

Penggunaan Radio Access Network Open Air Interface Pada Implementasi Jaringan Private 5G Pada Small Cell

1st Muhamad Fajar Anugrah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mfajaranugrah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dhoni Putra Setiawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

3rd Fardan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fardanfnn@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perkembangan jaringan seluler sudah semakin cepat. Dahulu generasi seluler dimulai dari 1G hingga saat ini sudah terdapat peningkatan terbaru dari jaringan 4G yaitu jaringan 5G. Dalam implementasi jaringan 5G dibagi menjadi 2 yaitu non-standalone access (NSA) dan standalone access (SA). Penggunaan radio access network (RAN) dalam jaringan 5G memiliki banyak pilihan. Salah satu yang akan dibahas dalam jurnal ini yaitu Open Air Interface Network (OAI). Dalam penggunaan OAI penulis memiliki kebebasan dalam memilih bagaimana sistem jaringan 5G akan dijalankan sesuai dengan kebutuhan. Sistem RAN dalam jaringan 5G dinamakan dengan NG-RAN. Teknologi terbaru dari NG-RAN memiliki fleksibilitas dalam menjalankan jaringan 5G. Sehingga memungkinkan untuk menjalankan jaringan 5G bergabung dengan jaringan 4G. Target implementasi 5G yang akan dilaksanakan dalam proyek ini yaitu implementasi 5G small cell. Frekuensi yang akan digunakan dalam proyek ini yaitu 3.5 GHz. Semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka cakupan wilayahnya akan semakin kecil. Sehingga kedepannya penggunaan jaringan 5G small cell dapat berupa access point seperti WIFI pada umumnya.

Kata kunci— 5G, OAI, NG-RAN, small cell

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan jaringan telekomunikasi seluler membuat komunikasi dengan orang yang jauh dapat terasa sangat dekat. Jaringan telekomunikasi seluler saat ini sudah mulai memasuki generasi ke-5 atau disebut dengan 5G. Jaringan 5G merupakan hasil peningkatan dari generasi sebelumnya yaitu jaringan 4G. Dalam jaringan 5G memiliki target skenario dalam penggunaannya diantaranya yaitu *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB), *Ultra Reliable and Low Latency Communications* (URLLC), dan *Massive Machine Type Communications* (mMTC)[1].

Jaringan 5G di Indonesia diperkirakan akan optimal setelah jaringan TV analog dimatikan. Jaringan 5G dapat digunakan dalam beberapa spektrum frekuensi. Rentang spektrum frekuensi yang dapat digunakan untuk jaringan 5G adalah 1 – 100 GHz [1]. Target dalam Implementasi Private 5G pada small cell akan menggunakan pada rentang frekuensi 3.3 – 3.5 GHz dengan menggunakan bandwidth 40 MHz.

Dalam implementasi 5G memiliki 2 metode yang pertama disebut dengan 5G NSA (*non-standalone access*) dan metode yang kedua disebut dengan 5G SA (*standalone access*). Saat

ini jaringan 5G yang ada di Indonesia masih menggunakan sistem NSA yaitu dengan menggunakan jaringan *Core Network* 4G namun menggunakan *Radio Access Network* 5G [2]. Jaringan 5G yang kami implementasikan dalam proyek ini adalah menggunakan metode SA yaitu dengan menggunakan jaringan *Core Network* 5G dan menggunakan *Radio Access Network* 5G [3].

Frekuensi yang digunakan dalam jaringan 5G kemungkinan sangat besar sehingga jangkauan yang dapat dipancarkan oleh sinyal 5G akan semakin kecil. Solusi dalam mengatasi besarnya frekuensi yang digunakan dalam jaringan 5G adalah menggunakan sistem *small cell*. Pada sistem *small cell* memiliki keunggulan yaitu dapat di jalankan dalam lingkup yang kecil seperti gedung perkantoran, pabrik, dan universitas. Seperti target skenario penggunaan 5G yaitu mMTC memungkinkan pekerjaan pabrik akan dibantu oleh sistem IoT.

