

Perancangan dan Implementasi Sistem *Multi-Access Edge Computing* dengan *Use Case Face Mask Detection* pada *Open RAN SmartLab* Politeknik Negeri Jakarta

Akita Hasna Mayanti^{#1}, Raviadin Nugroho^{#2}, Asri Wulandari^{#3}, Alfin Hikmaturokhman^{*4}

[#]Prodi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. DR. G. A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia Depok, Indonesia

¹akitahm23@gmail.com

²raviadinnn@gmail.com

³asri.wulandari@elektro.pnj.ac.id

^{*}Prodi Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jalan D. I. Panjaitan No. 128, Purwokerto, Indonesia

⁴alfin@ittelkom-pwt.ac.id

Abstract— *Multi-access edge computing (MEC) has emerged as a hot topic in recent years which coincides with the advancement of 5G network technology. The designed MEC utilizes the network infrastructure in the SmartLab of Politeknik Negeri Jakarta. MEC is built to reduce latency and accelerate data transfer between devices and servers to support the learning process at SmartLab Politeknik Negeri Jakarta. The system uses an Open RAN network and server as an MEC platform to process content with distributed edge computing running on top of virtualization infrastructure and located at the network edge. The face mask detection use case is accessed in real time when the use case is running. Tests were conducted by defining implementation scenarios and comparing downlink, uplink, and latency as multi-access edge computing comparison parameters. The success of the face mask detection use case on the MEC infrastructure is also examined. After running the test scenario, it was found that multi-access edge computing has a maximum value for downlink of 21.70 Mbps, a maximum uplink value of 22.70 Mbps, and a maximum latency value of 15 ms. In addition, the face mask detection use case implementation in the test scenario was successfully run on the MEC infrastructure.*

Keywords— *multi-access edge computing, Open RAN, face mask detection, use case, network virtualization, latency*

Abstrak— *Multi-access edge computing (MEC) telah muncul sebagai topik hangat dalam beberapa tahun terakhir yang bertepatan dengan kemajuan teknologi jaringan 5G. MEC yang dirancang memanfaatkan infrastruktur jaringan pada SmartLab Politeknik Negeri Jakarta. MEC dibangun dengan tujuan untuk mengurangi latency dan mempercepat transfer data antara perangkat dan server untuk mendukung proses pembelajaran pada SmartLab Politeknik Negeri Jakarta. Sistem ini dibangun dengan menggunakan jaringan Open RAN dan server sebagai platform MEC untuk memproses konten dengan komputasi tepi terdistribusi yang berjalan di atas infrastruktur virtualisasi dan terletak di tepi jaringan. Use case face mask detection secara real-time diakses ketika use case sedang running. Pengujian dilakukan dengan menentukan skenario implementasi dan*

membandingkan downlink, uplink, dan latency sebagai parameter perbandingan multi-access edge computing. Keberhasilan use case face mask detection pada infrastruktur MEC juga dilihat. Setelah menjalankan skenario pengujian, didapatkan hasil bahwa multi-access edge computing memiliki nilai maksimal untuk downlink sebesar 21,70 Mbps, nilai uplink maksimal 22,70 Mbps, dan nilai latency maksimal sebesar 15 ms. Selain itu, implementasi use case face mask detection pada skenario pengujian berhasil dijalankan pada infrastuktur MEC.

Kata Kunci— *akses-jamak komputasi tepi, Open RAN, deteksi masker wajah, use case, virtualisasi jaringan, latency*

I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir kemajuan pesat terlihat pada teknologi komunikasi dan jaringan, terutama dalam evolusi teknologi jaringan seluler dari generasi pertama (1G) hingga generasi keempat (4G). Generasi baru membawa peningkatan signifikan akan teknologi dan layanan. Pengalaman yang memerlukan *latency* rendah dan *bandwidth* yang tinggi terus meningkat. Terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi dalam mencapai *user experience* yang optimal. Salah satu tantangan utama adalah *latency* jaringan. *Latency* adalah waktu yang dibutuhkan untuk data bergerak dari perangkat pengirim ke perangkat penerima [1]. Proses transmisi data seluler secara *real-time* dan *latency* yang rendah adalah *multi-access edge computing*.

Multi-access edge computing (MEC) merupakan evolusi dalam *cloud computing* yang membawa aplikasi dari data terpusat (*centralized data center*) ke tepi jaringan (*network edge*) dan membawa sumber daya teknologi lebih dekat dengan *end user* dan perangkat [2]. Alih-alih membongkar semua data untuk diproses pada arsitektur dan infrastruktur *cloud*, jaringan *edge* bertindak sebagai *mini data center* yang menganalisis, memproses, dan menyimpan data [3]. Arsitektur MEC membutuhkan penggunaan teknologi *network function*

virtualization (NFV) untuk melakukan virtualisasi jaringan, seperti *Open RAN* yang menggunakan virtualisasi pada arsitektur jaringannya [4]. Melalui virtualisasi, fungsi jaringan dapat dijalankan sebagai perangkat lunak di pusat data atau infrastruktur tepi (MEC).

