

# MITIGASI INTERFERENSI INTER-CELL MENGGUNAKAN VERTICAL BEAMFORMING UNTUK TEKNIK FRACTIONAL FREQUENCY REUSE PADA JARINGAN LTE

## *INTER-CELL INTERFERENCE MITIGATION IN LTE NETWORK USING VERTICAL BEAMFORMING SCHEME FOR FRACTIONAL FREQUENCY REUSE METHOD*

Dody Herdianto Rachmat, Dr. Arfianto Fahmi S.T., M.T., Linda Meylani S.T., M.T.

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro,  
Universitas Telkom

[herdiantodody@gmail.com](mailto:herdiantodody@gmail.com) [lindameylani@yahoo.com](mailto:lindameylani@yahoo.com)

### Abstrak

Pada jurnal ini terdapat sebuah simulasi menunjukkan bagaimana pengaruh dari metoda *vertical beamforming* yang diterapkan pada teknik *fractional frequency reuse*. Dari simulasi ini didapatkan bahwa *Vertical Beamforming* yang mendapatkan -39,78 dB, lebih unggul daripada *Excluding Gain* yang hanya -40,76 dB. Selain itu didapatkan juga bahwa penambahan elemen antenna array akan menghasilkan performa yang lebih baik.  
Kata kunci : *fractional frequency reuse (FFR), beamforming, LTE, antenna array.*

### Abstract

In this journal, we have a simulation that shows you how a vertical beamforming method on fractional frequency reuse technique using takes effect. From the simulation result, we know that the Vertical Beamforming has a slightly better performance with -39,78 dB than Excluding Gain which only -40,76 dB. Lastly, we know that the addition of an antenna element will result in a better performance.

Keywords: fractional frequency reuse (FFR), beamforming, LTE, antenna array.

### 1. Pendahuluan

Pada jaringan LTE yang menggunakan prinsip OFDMA sebagai konsep utama akses jamaknya, memang didapatkan sebuah perubahan yang sangat signifikan dibandingkan pendahulunya yaitu GSM dimana masalah *multipath fading* yang tadinya sangat dominan pada sistem 3G ini dapat ditekan seminimal mungkin. Namun yang menjadi bahan pertimbangan kembali adalah performansi LTE (efisiensi spektrum dan ketersediaan *data rate*) sangat dibatasi oleh adanya interferensi dari sel lain, terutama user di daerah *cell edge*. Untuk mengatasi hal ini, sumber daya frekuensi kemudian dibagi dan dialokasikan untuk pengguna di *cell-center* serta di *cell-edge*, teknik inilah yang disebut sebagai *Fractional Frequency Reuse (FFR)*.

Skema yang akan dipakai pada jurnal ini adalah sistem *multi-cell* OFDMA seperti pada [4]. Di sistem ini tiap sel dari sebuah sistem seluler dibagi menjadi tiga sektor. *Subcarrier* dibagi menjadi dua bagian di tiap sel nya, di mana satu bagian yang disebut *super group* diterapkan pada daerah *cell-center* sementara bagian lainnya disebut *regular group*. *Regular group* kemudian dibagi lagi menjadi tiga buah bagian sesuai dengan area batas pada *cell-edge* yang telah kita batasi sebelumnya. Dari langkah demikian, interferensi *intra-cell* dapat diminimalisir, tetapi skema ini kemudian “menelantarkan” ICI dari *cell-center* ke *cell-edge* pada sel tetangga yang mana dapat mendegradasikan performa sistem.

Dari literatur pada [1], konsep *beamforming* muncul sebagai salah satu solusi yang ditawarkan pada masalah sebelumnya.. Jurnal ini akan menawarkan sebuah solusi teknik *beamforming* untuk mengurangi ICI pada daerah *cell-edge* di sel tetangga dengan menggunakan susunan antenna (*antenna array*) yang terletak secara vertikal mengacu pada *cell-center* dengan mengacu pada SINR sebagai parameter penentuan kualitas sinyal terima. Konsep demikian dapat dengan mudah diaplikasikan pada antenna-antenna BS sekarang karena memang sudah tersusun pada susunan vertikal.

