

**RISET STRATEGI IMPLEMENTASI C-RAN DI TELKOMSEL  
MELALUI KOLABORASI JARINGAN NG-PON2 DI TELKOM  
AKSES MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE *STRATEGIC  
SITUATION ANALYSIS***

***RESEARCH STRATEGY OF C-RAN IMPLEMENTATION IN  
TELKOMSEL THROUGH COLLABORATION OF NG-PON2  
NETWORK IN TELKOM ACCESS USING STRATEGIC SITUATION  
ANALYSIS METHOD APPROACH***

Tri Susanto<sup>1</sup>, K.J. Hartono<sup>2</sup> dan Bilpen Nainggolan<sup>3</sup>

Divisi Digital Service, PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

<sup>1</sup>[trisstto@telkom.co.id](mailto:trisstto@telkom.co.id) <sup>2</sup>[jhartono@telkom.co.id](mailto:jhartono@telkom.co.id) <sup>3</sup>[bil@telkom.co.id](mailto:bil@telkom.co.id)

**Abstrak**

Cloud Radio Access Network (C-RAN) adalah teknologi akses radio yang diyakini mampu menekan biaya CAPEX dan OPEX dari mobile operator dan memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan Radio Access Network (RAN) tradisional. Salah satu faktor kunci sukses implementasi C-RAN adalah penyediaan jaringan fonthaul yang efektif. Tujuan penelitian ini adalah membuat strategi implementasi C-RAN di Telkomsel melalui kolaborasi jaringan NG-PON2 di Telkom Akses. Pada tulisan ini menggunakan metode analisis kualitatif dengan melakukan strategy situation analysis (SSA) yaitu melakukan analisa data eksternal maupun internal dan selanjutnya diformulasikan sebagai dasar pembuatan strategi implementasi. Dari penelitian ini dihasilkan usulan strategi implementasi C-RAN di Telkomsel melalui kolaborasi jaringan NG-PON2 di Telkom Akses.

**Kata kunci:** Kolaborasi, migrasi, FTTx, C-RAN, NG-PON2.

**Abstract**

Cloud Radio Access Network (C-RAN) is a radio access technology which is believed to reduce the cost of CAPEX and OPEX of mobile operators and provides better performance than traditional Radio Access Network (RAN). One key factor in the successful implementation of C-RAN is the provision of effective front haul network. The purpose of this research is to make C-RAN implementation strategy in Telkomsel through NG-PON2 network collaboration in Telkom Access. In this paper using qualitative analysis method by conducting a strategy situation analysis (SSA) that is to analyze the external and internal data and then formulated as the basis for making implementation strategy. From this research, the proposed C-RAN implementation strategy in Telkomsel through the collaboration of NG-PON2 network in Telkom Access.

**Keywords:** Kolaborasi, migrasi, FTTx, C-RAN, NG-PON2.

**1. Pendahuluan**

Jumlah pelanggan seluler (*mobile*) dan trafik data *mobile* secara global maupun nasional diperkirakan semakin tumbuh sangat signifikan. Pertumbuhan ini sangat dipengaruhi oleh perubahan *life style* dari pelanggan. Namun demikian besarnya pertumbuhan trafik data *mobile* tidak serta merta diiringi dengan pertumbuhan *revenue* yang didapat oleh *mobile operator* sehingga muncullah *gap*. *Gap* muncul disebabkan oleh besarnya biaya CAPEX dan OPEX yang harus dikeluarkan perusahaan tidak sebanding dengan *revenue* yang didapatkan (Zaid, 2015; Aleksandra dkk., 2015). Dengan dilatarbelakangi adanya permasalahan tersebut maka muncullah konsep arsitektur *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) yang mampu menekan biaya CAPEX dan OPEX (C-RAN, 2013). Namun demikian implementasi arsitektur C-RAN bukan tidak ada tantangan. Tantangan yang paling besar akan dihadapi oleh operator adalah penyediaan jaringan *fronthaul* menggunakan kabel serat optik (Dimitris, 2015). Jaringan

*fronthaul* adalah jaringan yang menghubungkan perangkat radio di *site* ke perangkat *base band unit* (BBU) di sentral. Mengapa penyediaan jaringan *fronthaul* menjadi tantangan yaitu disebabkan karena dalam melakukan penggelaran jaringan kabel serat optik membutuhkan investasi yang besar sehingga dapat menghilangkan konsep lahirnya arsitektur C-RAN yaitu menekan biaya CAPEX dan OPEX. Oleh karena itu salah satu kunci sukses implementasi C-RAN adalah pemilihan jaringan *fronthaul* yang tepat (Dimitris, 2015). Salah satu solusi penyediaan jaringan *fronthaul* adalah melalui penggunaan jaringan serat optik pada NG-PON2 yang dapat diimplementasikan di Telkom Akses.

Kolaborasi jaringan C-RAN Telkomsel dengan FTTx Telkom Akses akan menjadi solusi untuk penyediaan layanan *broadband* yang efektif untuk masa yang akan datang sehingga perlu dibuat strategi implementasinya.

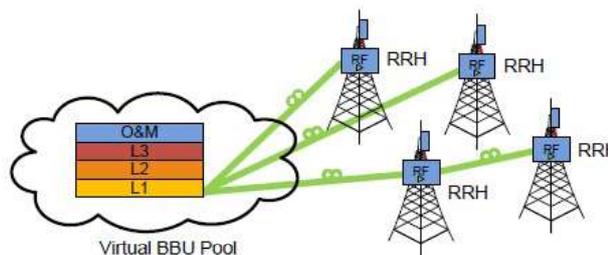
## 2. Landasan Teori

### 2.1 Teknologi C-RAN

Konsep arsitektur C-RAN lahir dalam rangka untuk menekan biaya CAPEX (*Capital Expenditure*) dan OPEX (*Operational Expenditure*) di *cell site* dimana merupakan komponen biaya terbesar dibandingkan komponen biaya lain (C-RAN, 2013) yaitu dengan cara memindahkan setiap perangkat *baseband unit* (BBU) pada *cell site* ke dalam satu tempat (*centralized*) (Aleksandra dkk., 2014) dan selanjutnya dilakukan proses virtualisasi pada fungsi-fungsi BBU tersebut. Perangkat BBU sendiri adalah sebuah perangkat *Digital Signal Processor* (DSP) yang memiliki beberapa fungsi diantaranya memproses signal *baseband*, menyediakan interface radio. Contoh arsitektur C-RAN dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1.

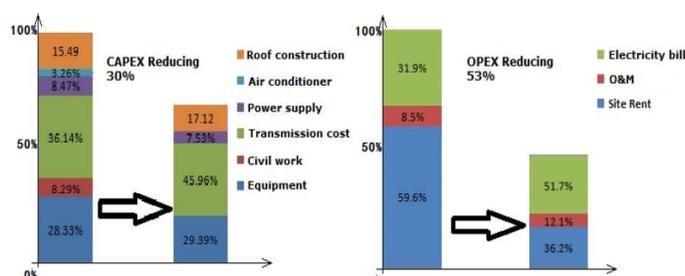
Aristektur C-RAN  
(Sumber: Checko dkk., 2014)



Penghematan biaya yang didapat melalui arsitektur C-RAN berasal dari penghematan biaya meliputi pengadaan perangkat AC (*Air Conditioning*), perangkat transmisi, pekerjaan sipil, perangkat *shelter*, perangkat catu daya. Sedangkan penghematan yang berasal dari biaya operasional meliputi biaya konsumsi listrik, operasi dan pemeliharaan dan sewa *site*. Jadi pada arsitektur C-RAN, hanya perangkat *Remote Radio Head* (RRH) atau *Remote Radio Unit* (RRU) yang terdapat pada *cell site* dimana selanjutnya dihubungkan ke BBU dengan menggunakan jaringan *fronthaul*.

Gambar 2.