II. KAJIAN TEORI

A. SA (*Standalone Access*)

SA adalah arsitektur jaringan 5G yang menggunakan *core network* 5G serta *radio access network* 5G. Keuntungan menggunakan metode SA dalam menjalankan jaringan 5G adalah peningkatan efisiensi dari generasi sebelumnya sehingga dapat menurunkan biaya operasional dan meningkatkan kinerja throughput hingga ke tepi jaringan [3].

B. NG-RAN (*New Generation Radio Access Network*)

Dalam arsitektur sistem jaringan seluler terdapat RAN (*radio access network*) yang menjadi penghubung antara *core network* dengan BTS (*Base Transceiver Station*). Pada jaringan 5G penghubung antara *core network* dengan UE (*User Equipment*) disebut dengan NG-RAN. Dalam arsitektur NG-RAN memiliki nama *interface* antara gNB dengan *core network* bagian AMF (*Access Management Function*) disebut dengan NG-C. Fungsi dari NG-C adalah sebagai control plane.

C. gNB (gNodeB)

BTS dalam sistem jaringan 5G disebut dengan gNodeB. gNB merupakan BTS yang menyediakan konektivitas antara *core network* dengan UE. gNB berfungsi sebagai pemancar sinyal radio untuk komunikasi seluler.

D. Small Cell

Small cell merupakan penggunaan jaringan seluler dalam lingkup yang kecil dan area yang terbatas. Penggunaan *small cell* dapat mendukung skenario implementasi 5G yaitu eMBB, URLLC, dan mMTC. Latensi yang rendah dalam jaringan 5G jika menggunakan *small cell* memungkinkan dapat terealisasi dengan baik.

E. Ubuntu

Ubuntu merupakan salah satu distribusi perangkat lunak sistem operasi linux bersifat *open source*. Hingga saat ini ubuntu sudah memiliki versi 23.04. Ubuntu yang digunakan dalam implementasi private 5G pada small cell merupakan ubuntu versi 22.04 LTS (*long-term support*). Ubuntu 22.04 disebut juga dengan "*Jammy Jellyfish*". Penyebutan LTS dalam ubuntu 22.04 memiliki arti bahwa versi ubuntu ini akan mendapatkan *update* keamanan secara gratis sampai 5 tahun kedepan.

F. OAI (Open Air Interface)

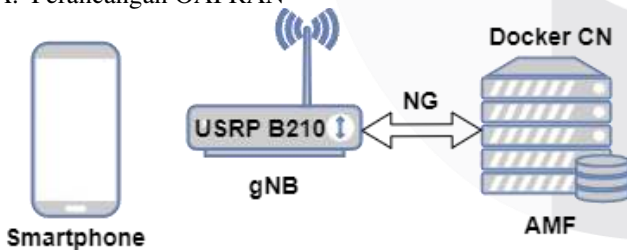
OAI merupakan komunitas research jaringan seluler yang dibuat oleh EURECOM. Dalam OAI terdapat *software* yang bersifat *open source* disesuaikan dengan standar 3GPP. OAI dapat digunakan secara langsung untuk eksperimen jaringan 5G di luar atau di dalam ruangan. *Source Code* yang mudah didapatkan melalui gitlab EURECOM sehingga dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan implementasi 5G. Komponen yang berhubungan dengan transmisi seperti *base station*, *access point*, dan *Core Network* dapat direalisasikan menggunakan OAI [4].

G. USRP B210

USRP (*Universal Software Radio Peripheral*) merupakan perangkat keras yang digunakan SDR (*Software Defined Radio*) berfungsi sebagai transceiver (mengirim sinyal dan menerima sinyal). Penggunaan USRP dalam proyek ini adalah sebagai protipe pemancar sinyal 5G. Jenis USRP yang digunakan dalam proyek ini merupakan USRP B210.