Adapun batasan masalah yang akan digunakan dalam penulisan jurnal ini adalah sebagai berikut

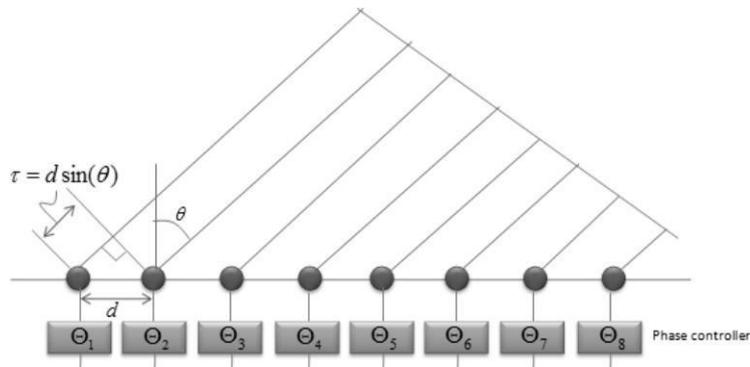
1. Menggunakan sistem OFDMA *multi-cell* dengan bentuk heksagonal
2. Menggunakan antenna dipole  $\frac{1}{2} \lambda$  dengan sistem *planar array*
3. Interferensi yang terjadi adalah *inter-cell*. Interferensi *intra-cell* dianggap tidak ada
4. Tidak terjadi *handover*
5. Skema daya bersifat statis, tidak ada penyesuaian daya berdasarkan *link adaptation*

Jurnal ini dibuat dengan tujuan sebagai berikut

1. Menerapkan teknik FFR dengan menggunakan *vertical beamforming* untuk memperbaiki kualitas sinyal terima *user* di daerah *cell-edge*
2. Mengetahui pencapaian performansi sistem dengan melihat nilai *signal to interference noise ratio* berdasarkan skema *excluding gain* dan menggunakan *vertical beamforming*

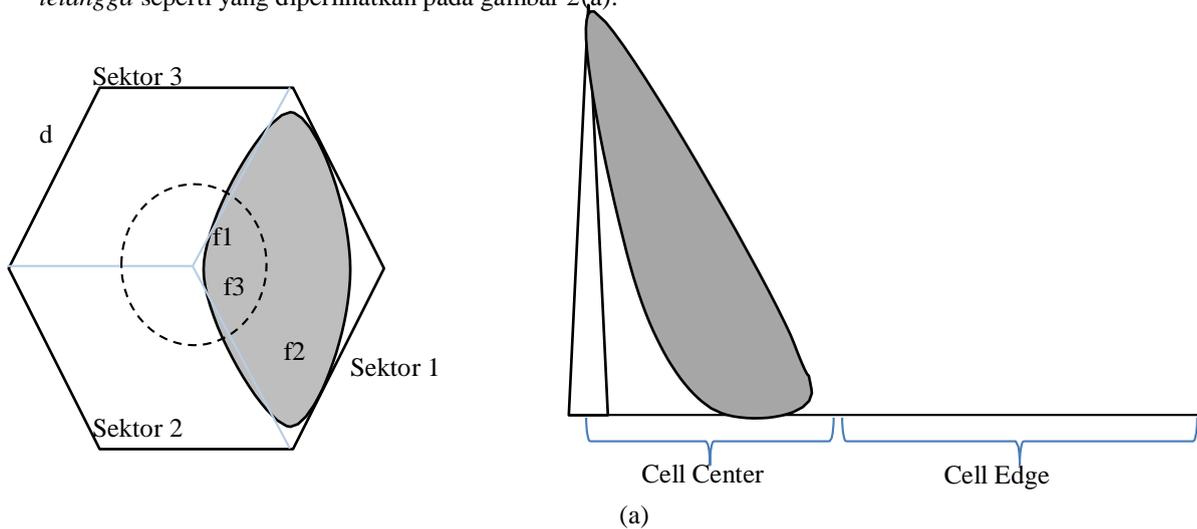
**2. Fractional Frequency Reuse dan Vertical Beamforming**

