

Penggunaan Open Air Interface Core Network 5g Stand Alone Terhadap Implementasi Jaringan Private 5g Pada Small Cell

1st Rehanung Prabadipta
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rehanung@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

fardanfn@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — *Small Cell* adalah teknologi 5G yang membutuhkan perangkat jaringan yang mampu menangani data berkecepatan tinggi dalam jumlah besar. Oleh karena itu, penggunaan antena *small cell* dianggap sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Namun, terdapat beberapa kendala dalam implementasi teknologi ini, salah satunya kompatibilitas antara *small cell* antena dengan teknologi 5G belum sepenuhnya terpenuhi. Selain itu, ada masalah yang berkaitan dengan keamanan sistem dan interoperabilitas. Penggunaan *Standalone 5G Indoor Interface Core Network* (OAI CN 5G SA) menawarkan solusi yang menarik terhubung pada *OAI Radio Access Network* untuk menerapkan jaringan pribadi 5G pada sel kecil. Dengan mengadopsi arsitektur terbuka dan standar 5G yang tangguh, OAI CN memungkinkan organisasi dan penyedia jaringan membangun jaringan 5G mandiri dengan fleksibilitas dan skalabilitas tinggi. Menyebarkan jaringan 5G pribadi pada sel kecil dengan jaringan inti OAI memungkinkan akses cepat dan memberikan layanan berkualitas tinggi, terutama di lingkungan terbatas seperti gedung perkantoran, pabrik, atau universitas. Dengan menyediakan konektivitas yang andal dan latensi rendah, penggunaan jaringan inti OAI dalam sel kecil membuka peluang baru bagi industri dan perdagangan untuk mengoptimalkan produktivitas, keamanan, dan inovasi melalui solusi jaringan 5G yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan khusus mereka.

Kata kunci — 5G, Core Network, Radio Access Network, Quality of Service, Antena Small Cell

I. PENDAHULUAN

Di era yang semakin terhubung dan digital ini, jaringan 5G telah menjadi langkah penting dalam mendorong transformasi teknologi dan memberikan pengalaman pengguna yang luar biasa. Dengan perkembangan teknologi ini, kebutuhan akan jaringan 5G yang lebih fleksibel, cepat, dan dapat disesuaikan semakin meningkat, terutama untuk memenuhi kebutuhan industri dan perdagangan yang semakin kompleks. Di sinilah peran *Standalone 5G Outdoor Interface Core Network* (OAI 5G SA Core Network) menjadi semakin penting. OAI Core Network 5G SA menawarkan pendekatan inovatif dengan arsitektur terbuka yang memungkinkan organisasi dan penyedia jaringan membangun jaringan 5G mandiri, terkustomisasi, dan dapat diskalakan. Dalam konteks penggunaan 5G dalam sel kecil untuk menerapkan jaringan pribadi, OAI Core Network menghadirkan peluang baru dengan menyediakan konektivitas yang andal, layanan berkualitas tinggi, dan solusi yang memenuhi kebutuhan khusus di lingkungan sekolah terbatas seperti gedung perkantoran, pabrik, atau universitas [1].

Jaringan pribadi 5G pada sel kecil dengan jaringan inti OAI memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan produktivitas di berbagai sektor industri dan komersial. Melalui penerapan jaringan pribadi 5G, organisasi dapat mengoptimalkan proses produksi dan operasi, meningkatkan kemampuan pemantauan dan kontrol, serta memanfaatkan teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT). dan kecerdasan buatan untuk meningkatkan kinerja dan inovasi. Sel kecil adalah komponen kunci dari jaringan 5G pribadi yang memungkinkan penyebaran jaringan padat dan merata yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik di setiap lokasi. Dengan laju data tinggi dan latensi rendah, sel kecil di jaringan 5G memberikan konektivitas yang andal dan berkualitas tinggi kepada pengguna di area terbatas yang memerlukan layanan khusus, seperti fasilitas industri, pusat logistik, atau kampus universitas [1].

