best quality *OpenBTS* network comply on distance 1-12 meter. According to standard MOS, *OpenBTS* sound quality the best clarity on 30 meters radius with a given value of MOS on average 3.5.

Keyword: *OpenBTS, Asterisk, USRP, VoIP*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan perangkat telekomunikasi adalah sesuatu yang vital saat ini, terutama bagi masyarakat yang daerahnya tidak mendapatkan layanan operator seluler berupa sinyal dalam hal berkomunikasi via suara sehingga dibutuhkan *OpenBTS*.

Dalam pembangunan *OpenBTS*, performa kualitas sinyal mempengaruhi suara yang dihasilkan berdasarkan jarak jangkauan dari jaringan tersebut dan kualitas kejernihan suara mempengaruhi jernih tidaknya suara yang dihasilkan berdasarkan cuaca atau sinyal pancarannya.

Jumlah BTS yang dimiliki oleh sebuah operator telepon seluler menimbulkan masalah yang terjadi pada kualitas sinyal dan kejernihan suara yang tidak terjangkau serta banyaknya data untuk masing-masing BTS, terkait kegiatan operasional dan perawatan yang dilakukan dilapangan oleh pelaksana lapangan. Teknologi baru BTS yakni *OpenBTS V5.0* berbasis GSM hadir sebagai inovasi yang menghadirkan teknologi komunikasi yang dapat dijangkau oleh semua kalangan. *OpenBTS V5.0* berbasis *software open source* sehingga mudah dioperasikan oleh masyarakat umum. Salah satu layanan *OpenBTS V5.0* adalah *voice service*. Dalam proyek ini, *voice service* inilah yang akan diimplementasikan pada jaringan GSM.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Proyek Akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara menginstalasi dan mengkonfigurasi *OpenBTS* yang mampu memberikan layanan suara berbasis GSM?
2. Bagaimana cara mengukur performa kualitas sinyal yang dihasilkan pada layanan suara *OpenBTS* berdasarkan jarak jangkauan dari jaringan *OpenBTS*?
3. Bagaimana cara mengukur kualitas kejernihan suara yang dihasilkan pada layanan suara *OpenBTS* menggunakan metode MOS (*Mean Opinion Score*)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari Proyek Akhir ini adalah:

1. Menginstalasi dan mengkonfigurasi *OpenBTS* yang mampu memberikan layanan suara berbasis GSM.
2. Mengukur performa kualitas sinyal yang dihasilkan pada layanan suara *OpenBTS* berdasarkan jarak jangkauan dari jaringan *OpenBTS*.
3. Mengukur kualitas kejernihan suara yang dihasilkan pada layanan suara *OpenBTS* menggunakan metode MOS (*Mean Opinion Score*)?

1.4 Batasan Masalah

Ada beberapa batasan masalah dalam Proyek Akhir ini adalah:

- a. Mengembangkan layanan suara yang diuji menggunakan 2 unit *handphone* sebagai *user*.
- b. Membahas performa kualitas sinyal untuk layanan suara berdasarkan jarak jangkauan dari jaringan *OpenBTS*.
- c. Pengukuran parameter kualitas kejernihan suara menggunakan metode MOS (*Mean Opinion Score*)
- d. Operator jaringan seluler yang digunakan adalah tipe GSM.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan Proyek Akhir ini adalah metodologi *Waterfall*.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum Proyek Akhir ini dibagi menjadi lima bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pemecahan masalah, sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan konsep dan teori dasar yang mendukung dalam pemecahan masalah.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bagian ini akan dijelaskan proses desain sampai konfigurasi untuk implementasi dari sistem.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini, dilakukan beberapa analisis hasil implementasi sistem sesuai skenario yang telah dirancang.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan sistem yang dibuat serta saran yang diperlukan untuk pengembangan jaringan lebih lanjut.