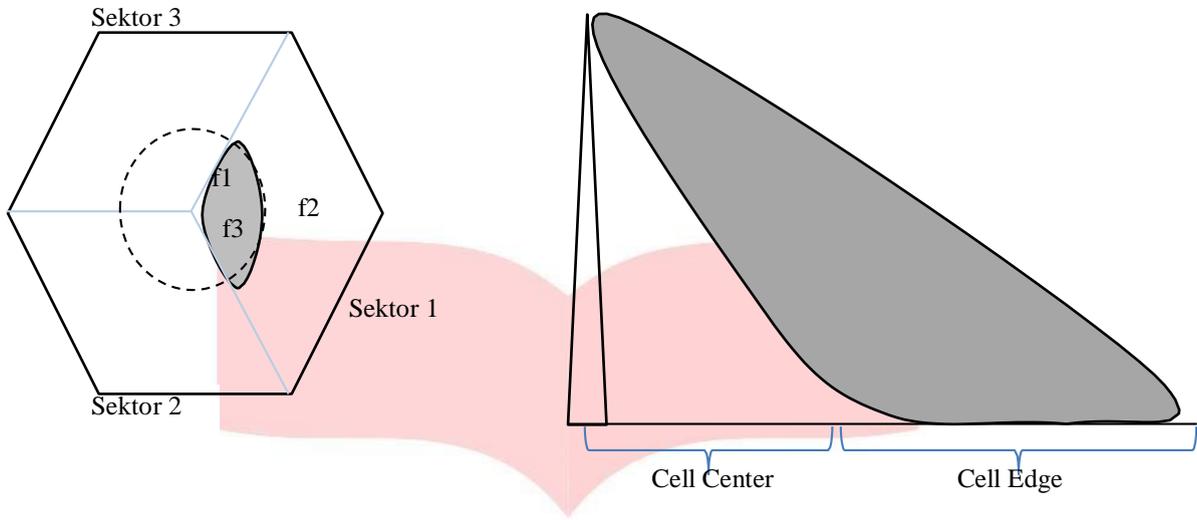
*Beamforming* adalah pembentukan pola pancar antenna yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan *user*. Hal ini dapat dicapai dengan cara menggeser fasa dengan alat bernama *phase shifter* seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Konsep *beamforming*