III. METODE

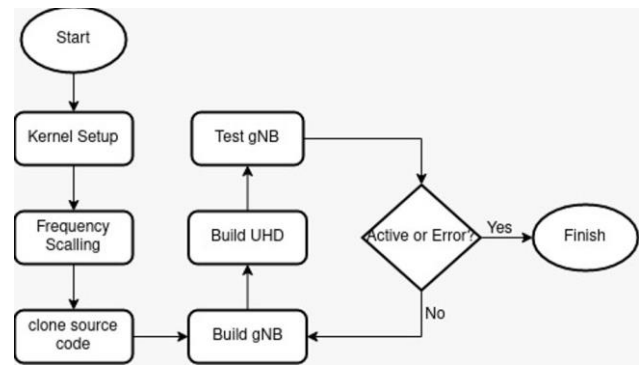
A. Perancangan OAI RAN



GAMBAR 1
(A)

Perancangan OAI RAN dalam GAMBAR 1 memiliki komponen docker CN, gNB, dan *smartphone*. Docker CN terhubung dengan gNB dalam *interface* NG. Kemudian gNB akan menjadi penghubung antara *smartphone* dan docker CN Smartphone yang teregistrasi dalam docker CN akan mendapatkan jaringan 5G seluler.

B. Prosedur Implmentasi OAI RAN



GAMBAR 2
(B)

Pada GAMBAR 1 dapat dilihat bahwa implementasi OAI RAN dalam sistem jaringan private 5G pada small cell dimulai dari *setup* kernel ubuntu untuk mencocokkan sistem ubuntu dengan *software* OAI RAN yang akan digunakan. Tahap selanjutnya ketika *setup* kernel selesai dilakukan adalah mematikan *frequency scalling* seperti mematikan *hyperthreading*, mematikan kontrol frekuensi CPU, dan mematikan manajemen power dalam bios komputer. Tujuan dari *setup* kernel dan mematikan *frequency scalling* sebelum instalasi *software* adalah agar *software* OAI RAN dapat bekerja secara optimal dan tidak terjadi masalah ketika menjalankan OAI RAN.

Ketika sistem ubuntu sudah bekerja dalam kondisi performance selanjutnya adalah kloning source code dari gitlab OAI. Kemudian dilanjutkan dengan membangun gNB. Ketika membangun gNB selesai dilanjutkan dengan membangun USRP Hardware Driver (UHD).

Ketika semua sudah berhasil terinstal dalam sistem linux selanjutnya perlu tes menghidupkan gNB. Jika terjadi error ketika menghidupkan gNB maka prosedur diulang dari tahap membangun gNB. Jika gNB berhasil bekerja maka implementasi OAI RAN telah selesai dikerjakan.

C. Implmentasi OAI RAN

Tahapan implementasi RAN adalah sebagai berikut :

1. Kloning source code

Untuk mendapatkan *source code* OAI yang stabil dan terbaru

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get install subversion git
```

dalam instalasi RAN, perlu *install subversion* git terlebih dahulu. *Install subversion* git dapat dilakukan pada terminal dengan menggunakan perintah Selesai dari *install subversion* git, selanjutnya kita perlu *download* dan kloning *source code* RAN OAI *openairinterface5g* ke dalam sistem linux. Untuk *download* dan kloning *source code* dapat dilakukan pada terminal dengan menggunakan perintah

```
$ git clone
https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g.git ~/openairinterface5g
$ cd ~/openairinterface5g
$ git checkout develop
```

2. Membangun gNB

Selesai dari *download* dan kloning *source code* *openairinterface5g* ke dalam sistem. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah membangun gNB dan nrUE. Sebelum membangun gNB dan nrUE ke dalam sistem, perlu install OAI *dependencies* dan *nrscope dependencies*. Proses instalasi dapat menggunakan perintah