Penelitian terdahulu oleh [2] yang berjudul “*Multi-Access Edge Computing Implementation on Tower Ecosystem Indonesia: Challenges and Visibility*” dimotivasi oleh banyaknya manfaat yang dimungkinkan dengan diterapkannya *multi-access edge computing* pada jaringan 5G. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengeksplorasi tantangan dan visibilitas dalam mengimplementasikan *edge computing* dalam industri telekomunikasi Indonesia. Hasil dari penelitian mengungkapkan bahwa implementasi MEC di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan, seperti kurangnya infrastruktur dan keterbatasan sumber daya manusia yang terampil. Namun, MEC dapat diimplementasikan di Indonesia dengan memanfaatkan lahan yang tersedia sebagai *micro data center* yang dapat digunakan untuk penyimpanan dan pemrosesan data yang dekat dengan klien sehingga dapat mencapai *latency* yang rendah. Oleh karena itu, Mitratel sebagai penyedia menara terbesar di Indonesia berencana untuk meningkatkan masa depan digital Indonesia melalui solusi infrastruktur digital mereka, seperti pengembangan jaringan *tower fiberization*, *power-to-tower*, *edge infra solution*, dan teknologi lainnya [2].

Pada penelitian ini dilakukan rancangan MEC dengan *use case face mask detection* yang diimplementasikan pada server *SmartLab Prodi Broadband Multimedia*, Politeknik Negeri Jakarta. MEC diimplementasikan dengan memanfaatkan jaringan *Open RAN* untuk sisi *radio access network* dengan menggunakan *srsRAN*. Sementara pada sisi *core network* akan memanfaatkan *Open5GS*. Setelah MEC diimplementasikan, selanjutnya diterapkan atau dijalankan *face mask detection* menggunakan jaringan tersebut. Setelah implementasikan, maka dilakukan pengujian performansi kecepatan *uplink* dan *downlink*, *latency multi-access edge computing*, serta keberhasilan *use case face mask detection* yang berjalan di atas jaringan tersebut. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran di kampus dengan menghasilkan jaringan sendiri yang memiliki *low latency* dan dapat diterapkannya *use case face mask detection* dengan menggunakan jaringan MEC hasil implementasi. Berdasarkan paparan di atas, maka dilakukan rancangan *multi-access edge computing* dengan *use case face mask detection* pada *SmartLab Politeknik Negeri Jakarta*.

II. METODOLOGI

Fokus dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan *multi-access edge computing* dengan *use case face mask detection* menggunakan jaringan *Open RAN*. Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan parameter MEC berdasarkan jangkauan maksimum jaringan *Open RAN*. Adapun parameter MEC yang akan diukur dan dianalisis mencakup kecepatan *downlink* dan *uplink*, serta keberhasilan berjalannya *use case face mask detection* dalam arsitektur jaringan.

A. *Open RAN 4G*

Open RAN merupakan konsep yang didasarkan pada *interoperability* dan standardisasi elemen *radio access network* (RAN), baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak yang bersifat *open source* dari *vendor*. Dalam *Open RAN* dijelaskan bahwa antarmuka antara *Baseband Unit* (BBU) dan *Remote Radio Unit* (RRU) atau *Remote Radio Head* (RRH) adalah antarmuka terbuka (*open interface*) yang memungkinkan perangkat lunak dari berbagai *vendor* dapat beroperasi pada RRU/RRH yang bersifat terbuka. Selain itu, terdapat pemisahan antara perangkat keras dan perangkat lunak dengan perangkat keras RRU/RRH beralih menjadi perangkat keras berbasis *general purpose processing* (GPP) atau *commercial off the shelf* (COTS) yang dapat dibeli dari *vendor* [5].

Open RAN yang bersifat *open source* memberikan solusi untuk mengatasi kendala pada teknologi 4G LTE yang tidak memiliki kemampuan untuk memancarkan sinyal secara mandiri yang digunakan oleh pengguna. Pengguna dapat terhubung secara langsung ke sistem jaringan yang dibangun sendiri. Perangkat keras dan perangkat lunak diperlukan sebagai komponen dalam perancangan jaringan *Open RAN*. Penelitian terdahulu komponen perangkat keras *USRP N20-eNB* digunakan dalam merancang *Open RAN* dan memiliki fungsi sebagai radio pemancar sinyal berbasis *software define radio* (SDR). Perangkat keras ini berfungsi sebagai *eNodeB* operator seluler yang menyediakan layanan 4G LTE [6].