2. DASAR TEORI

2.1 Global System for Mobile Communication (GSM)

Global System for Mobile Communication (GSM) adalah salah satu contoh jaringan WAN pada jaringan seluler untuk transmisi data. Teknologi ini merupakan standar yang dikembangkan dengan kapasitas cukup banyak dan lebih tinggi daripada sistem analog saat ini. Teknologi GSM sudah tidak asing lagi di kalangan masyarakat, biasanya digunakan pada komunikasi bergerak khususnya telepon genggam. GSM menyediakan sejumlah layanan termasuk komunikasi suara, pesan singkat atau *Short Message Service (SMS)*, faksimile, *voice*, dan layanan tambahan lainnya seperti panggilan *forwarding*. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi

seluler sekaligus sebagai teknologi seluler yang paling banyak digunakan orang di seluruh dunia. [1]

2.2 Spesifikasi Teknis GSM

Pada awalnya GSM di Eropa didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 Mhz. Pada frekuensi ini, frekuensi *uplinks*-nya digunakan frekuensi 890–915 MHz, sedangkan frekuensi *downlinks*-nya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. *Bandwith* yang digunakan adalah 25 Mhz ($915-890 = 960-935 = 25$ Mhz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz. Dari keduanya, maka didapatkan 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara dan satu kanal untuk sinyal. Pada perkembangannya, jumlah kanal 124 semakin tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhan yang disebabkan pesatnya penambahan jumlah pengguna. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi di range 1800 Mhz dengan frekuensi 1710-1785 Mhz sebagai frekuensi *uplinks* dan frekuensi 1805-1880 Mhz sebagai frekuensi *downlinks*. GSM dengan frekuensinya yang baru ini kemudian dikenal dengan sebutan GSM 1800, yang menyediakan *bandwidth* sebesar 75 Mhz ($1880-1805 = 1785-1710 = 75$ Mhz). Dengan lebar kanal yang tetap sama yaitu 200 Khz sama, pada saat GSM pada frekuensi 900 Mhz, maka pada GSM 1800 ini akan tersedia sebanyak 375 kanal. Di Eropa, standar-standar GSM kemudian juga digunakan untuk komunikasi *railway*, yang kemudian dikenal dengan nama GSM-R.

2.2.1 Arsitektur Jaringan GSM

Sebuah jaringan GSM dibangun dari beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan interface masing-masing yang spesifik. Secara umum jaringan GSM dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu:

a. Mobile Stasion (MS)

MS merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan komunikasi. MS terdiri dari dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identity Module* (SIM).

- ME merupakan terminal transmisi radio yang dilengkapi dengan *International Mobile Equipment Identity* (IMEI), sedangkan SIM berisi nomor identitas pelanggan untuk masuk ke jaringan operator GSM. ME berfungsi sebagai *tranceiver* (transmitter dan receiver), sebagai *transducer* yang mengubah sinyal suara ke sinyal elektrik, memantau kondisi daya dan kualitas sinyal dari sel sekitarnya, serta memiliki memori untuk menyimpan data *user*.
- SIM memiliki *microprocessor* dan memori yang dapat menyimpan beberapa data *user*. Didalam SIM terdapat beberapa informasi penting yang

digunakan pada saat berkomunikasi, seperti IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*), Authentication Key (terdiri dari algoritma A3 dan A8) yang digunakan pada saat proses autentifikasi, serta berisi PIN (*Personal Identification Number*) dan PUK (*PIN Unblocking Key*).

b. Base Stasion System (BSS)

BSS terdiri dari tiga perangkat yaitu:

1. Base Transceiver Station (BTS)

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang menangani akses radio dan berinteraksi langsung dengan *mobile station* (MS) melalui *air interface*. BTS juga mengatur proses *handover* yang terjadi didalam BTS itu sendiri dan dimonitor oleh BSC.

2. Base Station controller (BSC)

BSC adalah *interface* antara BTS dengan MSC dan OMC. BSC juga mengendalikan beberapa BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC memajemen sumber radio dalam pemberian frekuensi untuk setiap BTS dan mengatur *handover* ketika *mobile station* melewati batas antar sel.

c. Network Switching System (NSS)

NSS berfungsi sebagai *switching* pada jaringan GSM, memajemen jaringan, sebagai *interface* antara jaringan GSM dengan jaringan lainnya. Komponen NSS pada jaringan GSM terdiri dari:

1. Mobile Switching Center (MSC)

MSC merupakan sebuah *network element central* dalam sebuah jaringan GSM. MSC sebagai inti dari jaringan seluler, dimana MSC berperan untuk interkoneksi hubungan pembicaraan, baik antar selular maupun dengan jaringan kabel PSTN, ataupun dengan jaringan data. MSC bertugas mengatur komunikasi antar pelanggan dan *user* jaringan telekomunikasi lainnya.

