

## Optimasi *Neighbor List* Sel 4G ke 3G dengan *Automatic Neighbor Relation* (ANR) di Kota Tangerang Selatan

Mohamad Fathurahman<sup>1</sup>, Zulhelman<sup>2</sup>, Muhammad Arif Rahman<sup>3</sup>, Endang Saepudin<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta,  
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

<sup>4</sup>Program Studi Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta,  
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

E-mail: mohamad.fathurahman@elektro.pnj.ac.id

### Abstrak

Teknologi SON digunakan untuk mengubah proses optimasi jaringan yang awalnya dilakukan secara manual menjadi otomatis. Salah satu modul utama SON adalah *Automatic Neighbor Relation* (ANR). ANR bekerja dengan mengoptimasi *Neighbor Lists* untuk meningkatkan jumlah *handover* yang berhasil dan mengurangi koneksi yang gagal. Pada penelitian ini dilakukan implementasi SON pada kota Tangerang Selatan menggunakan modul ANR. Optimasi dilakukan pada *neighbor* sel 4G ke 3G untuk meningkatkan keberhasilan *Circuit Switched Fall Back* (CSFB). Dari hasil optimasi ini diketahui bahwa frekuensi dan *band* yang terdapat pada Kota Tangerang Selatan adalah 251 (10 MHz), 1850 (10, 20 MHz), 3500 (10 MHz), 38750 (20 MHz), dan 38948 (10, 20 MHz) untuk jaringan 4G dan 10638 untuk jaringan 3G. Hasil implementasi modul 4G3G IRAT ANR di Kota Tangerang Selatan menunjukkan *decision* yang cukup baik dengan menambahkan relasi yang bagus dan menghapus relasi yang buruk sehingga terdapat perubahan KPI di sisi CSFB dengan kenaikan sebesar 0,68% untuk CSFB *preparation success rate* dan 3.25% untuk CSFB *execution success rate*.

*Kata kunci: Automatic neighbor relation, Neighbor list, Optimasi, Self organizing network, Success rate*

### Abstract

*SON technology is used to change the network optimization process that was previously done manually to be automated. One of the main modules of SON is Automatic Neighbor Relation (ANR). ANR works by optimizing the Neighbor List to increase the number of successful submissions and reduce failed connections. In this report, the implementation of SON in the city of South Tangerang will be carried out using the ANR module. Optimization is carried out on 4G to 3G neighbor cells to increase the success rate of Circuit Switched Fall Back (CSFB). From the results of this optimization, it is known that the existing frequencies and bands in South Tangerang City are 251 (10 MHz), 1850 (10, 20 MHz), 3500 (10 MHz), 38750 (20 MHz), and 38948 (10, 20MHz) for the 4G networks and 10638 for 3G networks. The results of the implementation of the 4G3G IRAT ANR module in South Tangerang City showed a good decision by adding good relations and eliminating bad relationships so that there was a change in KPI on the CSFB side with an increase of 0.68% for the success of CSFB preparation and 3.25% for the success rate of execution CSFB.*

*Key Words: Automatic neighbor relation, Neighbor list, Optimization, Self organizing network, Success rate*

## 1. Pendahuluan

*Long Term Evolution* (LTE) merupakan jaringan akses jangka panjang keluaran dari 3GPP kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G) untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan keunggulan dari LTE terhadap teknologi sebelumnya selain dari kecepatan dalam transfer data tetapi juga karena dapat

memberikan *coverage* dan kepastian layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dan operasional, mendukung penggunaan *multiple-antenna*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* operasinya dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada[1].

Pada sisi *air interface*, LTE menggunakan teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) pada sisi *downlink* dan menggunakan *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SCFDMA) pada sisi *uplink*. Dan pada sisi antena, LTE mendukung penggunaan antena *multiple input-multiple-output* (MIMO). *Bandwidth* LTE adalah dari 1,4 MHz hingga 20 MHz, operator jaringan dapat memilih *bandwidth* yang berbeda dan memberikan layanan yang berbeda berdasarkan spektrum. Itu juga merupakan tujuan desain dari LTE yaitu untuk meningkatkan efisiensi spektrum pada jaringan, yang memungkinkan operator untuk menyediakan lebih banyak paket data pada suatu *bandwidth*[2].