Dalam penelitian ini, *LimeSDR* akan digunakan sebagai komponen perangkat keras untuk fungsi *eNodeB* yang akan memancarkan sinyal. Selain perangkat keras, diperlukan juga komponen perangkat lunak. Dalam pengembangan jaringan *Open RAN*, perangkat lunak memiliki peran ganda sebagai radio dan *core*. *SrsRAN* merupakan perangkat lunak radio 4G dan 5G yang bersifat *open source* yang menyajikan UE dan *eNodeB/gNodeB*. Diaksesnya melalui *third party* sebagai solusi untuk membangun jaringan nirkabel seluler yang bersifat *end-to-end*. Implementasi *srsENB* sepenuhnya dilakukan sebagai *base station* LTE *eNodeB* dalam bentuk perangkat lunak yang berjalan pada sistem operasi standar berbasis Linux [7]. *Open5GS* merupakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai *core* pada jaringan *Open RAN*. *Open5GS* adalah perangkat lunak *open source* yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C. *Open5GS* diimplementasikan sebagai *core* jaringan 5G dan EPC, yaitu *core network* dari LTE/NR *network*. *Open5GS* digunakan untuk mengonfigurasi jaringan NR/LTE yang bersifat *private network* sehingga dapat diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan jaringan *Open RAN 4G* tersendiri [8].

B. *Multi-Access Edge Computing*

Multi-access edge computing (MEC) memindahkan lokasi komputasi serta penyediaan layanan dari pusat *cloud* ke tepi jaringan dengan mendekatkan pada pelanggan. Sebelumnya, *user equipment* harus mengunggah semua data ke *core network* atau *back-end cloud*. Sebelum menunggu *core network* merespon, *edge server* akan mengurutkan dan

mengatur data kemudian mengirimkannya kembali ke *cloud* menggunakan arsitektur komputasi tepi (*edge computing*).

Multi-access edge computing memungkinkan penerapan aplikasi MEC yang berjalan di atas infrastruktur virtualisasi yang terletak di tepi jaringan [9]. MEC adalah solusi kunci yang memungkinkan operator untuk membuka jaringan bagi layanan dan ekosistem TI yang baru dengan memanfaatkan keuntungan *edge-cloud* pada jaringan dan sistem. MEC terletak dekat dengan pengguna akhir dan perangkat yang terhubung. MEC memberikan *latency* yang sangat rendah serta *bandwidth* yang tinggi sehingga memungkinkan aplikasi untuk memanfaatkan kemampuan *cloud* sesuai kebutuhan. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Dalam jaringan 5G, MEC dapat memanfaatkan kecepatan dan kapasitas jaringan yang lebih tinggi untuk menyediakan layanan yang lebih baik. Selain itu, MEC juga dapat mendukung penggunaan teknologi lain dalam jaringan 5G, seperti *Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA)*, *Wireless Power Transfer (WPT)*, dan komunikasi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Meskipun MEC menawarkan banyak manfaat dan potensi, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Beberapa tantangan tersebut meliputi manajemen sumber daya yang terdistribusi, keandalan dan mobilitas, integrasi jaringan dan portabilitas aplikasi, penggunaan bersama lalu lintas heterogen, privasi data, serta keamanan. Secara keseluruhan, MEC adalah teknologi yang penting dalam pengembangan jaringan 5G. Dengan memungkinkan komputasi dan pemrosesan data di tepi jaringan, MEC dapat meningkatkan kinerja, responsivitas, dan keamanan aplikasi dan layanan yang membutuhkan *latency* yang rendah [10].

C. Face Mask Detection

Face mask detection merupakan *use case* MEC yang digunakan untuk mengidentifikasi sekelompok orang yang memakai masker atau tidak menggunakan masker. Orang yang memakai masker akan ditandai dengan sebuah kotak berwarna biru pada area wajah, sedangkan untuk orang yang tidak memakai masker akan ditandai dengan kotak berwarna merah pada area wajah.