Penghematan CAPEX/  
OPEX Melalui Konsep  
BBU *Centralized*  
(Sumber: C-RAN, 2013)



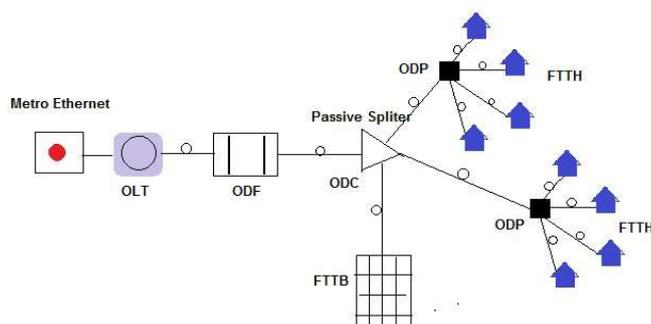
Selain dapat menghemat biaya OPEX dan CAPEX ada beberapa keunggulan lain yang diperoleh menggunakan arsitektur C-RAN dibandingkan dengan RAN tradisional yaitu (C-RAN, 2013) : dapat meningkatkan kapasitas jaringan, mengurangi *latency*, mengurangi kompleksitas jaringan, mengurangi beban trafik di *backhaul* maupun di jaringan *core*, memberikan kualitas layanan yang bagus ke *user* dengan berbagai macam aplikasi, kemudahan dalam penambahan dan *upgrading* perangkat BBU, kemudahan

dalam *me-manage* dan memonitor BTS serta C-RAN mampu mengakomodasi dan memfasilitasi beberapa teknologi yang digunakan pada teknologi 5G.

## 2.2 Teknologi PON pada FTTx

FTTx adalah kepanjangan dari *Fiber to The x* yaitu jaringan akses serat optik berbasis teknologi *Passive Optical Network* (PON) yang menghubungkan perangkat OLT (*Optical Line Terminal*) di sentral ke perangkat ONU (*Optical Network Unit*) atau ONT (*Optical Network Terminal*) yang berada di rumah (*Fiber To The Home*), atau di gedung (*Fiber To The Building*) atau di pinggir jalan (*Fiber To The Curb*) atau yang berada di tower (*Fiber To The Tower*). Arsitektur FTTx secara umum dapat dilihat pada gambar 3. PON adalah teknologi jaringan akses serat optik yang dikembangkan oleh ITU-T pada standar G.983 yang menawarkan layanan suara dan data dengan *bandwidth* 622 Mbps. Teknologi PON berkembang dan berevolusi menjadi GPON. GPON kemudian berkembang menjadi XGPON. Teknologi PON yang terbaru adalah NG-PON2. GPON (*Gigabit Capable Passive Optical Network*) adalah teknologi jaringan akses serat optik yang distandarkan pada ITU-T G.984 yang menawarkan *bit rate* sampai dengan 2,4 Gbps sehingga dapat digunakan untuk layanan suara, data dan video. Sedangkan XGPON (*10 Gigabit Capable Passive Optical Network*) adalah teknologi jaringan akses serat optik yang distandarkan pada ITU-T G.987 yang menawarkan *bit rate* lebih tinggi dibandingkan dengan GPON yaitu sampai dengan 10 Gbps. Teknologi XGPON sendiri dapat dibilang teknologi antara menuju teknologi NG-PON2. Teknologi NG-PON2 akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

Jaringan FTTx Telkom saat ini menggunakan jaringan GPON maupun XGPON untuk menyediakan layanan *triple play* yaitu teleponi, data/internet dan IPTV di perumahan (*Fiber to The Home*) atau di gedung (*Fiber to The Building*).



Gambar 3.

Konfigurasi Jaringan FTTx (TCU, 2017)

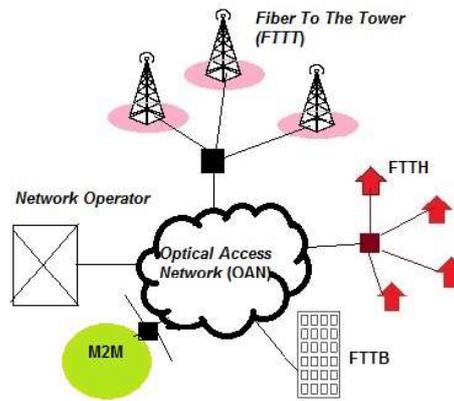
Komponen utama dari jaringan FTTx antara lain meliputi perangkat OLT (*Optical Line Terminal*) yang terletak di sentral telepon, ODF (*Optical Distribution Frame*), *Optical Distribution* (ODC) yang menyediakan fungsi *splitter* untuk memecah kabel *feeder* optik ke beberapa kabel distribusi, *Optical Distribution Point* (ODP) sebagai titik distribusi kabel distribusi beberapa saluran kabel *drop* di rumah pelanggan. Titik ujung dari jaringan FTTx adalah perangkat ONU/ONT yang terletak di rumah pelanggan atau gedung yang menyediakan *interface* ke terminal pelanggan. Tipe serat optik yang digunakan antara OLT sampai dengan ODP adalah jenis G.652 sedangkan tipe serat optik yang digunakan antara ODP sampai ke rumah pelanggan menggunakan jenis G.657. *Passive splitter* yang digunakan pada jaringan Telkom memiliki tipe maksimum sampai dengan 1:4 di sisi ODC dan 1:8 di sisi ODP.

## 2.3 Teknologi NG-PON2

NG-PON2 adalah teknologi jaringan serat optik berbasis teknologi PON yang distandarkan ITU-T G.989 yang menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan GPON maupun XGPON. Konsep dari arsitektur NG-PON2 lahir dengan tujuan mengintegrasikan semua jenis layanan (*multi service*) ke dalam satu jaringan baik layanan radio maupun layanan *fixed broadband* seperti yang diilustrasikan pada gambar 4. Sedangkan arsitektur NG-PON2 berdasarkan ITU-T G.989 dapat dilihat pada gambar 5.

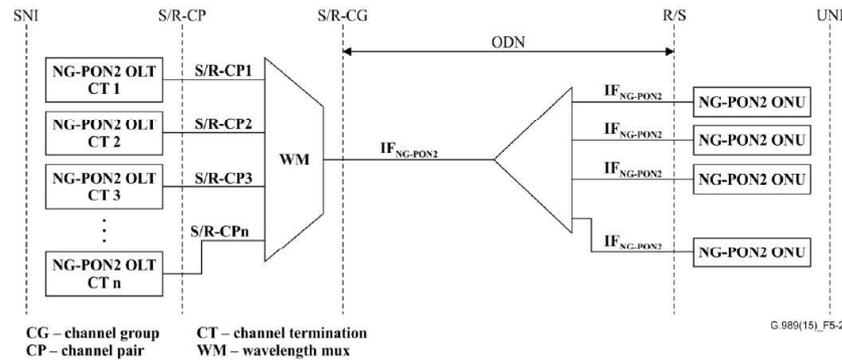
Gambar 4.

Integrasi Multi Service  
Dalam Satu Jaringan  
OAN (Optical Access  
Network)



Gambar 5.

Arsitektur logik NG-  
PON2 (ITU-T G.989,  
2015)



Adapun perbandingan karakteristik dari GPON, XGPON dengan NG-PON2 dapat dilihat pada tabel 1 berikut, dimana teknologi NG-PON2 terbagi atas 2 yaitu TWDM PON dan PtP WDM PON (ITU-T G.989.2, 2015). TWDM PON (*Time Wavelength Division Multiplexing* PON) adalah gabungan dari teknologi *Time Division Multiplexing* (TDM) PON dan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) PON sehingga memperoleh banyak keuntungan dengan memanfaatkan keunggulan kedua teknologi tersebut. Dengan menggunakan teknologi TDM PON dapat mengakomodasi banyak pelanggan secara efisien sementara dengan menggunakan WDM PON dapat meningkatkan kapasitas *bandwidth* serta meningkatkan jarak jangkauan layanan. PtP WDM (*Point to Point* WDM) adalah sistem jaringan NG-PON2 yang digunakan untuk layanan *mobile* dengan latensi rendah. Jadi C-RAN sangat sesuai dengan menggunakan teknologi ini.