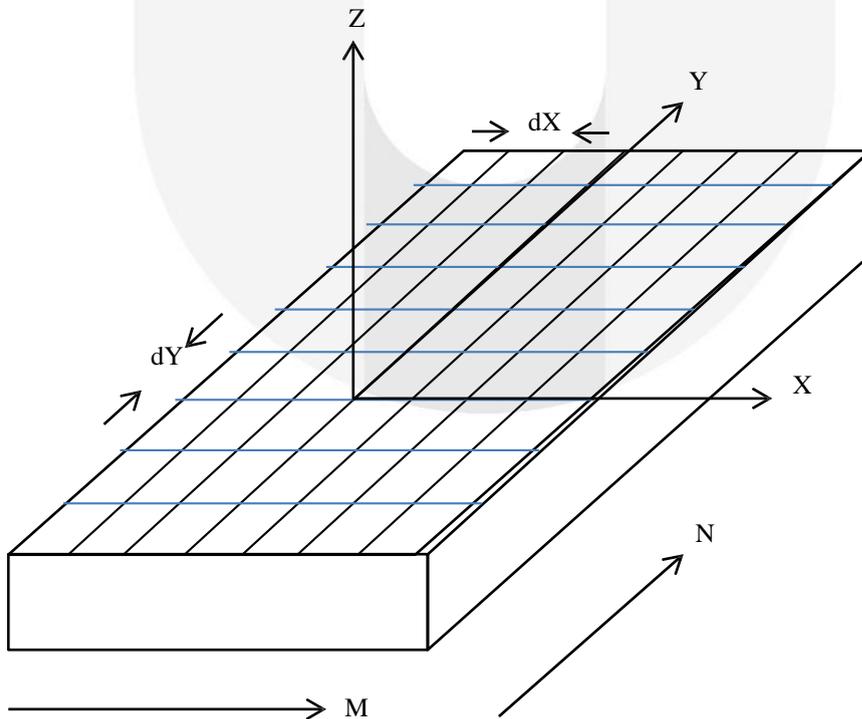
*Beamforming* memiliki banyak macamnya bergantung pada parameter apa yang diubahnya, salah satunya adalah *horizontal* dan *vertical beamforming*. *Horizontal beamforming* adalah sebuah cara untuk mengarahkan pola pancar pada bidang *horizontal* sementara *vertical beamforming* pada bidang *vertical*. *Horizontal beamforming* pada skema FFR dirasa tidak ampuh karena *beamforming* secara *horizontal* juga secara langsung menambah interferensi jika sinyal ICI datang dari arah yang sama dari sinyal yang diinginkan pada *cell-center tetangga* seperti yang diperlihatkan pada gambar 2(a).





Gambar 2 (a) *Beamforming* pada *cell-center* & (b) *Beamforming* pada *cell-edge*

Di lain pihak, *vertical beamforming* menawarkan konsep pemaksimalan yang lebih potensial dibandingkan *horizontal beamforming*. Menurut konsep ini, user pada *cell-edge* menerima sinyal dengan kualitas lebih baik seiring dengan menurunnya sinyal ICI dari sel tetangga.



Gambar 3 *Planar Array MxN*

*Phased array* adalah himpunan dari beberapa elemen antena yang menggunakan variasi fasa atau *time-delay control* untuk mengendalikan lebar berkas sesuai keinginan. *Planar array* adalah salah satu jenis dari *phased*

array yang terdiri dari susunan antenna dimana elemen-elemen penyusunnya baik yang aktif maupun parasitik berada pada satu bidang yang sama. *Planar array* dapat meningkatkan aperture total antenna yang juga pola radiasinya dapat dikendalikan melalui fasa amplitudo di tiap elemen penyusunnya. Contoh sebuah *planar array* sederhana dapat dilihat pada gambar 3 dengan *Array Factor (AF)* berdasarkan [6] sebagai berikut