2. Home Location Register (HLR)

HLR merupakan *database* yang berisi data pelanggan yang tetap suatu wilayah cakupan. Data-data tersebut antara lain, layanan pelanggan, *service* tambahan dan informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir

3. Visitor Location Register (VLR)

VLR merupakan *database* yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan yang melakukan *mobile* (*roaming*) dari area cakupan lain.

4. Authentication Center (AuC)

AuC berisi *data base* yang bersifat rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode untuk pengamanan dan pengontrolan penggunaansistem seluler yang sah dan mencegah pelanggan yang melakukan kecurangan.

5. Equipment Identity Register (EIR)

Merupakan data base terpusat yang berfungsi untuk validasi Internasional *Mobile*

d. Network Management System

- Operation and Maintenance Center (OMC)

OMC sebagai pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan. Fungsi utamanya mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.

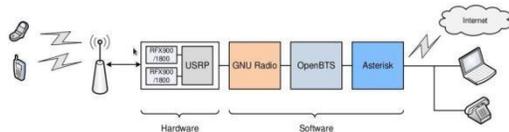
- Network Management Centre (NMC)

NMC berfungsi untuk pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan yang lebih besar dari OMC.

2.3 OpenBTS

OpenBTS (Open Base Transceiver Station) adalah *software open source* yang digunakan untuk merevolusi jaringan *mobile* dengan menggunakan protokol warisan telco, tradisional kompleks, dan sistem pemilik *hardware* dengan internet protokol dan

arsitektur jaringan yang fleksibel. Arsitektur ini terbuka untuk inovasi dengan siapapun, yang memungkinkan pengembangan aplikasi dan layanan baru menyederhanakan pengaturan dan pengoperasian jaringan *mobile*. Dan untuk *OpenBTS* yang saya gunakan yakni *OpenBTS V5.0* terdapat fitur *GPRS Support, A3-A8-A5/1 authentication and encryption, handover support*, dan *file* yang lebih terstruktur. [4]



Gambar 2.1 Arsitektur Sederhana OpenBTS

2.4 Asterisk

Asterisk merupakan kerangka bebas dan *open source* untuk membangun aplikasi komunikasi yang dapat mengubah komputer biasa menjadi kaya akan fitur server komunikasi atau *central phone*. Fungsi Asterisk yang digunakan pada *OpenBTS* adalah *PBX Switching Core*, yang berfungsi untuk menangani panggilan masuk ke arah Asterisk, panggilan dapat datang dari berbagai *interface* dan Asterisk dapat digunakan untuk membuat dan menyebarkan berbagai macam aplikasi dan layanan *telephone*, termasuk *IP PBXs, VoIP gateway, call center ACDs dan IVR systems*. Asterisk dirilis di bawah *GNU General Public License (GPL)*, dan tersedia untuk unduh dengan gratis. [5]

2.5 Universal Serial Radio Peripheral (USRP)



Gambar 2.2 USRP RAD1

Universal Software Radio Peripheral (USRP) merupakan *software ber-platform* radio yang berbasis *Digital Signal Processing (DSP)* berkecepatan tinggi untuk pengembangan praktis dan penyebaran system RF fleksibel dari DC ke 6 GHz. USRP berupa *hardware* dan saat ini mempunyai beberapa versi. Versi yang paling baru menggunakan Gigabit Ethernet sehingga dapat disimpan di atas tower dengan mudah agar dapat meng-*cover* wilayah yang luas. USRP ini dapat di peroleh dengan harga sekitar *US\$1500-an* dari Amerika Serikat, tepatnya dari *Ettus Research* pada alamat <http://www.ettus.com/>. Versi yang tampaknya akan mendominasi GSM murmer ini adalah USRP2 yang menggunakan Gigabit Ethernet. USRP2 membutuhkan *power amplifier* sampai sekitar 1 Watt pada frekuensi 915 MHz untuk dapat memberikan layanan dengan baik. Modul *power amplifier* ini cukup banyak di pasaran. Tanpa modul *power amplifier* USRP2 tetap dapat digunakan dengan daya pancar sekitar 200mW saja. UHD (*USRP Hardware Driver*) sebagai *software* pendukung dalam pengoperasian USRP.