Tabel 1.

Perbandingan GPON,  
XGPON dan NG-  
PON2 (Sumber: ITU-T  
G.989.2, 2015; ITU-T  
G.984.1, 2008; ITU-T  
G.989.1, 2008; Mrtin  
dkk., 2015; ITU-T  
G.984.3, 2014; ITU-T  
G.987.1, 2016)

Parameter	GPON[10][13]	XGPON[14]	NG-PON2	
			TWDM PON[11] [8]	PtP WDM PON[12][8]
Bit Rate	1,2 Gbps (Up) 2,4 Gbps (Down) atau pilihan lain: 2,4 Gbps (Up) 2,4 Gbps (Down)	2,5 Gbps (Up) 10 Gbps (Down)	10 Gbit/s/ch (downstream) 10 Gbit/s/ch (upstream) atau 10 Gbit/s/ch (downstream) 2.5 Gbit/s/ch (upstream) atau 2.5 Gbit/s / ch(downstream) 2.5 Gbit/s/ch (upstream)	1G, 2.5G dan 10G

Parameter	GPON[10][13]	XGPON[14]	NG-PON2	
			TWDM PON[11] [8]	PtP WDM PON[12][8]
Pita Panjang Gelombang	<i>Downstream:</i> 1490 nm dan 1550 nm. <i>Upstream:</i> 1310 nm	<i>Downstream:</i> 1575 - 1580 nm <i>Upstream:</i> 1260 – 1280 nm	<i>Downstream:</i> 1596- 1603 nm <i>Upstream:</i> 1524-1544 nm ( <i>wide band</i> ) 1528-1540 nm ( <i>reduced band</i> ) 1532-1540 nm ( <i>narrow band</i> )	1524-1625 nm ( <i>expended spectrum</i> ) 1603-1625 nm ( <i>shared spectrum</i> )

Jaringan GPON dan XGPON dapat dimigrasikan ke NG-PON2 melalui 2 cara yaitu skenario migrasi *brownfield* dan skenario migrasi *straight* (ITU-T G.989.1, 2008). Skenario migrasi *brownfield* adalah jenis skenario migrasi dimana operator tidak perlu mengganti atau mengganggu jaringan dan layanan eksisting bilamana operator ingin meng-*upgrade* jaringannya dengan teknologi baru sehingga jaringan eksisting dapat berdampingan dengan jaringan baru. Sebagai contoh operator dapat membangun jaringan NG-PON2 tetapi tidak mengganggu jaringan dan layanan GPON atau XGPON. Sedangkan skenario migrasi *straight* adalah jenis skenario migrasi dimana operator harus mengganti atau mengganggu jaringan dan layanan eksisting bilamana operator ingin meng-*upgrade* jaringannya dengan teknologi baru. Sebagai contoh operator dapat membangun jaringan NG-PON2 tetapi harus mengganti semua perangkat GPON atau XGPON diganti dengan perangkat NG-PON2. Pemilihan skenario migrasi ini sangat tergantung tingkat kepentingan dan bisnis.

Ada beberapa keuntungan yang dapat diambil oleh operator dengan implementasi NG-PON2 antara lain sebagai berikut :

- Memiliki kapasitas jaringan yang besar sehingga dapat mengintegrasikan berbagai jenis teknologi dan layanan termasuk teknologi untuk menyediakan jaringan akses radio.
- Memiliki jangkauan layanan yang luas dapat mencapai 40 km (ITU-T G.989.2, 2015)
- Dapat menyalurkan layanan *triple play* (suara, data dan video) dengan kualitas layanan yang sangat baik ke pelanggan karena memiliki *bandwidth* yang lebar.
- Dengan adanya kemampuan mengintegrasikan berbagai jenis layanan dan teknologi maka dapat menekan biaya CAPEX dan OPEX, mempercepat penggelaran layanan ke pelanggan serta memudahkan operasi dan pemeliharaan.
- Dapat dibangun tanpa mengganggu layanan eksisting.

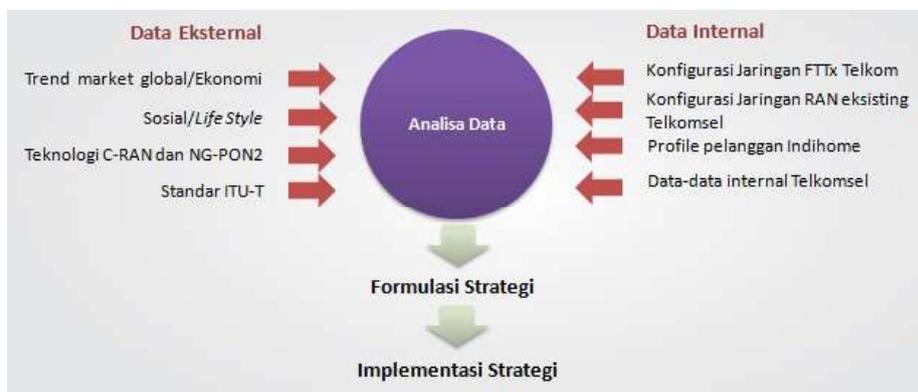
Dengan melihat keuntungan-keuntungan yang bisa diambil, maka diyakini bahwa NG-PON2 dapat dijadikan solusi jangka panjang untuk menyediakan layanan ke pelanggan dengan kualitas layanan yang baik.

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1 Kerangka Kerja

Kerangka kerja penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6. Pada penelitian ini melakukan pengumpulan data eksternal dan pengumpulan data internal. Selanjutnya data-data tersebut dianalisa dan diformulasikan sebagai sebagai dasar pembuatan strategi implementasi.

Gambar 6.  
Kerangka Kerja  
Penelitian



### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan di sini antara lain sebagai berikut :

- 1) Studi pustaka  
Pengumpulan data antara lain bertujuan untuk membuat landasan teori dan sebagai data masukan dalam membuat analisa. Dokumen-dokumen dari hasil studi pustaka berupa jurnal, standar internasional serta dokumen-dokumen penelitian.
- 2) *Brainstorming*  
Pengumpulan data melalui melakukan *brainstorming* dengan para ahli bertujuan untuk sebagai bahan analisa dan merumuskan strategi implementasi.

### 3.3 Metode Analisis

Pada tulisan ini menggunakan metode analisis kualitatif dengan menggunakan pendekatan *strategy situation analysis* (SSA) yaitu melakukan analisa data eksternal maupun internal dan selanjutnya diformulasikan sebagai dasar pembuatan strategi implementasi.