*Circuit Switched FallBack* (CSFB) adalah teknologi layanan suara dan SMS yang dikirimkan ke perangkat LTE melalui penggunaan GSM (sistem global untuk komunikasi seluler) atau jaringan *circuit-switched* lainnya. CSFB telah menjadi solusi global utama untuk interoperabilitas suara dan SMS di perangkat LTE awal, terutama karena keunggulan biaya, ukuran, dan daya yang melekat dari solusi radio tunggal di sisi perangkat. Pada tahun 2011, CSFB telah diluncurkan secara komersial di beberapa wilayah di seluruh dunia, dan merupakan langkah pertama menuju fase evolusi suara LTE berikutnya, yang juga didasarkan pada solusi radio tunggal. Sementara CSFB memungkinkan solusi suara radio tunggal untuk *handset* LTE, persyaratan *switching* menimbulkan beberapa tantangan teknis. CSFB menjawab persyaratan fase pertama dari evolusi layanan suara seluler, yang dimulai pada skala komersial pada tahun 2011. CSFB adalah solusi untuk realitas jaringan campuran saat ini dan sepanjang transisi menuju jaringan *all-LTE* yang ada di mana-mana pada fase Evolusi suara LTE mendatang [3].

*Self Organizing Network* (SON) adalah *Radio Access Network* (RAN) yang secara otomatis dapat merencanakan, mengkonfigurasi, mengelola, mengoptimalkan, dan menyembuhkan diri mereka sendiri. SON menawarkan fungsi otomatis seperti *self-configuration*, *self-optimization*, dan *self-healing*. Fungsi-fungsi ini menggunakan kecerdasan buatan, analitik prediktif, dan algoritma perangkat lunak yang dioptimalkan sebelumnya[4].

Implementasi teknologi SON ini adalah untuk mengubah proses optimasi jaringan yang awalnya dilakukan secara manual menjadi otomatis. Salah satu kota tempat diimplementasikan SON adalah Kota Tangerang Selatan. Jumlah pengguna jaringan 4G di Kota Tangerang Selatan cukup banyak karena memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan teknologi sebelumnya. Namun pada teknologi 4G hanya berbasis *all-IP* tanpa adanya alokasi untuk melakukan panggilan suara yang berbasis *circuit switched*. Untuk melakukan

panggilan suara di Jaringan 4G, harus menggunakan teknologi VoLTE (*Voice Over LTE*) atau RCS (*Rich Communication Suite*). Namun, teknologi tersebut belum banyak diterapkan oleh operator telekomunikasi di Indonesia. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka muncul metode *Circuit Switched Fall Back* (CSFB), dimana layanan suara yang dikirim ke jaringan 4G dialihkan ke jaringan 3G[3]. Dengan adanya CSFB tersebut, dibutuhkan relasi sel 4G ke 3G untuk melakukan *handover*. Dengan penggunaan teknologi *Self Organizing Network* (SON), penyesuaian parameter teknis dalam proses optimasi dilakukan berdasarkan pengukuran periodik secara otomatis[5]. Teknologi SON ini dapat menghemat biaya operasional operator, menaikkan performansi dan kualitas jaringan melalui proses yang dinamis pada jaringan. Salah satu modul utama SON adalah *Automatic Neighbor Relation* (ANR). ANR bekerja dengan mengoptimasi *Neighbor lists* untuk meningkatkan jumlah *handover* yang berhasil dan mengurangi koneksi yang gagal.

