

PERANCANGAN SKENARIO NON STAND ALONE (NSA) JARINGAN 5G UNTUK MENUNJANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Asri Wulandari¹⁾, Toto Supriyanto²⁾, Lusi Damayanti³⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425

²⁾ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425

³⁾ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425

E-mail: asri.wulandari@elektro.pnj.ac.id

Abstract

In this study, a non-stand alone scenario (NSA) for 5G networks was designed to support the industrial revolution 4.0. There are two scenarios using the ENDC method, namely scenario 1 eNodeB LTE at frequency band 3 (1800 MHz) bandwidth of 20 MHz and 5G NR frequency B28 (700 MHz) bandwidth of 15 MHz and scenario 2 eNodeB LTE at frequency band 1 (2100 MHz) Bandwidth 15 MHz and 5G NR at B28 frequency (700 MHz) Bandwidth 15 MHz. The results of RF Planning scenario 1 and scenario 2 have RSRP values of -94.26 dBm and -94.37 dBm which are included in the good category, SINR values are 2.96 and 3.02 which are included in the normal category. The results of the calculation of the data rate system in scenario 1 have a data rate value that is better than scenario 2 with a difference of 7.43% at a subcarrier spacing of 15kHz and a difference of 9.9% at a subcarrier spacing of 30 kHz. The results of the calculation of single user throughput based on various types of modulation show that scenario 1 has better user throughput than scenario 2 of 7.6% on QPSK, 16 QAM, 64 QAM, and 256 QAM modulations.

Keywords: Non Stand Alone, ENDC, 5G, RF Planning, RSRP, SINR, Data Rate, Throughput User

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perancangan skenario *non stand alone* (NSA) Jaringan 5G untuk menunjang revolusi industri 4.0. Terdapat dua skenario menggunakan metode ENDC yaitu skenario 1 eNodeB LTE berada pada frekuensi band 3 (1800 MHz) *bandwidth* 20 MHz dan 5G NR frekuensi B28 (700 MHz) *bandwidth* 15 MHz serta skenario 2 eNodeB LTE pada frekuensi band 1 (2100 MHz) Bandwidth 15 MHz dan NR 5G pada frekuensi B28 (700 MHz) Bandwidth 15 MHz. Hasil RF Planning skenario 1 dan skenario 2 mempunyai nilai RSRP -94,26 dBm dan -94,37 dBm yang termasuk kategori baik, nilai SINR adalah 2,96 dan 3,02 yang termasuk kategori normal. Hasil perhitungan *data rate* sistem skenario 1 mempunyai nilai data rate lebih bagus dibandingkan skenario 2 dengan selisih 7,43 % pada *subcarrier spacing* 15kHz dan selisih 9,9% pada *subcarrier spacing* 30 kHz. Hasil perhitungan *throughput single user* berdasarkan bermacam-macam jenis modulasi didapatkan skenario 1 mempunyai *throughput user* lebih bagus dibanding skenario 2 sebesar 7,6 % pada modulasi QPSK, 16 QAM, 64 QAM, maupun 256 QAM.

Kata Kunci: Non Stand Alone, ENDC, 5G, RF Planning, RSRP, SINR, Data Rate, Throughput User

PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 ditandai dengan peran teknologi mengambil alih hampir sebagian besar aktivitas perekonomian. Munculnya teknologi terbaru 5G dirancang

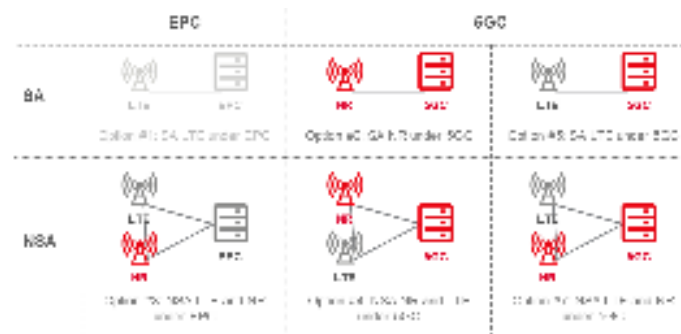
untuk memenuhi pertumbuhan data dan konektivitas yang sangat besar pada masyarakat modern saat ini yaitu *Internet of Things* (IoT) dengan miliaran perangkat yang terhubung, serta teknologi inovasi masa depan. 5G menjadi lengkap untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0 dan membentuk basis kecerdasan, jaringan '*human-critical*' yang mengkombinasikan nilai data yang tinggi, densitas perangkat dan komunikasi instan dengan kinerja jaringan berlatensi rendah serta konektivitas masif (GSMA,2018)