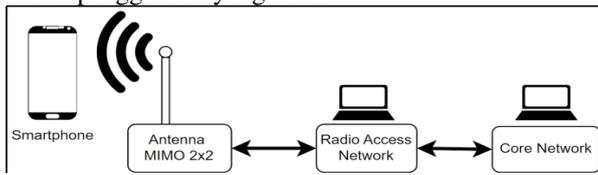
Namun, terlepas dari potensi manfaatnya yang besar, penggelaran jaringan pribadi 5G pada sel kecil juga menghadapi sejumlah tantangan dan komplikasi. Menyiapkan dan mengelola jaringan pribadi membutuhkan keahlian teknis yang mendalam dan pemahaman yang kuat tentang infrastruktur jaringan. Selain itu, koordinasi antara penyedia jaringan, vendor peralatan, dan pemangku kepentingan lainnya merupakan kunci keberhasilan dalam membangun dan mengoperasikan jaringan pribadi 5G yang aman dan efisien. Dalam artikel ini, kita akan mengeksplorasi bagaimana penggunaan OAI Core Network 5G SA telah membuka jalan bagi penerapan jaringan pribadi 5G yang inovatif dan efisien pada sel kecil serta manfaatnya bagi sektor, industri, dan perdagangan dalam mencapai solusi yang lebih maju. dan era konektivitas cerdas.

II. KAJIAN TEORI

A. Prinsip Kerja Konsep

Saat menggelar 5G, *small cell* memiliki 3 bagian yang akan digunakan untuk mengoperasikan sistem 5G, yaitu *Core Network*, *Radio Access Network*, dan antena. Kasus penggunaan dalam implementasi *private 5G* pada *small cell* ditunjukkan pada Gambar 1. *Core Network* yang sesuai dengan 5G akan dihubungkan ke *Radio Access Network* yang dapat mendukung *Core Network* dan antena. Antena Small Cell atau biasa disebut dengan *access point base station* berukuran kecil dan memancarkan daya rendah serta menggunakan *air interface* seluler seperti *Macro Cell*. *Small Cell* terhubung ke penyedia jaringan melalui jaringan *broadband*, yaitu *Optical*, *Ethernet* atau *DSL* (*Digital*

Subscriber Line), yang dapat digunakan untuk memperluas jangkauan di area-area yang membutuhkan layanan jaringan terbatas seperti kantor. Kedua solusi yang diusulkan memiliki skenario penggunaan yang sama.



GAMBAR 1

B. OAI

Core Network pada implementasi *private* 5G pada *small cell* yaitu menggunakan *Open Air Interface* 5G *Stand Alone* (OAI 5G SA) adalah platform perangkat lunak yang memungkinkan pengembangan dan implementasi jaringan 5G secara terbuka dan independen. OAI 5G SA merupakan inisiatif *open-source* yang menyediakan komponen-komponen *Core Network* 5G yang lengkap dan sesuai dengan standar 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) Release 15. Dengan OAI 5G SA, para pengembang dan operator jaringan dapat memanfaatkan kode sumber terbuka untuk membangun jaringan 5G yang fleksibel, dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik, dan berpotensi mengurangi ketergantungan pada solusi dari vendor tertentu. Platform ini mendukung implementasi jaringan mandiri 5G, yang menggunakan *Core Network* 5G secara penuh dan berfungsi sebagai solusi terpadu untuk memfasilitasi konektivitas dan layanan generasi mendatang [2].

C. 5G

Dasar-dasar 5G mencakup beberapa elemen kunci yang menjadi dasar teknologi dan karakteristik unik dari jaringan generasi kelima ini. 5G dirancang untuk memberikan kecepatan data yang sangat tinggi, dengan kapasitas yang jauh lebih besar dari generasi sebelumnya dan latensi yang sangat rendah. Dengan kecepatan data hingga beberapa gigabit per detik dan latensi kurang dari 1 milidetik, 5G dapat menghadirkan transfer data cepat, respons instan, dan pengalaman pengguna yang lebih imersif dalam operasi *real-time* bandwidth tinggi dan aplikasi yang kompatibel. Teknologi *Massive MIMO* dan *Beamforming* memungkinkan 5G memanfaatkan banyak antena dan mengoptimalkan kinerja jaringan dengan efisiensi spektrum yang lebih tinggi. Selain itu, konsep *Network Slicing* memungkinkan pembagian jaringan menjadi beberapa segmen virtual yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan layanan tertentu, sedangkan virtualisasi dan *cloud computing* memungkinkan pengelolaan dan adaptasi sumber daya yang fleksibel. Keamanan data juga merupakan elemen kunci 5G, dengan fitur keamanan yang lebih canggih untuk melindungi transmisi data dan memerangi ancaman dunia maya yang semakin kompleks. Bersama-sama, semua konsep ini memberikan landasan yang kuat untuk 5G, membuka jalan bagi layanan dan koneksi generasi mendatang yang lebih maju, responsif, dan terukur untuk mendukung pengembangan industri, teknologi, dan mewujudkan potensi penuh era digital [3].

