

Implementasi Software Radio Systems Radio Access Network (Srsran) Pada Jaringan 4g Multi-Site

1st Wildan Yuliansyah

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

wildanyuliansyah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Periyadi

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

periyadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Mochammad Fahu Rizal

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mfrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Pada zaman sekarang teknologi jaringan seluler sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Namun, pada daerah yang jauh dari perkotaan memiliki sinyal yang rendah sehingga mengganggu aktivitas mereka maka dibutuhkan solusi untuk meningkatkan sinyal jaringan seluler pada daerah yang memiliki sinyal rendah agar aktivitas menggunakan internet dapat lancar kembali serta membandingkan kecepatan internet sebelum simulasi dan setelah simulasi. Maka, kami membuat simulasi Software Radio Systems Radio Access Network (srsRAN) sebagai salah satu solusi untuk permasalahan ini. srsRAN adalah proyek open source dengan mengimplementasikan teknologi 3gpp dengan menggunakan Universal Software Radio Peripheral (USRP) sebagai perangkat keras komputer dan program untuk mengidentifikasi kartu SIM LTE. srsRAN memiliki 2 bagian yaitu Software Radio Systems Evolved Packet Core (srsEPC) sebagai inti jaringan berfungsi untuk pengaturan lalu lintas data dan Software Radio Systems Evolved Node B (srsENB) sebagai akses handphone pada srsRAN.

Kata kunci—Software Radio Systems Radio Access Network (srsRAN), Universal Software Radio Peripheral (USRP), Software Radio Systems Evolved Packet Core (srsEPC), Software Radio Systems Evolved Node B (srsENB)

I. PENDAHULUAN

Masyarakat saat ini sangat membutuhkan jaringan internet terutama jaringan 4G LTE dikarenakan kecepatan yang diberikan sangat tinggi serta mudah digunakan. Jaringan 4G LTE sudah menjadi kebutuhan primer saat ini karena segala aktivitas saat ini sudah terhubung dengan internet seperti membeli makanan, membeli pakaian, menyewa transportasi, membeli tiket dan sebagainya perlu menggunakan layanan internet. Ada beberapa daerah atau tempat yang tidak terjangkau oleh jaringan internet 4G seperti daerah pedalaman atau jauh dari menara Base Transceiver Station (BTS). Hal ini tentu akan membuat aktivitas terganggu terutama pada saat menggunakan layanan internet. disisi lain, BTS milik penyedia layanan telekomunikasi jika ingin membangun sebuah BTS membutuhkan dana yang

cukup besar serta biaya lisensi juga tidak murah. Sehingga, masyarakat yang membutuhkan jaringan 4G pada daerah yang tidak terjangkau membutuhkan solusi sehingga masyarakat bisa mendapat akses internet. Software Radio Systems Radio Access Network (srsRAN) adalah platform pengembangan jaringan telekomunikasi yang bersifat open source untuk software serta menyediakan juga hardware USRP B205mini-i yang digunakan untuk pengganti dari BTS. USRP B205mini-i ini dapat dibeli dari situs resminya sehingga siapapun dapat mengembangkan infrastruktur jaringan telekomunikasi ini. Harapannya penelitian ini dapat mengimplementasikan software srsRAN sehingga daerah yang tidak terjangkau dapat dengan mudah menggunakan alat ini dan biaya user atau pengguna akan lebih murah bahkan gratis. Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah membuat simulasi Software Radio Systems Radio Access Network (srsRAN) Jaringan 4G yang bisa digunakan untuk menambahkan sinyal pada daerah yang terpencil dan pedalaman, mendeteksi jaringan seluler pada telepon genggam, menguji kecepatan internet setelah implementasi SRSRAN pada telepon genggam.

II. KAJIAN TEORI

A. Evolved Packet Core (EPC)

Evolved Packet Core (EPC) adalah infrastruktur jaringan inti berbasis IP yang menyediakan layanan data paket yang mendukung konvergensi teknologi radio berlisensi (2G/3G/4G) dan tidak berlisensi (Wi-Fi). EPC juga memberikan peluang untuk integrasi nirkabel dengan kabel dan jaringan alternatif lainnya untuk memungkinkan komunikasi dan layanan berbasis IP di jaringan nirkabel dan kabel. EPC menyediakan jangkauan klien umum untuk mobilitas, penagihan, kebijakan, dan penagihan.