```
$ cd ~/openairinterface5g/cmake_targets
$ ./build_oai -i
$ sudo apt install -y libforms-dev
libforms-bin
```

Selanjutnya membangun gNB dan nrUE pada sistem dengan menggunakan perintah

```
$ cd ~/openairintrface5g
$ source oaienv
$ cd cmake_targets
$ ./build_oai -w USRP --ninja --nrUE
--gNB --build-lib "nrscope" -c
```

3. Membangun UHD

UHD merupakan *driver hardware* USRP yang akan digunakan ketika akan menjalankan gNB. USRP yang kami gunakan merupakan USRP tipe B210. Untuk proses instalasi *driver* dapat dilakukan melalui terminal dengan menggunakan perintah

```
$ sudo apt install -y libboost-all-dev
libusb-1.0-0-dev doxygen python3-docutils
python3-mako python3-numpy python3-requests
python3-ruamel.yaml python3-setuptools
cmake build-essential
$ git clone https://github.com/EttusResearch/uhd.
git ~/uhd
$ cd ~/uhd
$ git checkout v4.4.0.0
$ cd host
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake ../
$ make -j $(nproc)
$ make test
$ sudo make install
$ sudo ldconfig
$ sudo uhd_images_downloader
```

D. Prosedur Pengujian RAN

Pengujian yang dilakukan dalam sistem OAI RAN diantaranya sebagai berikut :

1. Mengaktifkan gNB

Selesai dalam melakukan implementasi pada sistem yang dijalankan tahap selanjutnya adalah pengujian. Tujuan dari tahap pengujian adalah untuk melihat RAN dapat terhubung dengan *core network* dan antenna. Proses pengujian RAN dapat dilakukan dengan cara menyambungkan USRP B210 dengan PC atau laptop dengan menggunakan USB 3.0 type B. Untuk menjalankan gNB dapat menggunakan perintah pada terminal

```
$ cd ~/openairinterface5g
$ source oaienv
$ cd cmake_targets/ran_build/build
$ sudo ./nr_softmodem -o
../../../../targets/PROJECTS/GENERIC-NR-5GC/CONF/gnb.sa.band78.fr1.106PRB.usrpb210.conf --gNBs.[0].min_rxtxtime 6
--sa -E --continuous-tx
```

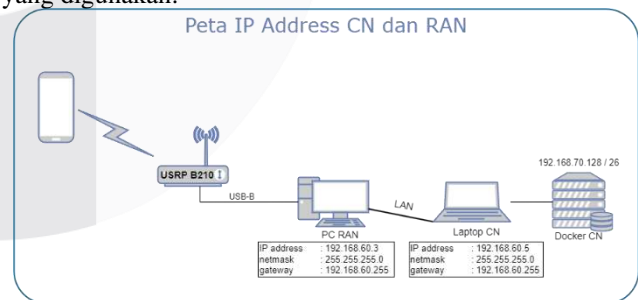
Setelah menjalankan perintah pada terminal terlihat pada GAMBAR 3 bahwa gNB telah berhasil diaktifkan