5G merupakan standar teknologi *mobile broadband* generasi ke-5, sebagai evolusi signifikan dari jaringan 4G LTE yang dikeluarkan oleh *3rd Generation Partnership Project* (3GPP). Teknologi 5G diharapkan secara fundamental mampu mengubah peran teknologi telekomunikasi yang ada di masyarakat serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan melayani kebutuhan digitalisasi masyarakat bahkan seluruh dunia yang terhubung ke jaringan kapan pun diperlukan dan antar perangkat melalui IoT. Terdapat tiga kategori utama *uses cases* pada 5G, yaitu *Massive Machine Type communications* (mMTC), *Ultra-reliable low latency communications* (U-RLLC) dan *Enhanced mobile broadband* (eMBB) (AMTA, 2019)

Dalam implementasinya, terdapat berbagai spektrum yang tersedia untuk penyebaran 5G yang terbagi dalam tiga sub-makro kategori, yaitu sub -1GHz, 1- 6GHz dan di atas 6 GHz. 3GPP juga telah menetapkan elemen 5G yang meliputi *new 5G radio access technology* (NR), *new 5G core network* (5GC) dan perangkat tambahan 5G dari jaringan existing 4G (Alfin, 2018). Berbagai macam persyaratan dan kebutuhan spektrum menunjukkan bahwa ada banyak pilihan implementasi teknologi 5G dan band spektrum berbeda yang akan diperlukan untuk mendukung semua kasus penggunaan (*uses case*) (Nader Ateya, 2018).

3GPP mendefinisikan pengintegrasian elemen *new 5G core* (5GC) dan teknologi akses radio baru yang disebut 5G "New radio" (NR), dalam konfigurasi yang berbeda yang disebut dengan : *standalone* (SA) dan *non-standalone* (NSA) (Nur Esa, 2020). Pada skenario SA implementasi menggunakan hanya satu teknologi akses radio 5G NR atau *Evolved LTE* dengan jaringan *core* masing-masing yang dioperasikan sendiri, sedangkan skenario NSA menggabungkan NR *radio cell* dan LTE *radio cell* menggunakan *dual-connectivity* untuk menghasilkan *radio access* dengan jaringan *core*

berupa *Evolved Packet Core (EPC)* atau *5GC (Samsung, 2017)*. Bentuk option untuk implementasi 5G dapat dilihat pada Gambar 1.



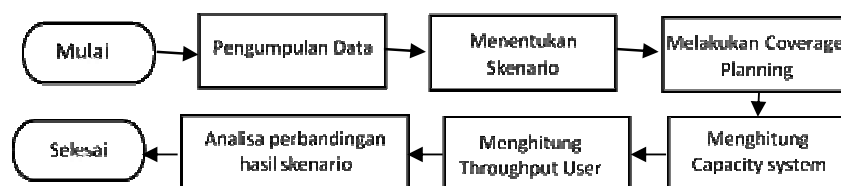
Gambar 1. 4G dan 5G *Deployment Option*

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dari skenario SA dan NSA saat di implementasikan pada teknologi 5G, berdasarkan dari option yang ada pada setiap skenario tersebut, yaitu option#2 dan option#5 untuk RAN SA, dan pada NSA adalah option#3, option#4 dan option#7 (GSMA, 2018). Pemilihan alternatif skenario dan option yang digunakan dalam pengimplementasian teknologi 5G oleh operator sangat bergantung pada kebutuhan dan *use case* yang akan diberikan pada *user*nya.

Penelitian ini melakukan perancangan dan analisa perhitungan jaringan berdasar skenario saat diimplementasikan di jaringan 5G. Skenario yang dipilih adalah skenario NSA. Analisa dilakukan untuk mengukur parameter performansi berupa nilai parameter *coverage requirement* dan *capacity requirement* dalam memberikan nilai *quality network* yang baik. Hasil performansi yang diperoleh dari setiap skenario akan digunakan sebagai referensi menentukan *resource plan* dan *network roll out plan* yang tepat bagi industri untuk menunjang revolusi industri 4.0.