*Automatic Neighbor Relation* (ANR) membantu memfasilitasi transisi sinyal yang mulus dari sel ke sel saat perangkat bergerak melalui jaringan seluler. Optimasi konvensional merupakan tugas yang sangat rumit dan melelahkan bagi pekerja operator tetapi sekarang dapat ditangani dengan ANR. ANR bekerja terus-menerus untuk menganalisis dan berkomunikasi dengan sel tetangga untuk memastikan *handover* tepat waktu, andal, dan efisien. ANR menerapkan salah satu fungsi SON, yaitu *self-optimization* yang dapat melakukan optimisasi pada jaringannya secara mandiri. ANR bertujuan untuk meringankan operator dari beban mengelola *Neighbor Relations* (NRs) secara manual. Setiap eNodeB menyimpan daftar *neighbor cells* yang terdeteksi yang digunakan untuk *handover*. ANR akan mengoptimasikan *Neighbor lists*. Hal ini akan meningkatkan jumlah *handover* yang berhasil dan mengurangi koneksi terputus[6].

*KPI* (*Key Performance Indicator*) adalah parameter-parameter yang menjadi indikator baik atau tidaknya performansi dari suatu jaringan. KPI yang digunakan pada jaringan LTE adalah *Network KPI* atau biasa disebut *eRAN KPI* (*evolved Radio Access Network Key Performance Indicator*). Berikut KPI diklasifikasikan sebagai berikut[7][8]

1. *Accessibility* merupakan salah satu jenis KPI yang mengukur kemampuan akses jaringan dalam memberikan layanan bagi *user* saat mengakses *network* dan permintaan *service* dalam kondisi *network* beroperasi,
2. *Retainability* merupakan kemampuan jaringan untuk mempertahankan *service* yang diminta oleh *user* selama durasi dimana pelanggan terhubung ke layanan,

3. *Mobility* digunakan untuk mengevaluasi bagaimana pengguna dapat bergerak dengan mudah dari suatu tempat lain tanpa terjadi pemutusan hubungan,
4. *CSFB preparation success rate* KPI merupakan persentase persiapan yang sukses pada *CS Fallback* dari EUTRAN (LTE) ke inter-RAT Network (3G atau 2G),
5. *Service integrity* merupakan dampak E-UTRAN pada kualitas layanan yang diberikan kepada user. *Service integrity* dapat dihitung untuk sel. Parameter yang termasuk *service integrity* adalah *cell downlink average throughput* dan *cell uplink average throughput*.

## 2. Metode Penelitian

Perencanaan *neighbor list* secara teori belum distandarkan oleh badan manapun. Umumnya dalam penelitian, sel yang akan menjadi *neighbor* dari suatu sel target dipilih berdasarkan posisi terdekatnya terhadap sel-sel yang terkait *neighbor list* yang memiliki pengaruh penting pada kinerja mobilitas. Hal ini harus terdapat pada sejumlah besar *neighbor cell* yang potensial untuk memastikan bahwa setiap ponsel dalam sel sumber dapat menemukan setidaknya satu target *handover* ketika sinyal pada sel awal mulai menghilang atau memburuk. Namun parameter seperti pengukuran ponsel, kapasitas yang terbatas dan daftar yang panjang dapat menyebabkan keterlambatan dalam menemukan target *handover* yang cocok. Penundaan ini dapat menyebabkan *delay* panggilan saat pengguna bergerak dengan kecepatan tinggi.

Elemen kunci dari konfigurasi *neighbor list* adalah informasi yang dapat dipercaya tentang cakupan sel. Dalam jaringan nyata, cara terbaik untuk mendapatkan informasi cakupan yang akurat adalah dengan terus melakukan pengukuran sinyal radio. Cara paling efisien untuk mencapai ini adalah membiarkan entitas jaringan, seperti stasiun bergerak dan stasiun pangkalan melakukan pengukuran selama operasi[9].