USRP dirancang dan dijual oleh *Ettus Riset, LLC* dan perusahaan induknya. Produk ini dimaksudkan untuk menjadi sebuah *platform* perangkat keras yang relatif murah untuk radio perangkat lunak dan umumnya digunakan oleh laboratorium penelitian dan universitas. USRP terhubung ke komputer *host* melalui USB atau Gigabit Ethernet link berkecepatan tinggi, dimana perangkat lunak berbasis host digunakan untuk mengontrol perangkat keras USRP dan mengirimkan/menerima data. [7]

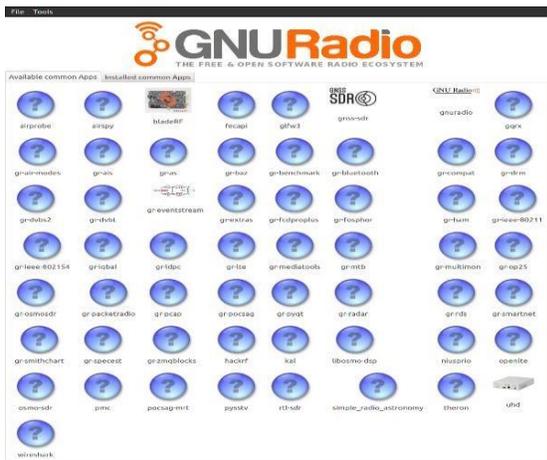
Di bawah ini adalah daftar beberapa aplikasi yang menggunakan USRP, diantaranya:

1. Sebuah APCO25 Receiver Transmitter / kompatibel dan Decoder
2. RFID reader

3. Jaringan selular GSM *base station*
4. GPS penerima
5. Radio FM penerima
6. Pemancar FM radio
7. Televisi digital (ATSC decoder)
8. Pasif radar
9. Sintetis aperture radar
10. Radio amatir
11. Alat bantu mengajar
12. *Digital Audio Broadcasting* (DAB / DAB + / DMB) pemancar

13. *Mobile WiMAX receiver* dengan USRP N2x0
2.6 USRP Hardware Driver (UHD)

USRP Hardware Driver (UHD) adalah device driver yang disediakan oleh *Research Ettus* untuk digunakan oleh produk USRP. Produk ini Mendukung Linux, MacOS, dan platform Windows. Beberapa kerangka kerja termasuk GNU Radio, LabVIEW, Matlab dan Simulink menggunakan UHD. Fungsi yang disediakan oleh UHD juga dapat diakses langsung dengan API UHD, yang menyediakan dukungan asli untuk C++. UHD juga menyediakan portabilitas seluruh keluarga produk USRP. Aplikasi yang dikembangkan untuk model USRP tertentu akan mendukung model USRP lain jika pertimbangan yang tepat diberikan kepada tingkat sampel dan parameter lainnya. PyBOMBS (*Phyton Build Overlay Managed Bundle System*) adalah sistem manajemen untuk menyelesaikan dependensi atau kumpulan beberapa aplikasi untuk *software radio* termasuk instalasi UHD.



Gambar 2.3 Tampilan PyBOMBS

2.7 Produk USRP

Adapun beberapa Produk USRP adalah sebagai berikut:

1. Network Series (USRP N200 dan N210 USRP)
 USRP N200 dan USRP N210 adalah perangkat USRP kinerja tinggi yang menyediakan jangkauan dinamis dan *bandwidth* yang lebih tinggi dari seri bus. Menggunakan Gigabit Ethernet antarmuka, perangkat di Seri Jaringan

2. Bus Series (USRP1 dan USRP B100)
 Semua produk di Seri Bus Penelitian Ettus menggunakan USB 2.0 interface untuk

mentransfer sampel ke / dan dari komputer host. Ini direkomendasikan untuk aplikasi yang tidak membutuhkan *bandwidth* yang lebih tinggi dan jangkauan dinamis yang disediakan oleh Seri Jaringan (USRP N200 dan N210 USRP).

a. USRP1

USRP1 adalah produk USRP asli dan terdiri dari :