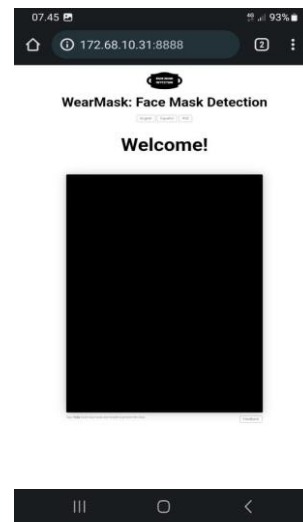
Sistem *face mask detection* dapat diimplementasikan dalam berbagai lingkungan, seperti rumah sakit, bandara, transportasi publik, tempat olahraga, dan lokasi ritel. Tujuan utama dari implementasi teknologi ini adalah untuk mengawasi dan mengingatkan orang-orang yang tidak mengenakan masker atau tidak mengenakannya dengan benar. Dengan adanya sistem ini, pengawasan dapat dilakukan secara otomatis dan efisien dan beban pada petugas keamanan atau

petugas kesehatan dikurangi. Solusi *face mask detection* dapat diimplementasikan dengan berbagai cara, termasuk menggunakan perangkat keras khusus atau menggunakan komputasi *edge* yang memanfaatkan perangkat yang sudah ada, seperti ponsel, tablet, atau komputer dengan koneksi internet. Solusi ini juga dapat diimplementasikan dalam *browser web* sehingga dapat diakses pengguna dengan mudah tanpa perlu menginstal perangkat lunak tambahan.

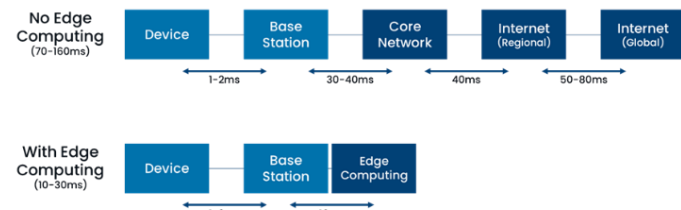
Keunggulan dari *face mask detection* adalah kemampuannya untuk mengawasi dan mengingatkan secara *real-time*, mengurangi risiko penyebaran virus, dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya penggunaan masker wajah. Namun, perlu diingat bahwa teknologi ini hanya berfungsi sebagai alat bantu dan tidak dapat menggantikan kebijakan dan tindakan manusia dalam mematuhi protokol kesehatan yang telah ditetapkan. Tampilan *face mask detection* dapat dilihat pada Gambar 2 [11].

D. Arsitektur Sistem Multi-Access Edge Computing

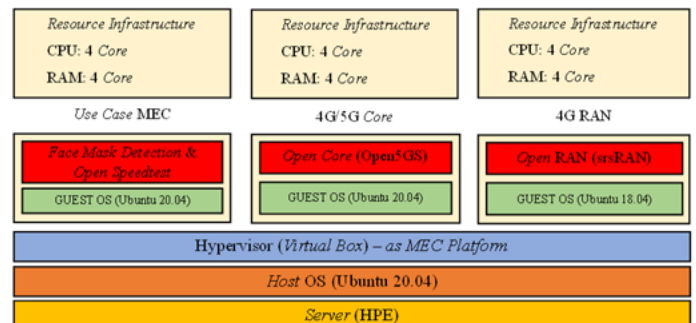
Arsitektur perancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Perancangan dimulai dengan menentukan dan mempersiapkan beberapa *tools* yang akan digunakan untuk mengimplementasikan *multi-access edge computing*. *Tools* yang digunakan terdiri atas *software* dan *hardware*. *Software*



Gambar 2 Tampilan *face mask detection*



Gambar 1 Manfaat *latency* dengan *edge computing* [3]



Gambar 3 Arsitektur sistem *multi-access edge computing*

yang digunakan yaitu *virtual machine* (Ubuntu 18.04) yang berisi *srsRAN* untuk sisi RAN dari jaringan *Open RAN*, Ubuntu 20.04 yang berisi *Open5GS* untuk sisi *core* dari jaringan *Open RAN*, Ubuntu 20.04 sebagai VM MEC yang berisi *use case face mask detection* dan aplikasi *Open Speedtest*. *Hardware* yang digunakan yaitu: PC/laptop pengguna, *server*, LimeSDR, antena MIMO 4G, *blank SIM card* beserta *SIM card reader* pada *SmartLab*, dan *handphone* pengguna.