Dengan bertambahnya jumlah sel yang terdeteksi oleh UE (*User Equipment*) atau perangkat pengguna, maka *neighbor cell list* pun harus disesuaikan dengan kebutuhan. Hal ini untuk menghindari kasus *missing neighbor cell* yang dapat terjadi ketika sel-sel baru dibangun di antara *existing cell*. Selain itu hal ini juga akan memicu terjadinya pemborosan baterai dan *throughput* akibat *overheat* pada laporan UE kepada jaringan. Selain itu apabila *neighbor cell list* yang terdaftar terlalu banyak, hal ini akan lebih menyita waktu untuk proses *scanning*, sehingga keputusan *handover* akan terlambat untuk dieksekusi. Dengan kata lain konfigurasi *neighbor cell list* yang kurang sesuai dalam konteks pemilihan dan jumlah, akan menurunkan kinerja *handover* pada *mobile cellular network*[10].

Berdasarkan[11], Optimasi *neighbor list* sel 4G ke 3G IRAT dengan *Automatic Neighbor Relation* (ANR) pada Kota Tangerang Selatan dilakukan dengan tahapan proses sebagai berikut:

- a. Mengatur konfigurasi *task* sesuai pengaturan *default*. Kemudian memilih kota yang akan dioptimasi dan frekuensinya. Setelah itu menjalankan *task* dalam mode *offline simulation*.
- b. Setelah *offline simulation* selesai, unduh *file* optimasi hasil *offline simulation* tadi. Setelah itu mengelola *file* optimasi tersebut menggunakan *excel* untuk menentukan perubahan konfigurasi pada beberapa parameter.
- c. Mengubah pengaturan pada beberapa parameter di *task* sesuai hasil *offline simulation* pertama. Kemudian menjalankan lagi *task* dalam mode *offline simulation*. Apabila prosesnya berhasil maka bisa dilanjut ke tahap berikutnya namun apabila gagal harus dicari tahu penyebabnya yang nantinya akan dilakukan *offline simulation* kembali.
- d. Mengunduh *file* optimasi dari hasil *offline simulation* kedua. Kemudian *file* tersebut diolah dengan *pivot* pada *Microsoft Excel* untuk dijadikan sebagai *open loop report*.
- e. Mengatur jadwal *task* secara periodik setiap hari. Kemudian menjalankan *task* dalam mode *operation* untuk melakukan optimasi yang sebenarnya pada setiap sel.
- f. Jika *task* berhasil dijalankan, menunggu 3-4 minggu agar data yang tersedia lebih lengkap untuk membuat *close loop report*.
- g. Mengunduh *file SON action* hasil operasi yang telah dilakukan selama 3-4 minggu. Selain itu, *request file* tabel KPI dan *KPI trends* kepada *Operation Support System* (OSS).
- h. Setelah didapat semua *file* tersebut, memindahkan grafik dan tabel dari *file* tadi untuk membuat *close loop report* di *Microsoft Powerpoint*

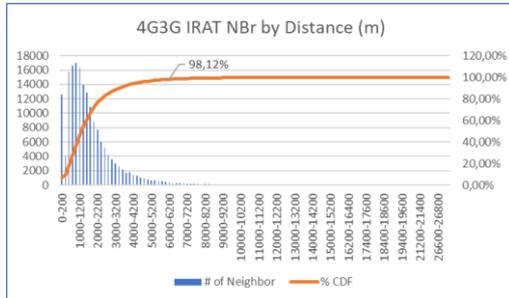
## 3. Hasil dan Pembahasan

Pengaturan awal yang digunakan untuk melakukan *offline simulation* pertama bisa menggunakan pengaturan *default*. Berikut beberapa parameter yang perlu dilakukan perubahan konfigurasi berdasarkan kondisi jaringan di Kota Tangerang Selatan.