METODE PENELITIAN

Metode perancangan dan analisa perhitungan implementasi Jaringan 5G adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Blok Penelitian

Tahapan untuk melakukan perancangan skenario Jaringan 5G, meliputi :

1. Melakukan pengumpulan data *base line* dari Operator berdasar implementasi jaringan 5G di Kelapa Gading, Jakarta Utara untuk 14 site Jaringan 5G
 2. Menentukan skenario perancangan jaringan 5G dan parameter performansi kualitas jaringan, menggunakan metode *eNDC (E-UTRAN New Radio-Dual Connectivity)*, dimana LTE berkedudukan sebagai *Master Node* dan 5G Node B (NR) berkedudukan sebagai *Secondary Node*.
 3. Melakukan *coverage planning* menggunakan *software planning* sesuai dengan skenario dan berdasarkan *base line data* dari operator, untuk pengukuran performansi *coverage* dan *quality RF*
 4. Melakukan perhitungan *capacity system* untuk mendapatkan *nilai data rate* jaringan menggunakan input parameter nilai PRB (*Physical Resource Blok*) berdasar lebar bandwidth dari setiap frekuensi pada kedua skenario yang dilakukan.
 5. Menghitung nilai *throughput* pada *user* dari setiap skenario dengan beberapa bentuk modulasi untuk memperoleh *best practice experience* saat mengakses jaringan 5G.
 6. Melakukan Analisa hasil perancangan dan perhitungan setiap skenario serta membandingkan hasil yang diperoleh sebagai evaluasi performansi jaringan untuk memberikan referensi pada industri (operator) tentang implementasi jaringan 5G.
- Parameter kinerja perancangan skenario jaringan 5G sesuai standar industri (operator Telkomsel), berupa nilai RSRP dan SINR, diberikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Range Nilai SS-RSRP dan Range Nilai SINR

Range SS-RSRP	Kategori	Range SINR	Kategori
$-140 \leq \text{SS-RSRP Level (DL) (dBm)} < -120$	Very Bad	$-40 \leq \text{SS-SINR Level (DL) (dB)} < -5$	Very Bad
$-120 \leq \text{SS-RSRP Level (DL) (dBm)} < -105$	Bad	$-5 \leq \text{SS-SINR Level (DL) (dB)} < 0$	Bad
$-105 \leq \text{SS-RSRP Level (DL) (dBm)} < -95$	Normal	$0 \leq \text{SS-SINR Level (DL) (dB)} < 10$	Normal
$-95 \leq \text{SS-RSRP Level (DL) (dBm)} < -85$	Good	$10 \leq \text{SS-SINR Level (DL) (dB)} < 20$	Good
$-85 \leq \text{SS-RSRP Level (DL) (dBm)} < 0$	Very Good	$20 \leq \text{SS-SINR Level (DL) (dB)} < 40$	Very Good

HASIL DAN PEMBAHASAN

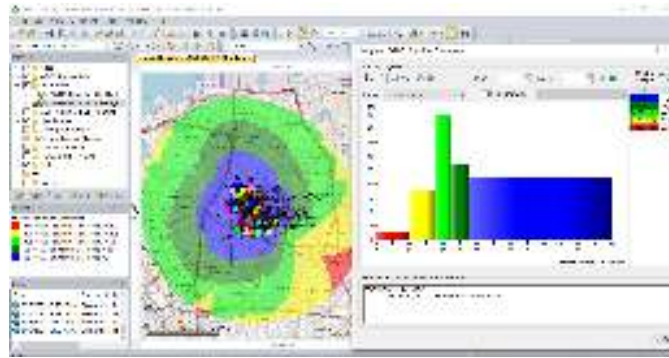
A. Hasil Coverage Planning

Pengukuran coverage planning terdiri atas 14 site di Area Kelapa Gading, dengan 2 skenario yang telah ditetapkan, sebagai berikut :

1. Skenario 1 ENDC NR 700 MHz BW 15 MHz dan LTE 1800 MHz 20 MHz

a. Hasil RF Planning untuk nilai RSRP

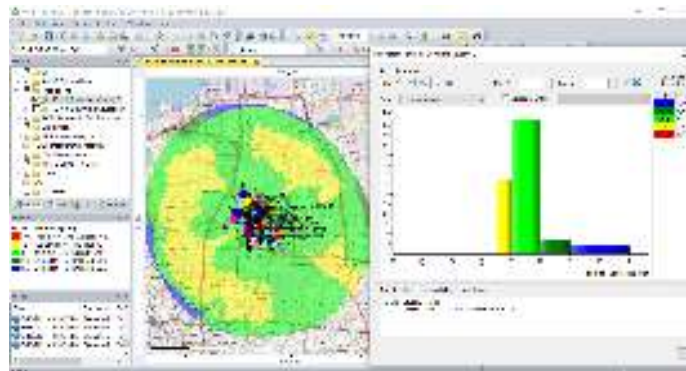
Hasil RSRP menggunakan Atoll, diperoleh hasil seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran RSRP Skenario 1

b. Hasil RF Planning untuk nilai SINR

Hasil SINR menggunakan Atoll, diperoleh hasil seperti tampak pada Gambar 4.