D. Docker

Docker adalah platform perangkat lunak yang memungkinkan pengembangan, pengujian, dan penerapan aplikasi secara cepat dan konsisten dalam lingkungan terisolasi yang dikenal sebagai *Container*. Dasar-dasar *Docker* didasarkan pada teknologi kontainerisasi, yang mengisolasi

aplikasi dan semua ketergantungannya dari infrastruktur dan aplikasi lainnya. Dalam *container*, aplikasi dapat berjalan secara independen dari sistem operasi dan lingkungan host. Keuntungan utama *Docker* adalah portabilitas, karena wadah yang dibuat di lingkungan pengembangan dapat berjalan secara konsisten di lingkungan produksi atau di beberapa platform cloud. Selain itu, *Docker* memberikan kecepatan dan efisiensi selama pengembangan dan penerapan aplikasi, karena wadah dapat dibuat, dihancurkan, atau diperbarui dengan cepat tanpa mempengaruhi wadah lain. Dengan konsep dasar ini, *Docker* telah mengubah cara pengembang dan tim TI bekerja, memungkinkan mereka mengatasi tantangan rumit dalam mengembangkan, menerapkan, dan menskalakan aplikasi dengan mudah dan efisien [4].

E. Ubuntu

Ubuntu adalah distribusi perangkat lunak sistem operasi Linux *open source*. Hingga saat ini, Ubuntu memiliki versi 23.04. Ubuntu yang digunakan untuk menggunakan *private* 5G pada *small cell* adalah rilis ubuntu 22.04 LTS (*long-term support*). Ubuntu 22.04 juga dikenal sebagai "*Jammy Jellyfish*". Penyebutan LTS di Ubuntu 22.04 berarti bahwa versi Ubuntu ini akan menerima pembaruan keamanan gratis selama 5 tahun ke depan.

III. METODE

A. Desain Sistem

Open Air Interface Core Network 5G *Stand Alone* dirancang dengan arsitektur terbuka dan fleksibel untuk memfasilitasi penerapan jaringan 5G independen. Sistem ini mengadopsi standar 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) Versi 15, yang merupakan spesifikasi dasar jaringan 5G. Rancangan sistem OAI *Core Network* 5G SA seperti pada Gambar 2 yang meliputi komponen utama berikut [2]:

1. AMF (*Access and Mobility Management Function*):

AMF adalah fungsi yang bertanggung jawab untuk mengelola akses dan mobilitas perangkat seluler (UE - *User Equipment*) di jaringan 5G. Fitur ini melakukan autentikasi perangkat seluler, mengelola mobilitas saat perangkat berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain dalam jaringan, dan mengelola layanan yang diberikan ke perangkat seluler.

2. SMF (*Session Management Function*):

SMF mengelola dan mengoperasikan sesi data antara perangkat seluler dan layanan atau aplikasi eksternal. Fungsi ini juga bertanggung jawab untuk mengelola koneksi data, pengaturan *Quality of Service* (QoS), dan mengelola data saat perangkat berpindah dari sel ke sel.

3. UPF (*User Plane Function*):

UPF menangani lalu lintas data dan perutean paket di jaringan 5G. Fungsi ini bertanggung jawab untuk mengirim dan menerima data ke dan dari perangkat seluler dan memastikan bahwa data dikirim secara efisien melalui rute terbaik.