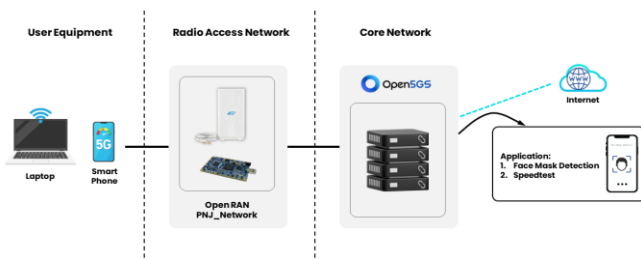
Setelah berbagai *software* dan *hardware* disiapkan, proses dilanjutkan dengan menjalankan VM *Open RAN* untuk menghubungkan sisi RAN dengan sisi *core*. Berikutnya dilakukan identifikasi jaringan pada *handphone* dengan *SIM card* yang sudah dikonfigurasi sebelumnya. Jika jaringan tidak terdeteksi, maka dapat dilakukan pemeriksaan terhadap konfigurasi tersebut. Apabila jaringan terdeteksi pada *handphone*, langkah berikutnya adalah menjalankan VM MEC untuk mengakses *use case face mask detection* dengan cara menjalankan *Open Speedtest* untuk mendapatkan IP yang diakses *browser* pada *handphone*. Jika *use case* berhasil dijalankan, maka dapat dilakukan pengukuran nilai *latency* untuk melihat performansi dari sistem *multi-access edge computing* yang telah dibuat. *Network topology* dari sistem *multi-access edge computing* dapat dilihat pada Gambar 4.

E. Arsitektur Sistem *Multi-Access Edge Computing*

Alur pembuatan *multi-access edge computing* dengan *use case face mask detection* menggunakan jaringan *Open RAN* diperlihatkan pada Gambar 5.

Tahapan alur pembuatan akan dijelaskan secara detail sebagai berikut:

1. Menyiapkan *Anydesk* pada *server* atau PC agar dapat melakukan konfigurasi secara *remote*.
2. Menginstalasi *virtual machine multi-access edge computing* dengan Ubuntu 20.04 sebagai *operating system* (OS) pada *server/PC* tersebut yang berisi *use case face mask detection* dan aplikasi *Open Speedtest*.
3. Melakukan *setting* IP agar VM *multi-access edge computing* dan VM *Open RAN* dapat berkomunikasi satu sama lain.
4. Melakukan instalasi yang dilakukan *by source* untuk aplikasi *Open Speedtest* dan *use case face mask detection*.
5. Menjalankan *command* untuk mengaktifkan RAN dan *core* agar saling terkoneksi.



Gambar 4 *Network topology* sistem *multi-access edge computing*

6. Identifikasi jaringan pada *handphone*. Jika RAN dan *core* tidak saling terkoneksi, dilakukan pengecekan terhadap konfigurasi RAN dan *core* tersebut.
7. Melakukan *ping test* dari *handphone* menuju ke VM *multi-access edge computing* jika jaringan *Open RAN* terdeteksi pada *handphone*.
8. Menjalankan *Open Speedtest* untuk mendapatkan IP agar dapat mengakses *use case face mask detection*.
9. *Use case face mask detection* dapat diakses pada *handphone* melalui *browser* jika telah mendapatkan IP.
10. Mengujian parameter kecepatan *downlink*, *uplink*, *latency*, serta berhasilnya *use case face mask detection*.

F. Parameter Kinerja Pengujian MEC dan *Face Mask Detection*

Pengujian *multi-access edge computing* mencakup pengujian berdasarkan *latency*, kecepatan *downlink-uplink*, dan keberhasilan berjalannya *use case face mask detection* secara lengkap yang meliputi:

1) Parameter *Latency*

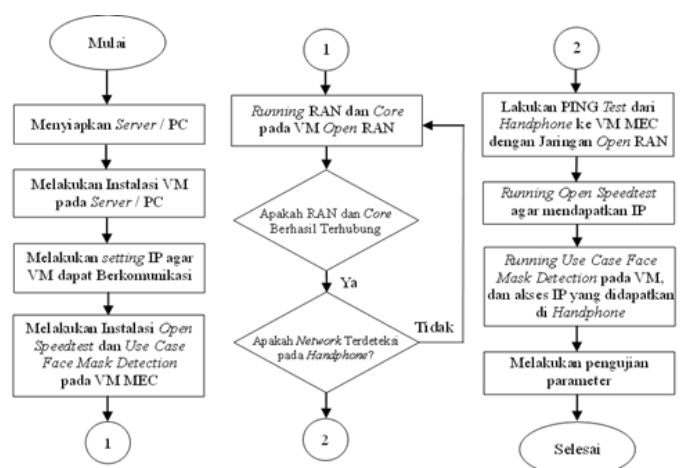
Latency adalah seberapa cepat transfer data (pergi dan kembali) antara komputer dan *server* yang bersangkutan. Biasanya dihitung dalam satuan milisekon.

2) Parameter Kecepatan *Downlink* dan *Uplink*

Downlink adalah seberapa cepat data diterima dari *server* yang bersangkutan. Biasanya dihitung dengan satuan *megabits per second* (Mbps). Sementara itu, *uplink* adalah seberapa cepat data dikirim ke *server* yang bersangkutan. Biasanya dihitung dalam satuan *megabits per second* (Mbps).