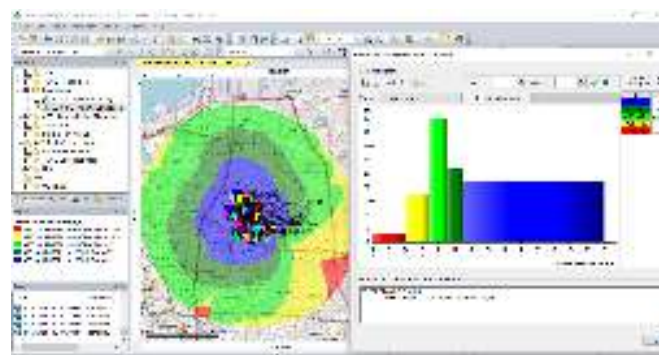


Gambar 4. Hasil Pengukuran SINR Skenario 1

2. Skenario 2 ENDC NR 700 MHz BW 15 MHz dan LTE 2100 MHz 15 MHz

a. Hasil RF Planning untuk nilai RSRP

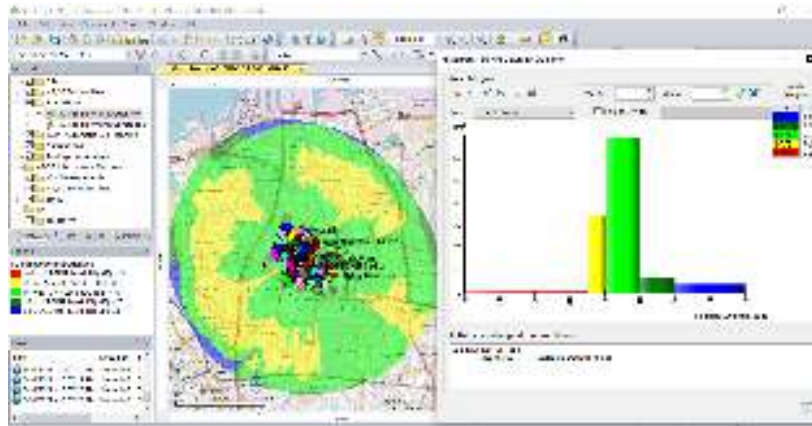
Hasil RSRP menggunakan Atoll diperoleh hasil seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengukuran RSRP Skenario 2

b. Hasil RF Planning untuk nilai SINR

Hasil SINR pada skenario ini diperoleh hasil seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengukuran SINR Skenario 2

Dari pengukuran RF planning pada kedua skenario diatas, perbandingan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengujian Nilai RSRP dan SINR

HASIL PENGUJIAN NILAI RSRP DAN SINR		
Parameter	ENDC 700 MHz & 1800 MHz	ENDC 700 MHz & 2100 MHz
Bandwidth	35 MHz	30 MHz
Subcarrier Spacing	15KHz/30KHz	15KHz/30KHz
Nilai Mean RSRP (dBm)	-94,26	-94,37
Nilai Mean SINR (dB)	2,96	3,02
Luas Coverage Nilai RSRP/SINR (km ²)		
Very Good	22,38 km ² /3,49 km ²	22,24 km ² /3,49 km ²
Good	26,74 km ² /6,88 km ²	26,54 km ² /6,86 km ²
Normal	44,85 km ² /67,25 km ²	45,03 km ² /69,31 km ²
Bad	17,76 km ² / 36,78 km ²	17,53 km ² /34,73 km ²
Very Bad	2,71 km ² /0,03 km ²	3,09 km ² /0,03 km ²

Dari data yang diperoleh diatas terlihat kedua skenario mendapatkan mean nilai RSRP berada pada -94,26 dBm dan -94,37 dBm yang termasuk pada kategori “baik (good)” sedangkan hasil nilai SINR adalah 2,96 dB dan 3,02 dB termasuk dalam kategori “normal”.