4. UDM (*Unified Data Management*):

UDM adalah fungsi untuk mengelola informasi identifikasi perangkat seluler dan data pengguna. Fitur ini menyimpan data profil pengguna, termasuk autentikasi, otorisasi, dan informasi kebijakan, yang diperlukan untuk mengakses layanan jaringan.

5. AUSF (*Authentication Server Function*):

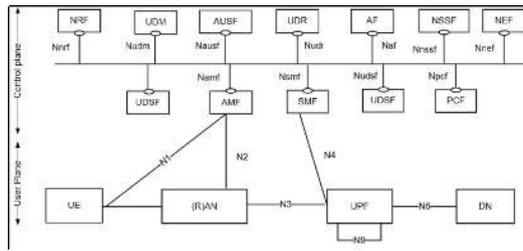
AUSF adalah fungsi yang bertanggung jawab untuk mengautentikasi perangkat seluler dan menyediakan token autentikasi untuk mengakses layanan jaringan.

6. NRF (*Network Repository Function*):

NRF berfungsi sebagai direktori untuk mencari dan mengelola informasi layanan di jaringan 5G. Fitur ini memungkinkan elemen jaringan lain untuk mencari dan menemukan berbagai layanan yang mereka butuhkan.

7. NSSF (Network Slice Selection Function):

NSSF adalah fungsi yang memilih dan mengonfigurasi lapisan jaringan, yang memungkinkan jaringan dibagi menjadi beberapa "iris" atau segmen virtual dengan karakteristik dan kebijakan berbeda.



GAMBAR 2

Desain sistem OAI Core Network 5G SA memberikan fleksibilitas dalam membangun dan mengelola jaringan 5G untuk memenuhi kebutuhan khusus. Menggunakan standar terbuka dan seperangkat komponen inti yang komprehensif, sistem ini merupakan solusi yang menarik bagi organisasi dan operator jaringan dalam membangun jaringan 5G yang efisien dan otonomi.

B. Kebutuhan Software

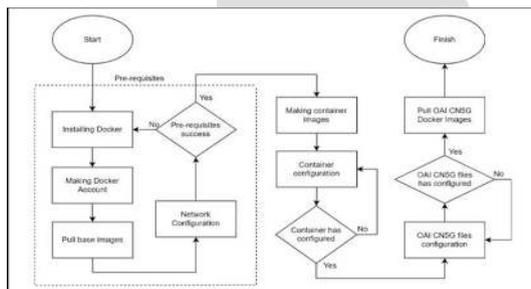
Selama implementasi, *Core Network* memiliki persyaratan *hardware* minimum yang harus dipenuhi. Tujuan dari persyaratan ini adalah agar sistem dapat berfungsi secara optimal. Persyaratan minimum laptop/PC/server untuk OAI CN 5G SA adalah sebagai berikut [2]:

1. OS : Ubuntu 22.04 LTS LTS *desktop amd64*
2. CPU : 8 cores x86_64 @ 3,5 GHz
3. RAM: 32 GB

IV. IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

A. Implementasi Sistem OAI CN 5G SA

Implementasi *Core Network* untuk mengimplementasikan OAI 5G CN 5G SA pada perancangan jaringan alur penerapan dapat dilihat skema *Core Network* tersebut pada Gambar 3.



GAMBAR 3

Untuk langkah-langkah implementasi *Core Network* yang menggunakan OAI CN 5G SA dibutuhkan beberapa penginstalan, yaitu [5]:

1. Prasyarat

a. Menginstal Docker

Menginstal versi *Docker* yang tepat yaitu versi 3.0 dan python3 dengan versi 3.6 menggunakan perintah (4.1).

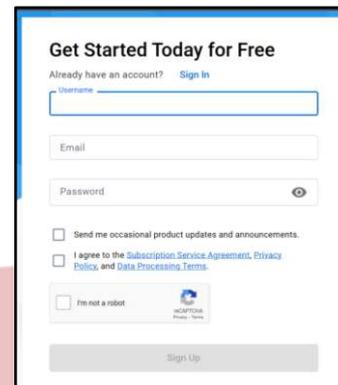
```
$ dpkg --list | grep docker
$ python3 --version
$ sudo usermod -a -G docker
  myusername
$ sudo yum install -y yum-utils
```

```
$ sudo yum-config-manager --add-repo
https://download.docker.com/linux/
centos/docker-ce.repo
$ sudo yum install docker-ce docker-
ce-cli containerd.io
$ sudo systemctl start docker
$ docker info
```

(4.1)

b. Membuat akun Docker

Membuat akun *Docker* pada *Docker Hub* dengan membuka hub.docker.com dan membuat akun. Gambar 4 adalah *web* untuk membuat akun *Docker Hub*.