```
ALL RUS ready - ALL gNBs ready
Sending sync to all threads
Entering ITTI signals handler
TYPE <CTRL-C> TO TERMINATE
got sync (L1_stats_thread)
got sync (ru_thread)
[HW] current pps at 2.750062, starting streaming at 3.750062
[PHY] RU 0 rf device ready
[PHY] RU 0 RF started opp_enabled 0
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
sleep...
[PHY] tx_reorder_thread started
[NR_MAC] Frame.Slot 384.0
```

GAMBAR 3
(C)

2. Interkoneksi RAN dengan CN

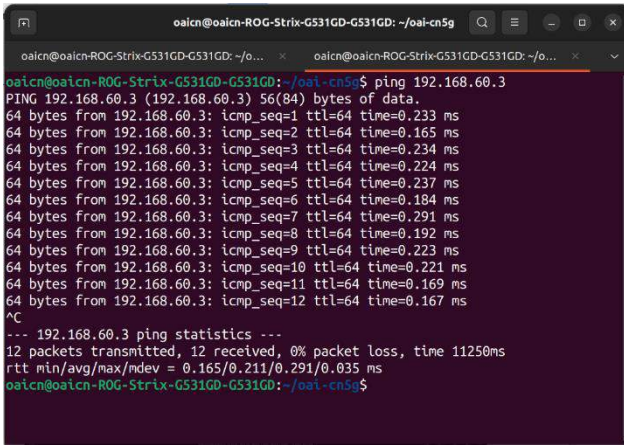
Ketika berhasil mencoba mengaktifkan gNB untuk mengetahui apakah terdapat sistem *error* atau tidak ketika implementasi. Tahap selanjutnya adalah pengujian interkoneksi RAN dengan CN. Tahap pengujian interkoneksi yang pertama adalah konfigurasi IP *address* kedua perangkat yang digunakan.



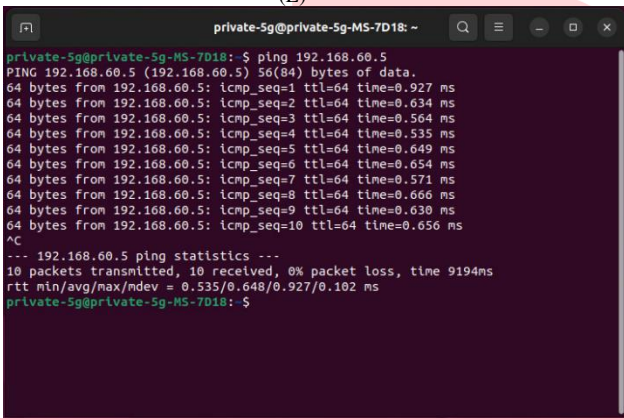
GAMBAR 4
(D)

Dalam GAMBAR 4 IP *address* yang digunakan untuk perangkat CN yaitu 192.168.60.5 kemudian untuk perangkat RAN menggunakan IP *address* 192.168.60.3. Kedua perangkat menggunakan *netmask* dan *gateway* yang sama yaitu 255.255.255.0 dan 192.168.60.255.

Tahap selanjutnya ketika IP *address* kedua perangkat telah dikonfigurasi adalah melakukan pengecekan dengan tes ping masing-masing perangkat. Hasil tes ping dari CN ke RAN dapat dilihat dalam GAMBAR 5 dan hasil test ping dari RAN ke CN dapat dilihat dalam GAMBAR 6.

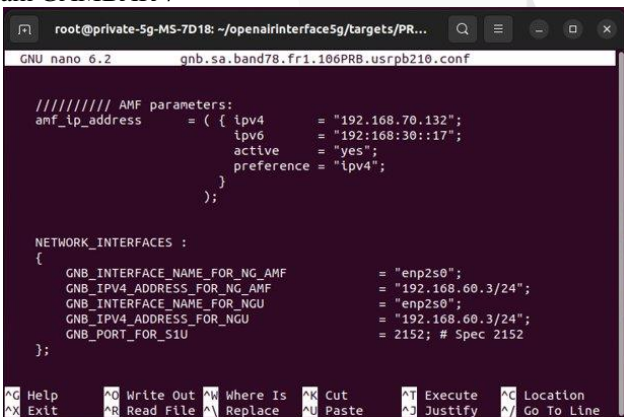


GAMBAR 5 (E)



GAMBAR 6 (F)

Ketika kedua perangkat sudah dapat melakukan komunikasi dan pertukaran data, tahap selanjutnya adalah konfigurasi file gNB yang akan digunakan ketika menjalankan sistem. Konfigurasi yang dilakukan yakni mengganti IP address gNB disesuaikan dengan perangkat RAN dan memodifikasi nama interface gNB agar dapat diidentifikasi oleh CN. Hasil konfigurasi gNB dapat dilihat dalam GAMBAR 7

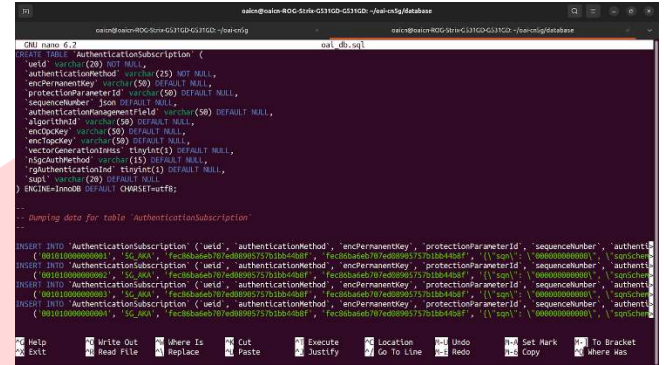


GAMBAR 7 (G)

Setelah selesai konfigurasi gNB tahap selanjutnya adalah mengaktifkan kembali gNB. Perbedaan dalam mengaktifkan gNB saat ini dengan yang sebelumnya adalah mengaktifkan gNB saat ini CN sudah dalam kondisi aktif. Sehingga saat ini sistem 5G sudah berjalan

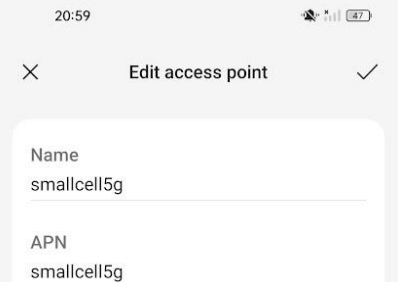
3. Menghubungkan smartphone dengan CN