3) Parameter *Face Mask Detection*

Parameter ini akan membandingkan kondisi, baik ketika sedang menggunakan masker maupun ketika tidak sedang menggunakan masker yang diakses pada perangkat *handphone* berdasarkan jarak tertentu. Dapat diketahui jarak *use case face mask detection* tersebut bisa terdeteksi dan berjalan dengan baik.



Gambar 5 Alur pembuatan sistem *multi-access edge computing*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

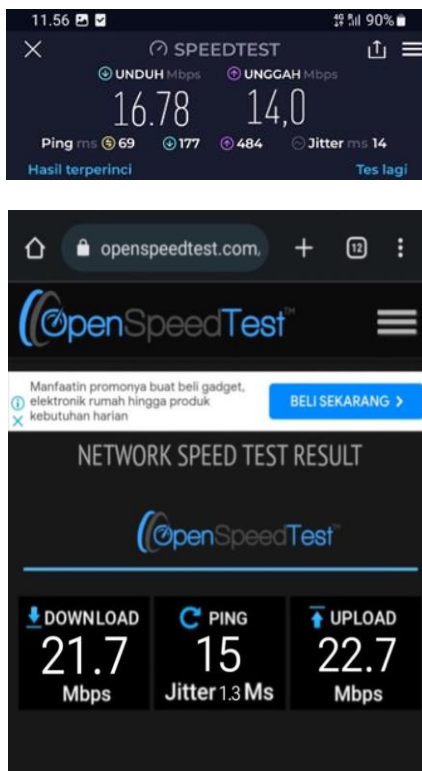
Berdasarkan metodologi, pengujian konektivitas *multi-access edge computing* dengan jaringan Open RAN, serta keberhasilan berjalannya *use case face mask detection*, maka dilakukan dua skenario yaitu:

1. Skenario Pengujian 1: mengukur kecepatan *downlink* dan *uplink* beserta nilai *latency* berdasarkan jarak tertentu menggunakan Open Speedtest dan Speedtest by Ookla pada *multi-access edge computing*. Pengujian berdasarkan jarak dikarenakan pada proses transmisi data berkaitan dengan jangkauan maksimum dari jaringan Open RAN. Hasil pengukuran menggunakan Open Speedtest dan Speedtest by Ookla dapat dilihat pada Gambar 6.
2. Skenario Pengujian 2: melakukan pengujian keberhasilan kinerja *use case face mask detection* berdasarkan jarak tertentu dengan menggunakan *handphone*. Hasil pengujian *use case face mask detection* tampak pada Gambar 7.

Rincian lengkap hasil pengujian dari setiap skenario dapat dijelaskan sebagai berikut.

A. Hasil Pengujian 1

Hasil Pengujian 1 mencakup pengukuran dari nilai *downlink* (DL) dan *uplink* (UL) serta *latency* menggunakan aplikasi Open Speedtest dan Speedtest by Ookla berdasarkan jarak setiap 1m. Hasil tersebut yang dapat dilihat pada Tabel I, Tabel II, dan Tabel III.