Tiga elemen utama dari EPC adalah Mobility Management Unit (MME), Service Gateway (SGW) dan Packet Data Network Gateway (PGW) [1].

B. Universal Software Radio Peripheral (USRP)

Diproduksi oleh Ettus Research, USRP bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan perangkat lunak radio yang terjangkau. USRP berfungsi saat komputer host terhubung melalui USB atau Gigabit Ethernet berkecepatan tinggi. Sambungan ini memungkinkan perangkat lunak untuk mengontrol USRP dan menentukan sinyal untuk mengirim dan menerima data. USRP adalah perangkat lunak radio DSP (Digital Signal Processing) berbasis perangkat keras yang bertindak sebagai pemancar (pemancar dan penerima) untuk sinyal GSM. Namun bukan hanya sinyal radio, USRP dapat dikonfigurasi untuk mengirimkan sinyal AM, FM atau TV, dan semua sinyal diprogram dalam perangkat lunak USRP yang diproduksi oleh Ettus Research [2].

C. Software Radio Systems Radio Access Network (srsRAN)

Paul Sutton - 15 April 2021

Pada awal 2014, rilis publik pertama dari proyek srsLTE dirilis. Pada saat itu disebut libLTE dan pengembang utamanya, Ismael Gomez, baru saja bekerja sama dengan mitra riset universitasnya (saya) untuk membangun startup kecil bernama Software Radio Systems (SRS).

Awalnya dikembangkan sebagai pustaka komponen SDR sumber terbuka gratis untuk 4G LTE, proyek ini terdiri dari 11.000 baris kode dan menyertakan aplikasi pencari sel LTE sederhana. Dalam tujuh tahun, srsLTE telah berkembang menjadi hampir satu juta baris kode dengan aplikasi full-stack UE, eNodeB dan EPC, menyediakan jaringan 4G end-to-end yang lengkap. Sementara itu, SRS telah berkembang dari startup 2 orang menjadi tim 17 orang dengan kantor di Irlandia, Spanyol, dan Jerman.

Dengan bantuan Badan Antariksa Eropa, SRS membuat acara pencarian seluler pertama pada tahun 2014 dan merilis aplikasi UE open source pertama pada November 2015. Ini diikuti oleh aplikasi eNodeB dan EPC pertama kami pada Juni 2017 dan Februari 2018. EU H2020 program, Institut Standar dan Teknologi Nasional AS (NIST), dan pengembangan didukung oleh mitra bisnis asli kami. Sejak rilis awal ini, pembaruan rutin telah meningkatkan stabilitas dan pengalaman pengguna, serta fitur-fitur baru seperti MIMO, mobilitas, agregasi operator, eMBMS, NB-IoT, dan C-V2X.

Seiring berkembangnya srsLTE, begitu pula basis pengguna. Pada Juli 2019, kami meluncurkan srsLTE.com sebagai pusat komunitas untuk membantu pengguna baru memulai srsLTE, berbagi temuan penelitian, dan menyoroti kisah sukses. Halaman penelitian kami sekarang memiliki lebih dari 200 publikasi peer-review berdasarkan penelitian menggunakan srsLTE. Dengan SDR UE sumber terbuka

yang paling andal dan dapat diakses di dunia, kami telah melihat adopsi srsLTE yang signifikan dalam komunitas keamanan nirkabel seluler. Dari 19 Notifikasi Kerentanan Terkoordinasi (CVD) yang terdaftar di GSMA Mobile Security Hall, 11 didasarkan pada pekerjaan menggunakan srsLTE.

Pada akhir tahun 2018, 3GPP merilis spesifikasi versi final 15 untuk 5G NR. Berdasarkan dasar teknis 4G LTE, 5G NR menawarkan lebih banyak fleksibilitas, bandwidth lebih tinggi, dan dukungan untuk pita frekuensi milimeter baru. Sejak awal tahun 2020, tim SRS telah membangun dukungan untuk standar baru ini, dan dengan rilis 21.04 kami, kami menambahkan dukungan untuk implementasi penuh pertama NSA mode 5G UE kami. Ini akan diikuti oleh aplikasi gNodeB kami, yang akan dirilis pada bulan Oktober tahun ini.