## 4. Pembahasan

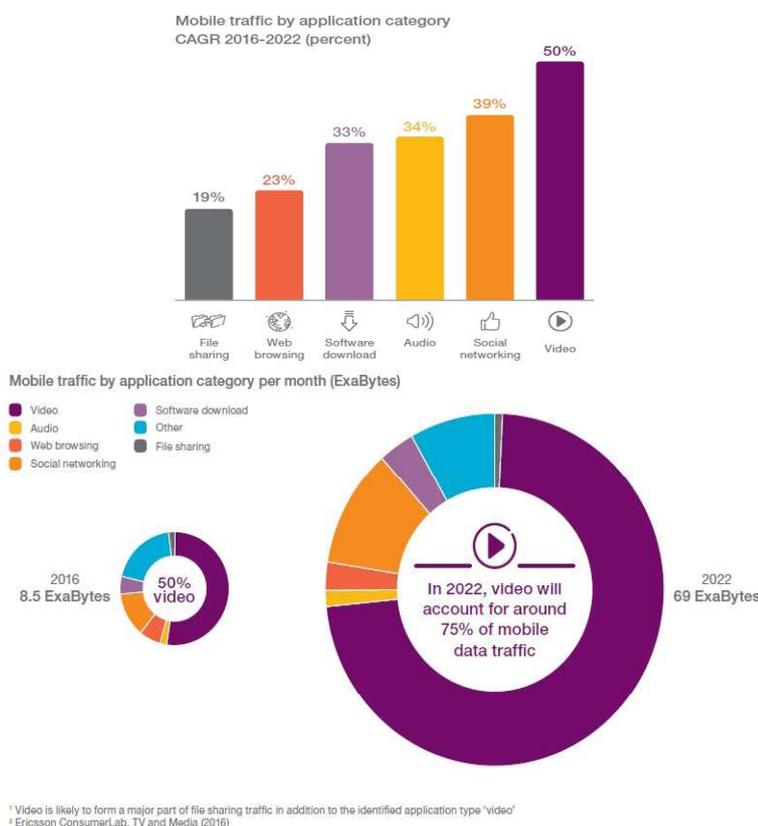
### 4.1 Data dan Analisa Sosial Ekonomi

Berdasarkan dokumen *The Mobile Economy 2016, GSM Association, 2016* (GSM Association, 2016), diperkirakan jumlah pelanggan *mobile* total secara global mengalami pertumbuhan dari tahun 2015 sebesar 4,7 milyar menjadi sebesar 5,6 milyar pada tahun 2020 atau dengan CAGR sebesar 3,9 %. Kenaikan jumlah pelanggan ini juga diikuti dengan kenaikan jumlah *smart phone* dari tahun 2015 sebesar 2,6 milyar menjadi 5,8 Milyar tahun 2020 dan pertumbuhan trafik data dengan CAGR sebesar 49% (tahun 2015 – 2020). Berdasarkan data dokumen Telkomsel (Master Plan Network Telkomsel, 2015-2019), pertumbuhan pelanggan Telkomsel akan cenderung melambat sejak tahun 2014 – 2019 dengan CAGR 3% lihat gambar 7. Adopsi teknologi oleh pelanggan melalui penggunaan *smart phone* menunjukkan adanya pertumbuhan pelanggan 3G sebesar CAGR 15% dan diprediksi semakin banyak pelanggan yang menggunakan *smart phone* berbasis teknologi 4G dengan pertumbuhan CAGR 91%.



**Gambar 7.**  
Kecenderungan dan perkiraan pertumbuhan pelanggan Telkomsel (Sumber: Master Plan Network Telkomsel, 2015-2019)

Pertumbuhan trafik data salah satunya disebabkan karena perubahan *life style* dari pelanggan. Berdasarkan dokumen *Ericsson Mobility Report On The Pulse of The Networked Society*, Nopember 2016 (Ericsson, 2016) Diperkirakan dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2022, pertumbuhan pengguna aplikasi video lebih tinggi dibandingkan aplikasi yang lain bahkan diperkirakan pada tahun 2022 aplikasi video akan mendominasi *mobile traffic* yaitu kurang lebih 75% lihat gambar 8.

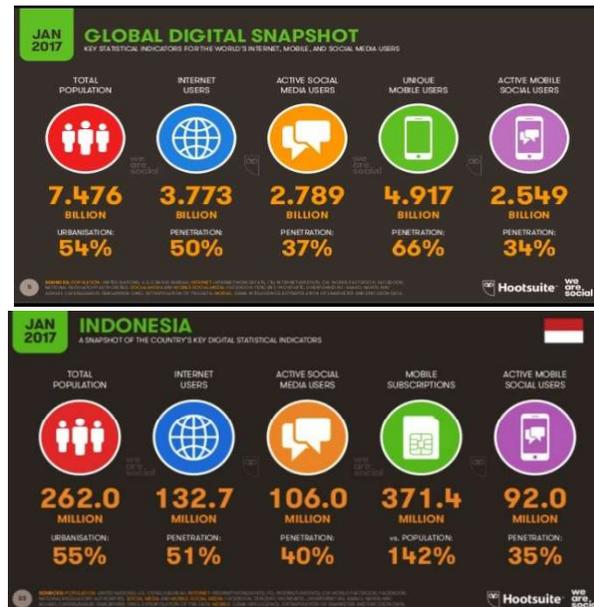


**Gambar 8.**  
Trafik *mobile* berdasarkan kategori aplikasi (Sumber: Ericsson, 2016)

Menurut data dari *We Are Social* bulan januari 2017, pengguna internet saat ini mencapai 3,773 milyar dengan penetrasi 50%, sementara itu orang yang aktif dalam menggunakan media sosial sebanyak 2,789 Milyar dengan penetrasi 37% (lihat gambar 9).

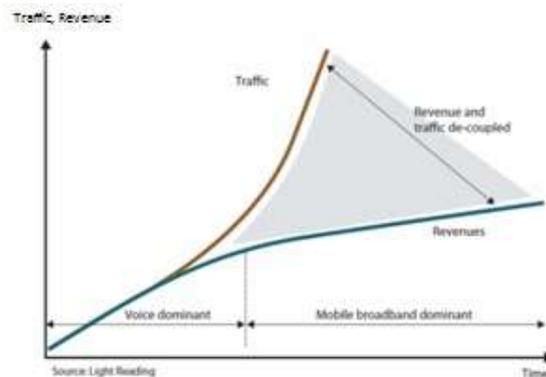
Bagaimana dengan Indonesia? Dengan penetrasi 51 persen, kini pengguna internet di Indonesia mencapai 132,7 juta pengguna. 106 juta di antaranya merupakan pengguna media sosial aktif. Angka yang tidak mengherankan, mengingat Indonesia merupakan salah satu negara teraktif di media sosial. Sementara itu koneksi perangkat *mobile* sudah mencapai 371,4 juta dan pengguna media sosial aktif dengan perangkat *mobile* mencapai 92 juta (lihat gambar 9).

**Gambar 9.**  
Data Statistik Pengguna  
Internet dan Media  
Digital Di Dunia dan  
Indonesia (Sumber:  
<https://wearesocial.com/>)

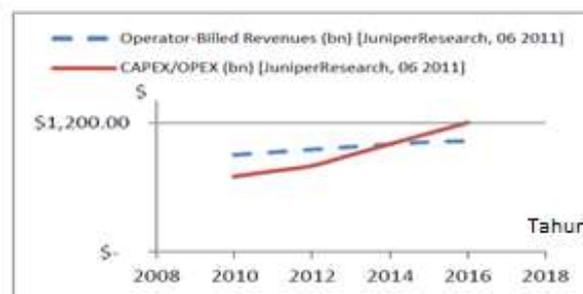


Namun demikian besarnya pertumbuhan trafik data *mobile* tidak sebanding dengan pertumbuhan dari *revenue* yang didapat oleh *mobile operator* sehingga muncul *gap*. *Gap* muncul disebabkan oleh besarnya biaya CAPEX dan OPEX yang harus dikeluarkan perusahaan tidak sebanding dengan *revenue* yang didapatkan. Berdasarkan hasil survei dari *Juniper Research* tahun 2011 (lihat gambar 11), diperkirakan adanya kecenderungan beban biaya yang dikeluarkan oleh *mobile operator* semakin besar dibandingkan besar *revenue* yang didapatkan.