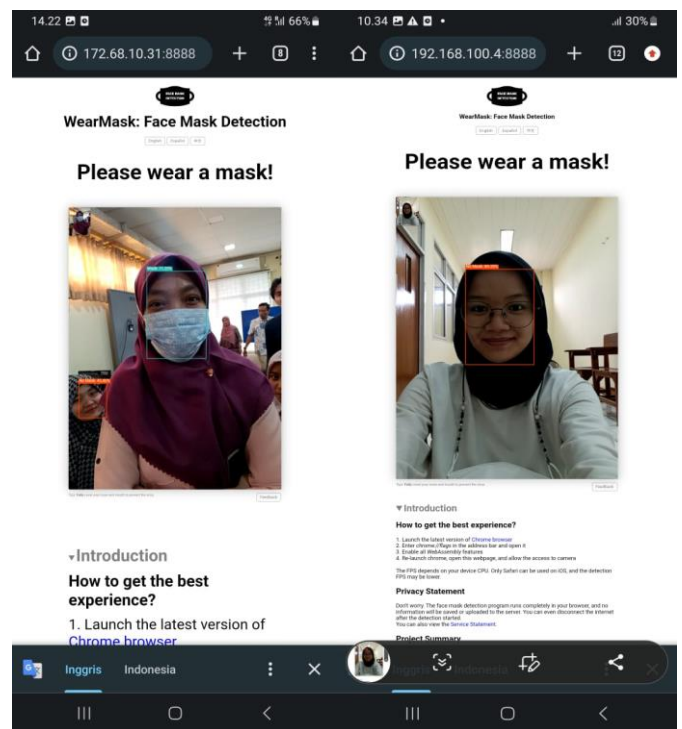


Gambar 6 Penggunaan aplikasi Open Speedtest dan Speedtest by Ookla

Tabel I merupakan hasil pengujian nilai *downlink* (DL) menggunakan aplikasi Speedtest by MEC (*Open Speedtest*) dan Speedtest by internet (*Speedtest by Ookla*). Terlihat bahwa nilai *downlink* pada jarak 0 meter menggunakan *Open Speedtest* sebesar 21,70 Mbps lebih baik jika dibandingkan dengan nilai *downlink* menggunakan *Speedtest by Ookla* sebesar 15,80 Mbps dan seterusnya jika dilanjutkan hingga mencapai jarak 5 meter.

Tabel II merupakan hasil pengujian nilai *uplink* (UL) menggunakan aplikasi Speedtest by MEC (*Open Speedtest*) dan Speedtest by internet (*Speedtest by Ookla*). Terlihat bahwa nilai *uplink* pada jarak 0 meter menggunakan *Open Speedtest* sebesar 22,70 Mbps lebih baik jika dibandingkan dengan nilai *uplink* menggunakan *Speedtest by Ookla* sebesar 13,85 Mbps dan seterusnya jika dilanjutkan hingga mencapai jarak 5 meter.

Tabel III merupakan hasil pengujian nilai *latency* menggunakan aplikasi *Open Speedtest* dan *Speedtest by Ookla*. Terlihat bahwa nilai *latency* pada jarak 0 meter menggunakan *Open Speedtest* sebesar 15ms lebih baik jika dibandingkan dengan nilai *latency* menggunakan *Speedtest by Ookla* sebesar



Gambar 7 Pengujian use case face mask detection

TABEL I
HASIL PENGUJIAN *DOWNLINK* MEC

Jarak (m)	<i>Downlink</i> (DL)	
	<i>Open Speedtest</i> (Mbps)	<i>Speedtest by Ookla</i> (Mbps)
0	21.70	16.78
1	18.50	8.20
2	14.0	5.0
3	9.20	6.43
4	4.97	1.06
5	1.70	0.92
6	—	—

TABEL II
HASIL PENGUJIAN *UPNLINK* MEC

Jarak (m)	<i>Uplink (UL) Open Speedtest (Mbps)</i>	<i>Uplink (UL) Speedtest by Ookla (Mbps)</i>
0	22.70	14.0
1	19.30	8.37
2	13.10	5.82
3	5.90	3.91
4	1.90	1.79
5	0.84	0.65
6	–	–

TABEL III
HASIL PENGUJIAN *LATENCY* MEC

Jarak (m)	<i>Latency Open Speedtest (ms)</i>	<i>Latency Speedtest by Ookla (ms)</i>
0	15	69
1	26	95
2	28	103
3	30	178
4	35	261
5	38	297
6	–	–

70 ms. Pada jarak 1 meter nilai *latency* menggunakan *Open Speedtest* sebesar 26ms, sedangkan menggunakan *Speedtest by Ookla* sebesar 95ms dan seterusnya jika dilanjutkan hingga mencapai jarak 5 meter.

B. Hasil Pengujian 2

Hasil Pengujian 2 mencakup pengukuran dari keberhasilan berjalannya *use case face mask detection* berdasarkan jarak tiap 1m. Dapat dilihat pada Tabel IV.

Pada Tabel IV dapat dilihat bahwa pada jarak 0 meter hingga 5 meter, *use case* berhasil berjalan dengan baik pada sistem *multi-access edge computing* dengan menggunakan jaringan *Open RAN*. Namun, pada jarak 6 meter tidak berhasil berjalan akibat jarak jangkauan jaringan *Open RAN* yang tidak dapat lebih dari 5 meter.

IV. SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah realisasi sistem *multi-access edge computing* dengan *use case face mask detection* yang berhasil dibangun menggunakan dua skenario, yakni pengujian MEC dan *use case face mask detection* pada Server SmartLab. Pengujian dilakukan terhadap parameter *downlink*, *uplink*, dan *latency* untuk sistem MEC dan pengujian keberhasilan berjalannya *face mask detection*.