Saat kami memperluas fokus proyek kami di luar 4G LTE ke 5G NR, nama kami "srsLTE" tidak lagi sepenting sebelumnya. Jadi bersamaan dengan rilis 21.04 kami, proyek srsLTE menjadi proyek srsRAN.

Dengan srsRAN, kami akan menambahkan dukungan 5G UE dan gNodeB, tetapi tentu saja kami akan terus mengembangkan dan meningkatkan solusi 4G kami yang sudah ada. Tahun ini, solusi LTE kami diimplementasikan dalam skala besar di jaringan produksi untuk pertama kalinya bekerja sama dengan pelanggan komersial kami. Sejak awal, kami telah membangun dan mengembangkan perangkat lunak kami untuk penerapan di dunia nyata, dan ini merupakan pencapaian besar bagi tim dan komunitas kami. Kami sangat senang dengan babak baru dalam pengembangan ini dan berharap dapat mendukung komunitas kami dengan menyediakan perangkat lunak sumber terbuka paling andal untuk jaringan seluler 4G dan 5G! Paul dan tim SRS [3].

D. Software Radio Systems Evolved Node B (srsENB)

srsENB adalah base station LTE eNodeB yang diimplementasikan sepenuhnya dalam perangkat lunak. Berjalan sebagai aplikasi pada sistem operasi berbasis Linux standar, srsENB terhubung ke jaringan inti LTE (EPC) apa pun dan membuat sel LTE lokal. srsENB memerlukan perangkat SDR seperti USRP Ettus Research untuk mengirim dan menerima sinyal radio secara nirkabel.

Membentuk jaringan LTE end-to-end menggunakan srsENB dengan srsEPC dan srsUE. srsENB juga memiliki kemampuan 5G NR. Membentuk jaringan 5G NSA titik akhir menggunakan srsUE, srsENB, dan srsEPC. Bangun jaringan 5G SA end-to-end menggunakan srsUE, srsENB, dan inti 5G pihak ketiga [4].

E. User Equipment (UE)

srsUE adalah modem 4G LTE dan 5G NR UE yang diimplementasikan sepenuhnya dalam perangkat lunak. srsUE berjalan sebagai aplikasi pada sistem operasi berbasis

Linux standar, terhubung ke jaringan LTE apa pun dan menyediakan antarmuka jaringan standar dengan konektivitas seluler berkecepatan tinggi. Untuk mengirim dan menerima sinyal radio secara nirkabel, srsUE memerlukan perangkat SDR seperti USRP Ettus Research. Gunakan srsUE dengan srsENB dan srsEPC untuk menyediakan jaringan LTE penuh atau 5G NSA.

Gunakan srsUE dengan srsENB dan inti 5G pihak ketiga untuk menyediakan jaringan 5G SA yang lengkap [5].

III. METODE

Metodologi pengembangan yang digunakan adalah Network Development Life Cycle (NDLC). Gambaran sistem yang dibuat adalah sebagai berikut :



GAMBAR 1
Gambaran sistem yang dikerjakan

Pada gambaran sistem di atas, pertama, menjalankan *Evolved Packet Core* (EPC), EPC adalah sebuah program yang dimana berfungsi sebagai server. Kedua menjalankan *Evolved Node B* (eNB), eNB adalah sebuah program yang berfungsi sebagai pemancar sinyal yang akan digunakan pada alat *Universal Software Radio Peripheral* (USRP) B205mini-i. Ketiga, mencari sinyal, smartphone akan mencari sinyal yang dikeluarkan oleh USRP B205mini-i. Keempat, terdeteksi oleh srsRAN, program EPC dan eNB telah berhasil terhubung. Jika smartphone tidak terdeteksi oleh srsRAN, maka smartphone akan mencoba lagi mencari sinyal.