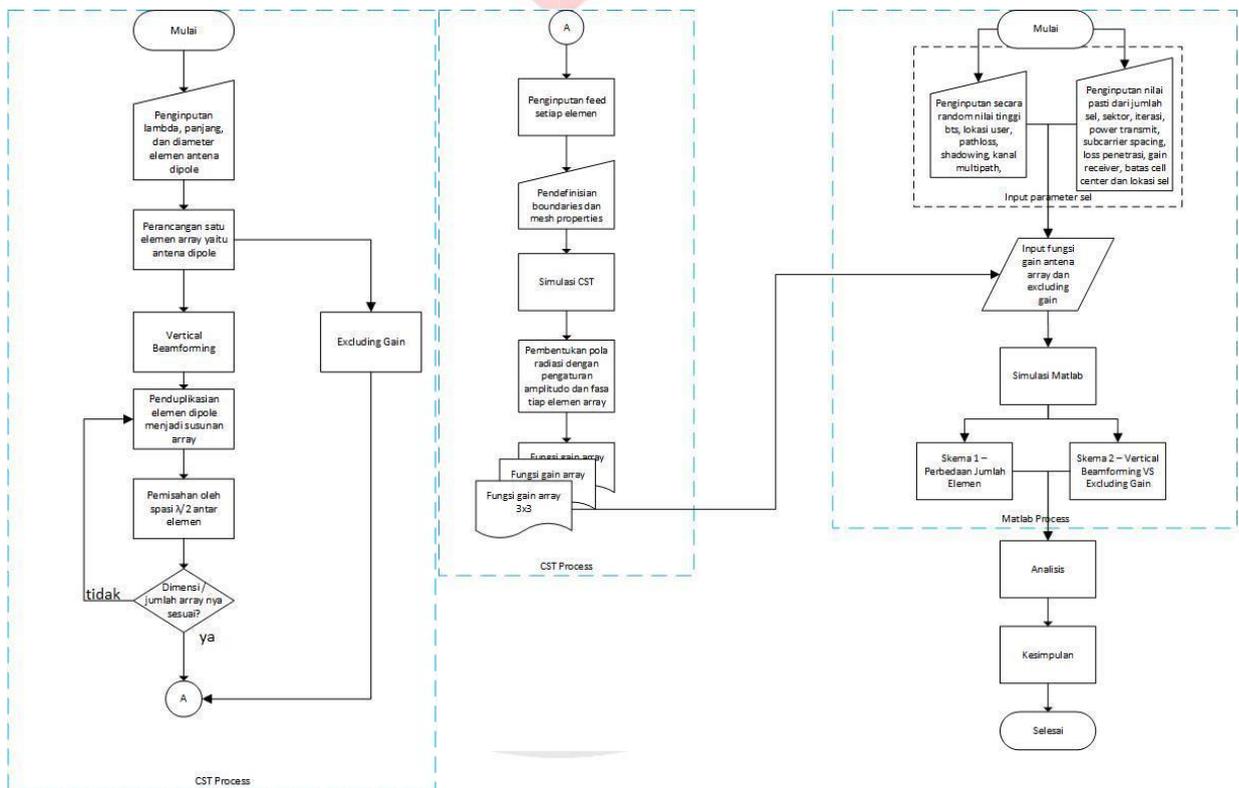
$$AF(\theta, \phi) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N a_m a_n e^{j(k_x x_m + k_y y_n - k_z z_m)} \quad (1)$$

Di mana  $w = a_m a_n$  serta nilai  $a_m$  serta  $a_n$  bisa seragam ataupun bervariasi.  $M$  dan  $N$  menyatakan jumlah antenna pada sumbu  $X$  dan  $Y$  berturut-turut.

Tabel 1. Parameter umum sistem

Parameter	Nilai
$M$	5
$\Sigma$	8 dB
$N$	1
Jarak inter-cell	2 Km
Daya transmit	43 dBm
Subcarrier spacing	15 KHz
White noise power density	-174 dBm/Hz

Dalam penulisan sistem jurnal ini akan diilustrasikan dengan diagram alir (*flowchart*) pada gambar 3.