Berdasarkan hasil analisis sistem *multi-access edge computing* diperoleh bahwa nilai maksimal dari *downlink* sebesar 21,70 Mbps menggunakan *Open Speedtest* dan 16,78 Mbps menggunakan *Speedtest by Ookla*. Nilai maksimal *uplink* sebesar 22,70 Mbps menggunakan *Open Speedtest* dan 14,0 Mbps menggunakan *Speedtest by Ookla*. Nilai maksimal *latency* sebesar 15ms menggunakan *Open Speedtest* dan 69ms menggunakan *Speedtest by Ookla*.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN KEBERHASILAN *USE CASE*

Jarak (m)	Pakai Masker	Tidak Pakai Masker
0	Berhasil	Berhasil
1	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil
6	–	–

Berdasarkan hasil analisis dari *use case face mask detection*, diperoleh bahwa *use case face mask detection* berhasil berjalan dengan baik di atas sistem *multi-access edge computing* yang dibangun pada Server SmartLab. Secara keseluruhan skenario yang telah diuji dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- [1] A. Wulandari, M. Hasan, dan A. Hikmaturokhman, "Private 5G network capacity and coverage deployment for vertical industries: case study in Indonesia," dalam *Proceeding IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite, Comnetsat 2022*, IEEE, Nov. 2022, hlm. 317–322. DOI: [10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994332](https://doi.org/10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994332).
- [2] P. A. Budiman, Marfani, dan D. M. Sari, "Multi-access edge computing implementation on tower ecosystem Indonesia: challenges and Visibility," dalam *International Conference on ICT Convergence*, 2022, hlm. 158–162. DOI: [10.1109/ICTC55196.2022.9952477](https://doi.org/10.1109/ICTC55196.2022.9952477).
- [3] A. Filali, A. Abouamar, S. Cherkaoui, A. Kobbane, dan M. Guizani, "Multi-access edge computing: A survey," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 197017–197046, 2020. DOI: [10.1109/ACCESS.2020.3034136](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3034136).
- [4] L. Damayanti, D. Panggabean, S. R. Pingkan, A. Wulandari, A. Hikmaturokhman, dan A. Hidayatullah, "Design and build 4G open radio access network at SmartLab Politeknik Negeri Jakarta," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 2, hlm. 414–423, Jan. 2023, DOI: [10.31289/jite.v6i2.7537](https://doi.org/10.31289/jite.v6i2.7537).
- [5] E. Jordan, "Open RAN 101–Open RAN: Why, what, how, when? RCR Wireless News." 2022.
- [6] M. Shodikin, "Analisis perancangan LTE Home pada jaringan 4G LTE berbasis open radio access network," *J. Pepadu*, vol. 2, no. 4, hlm. 408–420, 2021, DOI: [10.29303/pepadu.v2i4.2255](https://doi.org/10.29303/pepadu.v2i4.2255).
- [7] Software Radio Systems, "srsRAN 21.10 Documentation." [Daring]. Tersedia: <https://docs.srsran.com/en/latest/>
- [8] Open5GS, "Introduction to Open5GS." [Daring]. Tersedia: <https://open5gs.org/open5gs/docs/>
- [9] ETSI GS MEC 003, "Multi-Access Edge Computing (MEC)," *Framework and Reference Architecture*. 2022.
- [10] Q. V. Pham *et al.*, "A survey of multi-access edge computing in 5G and beyond: fundamentals, technology integration, and state-of-the-art," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 116974–117017, Jun. 2020. DOI: [10.1109/ACCESS.2020.3001277](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001277).
- [11] Z. Wang, P. Wang, P. C. Louis, L. E. Wheless, dan Y. Huo, "WearMask: Fast in browser face mask detection with serverless edge computing for Covid-19," dalam *IS&T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology*, Jan. 2023, hlm. 229–1-229–6. DOI: [10.2352/EL.2023.35.11.HPCI-229](https://doi.org/10.2352/EL.2023.35.11.HPCI-229).

Akita Hasna Mayanti, memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada bidang Teknik Elektro di Politeknik Negeri Jakarta. Minat penelitian pada teknologi jaringan seluler dan *radio frequency planning*.

Raviadin Nugroho, menempuh pendidikan D4 di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta pada Agustus 2019. Saat ini aktif sebagai *network engineer*. Bidang yang diminati adalah *networking*.

Asri Wulandari, menyelesaikan gelar sarjana di Universitas Brawijaya Malang dan Program Magister di Universitas Indonesia pada bidang teknik telekomunikasi. Saat ini menjadi Staf Pengajar di Politeknik Negeri Jakarta dan menjadi Asesor pada LSP Politeknik

Negeri Jakarta. Riset dan penelitian yang dilakukan adalah pada teknologi jaringan seluler, *networking*, dan pengembangan terkait kedua bidang tersebut.

Alfin Hikmaturokhman, dosen di ITTP. Alfin memegang gelar sarjana dalam bidang teknik elektro dari UGM dan meraih gelar magister dari Telkom University dan doktor dalam bidang yang sama dari Universitas Indonesia.