### Jarak Neighbor di Kota Tangerang Selatan

Jarak maksimum dan minimum *neighbor* ditentukan berdasarkan grafik *neighbor by distance* (m). Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa 98.12% *neighbor* berada di bawah 6.2 Km. Jarak penambahan *neighbor* maksimal ini bertujuan untuk membatasi penambahan *neighbor* agar hanya terjadi pada sel yang terdekat dengan sel penyedia yang sering melakukan percobaan *handover*. Dari grafik dapat diketahui bahwa jarak *neighbor* maksimal yang direkomendasikan untuk penambahan *neighbor* adalah 6200 meter. Titik puncak

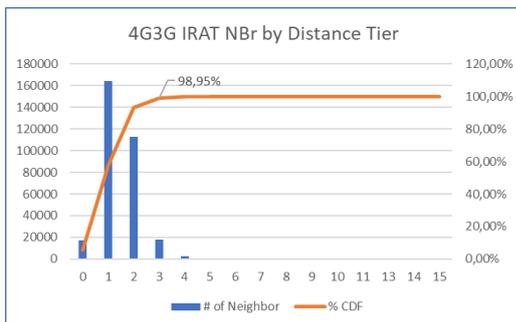
pada grafik di Gambar 1 berada pada jarak 1000 meter yang memiliki *neighbor* sebanyak 16994. Sehingga bisa ditentukan jarak minimal penghapusan relasi adalah 2000 meter yang terdapat 8792 *neighbor*.



**Gambar 1. Grafik 4G3G IRAT Neighbor by Distance (m) di Kota Tangerang Selatan**

#### Distance Tier Maksimal di Kota Tangerang Selatan

*Distance tier neighbor* maksimal perlu ditentukan supaya tidak terjadi penambahan *neighbor* pada tetangga yang memiliki *distance tier* yang tinggi. Maksimal *distance tier* ditentukan berdasarkan grafik *neighbor by distance tier*.



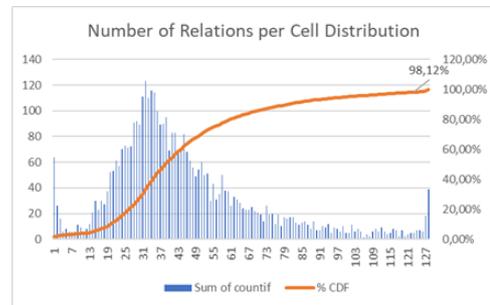
**Gambar 2. Grafik 4G3G IRAT Neighbor by Distance Tier di Kota Tangerang Selatan**

Nilai frekuensi distribusi kumulatif untuk penentuan *distance tier* maksimum disamakan seperti jarak penambahan *neighbor* maksimal, yaitu 98%. Pada grafik di Gambar 2 terlihat 98,95% *neighbor* memiliki *distance tier* di bawah tiga, sehingga *distance tier* maksimal yang direkomendasikan untuk penambahan *neighbor* adalah *tier* ke-3.

#### Jumlah Neighbor Maksimal dan Minimal

Jumlah *neighbor* suatu sel perlu ditentukan berdasarkan kondisi masing-masing kota agar tidak terjadi kekurangan atau kelebihan *neighbor*. Apabila terjadi kekurangan *neighbor* maka akan terjadi kegagalan dalam melakukan *reselection* dari sel 4G ke 3G. lalu jika kelebihan *neighbor* maka akan menyebabkan UE melakukan *handover* pada sel target yang memiliki peringkat yang buruk sehingga *handover success rate*

menjadi menurun karena banyaknya *handover* yang gagal.



**Gambar 3 Grafik Number of Relations per Cell Distribution di Kota Tangerang Selatan**

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa 98,12% sel memiliki jumlah relasi di bawah 123 relasi per sel, sehingga jumlah relasi maksimal yang direkomendasikan adalah 123. Titik puncak berada di jumlah relasi 34. Titik awal sebelum *bar* mengalami kenaikan yang signifikan berada di *bar* ke-14. Sehingga jumlah relasi minimum yang direkomendasikan adalah 14.