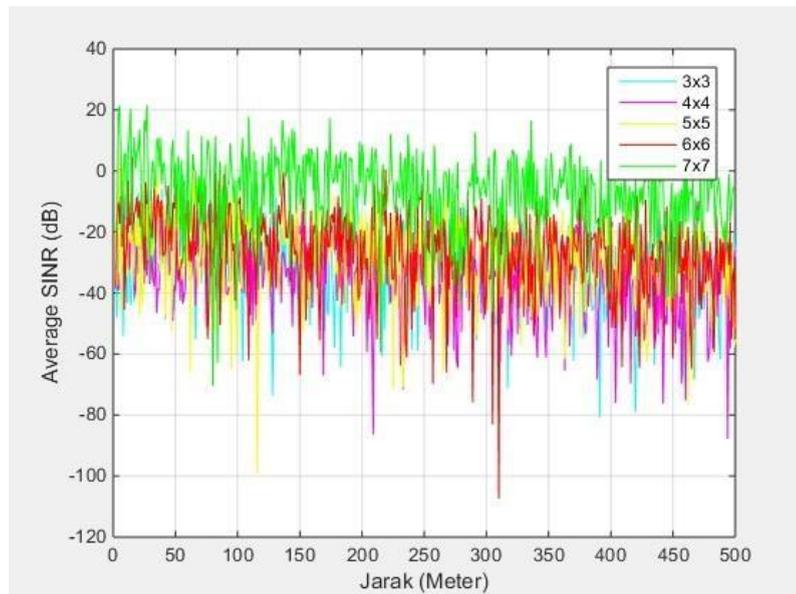


Gambar 4 Diagram Alir Sistem

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Skema-1

Hasil dari simulasi pada matlab dengan melihat pengaruh perbedaan jumlah elemen antenna dapat dilihat pada gambar 4 dengan hasil sebagai berikut



Gambar 5 Hasil SINR vs Jarak dengan jumlah antenna yang berbeda

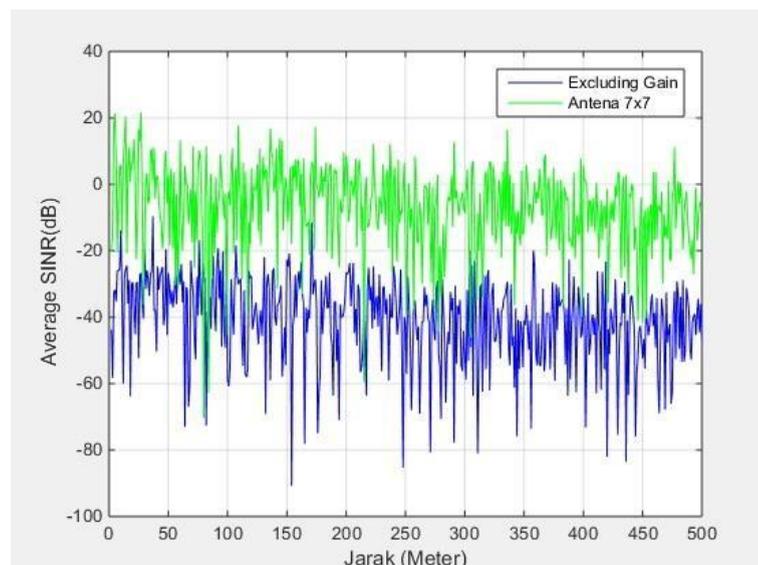
Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa ketika *user* bergerak menjauhi BS, sinyal yang diterima perlahan juga mengalami penurunan, hal ini dapat diprediksi karena ketika *user* bergerak menjauhi BS (menuju *cell-edge*) performa sistem akan menurun dikarenakan interferensi yang diterima oleh *user* semakin besar dan di lain pihak, sinyal yang dipancarkan dari BS yang semakin melemah. Adapun penambahan jumlah elemen antenna pada gambar 5, membuktikan bahwa adanya perbaikan performa dari hasil SINR yang diterima user jika dibandingkan dengan antenna yang lebih sedikit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil rata-rata SINR tiap User

Konfigurasi Antena	Nilai (dB)
3x3	-31,648
4x4	-34,195
5x5	-28,118
6x6	-25,691
7x7	-6,919

### 3.2 Skema-2

Hasil dari simulasi pada matlab dengan melihat pengaruh perbedaan jumlah elemen antenna dapat dilihat pada gambar 6 dengan hasil sebagai berikut



Gambar 6 Hasil SINR perbandingan antara *vertical beamforming* dan *excluding gain*