Kelima, smartphone mendeteksi srsRAN, smartphone telah berhasil terhubung dengan srsRAN. Keenam, autentikasi dan registrasi, srsRAN akan mengautentikasi dan

meregistrasi smartphone ke dalam database. Ketujuh, smartphone sudah teregistrasi oleh *database*, smartphone telah berhasil diregistrasi. Kedelapan, smartphone mendapat IP dari provider, smartphone telah mendapat IP untuk bisa mengakses internet. Terakhir, smartphone mendapat koneksi internet, smartphone sudah bisa mengakses internet.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama adalah menghubungkan antara Evolved Packet Core (EPC) dengan Evolved Node B (ENB), dan pengujian kedua adalah menguji jarak, sinyal, dan kecepatan internet pada smartphone dapat terhubung ke internet atau tidak. Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

```

Receiving configuration file ./epc.conf...
MS Initialized
MME S11 Initialized
MME GTP-C Initialized
MME Initialized MCC: 0x9190, MNC: 0xffff0
SPGW GTP-C Initialized
MME S1-MT Initialized
SPGW M1 Initialized
Received S1 Setup request
S1 Setup Request - MME: 901700000013847
S1 Setup Request - MCC: 901, MNC: 70
S1 Setup Request - TAG: 7, B-PLMN: 0x9107
S1 Setup Request - Paging DRX: 128
Sending S1 Setup Request
Initial Uplink Message: MME_S1-MT_ATTACH_REQUEST
Received Initial Uplink Message: MME_S1-MT_ATTACH_REQUEST
Attach Request - IMSI: 901700000013847
Attach Request - eNB UE S1AP ID: 1
Attach request - MME UE S1AP ID: 1
Attach Request - UE Network Capabilities (EAs): 11110000
Attach Request - UE Network Capabilities (EAs): 01100000
Attach Request - UE Network Capabilities (EAs): 01100000
Attach Request - UE Network Capabilities (EAs): 01100000
PDN Connectivity Request - EPS Bearer Identity requested: 0
PDN Connectivity Request - Procedure Transaction ID: 11
PDN Connectivity Request - Information Transfer requested: true
Downlink NAS: Sending Authentication Request
DL NAS: Authentication Failure
DL NAS: Authentication Failure - Synchronization Failure
Downlink NAS: Sent Authentication Request
DL NAS: Received Authentication Request
Authentication Request - IMSI: 901700000013847
Authentication Response - IMSI: 901700000013847
UE Authentication Accepted.
Generating KEMM via NAS COUNT: 0
Downlink NAS: Sending NAS Security Mode Command.
DL NAS: Received Security Mode Complete
Security Mode Command Complete - IMSI: 901700000013847
Sending ESM Information Request
DL NAS: Received ESM Information Response
ESM Info: APS Usage
Getting subscription Information - QCI 9
Sending Create Session Request
Creating session request - IMSI: 901700000013847
Creating session request - MME context ID: 1
Received GTP-C PDU. Message type: GTPC_NAS_TYPE_CREATE_SESSION_REQUEST
Creating session request - IMSI: 901700000013847
SPGW: Allocated User ID 1
UPGW: Allocate UE IP 172.16.0.2
UPGW: Received Create Session Response
Create Session Response - SPGW context ID: 1
Create Session Response - UE IP address: 172.0.1.100
UPGW Allocate IP 172.16.0.2 to IMSI 901700000013847
Adding attach accept to Initial Context Setup Request
Sent Initial Context Setup Request - eNB ID: 1
Received Initial Context Setup Response

```

GAMBAR 2

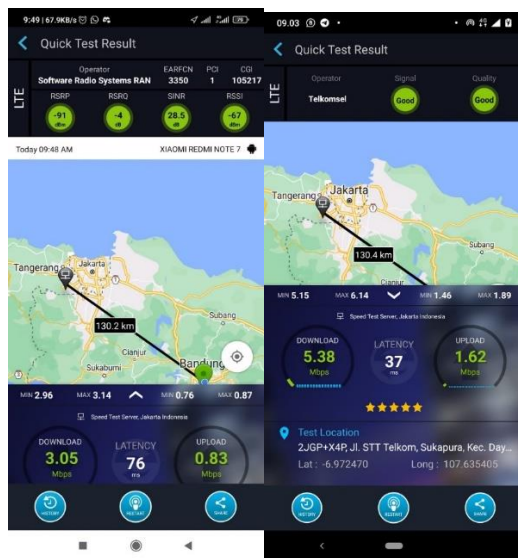
Menjalankan perintah srsEPC dan sudah terdeteksi kartu SIM dengan IMSI 901700000013847