GAMBAR 4

c. Menarikan base images

Menarikan *base images* membutuhkan 2 buah *base images* yaitu `ubuntu:bionicmysql/mysql:8.0` dan `MySQL` versi 8.0.31. Lalu memasukan dengan *Docker Hub credentials* pada perintah (4.2).

```
$ docker login
$ docker pull ubuntu:bionic
$ docker pull mysql:8.0
$ docker logout
```

(4.2)

d. Mengkonfigurasi jaringan

Melakukan konfirmasi jaringan pada CN agar dapat terkoneksi pada perangkat RAN dengan menggunakan perintah (4.3).

```
$ sudo sysctl
net.ipv4.conf.all.forwarding=1
$ sudo iptables -P FORWARD ACCEPT
# Melakukan restart pada Docker daemon :
$ sudo service docker restart
$ docker info
```

(4.3)

2. Membuat container images

Membuat *container images* ini dapat membangun dan rangkaian uji integrasi *Docker compose files* pada *master branch* dari *oai-cn5g-fed repository* SHALL tambahan dilakukan dengan menggunakan persamaan (4.4).

```
# Clone :
$ git clone
https://gitlab.eurecom.fr/oai/cn5g
/oai-cn5g-fed.git
$ cd oai-cn5g-fed
# Pada repositori yang sudah ada, sinkronkan ulang ke
`master` commit terakhir :
$ git fetch --prune
```

```

$ git checkout master
$ git rebase origin/master
# Mensinkronisasi semua sub modul git :
$ ./scripts/syncComponents.sh --nrf-branch develop --amf-branch develop \
--smf-branch develop --spgwu-tiny-branch develop \
--ausf-branch develop --udm-branch develop \
--udr-branch develop --upf-vpp-branch develop \
--nssf-branch develop --nef-branch develop \
--pcf-branch develop

```

(4.4)

3. Mengkonfigurasi Containers

File *docker-compose-mini-nrf* memiliki parameter konfigurasi untuk semua komponen jaringan inti. File telah dikonfigurasi sebelumnya dengan parameter. *Files* ini berisi parameter yang dapat dikonfigurasi yang diizinkan. Diperlukan terus-menerus memeriksa *files* pada Tabel 4.2 di bawah ini karena ada kemungkinan bahwa akan menambahkan parameter baru untuk fitur baru yang merupakan data-data berisi lokasi *file* konfigurasi.

TABEL 1

Nama file	Repositori	Lokasi
amf.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-amf	etc/amf.conf
smf.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-smf	etc/smf.conf
nrf.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-nrf	etc/nrf.conf
spgw_u.conf	(Github) OPENAIRINTERFACE/openair-spgwu-tiny	etc/spgw_u.conf
udr.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-udr	etc/udr.conf
udm.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-udm	etc/udm.conf
ausf.conf	(Gitlab) cn5g/oai-cn5g-ausf	etc/ausf.conf

PLMN, TAC, Kunci Operator harus dikonfigurasi dengan benar di *amf.conf* sesuai dengan gNB dan UE. Dalam kasus COTS UE secara default ada dua sesi PDN jadi periksa *smf.conf* untuk mengkonfigurasi nama yang tepat untuk IMS dengan mengkonfigurasi yang berada di *file conf* dan memasang *file* di *Docker* selama *runtime*. Jika NRF tidak diperlukan, maka dapat dinonaktifkan di *amf.conf*, *smf.conf* dan *spgw_u.conf*. Informasi langganan pengguna baru harus ada dalam *database mysql* sebelum mencoba menghubungkan UE. Ini dapat dilakukan dengan menambahkan informasi UE dalam *file oai_db.sql*. Dan untuk opsional, Jika entri langganan pengguna hilang dari *file oai_db.sql*, maka entri tersebut dapat ditambahkan saat *runtime* menggunakan perintah (4.5).

```

$ docker exec -it mysql /bin/bash
$ mysql -uroot -plinux -D oai_db