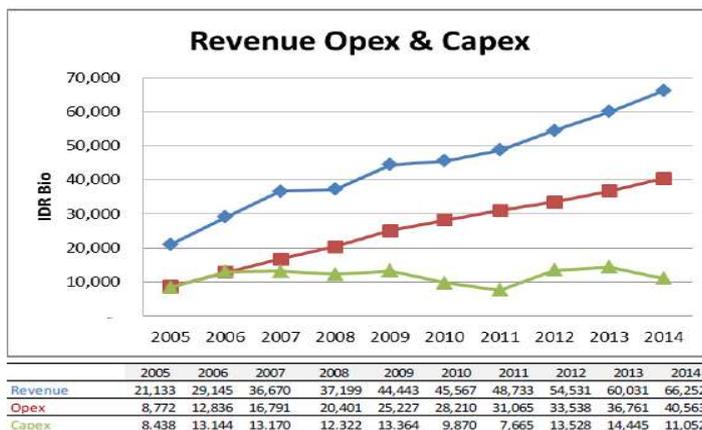
**Gambar 10.**  
Pertumbuhan Trafik  
Data vs *Revenue*



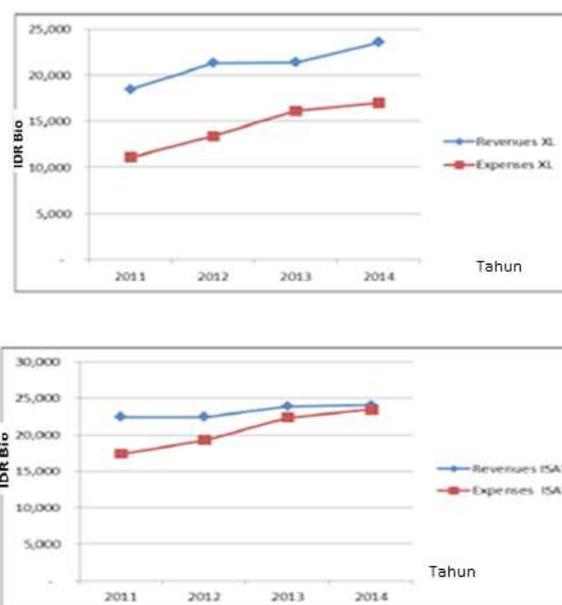
**Gambar 11.**  
*Cost vs Revenue* pada  
Jaringan Mobile



Demikian pula di Indonesia, rata-rata nilai OPEX dari *mobile operator* mengalami kenaikan untuk setiap tahunnya. Kenaikan nilai *expenses* tidak serta merta berbanding lurus terhadap kenaikan *revenue* (Zaid, 2015) Lihat gambar 12,13 dan gambar 14.



Gambar 12.  
Revenue vs CAPEX/  
OPEX Telkomsel (Zaid,  
2015)



Gambar 13.  
Revenue vs Expenses  
XL (Zaid, 2015)  
Gambar 14. Revenue vs  
Expenses Indosat (Zaid,  
2015)

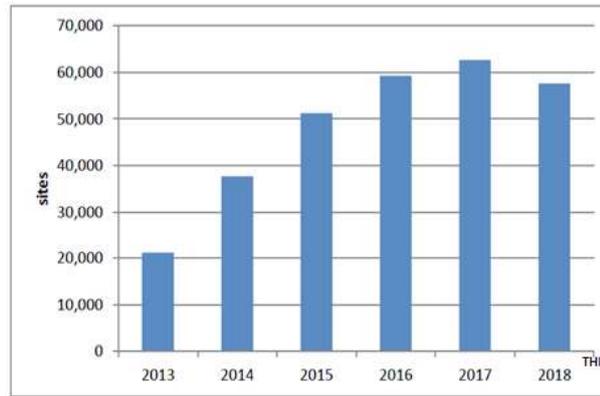
Dengan adanya *trend* kenaikan jumlah pelanggan *mobile* dan juga pengguna internet maka dapat dijadikan peluang bagi operator telekomunikasi untuk mendapatkan tambahan *revenue* melalui penambahan jumlah pelanggan *mobile* dan penambahan penggunaan layanan data. Sedangkan tantangan ke depan adalah bagaimana menyediakan *resources* termasuk penambahan kapasitas jaringan yang efisien sehingga pertumbuhan *revenue* jauh lebih tinggi dari pertumbuhan biaya yang harus dikeluarkan oleh operator.

#### 4.2 Data dan Analisa Teknologi

Dalam rangka menekan biaya OPEX dan CAPEX yang harus dikeluarkan oleh *mobile operator* dalam meningkatkan jaringan akses maka muncullah konsep arsitektur *Cloud Radio Access Network* (C-RAN). Berdasarkan hasil penelitian (C-RAN, 2013), dibandingkan dengan *Radio Access Network* (RAN) tradisional, C-RAN mampu menekan biaya CAPEX sebesar 30% dan OPEX sebesar 53% (C-RAN, 2013). Berdasarkan kajian dari Maravedis-Rethink (Gabriel, 2013), pada tahun 2018 sekitar 40% dari *mobile operator* di dunia akan menggunakan C-RAN pada area-area tertentu, tetapi tiga per empatnya akan menggunakan arsitektur *hybrid* dimana mengkombinasikan antara arsitektur C-RAN dengan arsitektur RAN tradisional. Maravedis-Rethink juga memprediksikan C-RAN akan menjadi pilihan *mobile operator* karena mampu menekan TCO (*Total Cost of Ownership*) serta memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam menyediakan layanan ke pelanggan. Sampai tahun 2020, diperkirakan kurang lebih 300.000 BTS makro akan dilengkapi dengan fasilitas C-RAN dimana akan mendukung kurang lebih 1 juta *sub-site* yang dihubungkan melalui kabel serat optik maupun radio, lihat gambar 15. Sedangkan berdasarkan survei OVUM pada tahun 2Q15 (Dimitris, 2015) lihat gambar 16, dalam 2-3 tahun ke depan sebanyak 34% mobil operator dalam

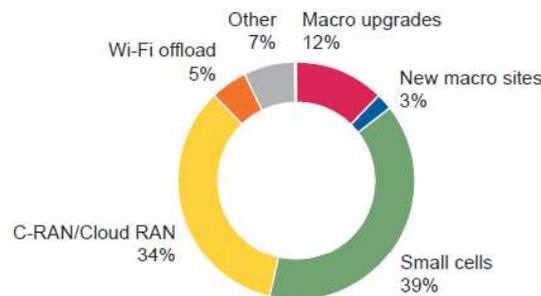
Gambar 15.

Prediksi jumlah BTS makro yang akan menggunakan CRAN (Gabriel, 2013)



Gambar 16.

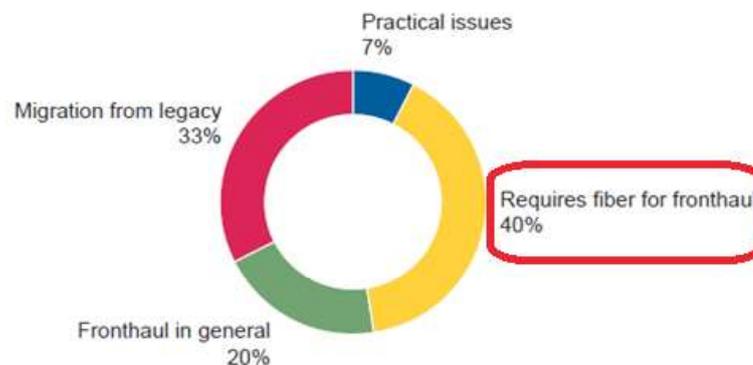
Hasil survei mobil operator dalam menggunakan meningkatkan kemampuan jaringan akses radio (Dimitris, 2015)



Dalam mendesain jaringan C-RAN tidak terlepas dari desain jaringan *fronthaul* karena berdasarkan survei dari OVUM tahun 2015 [19] (lihat gambar 17) menyatakan bahwa tantangan terbesar dari implementasi C-RAN adalah penyediaan jaringan *fronthaul* khususnya penyediaan jaringan fiber optik. Oleh karena itu sangat perlu operator memilih jaringan *fronthaul* yang tepat.

Gambar 17.

Hasil survei *mobile operator* terhadap tantangan implementasi C-RAN (Sumber: Dimitris, 2015)



Saat ini, ada beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk menyediakan jaringan *fronthaul* C-RAN antara lain *dark fiber (dedicated fiber)*, *Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM)*, *DWDM/OTN*, *NG-PON2* serta melalui *E-Band Microwave*. Setiap teknologi memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing sehingga dalam implementasinya harus mempertimbangkan banyak hal sesuai dengan kebutuhan antara lain mencakup kapasitas yang dibutuhkan, kondisi infrastruktur yang telah tersedia, kondisi geografis, tingkat kehandalan serta faktor biaya. Analisa keperuntukkan untuk macam-macam jaringan *fronthaul* tersebut dapat dilihat pada tabel 2. Sedangkan ringkasan karakteristik dari masing-masing jaringan *fronthaul* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2.