- 1) Empat kecepatan tinggi *analog-ke-digital converter*, masing-masing mampu 64 M S / s pada resolusi dari 12-bit, 85 dB SFDR (AD9862).
- 2) Empat kecepatan tinggi *digital-ke-analog converter*, masing-masing mampu 128 MS / s pada resolusi dari 14-bit, 83dB SFDR (AD9862).
- 3) Sebuah Altera Cyclone EP1C12Q240C8 FPGA .
- 4) Sebuah Cypress EZ-USB FX2 kecepatan tinggi USB 2.0 *controller*.
- 5) Empat soket ekstensi (2 TX, RX 2) untuk menghubungkan 2-4 *daughterboards*.
- 6) 64 GPIO pin tersedia melalui empat BasicTX / BasicRX modul *daughterboard* (16 pin masing-masing).

b. USRP B100

USRP ini diperkenalkan pada bulan Oktober 2011 dan ditetapkan sebagai *Software Radio* dasar dari Research Ettus.

3. Embedded Series (USRP E100 dan E110 USRP)

Embedded series ini menggabungkan fungsionalitas yang sama dengan perangkat lainnya dengan USRP 3 OMAP prosesor *embedded*. Perangkat ini tidak perlu dihubungkan ke PC eksternal untuk operasi.

4. USRP2

USRP2 ini dikembangkan setelah USRP dan pertama kali dibuat pada bulan September 2008.

USRP2 ini berisi :

- a. Sebuah Xilinx Spartan 3-2000 FPGA
- b. Gigabit *Ethernet* antarmuka

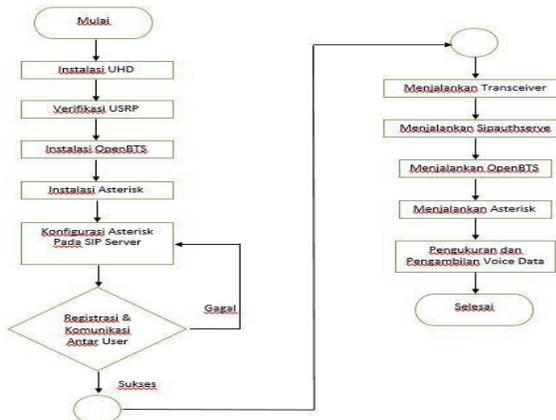
- c. Dua 100 MS / s, 14-bit, *analog-ke-digital converter*. LTC2284, 72.4dB SNR dan SFDR 85dB untuk sinyal pada frekuensi Nyquist.
- d. Dua 400 MS / s, 16-bit, *digital-ke-analog converter*. AD9777. 160 MSPS interpolasi, hingga 400 MSPS dengan interpolasi 8x.

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Perancangan sistem

3.1.1 Perancangan Diagram Alir

Perancangan sistem tugas akhir ini akan digambarkan melalui diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Sistem

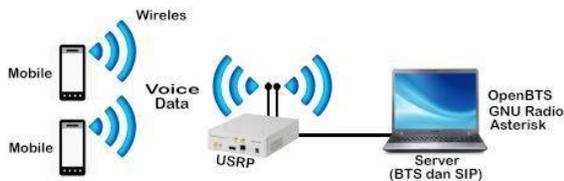
3.2 Implementasi Sistem

Setelah skenario perancangan dibuat, selanjutnya diimplementasikan. Pada tahap implementasi ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

- a. Pembangunan fisik sistem.
- b. Instalasi dan Konfigurasi sistem.

3.2.1 Topologi Jaringan

Topologi fisik dari sistem yang akan dibangun seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.2 Topologi Sistem

Pada implementasi jaringan di atas digunakan perangkat sebagai berikut:

a. Perangkat Utama

- 1. USRP tipe RAD1 atau biasa disebut USRP1 Spesifikasi: USB 2.0, Antenna VERT 900 (85 dB)
- 2. Sebuah Laptop

Spesifikasi : Intel Core i3, RAM 4 GB, VGA 2 GB, Harddisk 80 GB, OS Linux Ubuntu 14.04 LTS Laptop ini berisi 3 software opensource yaitu:

- UHD 3.8.3
 - PyBombs
 - OpenBTS V5.0
 - Asterisk 13.1.1
- b. Perangkat Penunjang**
- 1. Hardware
 - Kabel USB
 - 2 buah HP beserta simcard
 - HP Android Blu
 - 2. Software
 - OpenSignal

Merupakan aplikasi pengukur kualitas sinyal dalam Android terhadap jaringan OpenBTS yang terhubung dengan satuan dBm.