[illegible]

GAMBAR 3

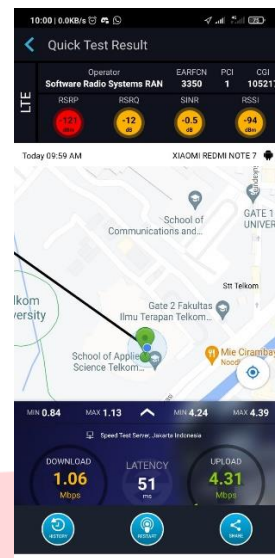
Menjalankan perintah srsENB dan sudah terhubung antara *smartphone* dengan ENB

EPC dan ENB telah terhubung dengan baik.



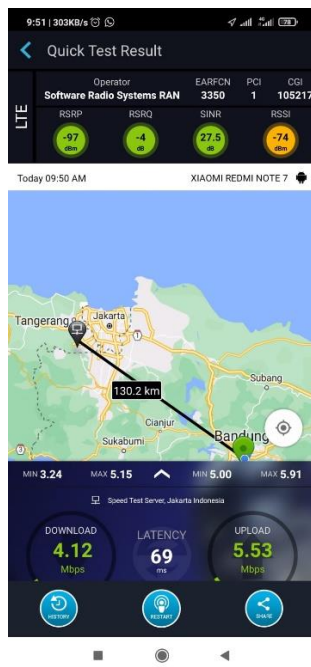
GAMBAR 4

Sebelah kiri yaitu hasil pengujian di *smartphone client*, sebelah kanan yaitu hasil pengujian di *smartphone backbone* dengan jarak 1m dari USRP B205mini-i



GAMBAR 6

Hasil pengujian dengan jarak 10m dari USRP B205mini-i



GAMBAR 5

Hasil pengujian dengan jarak 5m dari USRP B205mini-i

TABEL 1

Tabel pengujian pada aplikasi di *smartphone*

Time	Technol ogy	CGI	Cel ls	RS RP	RSR Q	SIN R	RS SI
10:12: 56	LTE	1052 17	1	- 12 2 dB m	-8 dB	- 1.4 dB	-97 dB m



GAMBAR 7

Hasil pengujian *voice call* melalui *WhatsApp*

Smartphone dapat menerima layanan internet yang diberikan oleh srsRAN dengan kecepatan *download* dan *upload* yang berbeda di jarak 1m, 5m, dan 10m. Sinyal yang diterima *smartphone* pun berbeda karena jarak dari USRP semakin jauh maka semakin lemah sinyalnya. Sinyal yang

diperoleh smartphone dengan jarak 1m adalah RSRP -91dBm, RSRQ -4dB, SINR 28.5dB, RSSI -67dBm, dengan jarak 5m adalah RSRP -97 dBm, RSRQ -4dB, SINR 27.5 dB, RSSI -74dBm, dengan jarak 10m adalah RSRP -121 dBm, RSRQ -12 dB, SINR -0.5 dB, RSSI -94 dBm.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa EPC dan ENB telah terhubung dengan baik, dan rata rata kecepatan download yang dihasilkan adalah 20.10 Mbps dan kecepatan upload yang dihasilkan adalah 5.30 Mbps.

REFERENSI

- [1] S. R. Architecture, "Evolved Packet Core (EPC) for Communications Service Providers," no. May 2016, pp. 1–12.
- [2] "Towards Open Cellular Ecosystem – OpenAirInterface." <https://www.openairinterface.org/getting-started/openairinterface-an-open-cellular-ecosystem/> (accessed Jan. 11, 2021).
- [3] "The srsLTE project is evolving." <https://www.srslte.com/srslte-srsran> (accessed Sep. 18, 2022).
- [4] "Introduction — srsRAN 22.10 documentation." https://docs.srsran.com/en/latest/usermanuals/source/srsenb/source/1_enb_intro.html (accessed Feb. 20, 2023).
- [5] "Introduction — srsRAN 22.10 documentation." https://docs.srsran.com/en/latest/usermanuals/source/srsue/source/1_ue_intro.html (accessed Feb. 20, 2023).