Analisa Beberapa  
Teknologi Jaringan  
Fronthaul pada C-RAN

Teknologi	Keperuntukan
<i>Dark Fiber</i>	Jaringan <i>dark fiber</i> digunakan bila dengan kondisi sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>Telah tersedia cukup banyak serat optik pada jaringan <i>eksisting</i> yang terpasang pada setiap <i>cell site</i>.</li> <li>Kapasitas jaringan yang dibutuhkan tidak besar karena untuk menaikkan kapasitas harus menarik kabel baru sehingga kurang praktis.</li> <li>Digunakan sebagai solusi <i>short term</i> atau solusi sementara/antara.</li> </ul>
<i>CWDM</i>	Jaringan dengan menggunakan CWDM digunakan bila dengan kondisi sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bilamana ingin meng-<i>upgrade</i> jaringan <i>dark fiber</i> dalam rangka meningkatkan kapasitas.</li> <li>Digunakan sebagai solusi <i>short term</i> atau solusi sementara/antara dengan memanfaatkan jaringan <i>eksisting</i>.</li> <li>Karena perangkat CWDM tidak membutuhkan daya maka sangat cocok untuk solusi luar ruangan (<i>outdoor</i>).</li> <li>Untuk skala jaringan yang tidak besar.</li> </ul>
<i>NG-PON2</i>	Solusi dengan menggunakan teknologi NG-PON2 merupakan solusi yang sangat potensial dengan mensinergikan jaringan <i>fixed fiber</i> Telkom untuk Indihome sehingga dapat membangun jaringan C-RAN dengan cepat dan cakupan layanan yang luas. Jadi jaringan dengan menggunakan teknologi NG-PON2 digunakan bila dengan kondisi sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya kolaborasi jaringan akses <i>fiber</i> sehingga ada pemanfaatan jaringan <i>eksisting fiber</i> untuk layanan <i>fixed broadband FTTx</i> maupun C-RAN.</li> <li>Cocok untuk jaringan <i>small cell</i>.</li> </ul>
<i>E-Band MW</i>	Jaringan <i>fronthaul</i> dengan teknologi <i>E-Band Microwave</i> digunakan bila dalam kondisi sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>Daerah yang tidak lagi memungkinkan untuk penggelaran kabel optik.</li> <li>Jaringan dengan skala tidak besar.</li> <li>Sebagai solusi sementara atau antara dalam rangka penggelaran layanan ke pelanggan dengan cepat.</li> <li>Jarak jangkauan tidak jauh.</li> </ul>
<i>DWDM/OTN</i>	Solusi jaringan <i>fronthaul</i> untuk C-RAN dengan menggunakan teknologi DWDM/OTN adalah solusi yang sangat mahal sehingga dapat menghilangkan konsep lahirnya arsitektur C-RAN yang mampu menekan biaya CAPEX dan OPEX. Jadi solusi ini digunakan bilamana jaringan Telkomsel benar-benar dalam kondisi <i>extraordinary</i> dimana untuk meningkatkan kemampuan jaringan <i>fronthaul</i> sudah tidak ada alternatif lain sementara kebutuhan layanan ke pelanggan sudah mendesak.

Parameter	Dark Fiber	CWDM	NG-PON2	E-Band MW	DWDM /OTN
<i>Less Fiber</i>	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya
OA&M	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
<i>Trouble Shooting</i>	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
Sistem proteksi	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya

Tabel 3.

Ringkasan Analisa  
Teknologi Jaringan  
Fronthaul

Parameter	Dark Fiber	CWDM	NG-PON2	E-Band MW	DWDM /OTN
Biaya	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi
Skalabilitas	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Kapasitas	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Tinggi
Foot print	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Ya

Dari tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa NG-PON2 merupakan salah satu kandidat yang banyak dipilih operator termasuk PT, TELKOM untuk diimplementasikan jaringan *fronthaul* C-RAN karena dapat mengefektifkan jaringan serat optik *eksisting* yang telah tersedia untuk layanan *fixed broadband*. Di samping itu dengan adanya kolaborasi C-RAN dengan jaringan FTTx melalui teknologi NG-PON2 maka akan menyediakan layanan *wireless broadband* ke pelanggan dengan lebih cepat dan jangkauan layanan yang luas.

## 5. Formulasi dan Implementasi Strategi

Berdasarkan analisa sosial, ekonomi dan teknologi pada bab 4 maka dapat dibuat formulasi strategi implementasi C-RAN di Telkomsel melalui kolaborasi jaringan NG-PON2 di Telkom Akses yaitu sebagai berikut :

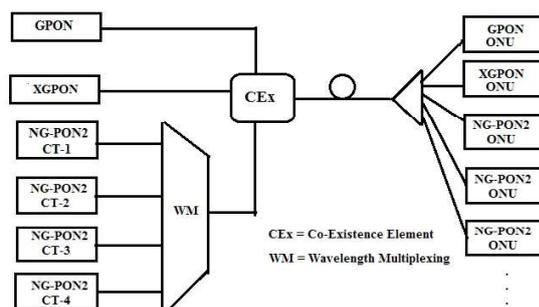
- 1) Strategi bagaimana melakukan migrasi jaringan PON FTTx Telkom Akses eksisting ke jaringan NG-PON2.
- 2) Strategi bagaimana melakukan migrasi jaringan RAN eksisting Telkomsel ke jaringan C-RAN
- 3) Strategi bagaimana melakukan kolaborasi jaringan C-RAN Telkomsel dengan jaringan NG-PON2 Telkom Akses.

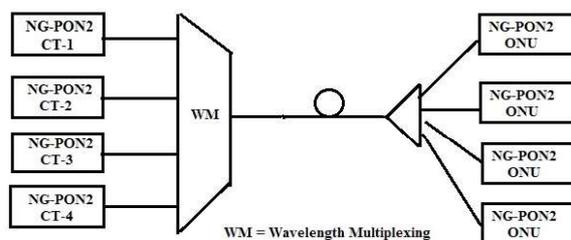
### 5.1 Strategi Migrasi Jaringan PON FTTx Telkom Akses ke NG-PON2

Kunci sukses dalam memigrasikan jaringan PON FTTx Telkom Akses eksisting ke jaringan NG-PON2 adalah antara lain dipastikan tidak adanya perubahan atau persyaratan tambahan yang diperlukan dalam jaringan akses serat optik sehingga NG-PON2 harus mampu menggunakan jaringan akses serat optik *eksisting*. Berdasarkan kondisi *eksisting* jaringan PON FTTx Telkom Akses maka ada 2 skenario migrasi jaringan GPON/ XGPON FTTx ke NG-PON2 yaitu skenario migrasi *brownfield* dan skenario migrasi *straight*. Pada skenario migrasi *brownfield* Telkom Akses perlu menambahkan perangkat yang bernama *coexistence element (CEx)* pada sentral. Dengan perangkat CEx maka Telkom Akses dapat membangun jaringan NG-PON2 tanpa mengganggu jaringan PON *legacy* yaitu GPON atau XGPON FTTx Telkom untuk layanan Indihome. Sehingga antara jaringan NG-PON2, GPON dan XGPON dapat berdampingan (*co-existence*). Kunci dari skenario migrasi *brownfield* ini adalah adanya perangkat CEx berupa filter WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) yang berfungsi melakukan filter panjang gelombang yang digunakan untuk GPON, XGPON dan NG-PON2. Sementara itu dengan menggunakan skenario migrasi *straight*, NG-PON2 mengganti semua perangkat dari PON *eksisting*, hanya memanfaatkan jaringan akses *fiber* serta *passive splitter*. Jadi pada skenario migrasi ini tidak dibutuhkan adanya perangkat *co-existence element*. Untuk memperjelas perbedaan skenario migrasi *brownfield* dan *straight* dapat dilihat pada gambar 18 dan gambar 19.

Gambar 18.

Arsitektur NG-PON2 melalui skenario migrasi *brownfield*





Gambar 19.

Arsitektur NG-PON2 melalui skenario migrasi *straight*

PT. Telkom Akses (PTTA) sebagai anak perusahaan PT. Telkom yang bertanggung jawab mengelola infrastruktur jaringan akses serat optik, dalam memilih skenario migrasi yang akan dipilih harus mempertimbangkan pengimplementasinya seperti yang dijelaskan pada tabel 4.