Selanjutnya ketika semua sistem 5G telah bekerja mulai dari CN hingga RAN yang sudah dikonfigurasi tahap selanjutnya adalah pengujian menghubungkan smartphone agar mendapatkan jaringan 5G. Tahap pertama dalam pengujian menghubungkan smartphone dengan CN adalah dengan melakukan registrasi kartu SIM card ke dalam data base yang terdapat pada CN. Sebelumnya telah diketahui bahwa identitas yang di dapatkan dari pabrik yaitu *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI), key, dan Operator Code (OPC). Ketiga identitas SIM card yang telah diketahui dimasukkan ke dalam database CN seperti GAMBAR 8.



GAMBAR 8 (H)

Ketika berhasil registrasi SIM card kedalam database adalah melakukan konfigurasi APN pada smartphone. Dalam database CN diketahui bahwa APN bernama *smallcell5G* sehingga konfigurasi pada smartphone harus disamakan dengan nama APN pada database CN. Untuk konfigurasi APN pada smartphone dapat dilihat dalam GAMBAR 9.



GAMBAR 9 (I)

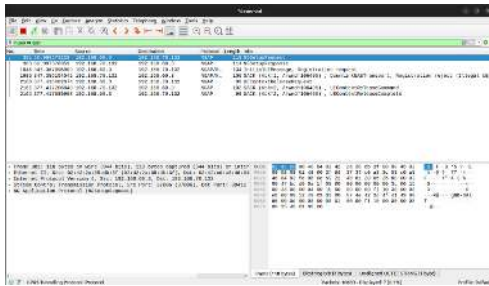
Saat APN sudah berhasil dikonfigurasi maka smartphone akan mendapatkan sinyal dan koneksi jaringan 5G.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian mengaktifkan gNB yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa implementasi OAI RAN yang telah dilakukan mulai dari setup kernel linux hingga membangun gNB dan UHD telah berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Setelah berhasil membangun gNB dan UHD *source code* yang digunakan dapat bekerja secara optimal dan tidak mendapatkan *error*. Pengujian menjalankan gNB menggunakan USRP B210.

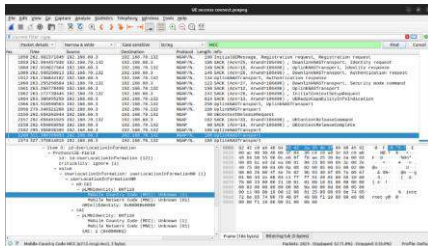
Pengujian interkoneksi RAN dengan CN yang telah dilakukan mendapatkan hasil yang sudah sesuai dengan sistem yang dibutuhkan. Konfigurasi gNB yang dilakukan berhasil menghubungkan CN dengan RAN melalui interface NG. Untuk mengetahui jika OAI RAN telah terhubung dengan CN dapat melakukan pengecekan trafik CN yang terekam melalui wireshark. Ketika wireshark dijalankan kemudian filter dalam *search bar* menjadi New Generation

Application Protocol (NGAP). Dalam jaringan 5G protokol yang bekerja di antara CN dan RAN merupakan NGAP. Hasil filter yang terekam dalam wireshark dapat dilihat pada GAMBAR 10.



GAMBAR 10
(J)