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa performa dari metoda *vertical beamforming* sedikit lebih unggul daripada metoda *excluding gain*. Hasil tersebut didapatkan karena pada metoda *vertical beamforming*, pola radiasi yang dipancarkan oleh antena array dapat dikendalikan, sehingga untuk user yang berada di cell lain, interferensi yang didapatkan dari metoda ini adalah minimal. Sementara pada metoda *excluding gain* dimana pola radiasi yang dipancarkan antena diasumsikan sama ke seluruh sektor, maka untuk user yang berada di cell lain pasti akan menerima interferensi dari sel tetangganya dengan nilai yang signifikan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil rata-rata SINR tiap User

Jenis Antena	Rata-rata SINR tiap user
<i>Vertical Beamforming</i>	-6,919 dB
<i>Excluding Gain</i>	-40,768 dB

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan jumlah antena pada susunan array dapat meningkatkan kualitas sinyal terima pada *user* namun dengan konsekuensi yaitu lebih kompleksnya sistem pengaturan antena khususnya yang kali ini kita kaji yaitu dalam pengaturan fasa tiap elemen antena.
2. Hasil simulasi menyatakan bahwa antena dengan jumlah elemen terbanyak yaitu  $7 \times 7$  memiliki hasil SINR terbaik dengan nilai -6,919 dB, sejalan dengan teori yang mengatakan bahwa kompleksitas antena akan sebanding dengan performa yang dihasilkan.
3. Hasil simulasi yang membandingkan antara metoda *vertical beamforming* dengan *excluding gain* menunjukkan bahwa performa metoda *vertical beamforming* lebih unggul jika dibandingkan dengan performa *excluding gain* yang hanya mencapai -40,768 dB.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Chaipanya, P., Uthansakul, P., & Uthansakul, M. (2011). *Reduction of Inter-Cell Interference Using Vertical Beamforming Scheme for Fractional Frequency Reuse Technique*. Nakhon Ratchasima: Proceedings of the Asia-Pacific Microwave Conference.
- [2] Karthik, P., Kumaran, G. 2013. *Optimal Resource Allocation for Wireless Network with Inter-cell Interference*. ISR Journals and Publications.
- [3] Sauter, Martin. 2011. *From GSM to LTE*. West Sussex: UK. John Wiley and Sons Ltd.
- [4] H. Lei, L. Zhang, and D. Yang. 2007. *A Novel Multi-cell OFDMA System Structure using Fractional Frequency Reuse*. IEEE PIMRC Int. Symp.on., pp.
- [5] A. Serway, Raymond, W. Jewett, John, 2006. *Physics for Scientist and Engineers*. Thomson Brooks/Cole.
- [6] Cox, C. (2012). *An Introduction To LTE, LTE, LTE-Advanced, SAE And 4G Mobile Communications*. John Wiley & Sons.
- [7] C. A. Balanis. 1997. *Antenna Theory Analysis and Design*. New York: J. Wiley & Sons.
- [8] R. J. Maillou. 2005. *Phased Array Antenna Handbook*. Artech House, Inc.
- [9] F.B. Gross. 2005. *Smart Antenna for Wireless Communications with Matlab*. New York: McGraw-Hill
- [10] F. Khan. 2009. *LTE for 4G Mobile Broadband Air Interface Technologies and Performance*. New York: Cambridge University Press
- [11] Ramadhan, Adi. 2010. Pengalokasian PRB berdasarkan ICIC pada Sistem LTE Arah Downlink menggunakan Algoritma Hungarian. Bandung: IT Telkom
- [12] Tim Penyusun. 2014. Modul Praktikum Antena dan Propagasi S1 Teknik Telekomunikasi. Bandung: IT Telkom
- [13] Jeruchim, Michel C., Philip Balaban, dan K. Sam Shanmugan. 2000. *Simulation of Communication Systems, Second Edition*. New York: Kluwer Academic/Plenum
- [14] Goldsmith, Andrea. 2004. *Wireless Communications*. Stanford University
- [15] Jeruchim, Michel C., Philip Balaban, and K. Sam Shanmugan. 2000. *Simulation of Communication Systems, Second Edition*. New York: Kluwer Academic/Plenum.