Skenario Migrasi <i>Brownfield</i>	Skenario Migrasi <i>Straight</i>
Membutuhkan <i>co-existence element</i> (WDM filter) yang digunakan untuk mem-filter panjang gelombang yang digunakan untuk PON <i>eksisting</i> dengan NG-PON2.	Tidak membutuhkan <i>co-existence element</i> (WDM filter) karena tidak adanya layanan PON <i>eksisting</i> .
ONU dan OLT dan jaringan distribusi kabel optik serta <i>passive splitter eksisting</i> masih digunakan.	Semua ONU dan OLT <i>eksisting</i> diganti dengan dengan ONU dan OLT NG-PON2. Jaringan distribusi kabel optik dan <i>passive splitter eksisting</i> masih digunakan.
Digunakan bilamana dalam satu area masih ada pelanggan <i>eksisting</i> yang tidak membutuhkan <i>bandwidth</i> besar, sehingga masih ada pendapatan walaupun dalam jumlah tidak besar per pelanggan.	Digunakan bilamana dalam satu area semua atau sebagian besar pelanggan <i>eksisting</i> mulai membutuhkan <i>bandwidth</i> besar atau dalam suatu area perumahan baru yang belum ada jaringan PON.
Sebagai solusi antara sebelum melakukan migrasi ke tahap NG-PON2.	Solusi akhir dari migrasi PON <i>eksisting</i> .
Membutuhkan CAPEX yang lebih besar (Ahsan, 2014)	Membutuhkan CAPEX yang lebih kecil.

Tabel 4.

Analisa Perbedaan antara skenario migrasi *brownfield* dan *straight*

Dari penjelasan pada tabel di atas maka untuk menentukan skenario migrasi yang digunakan harus melihat *profile* dari pelanggan indihome saat ini berdasarkan prosentase paket yang digunakan seperti tampak pada tabel 5.

Paket Internet	Prosentase
384K	3,04
512K	7,06
1M	43,45
2M	8,05
3M	9,56
5M	2,93
10M	24,28
20M	1,18
50M	0,17
100M	0,04

Tabel 5.

Profile Jumlah Pelanggan Indihome Berdasarkan Paket Internet ( Jumlah Pelanggan= 1,66 Juta) (Sumber : CSLI Indihome 2015)

Berdasarkan analisa skenario migrasi pada tabel 4 dan profil pelanggan Indihome pada tabel 5 maka skenario migrasi GPON/XGPON ke NG-GPON2 yang dipilih PT. Telkom Akses untuk saat ini adalah menggunakan skenario migrasi *brownfield* karena masih sangat banyaknya pelanggan yang belum membutuhkan *bandwidth* besar. Penggelaran jaringan *full NG-PON2* dilakukan untuk jangka panjang dimana diperuntukkan pada area-area perumahan-perumahan baru dan besar, pusat perbisnisan dan area metropolitan yang kebutuhan *bandwidth*nya besar.

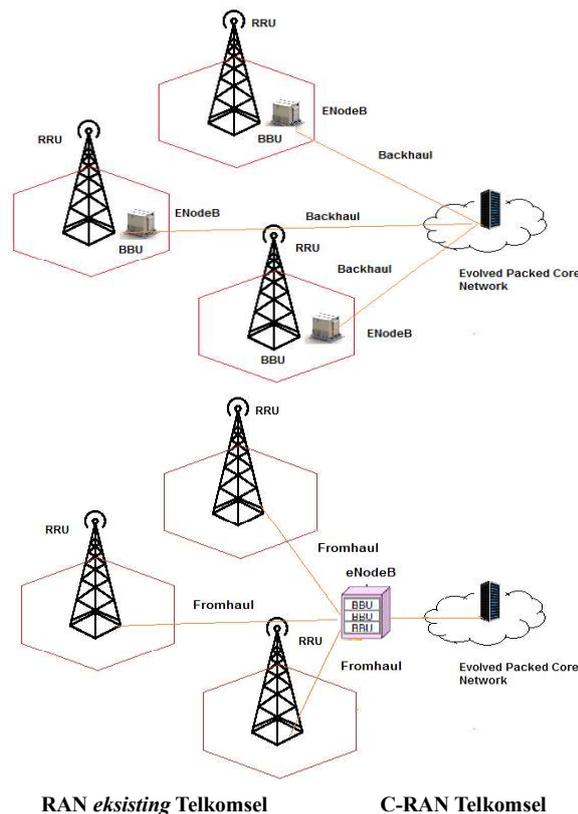
### 5.2 Strategi Migrasi RAN Eksisting Telkomsel ke C-RAN

*Radio Access Network* (RAN) tradisional *eksisting* Telkomsel dapat dimigrasikan secara halus ke arah *Cloud RAN* melalui 3 fase yaitu fase sentralisasi BBU, *BBU pooling* dan *virtual RAN* (NGMN, 2013). Pada tahap pertama adalah memindahkan setiap BBU di setiap *site* ke dalam satu lokasi dan menghubungkan perangkat *remote radio unit* (RRU) ke arah BBU dengan menggunakan jaringan *fronthaul*. Pada tahap ke dua adalah melakukan proses *BBU pooling*. Pada tahap ini dilakukan proses *load balancing* antara BBU dan proses redudansi untuk memproteksi sistem bilamana terjadi gangguan pada BBU. Manfaat yang diambil dengan sistem *BBU pooling* ini adalah mengurangi CAPEX karena jumlah BBU yang dibutuhkan berkurang, meningkatkan skalabilitas dan meningkatkan kehandalan. Tahap terakhir melakukan virtualisasi RAN yaitu setiap fungsi-fungsi pada BBU dilakukan proses virtualisasi.

Jaringan RAN LTE Telkomsel bila dimigrasikan ke arah C-RAN dapat diilustrasikan seperti gambar 20. Dengan arsitektur C-RAN, setiap BBU (*eNodeB*) yang terletak pada *cell site* dipindahkan ke satu tempat (*centralized*).

Gambar 20.

Migrasi Jaringan  
Eksisting Telkomsel ke  
Arsitektur C-RAN



### 5.3 Strategi Kolaborasi C-RAN Telkomsel dengan FTTx PT. Telkom Akses

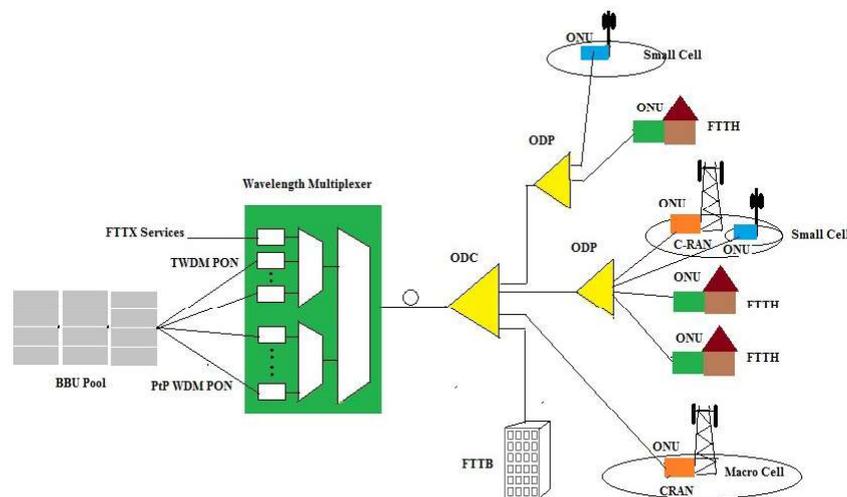
Adanya kemampuan NG-PON2 dalam mengintegrasikan beberapa jenis layanan baik layanan *fixed broadband* maupun *mobile broadband* dalam satu jaringan akses maka dapat menjadi peluang bagi PT. Telkom untuk mensinergikan anak perusahaan-perusahaannya yaitu PT. Telkomsel dan PT. Telkom Akses untuk mengkolaborasikan penggunaan jaringan akses optiknya. Adapun manfaat dari kolaborasi jaringan tersebut bagi PT. Telkom antara lain :