B. Hasil Kecepatan (*Data Rate*) Sistem

Data Rate merupakan parameter untuk mengetahui seberapa besar kecepatan data yang bisa dicapai oleh jaringan dengan bentuk persamaan sebagai berikut (3GPP, 2019)

:

$$\text{Data Rate (Mbps)} = \sum_{j=1}^J \left(N^{BW(j),\mu} \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot \sum_{\substack{\text{Layers} \\ m}} v^{(j)} \cdot Q^{(j)} \cdot f^{(j)} \cdot R \cdot \text{PRB} \cdot (1 - OH^{(j)}) \right) \cdot T_s \quad (1)$$

Dimana J adalah komponen carier, $v^{(j)}$ adalah jumlah layer, $Q^{(j)}$ adalah modulation order, $f^{(j)}$ adalah scaling factor, N_{PRB} adalah jumlah RB dan $OH^{(j)}$ Overhead, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perbandingan Data Rate System

Parameter	Symbol	ENDC 700 MHz & 1800 MHz (skenario 1)	ENDC 700 MHz & 1800 MHz	ENDC 700 MHz & 2100 MHz (skenario 2)	ENDC 700 MHz & 2100 MHz
Bandwidth		35 MHz	35 MHz	30 MHz	30 MHz
Subcarrier Spacing		15KHz	30KHz	15KHz	30KHz
Componen Carrier	J	2	2	2	2
Modulation Order	Qm	4	4	4	4
Number of layer	vlayers	4	4	4	4
Scaling Factor	f	1	1	1	1
Numerology	μ	0	1	0	1
Number of PRB	N (PRB)	179	138	154	113
Over Head	OH	0.14	0.14	0.14	0.14
Data Rate (in Mbps)		766	1182	660	968

Dari hasil perhitungan didapatkan skenario 1 mempunyai nilai data rate lebih bagus dibandingkan skenario 2 dengan selisih 7,43% pada subcarrier spacing 15kHz dan lebih bagus dengan selisih 9,9% pada subcarrier spacing 30 kHz.

C. Hasil Throughput User

Hasil *throughput user* setiap skenario dengan beberapa bentuk modulasi untuk memperoleh *best practice experience* pada jaringan 5G ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Throughput User (Mbps)

Modulasi	ENDC 700 MHz & 1800 MHz (35 MHz) (Skenario 1)	ENDC 700 MHz & 2100 MHz(30 MHz) (Skenario 2)
QPSK	59,136	50,736
16 QAM	118,272	101,472
64 QAM	177,408	152,208
256 QAM	236,544	202,944

Dari hasil perhitungan didapatkan skenario 1 mempunyai *throughput user* lebih bagus 7,6 % dibanding skenario 2 baik pada modulasi QPSK, 16 QAM, 64 QAM, maupun 256 QAM.

SIMPULAN

Hasil perancangan skenario Non Stand Alone Jaringan 5G di Kelapa Gading, Jakarta Utara didapatkan skenario 1 yaitu ENDC NR 700 MHz BW 15 MHz dan LTE 1800 MHz 20 MHz mempunyai performansi lebih baik dibandingkan skenario 2 yaitu ENDC NR 700 MHz BW 15 MHz dan LTE 2100 MHz 15 MHz. Hasil RF Planning skenario 1 dan skenario 2 mempunyai nilai mean RSRP sebesar -94,26 dBm dan -94,37 dBm termasuk kategori “baik (*good*)”, sedangkan nilai mean SINR adalah 2,96 dan 3,02 termasuk kategori “Normal”. Namun hasil perhitungan *data rate* menunjukkan skenario 1 mempunyai nilai data rate lebih bagus dibandingkan skenario 2 dengan selisih 7,43 % pada subcarrier spacing 15kHz dan lebih bagus dengan selisih 9,9% pada subcarrier spacing 30 kHz. Hasil perhitungan *throughput single user* berdasarkan bermacam-macam jenis modulasi didapatkan hasil skenario 1 mempunyai *throughput user* lebih bagus sebesar 7,6 % pada modulasi QPSK, 16 QAM, 64 QAM, maupun 256 QAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfin Hikmaturokhman and Kalamullah Ramli. 2018. *Spectrum Considerations for 5G in Indonesia*, IEEE 978-1-5386-7781-0/18, 2018
- AMTA. 2019. *5G and EMF Explained*. www.emfexplained.info, 2019-2020 edition .
- GSMA. 2018. *Road To 5G : Introduction and Migration*. GSMA White Paper, April 2018.
- Nader Ateya. 2018. *5G NR. A New Era for Enhanced Mobile Broadband*. White Paper, MEDiatek, 2018
- Nur Esa, Rai, Alfin Hikmaturokhman, and Achmad Rizal Danisya. 2020. *5G NR Planning at Frequency 3.5 GHz : StudyCase in Indonesia Industrial Area*, 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE), page 187- 193, 978-1-7281-9702-9/20, ©2020 IEEE
- Samsung, 2017. *4G-5G Interworking. RAN Level and CN Level Interworking*, Samsung Electronic.Co.id, 2017
- 3GPP TS 38.306 Version 15.8.0, 2019. User Equipment (UE) Radio Access Capabilities (Release 15)