```

(4.5)

4. OAI CN5G mengkonfigurasi files

Melakukan konfigurasi files dilakukan dengan menggunakan persamaan (4.6).

```

$ wget -O ~/oai-cn5g.zip
https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/-

```

```

/archive/develop/openairinterface5g-
develop.zip?path=doc/tutorial_resources/oai-cn5g
$ unzip ~/oai-cn5g.zip
$ mv ~/openairinterface5g-develop-doc-tutorial_resources-oai-cn5g/doc/tutorial_resources/oai-cn5g ~/oai-cn5g
$ rm -r ~/openairinterface5g-develop-doc-tutorial_resources-oai-cn5g ~/oai-cn5g.zip

```

(4.6)

5. Menarik OAI CN5G Docker Images

Untuk menarik Docker Images dapat menjalankan perintah (4.7).

```

$ docker pull mysql:8.0
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-amf:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-nrf:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-smf:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-udr:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-udm:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-ausf:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/oai-spgwu-tiny:develop
$ docker pull oaisoftwarealliance/trf-gen-cn5g:latest
$ docker build --target ims --tag asterisk-ims:latest --file ~/oai-cn5g/Dockerfile .

```

(4.7)

B. Analisis Pengerjaan Implementasi Sistem OAI CN 5G

Untuk pengujian Core Network pada OAI CN 5G dilakukan konfigurasi forwarding terhadap gNB dan menjalani OAI CN 5G yaitu pada terminal Ubuntu 22.04 memasukan perintah (4.8) [6].

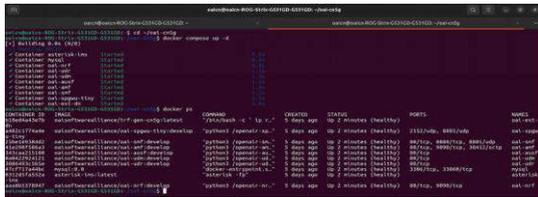
```

$ cd ~/oai-cn5g
$ sudo sysctl net.ipv4.conf.all.forwarding=1
$ sudo iptables -P FORWARD ACCEPT
$ docker compose up -d

```

(4.8)

Setelah memasukan perintah (4.8) tersebut pada terminal maka akan muncul keluaran pada Gambar 5 tersebut bahwa pengujian OAI CN 5G telah berjalan setiap *container* pada OAI CN 5G SA telah berjalan.



GAMBAR 5

Pada analisis pengerjaan implementasi sistem pada OAI CN 5G dilakukan setelah menjalani OAI CN 5G akan memunculkan keluaran pada Gambar 5 tersebut dan setiap container pada OAI CN 5G SA telah berjalan. Dan Tabel 2 merupakan data-data setiap container yang terinstal telah berjalan.

TABEL 2

Nama Container	Container ID	IMAGE
OAI-EXT-DN	b18ed4a43e7b	oaisoftwarealliance/trf-gen-cn5g:lastest
SPGWU-TINY	a482c1774a4e	oaisoftwarealliance/oai-spgwu-tiny:develop
OAI-SMF	25be169384d2	oaisoftwarealliance/oai-smf:develop
OAI-AMF	41e298f586a3	oaisoftwarealliance/oai-amf:develop
OAI-AUSF	343caa215180	oaisoftwarealliance/oai-ausf:develop
OAI-UDM	0a0422924121	oaisoftwarealliance/oai-udm:develop
OAI-UDR	3086493c5b5e	oaisoftwarealliance/oai-udr:develop
MySQL	47cf717a44bc	mysql:8.0
ASTERISK-IMS	8312d5fa552a	asterisk-ims:latest
OAI-NRF	aaa8b5378947	oaisoftwarealliance/oai-nrf:develop

V. KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi Open Air Interface (OAI) Core Network 5G Stand Alone (SA) dan analisis hasil pengembangan dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen OAI CN 5G SA telah berhasil bekerja sesuai spesifikasi Network Functions (NF). Penggunaan OAI CN 5G SA dalam penerapan jaringan pribadi 5G pada small cell menjanjikan peluang besar untuk memperluas jangkauan konektivitas kelas atas di area terbatas seperti gedung perkantoran, pabrik, atau kampus.