Pengujian yang terakhir yaitu menghubungkan *smartphone* dengan CN. Selama pengujian dilakukan tidak terjadi kendala dalam menghubungkan *smartphone* agar mendapatkan jaringan 5G. SIM card yang berhasil di registrasi dibuktikan dengan sinyal seluler sudah berhasil didapatkan oleh *smartphone*. Untuk mendapatkan jaringan 5G perlu mengatur APN pada pengaturan SIM card yang terdapat dalam *smartphone*. Pada bagian identitas SIM card terdapat *Mobile Country Code* (MCC) dan *Mobile Network Code* (MNC). Untuk membuktikan jika *smartphone* terhubung dapat melakukan pengecekan trafik melalui wireshark yang ada terdapat dalam CN. Dalam GAMBAR 11 wireshark merekam trafik *smartphone* yang terdaftar melalui identitas MCC dan MNC dengan mengklik salah satu filter NGAP pada wireshark



GAMBAR 11
(K)

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari seluruh proyek ini pada bidang penggunaan OAI RAN dalam implementasi private 5G pada small cell sudah bekerja secara optimal dan sesuai dengan rancangan perencanaan. Kestabilan software OAI sangat membantu dalam penyelesaian proyek ini. Dengan fleksibilitas yang dimiliki OAI implementasi jaringan 5G dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Interkoneksi RAN dengan CN telah bekerja dan terhubung dengan baik. Dalam menghubungkan *smartphone* dengan CN tidak memiliki kendala sehingga sistem 5G telah dapat digunakan secara private sesuai dengan tujuan proyek ini. Penggunaan ruangan laboratorium sebagai tempat pengujian telah mengindikasikan bahwa area tersebut merupakan area khusus small cell.

REFERENSI

- [1] Mansoor Shafi *et al.*, "5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment and Practice," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, April 2017.
- [2] Riyanto, Galuh Putri (2022) *Nasib 5G di Indonesia pada 2022, komersialisasi dan keterbatasan frekuensi* [Online]. Available: <https://tekno.kompas.com/read/2022/01/25/09020077/nasib-5g-di-indonesia-pada-2022-komersialisasi-dan-keterbatasan-frekuensi?page=all>
- [3] 5G Indonesia. (2020, Dec. 03). *Mengenal 5G Stand Alone dan Non Stand Alone* [Online] Available: <https://www.5g-indonesia.com/2020/12/mengenal-5g-stand-alone-dan-non-stand-alone.html>
- [4] N. Nikaevin, M. K. Karina, *et al.*, "OpenAirInterface: A Flexible Platform for 5G Research," *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol 44, no. 5, pp. 33-38, Oct 2014