- a. Menghemat biaya CAPEX  
Komponen biaya CAPEX yang dapat dihemat antara lain biaya pengadaan dan penggelaran kabel optik bagi Telkomsel. Melalui arsitektur C-RAN dimana setiap BBU (*Base Band Unit*) di-*pool* dalam suatu tempat misalnya dalam satu gedung sentral Telkom maka dapat menekan biaya pengadaan untuk *air conditioning* (ac), *shelter*, pekerjaan sipil, perangkat catu daya seperti genset batere dan rectifier.
- b. Menghemat biaya OPEX  
Komponen biaya OPEX yang dapat dihemat antara lain biaya operasi dan pemeliharaan jaringan kabel optik. Melalui arsitektur C-RAN, Telkomsel dapat menekan biaya konsumsi listrik, operasi dan pemeliharaan BTS dan sewa site.
- c. Mempercepat penggelaran layanan  
Dengan sinergi penggunaan jaringan akses fiber optik Telkom Akses oleh Telkomsel maka akan lebih cepat bagi Telkomsel untuk menggelar layanan bila dibandingkan dengan harus menggelar jaringan optik sendiri.
- d. Meningkatkan *Quality of Experience* bagi kustomer PT. Telkomsel  
Dengan memanfaatkan jaringan akses FTTx Telkom yang sudah menyebar dimana-mana maka Telkomsel dapat membangun lebih banyak *small cell* sehingga dapat meningkatkan kualitas layanan ke pelanggan. Melalui arsitektur C-RAN dengan menggunakan jaringan NG-PON2 sebagai *fronthaul* maka kecepatan data yang dirasakan oleh pelanggan akan semakin kencang sehingga akan berdampak meningkatnya *Quality of Experience (QoE)*.
- e. Memudahkan operasi dan pemeliharaan jaringan akses serat optik  
Dengan adanya kolaborasi jaringan akses serat optik maka Telkomsel maupun Telkom Akses tidak melakukan operasi dan pemeliharaan jaringan akses serat optik sendiri-sendiri.

Kunci sukses dalam mengkolaborasikan jaringan C-RAN Telkomsel dengan Jaringan NG-PON2 Telkom Akses adalah sinergi yang baik antara dua anak perusahaan PT. Telkom tersebut. Jadi sinergi adalah syarat mutlak agar kolaborasi dua jenis jaringan tersebut dapat dilaksanakan. Tahapan-tahapan dalam mengkolaborasikan jaringan C-RAN Telkomsel dan jaringan NG-PON2 FTTx Telkom Akses adalah sebagai berikut :

- a. Telkomsel maupun Telkom Akses harus membuat peta jaringan untuk lokasi-lokasi yang akan diimplementasikan baik C-RAN maupun NG-PON2 berdasarkan tingkat kebutuhan saat ini maupun dalam rangkaantisipasi kebutuhan *demand* untuk masa yang akan datang.
- b. Telkomsel maupun Telkom Akses menentukan kebutuhan kapasitas *bandwidth* berdasarkan *profile* pelanggan dan *trend* kebutuhan *bandwidth*. Hal ini digunakan untuk menentukan berapa besar *share bandwidth* antara C-RAN dengan pelanggan FTTx.
- c. Berdasarkan kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan dan yang tersedia maka Telkomsel dapat menentukan jenis site C-RAN yang akan diimplementasikan apakah dalam bentuk *macro cell* atau dalam bentuk beberapa *small cell*.
- d. Berdasarkan lokasi site C-RAN yang akan dibangun dan kapasitas jaringan *fronthaul* yang dibutuhkan maka sangat menentukan apakah ONU untuk perangkat radio akan dihubungkan melalui ODP atau langsung dari ODC.
- e. Melakukan desain jaringan C-RAN dan NG-PON2 seperti contoh pada gambar 21.

Gambar 21.  
Desain Jaringan C-RAN  
Telkomsel Melalui  
Kolaborasi Dengan  
Jaringan NG-PON2  
Telkom Akses



Berdasarkan hasil penjelasan tahapan kolaborasi di atas maka Telkom Akses dalam merencanakan pembangunan infrastruktur jaringan akses serat optik harus memperhatikan rencana pembangunan infrastruktur jaringan akses radio dari Telkomsel.

## 5. Kesimpulan

Implementasi C-RAN dengan memanfaatkan jaringan NG-PON2 sebagai jaringan *fronthaul* dapat memberikan solusi dalam meningkatkan kapasitas jaringan Telkomsel, perluasan jangkauan layanan, penggelaran layanan yang cepat, dapat menekan biaya CAPEX dan OPEX serta mempermudah operasi dan pemeliharaan jaringan akses serat optik. Melalui implementasi arsitektur C-RAN maupun NG-PON2 diyakini akan meningkatkan *Quality of Experience* kepada pelanggan disebabkan karena kapasitas jaringan semakin besar sehingga memungkinkan pelanggan dapat melakukan akses data dan internet semakin cepat serta dapat mengakses berbagai macam *content* dan layanan.

Ada beberapa strategi agar kolaborasi jaringan akses radio Telkomsel dengan jaringan akses eksisting Telkom Akses dapat berjalan dengan baik dan optimal yaitu strategi migrasi jaringan FTTx eksisting Telkom Akses ke jaringan NG-PON2, strategi migrasi jaringan RAN eksisting Telkomsel ke arsitektur C-RAN dan selanjutnya strategi bagaimana melakukan kolaborasi jaringan C-RAN Telkomsel dengan jaringan NG-PON2 Telkom Akses. Kunci sukses kolaborasi jaringan ini adalah adanya komitmen dari manajemen Telkomsel dan manajemen Telkom Akses untuk melakukan sinergi dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Ahsan, NS., Salleh, S., and Abdullah, F. 2014. Migration Strategy From Legacy PON System Into Next Generation PON System For Low CAPEX Telco Deployment in Malaysia.
- Aleksandra, C., Henrik, LC., Yan, Y., Lara, S., Georgious, K., Michael, SB., and Larss, D. 2014. Cloud RAN for Mobile Networks-a Technology Overview, IEEE.
- C-RAN. 2013. THE Road Towards Green RAN, White Paper, Version 3.0, China Mobile Research Institute.
- Dimitris, M. 2015. Why Fronthaul Matters, A key Foundation for Centralized and Cloud RAN.
- Ericsson. 2016. Ericsson Mobility Report on The Pulse of The Networked Society.
- Gabriel, C. 2013. Tearing The Network Apart The Economics of The New RAN to 2018, Maravedis Rethink.
- GSM Association. 2016. The Mobile Economy 2016.  
<https://wearesocial.com/>

- ITU-T G.984.1 Recommendation. 2008. Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics.
- ITU-T G.984.3 Recommendation. 2014. Gigabit-capable passive optical networks (GPON): Transmission coverage layer specification.
- ITU-T G.987.1 Recommendation. 2016. 10-Gigabit-capable passive optical networks (XGPON): General requirement.
- ITU-T G.989 Recommendation. 2015. 40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2): Definitions, abbreviations and acronyms.
- ITU-T G.989.1 Recommendation. 2008. 40-Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General requirements.
- ITU-T G.989.2 Recommendation. 2015. 40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2): Physical Media Dependent (PMD) Layer Specification.
- Martin, C., Derek, N., and Peter, D. 2015. FSAN Highlights & NG-PON2 Standards Update. Master Plan Network Telkomsel tahun 2015-2019.
- NGMN. 2013. Suggestions on Potential Solutions To C-RAN.
- Telkom Corporate University. Konfigurasi Fiber To The Home, PT. Telekomunikasi Indonesia.
- Zaid, M. 8 July 2015. TELKOMSEL Financial Performance, A Procurement Perspective, NPD Sharing Session RAN & Transmission Procurement Telkomsel.