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1 Pengujian Komunikasi Suara

Ketika sudah mendapatkan IMSI dan mendaftarkan nomor ke dalam *database Asterisk*. Selanjutnya akan dilakukan pengujian telepon atau komunikasi suara antar *handphone*.



Gambar 4.1 Pengujian komunikasi suara dari nomor 1234567 ke 1234568



Gambar 4.2 Pengujian komunikasi suara dari nomor 1234568 ke 1234567

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil proses implementasi dan pengujian yang dilakukan pada Proyek Akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi *Voice Service* dengan menggunakan *OpenBTS* Versi 5.0 yang bertujuan sebagai mini BTS telah berhasil dilakukan dengan menggunakan USRP RAD1.
2. Kualitas sinyal dari analisis pada tabel hasil pengujian ini membuktikan bahwa telah diasumsikan jaringan *OpenBTS* bisa memberikan jangkauan sinyal pada jarak 1-12 meter itu dalam kategori “sangat bagus”, 15-18 meter dalam kategori “cukup”, 27-30 meter dalam kategori kurang bagus, 40-50 meter dalam kategori buruk.
3. Kualitas kejernihan suara yang baik dari *OpenBTS* ini memiliki nilai rata-rata 4.2 pada jarak 1-20 meter.
4. Kualitas pancaran sinyal dari Antenna Vert 900 berjalan dengan stabil pada jarak kurang dari 20 meter.

5. Saran

Berdasarkan hasil implementasi Proyek Akhir ini dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan implementasi *OpenBTS*, perlu diketahui dan membaca secara detail perangkat pendukung yang *support* terhadap versi *OpenBTS*.
2. Untuk kedepannya diharapkan *OpenBTS* ini dapat dikembangkan agar makin kompleks dan bermunculan fitur-fitur pendukung lainnya.
3. Diharapkan *OpenBTS* ini dapat menjadi teknologi telekomunikasi baru yang bisa diimplementasikan di masyarakat khususnya daerah tertinggal dan bencana yang belum terjangkau oleh operator seluler.
4. Dalam *recovery OpenBTS*, cara otomatis yang bisa digunakan adalah *SSH Daemon* agar *service* dapat diaktifkan kembali tanpa harus melakukan operasi secara manual.
5. Dalam implementasi *OpenBTS* ini, sebaiknya gunakan fitur-fitur yang bisa diterapkan, seperti: *MultiBTS*, *Enkripsi*, *Handover Support* dan lain sebagainya.

6. Dalam implementasi *OpenBTS* ini, jumlah perangkat *mobile user* yang bisa digunakan adalah sebanyak-banyaknya. Dan biasanya perangkat *mobile user* yang mudah untuk menemukan jaringan *OpenBTS* adalah bersistem operasi *Symbian/Android*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanti, Fitri dkk. (2009). *Jaringan Nirkabel*. Bandung: Politeknik Telkom.
- [2] [2015, Februari 4]. “Base Transceiver Station (BTS)” [Online]. Tersedia: <http://www.gartner.com/it-glossary/bts-base-transceiver-station>. [2013].
- [3] M. Redl, Stegmund dkk. (2010). *GSM and Personal Communication Handbook*. London: Artech House Boston.
- [4] [2015, Februari 4]. “OpenBTS” [Online]. Tersedia: <http://www.openbts.org>. [2014].
- [5] Kemetmuller, Christoph. (2010). *Installation Guide for OpenBTS*. Damstadt: CASED.
- [6] [2015, Februari 4]. “Asterisk” [Online]. Tersedia: <http://www.asterisk.org>. [2015].
- [7] [2015, Februari 4]. “USRP Family for Product” [Online]. Tersedia: <http://ettus.com/>. [2015].
- [8] [2015, Februari 4]. “GNU Radio” [Online]. Tersedia: <http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki>. [2006].
- [9] Fuadi, Hamdan. (2010). *Perancangan dan Implementasi OpenBTS Dengan Menggunakan Asterisk Pada Ubuntu 10.10*. Bandung: Politeknik Telkom.