Keunggulan utama OAI CN 5G SA dalam implementasi private 5G pada small cell adalah kemampuannya menyediakan jaringan mandiri yang dapat disesuaikan dan dikelola secara dinamis. Dengan mengadopsi standar terbuka dan fleksibel, OAI CN 5G SA memberikan lebih banyak pilihan kepada organisasi dan operator jaringan untuk merancang dan mengonfigurasi jaringan 5G sesuai kebutuhan khusus mereka. Dalam hal ini, menggunakan Network Slicing merupakan opsi yang menarik untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan, mengalokasikan jaringan virtual yang dapat diadaptasi ke layanan dan aplikasi tertentu, serta memastikan kualitas layanan yang konsisten dan responsif.

Implementasi OAI CN 5G SA pada small cell juga mendukung efisiensi operasional dan skalabilitas yang lebih baik dalam mengelola jaringan private 5G. Dengan memanfaatkan teknologi virtualisasi dan cloud computing, operator dapat dengan mudah menambahkan dan mengelola sumber daya jaringan secara fleksibel, mengurangi

kompleksitas infrastruktur, dan meminimalkan biaya pengoperasian. Selain itu, fitur keamanan OAI CN 5G SA yang ditingkatkan membantu melindungi data sensitif dan memerangi ancaman dunia maya yang semakin kompleks, memberikan kepercayaan kepada pengguna dalam jaringan private 5G.

Meskipun OAI CN 5G SA menawarkan beberapa keuntungan, mengimplementasikan jaringan pribadi 5G pada sel kecil juga menghadapi tantangan dan kerumitan tertentu. Koordinasi yang efektif antara berbagai komponen dan pemangku kepentingan, serta pemahaman menyeluruh tentang infrastruktur jaringan, merupakan faktor kunci keberhasilan implementasi. Namun, dengan berfokus pada optimalisasi desain, pengelolaan, dan penggunaan teknologi canggih OAI CN 5G SA, berharap penggelaran jaringan private 5G pada small cell dapat menjadi kemajuan dalam meningkatkan konektivitas dan penggunaan teknologi di Indonesia, mendorong inovasi di berbagai bidang industri dan perdagangan, serta berdampak positif bagi masyarakat secara keseluruhan.

REFERENSI

- [1] Andrian S. (2020, December 3). Mengenal 5G stand alone dan non stand alone. 5G Indonesia. Retrieved August 5, 2023, from <https://www.5g-indonesia.com/2020/12/mengenal-5g-stand-alone-dan-non-stand-alone.html>
- [2] Nguyen, T. T., & OpenAirInterface. (2022, Juni 23). 5G CORE NETWORK – OpenAirInterface. OpenAirInterface. Retrieved September 5, 2022, from <https://openairinterface.org/oai-5g-core-network-project/>
- [3] Savitri, A. (2019). Revolusi industri 4.0: mengubah tantangan menjadi peluang di era disrupsi 4.0. Penerbit Genesis.
- [4] Kim, D., Muhammad, H., Kim, E., Helal, S., & Lee, C. (2019). TOSCA-based and federation-aware cloud orchestration for Kubernetes container platform. Applied Sciences, 9(1), 191.
- [5] Arora, S. (2023, May 17). docs/DEPLOY_HOME.md · master · oai / cn5g / oai-cn5g-fed. Eurecom GitLab Server. Retrieved April 28, 2023, from https://gitlab.eurecom.fr/oai/cn5g/oai-cn5g-fed/-/blob/master/docs/DEPLOY_HOME.md
- [6] Shrivastava, S., & Gainsbourg, C. (2023, June 13). Deploying OAI in 5G Standalone Mode. Deploying OpenAirInterface (OAI) 5G Standalone Network. Retrieved Juni 25, 2023, from <https://openairx-labs.northeastern.edu/deploying-oai-in-5g-standalone-mode/>