#### Co Location Strategy

*Co location strategy* bertujuan untuk mengatur frekuensi mana saja yang akan dilakukan optimasi dan status antar frekuensinya. *Co location* dapat ditentukan berdasarkan kondisi frekuensi penyedia dan frekuensi tujuan dari relasi yang ada di kota tersebut. Untuk penyedia layanan 3G di Kota Tangerang Selatan terdapat pada beberapa frekuensi berbeda, yaitu 251, 1850, 3500, 38750, dan 38948. Sedangkan untuk 4G sebagai tujuannya hanya di 10638.

*Co sector strategy* ditetapkan nilai *enforce*. Ini berarti bahwa sel yang memiliki frekuensi berbeda pada sektor yang sama akan dipaksa untuk menjadikannya sebagai relasi. Kemudian untuk *co site strategy* ditetapkan nilai *allow*. Ini berarti bahwa sel yang berada pada satu *site* yang sama dengan sektor berbeda diizinkan untuk dijadikan relasi atau dihapus. Untuk *inter site strategy* ditetapkan nilai *allow*. Ini berarti bahwa sel yang berada pada *site* yang berbeda dapat dijadikan relasi atau dihapus.

#### Decision Table

Pada Kota Tangerang Selatan terdapat 515 relasi yang ditambahkan dan 527 relasi yang dihapus seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Jumlah relasi yang dihapus lebih banyak karena ada beberapa sel yang sebelumnya memiliki relasi melebihi jumlah maksimal *neighbor*. Lalu terdapat 305.868 relasi yang tidak dilakukan perubahan karena sudah cukup bagus. Rata-rata nilai *absolute impact* pada *neighbor* yang ditambahkan memiliki nilai 0,79. Rata-rata nilai *absolute impact* pada

*neighbor* yang dihapus sebesar 0. Hanya *neighbor* yang memenuhi kriteria yang dapat dijadikan relasi. Rata-rata *geo impact* untuk *neighbor* yang ditambahkan dan dihapus adalah 70,01 dan 1,2.

**Tabel 1. Decision 4G-3G IRAT ANR di Kota Tangerang Selatan**

Decision	Count of decision	Avg of Abs Impact	Avg of Geo Impact	Avg of HO Means	Avg of Distance (m)	Avg of Basic Rank
ADD	515	0.79	70.01	0	780.59	8.96
Adding Neighbor	478	0.63	67.8	0	839.86	9.11
- Absolute Impact is more than adding threshold						
Adding Neighbor	34	1.71	99.94	0	0.69	6.97
- Co-sector						
Adding neighbor	3	16.77	75.84	0	396.65	9.67
- Swap						
DELETE	527	0	1.2	0	7427	91.25
Delete - Absolute Impact is less or equal than deletion threshold						
Deleting Neighbor	510	0	0	0	7526.29	91.04
- PSC						
Deleting neighbor	14	0	33.25	0	4935.81	115.6
- Swap						
Deleting neighbor	3	0.56	55.68	0	2180.68	13.8
- Swap						
NONE	305868	0.87	25.68	0.72	1743.13	41.73
Grand Total	306910	0.87	25.7	0.72	1751.22	41.76

Rata-rata jarak *neighbor* yang ditambah dan dihapus adalah 780,59 m dan 7427 m. Sedangkan jarak maksimum penambahan *neighbor* dan jarak minimum penghapusan *neighbor* yang sudah ditentukan sebelumnya berada di jarak 6200 m dan 2000 m. Dari data tersebut penambahan dan penghapusan *neighbor* dilakukan pada jarak yang masih berada di daerah yang sudah diatur sebelumnya. Rata-rata *basic rank neighbor* yang ditambahkan sebesar 8,96. Sedangkan rata-rata *basic rank neighbor* yang dihapus sebesar 91,25 sehingga *neighbor* yang ditambahkan memiliki *basic rank* yang lebih bagus dari pada *neighbor* yang dihapus. Hal ini memastikan bahwa ANR bekerja secara tepat dengan menggantikan *neighbor* yang memiliki peringkat rendah dengan *neighbor* yang memiliki peringkat tinggi.

### Sebaran Frekuensi Penambahan dan Penghapusan Relasi

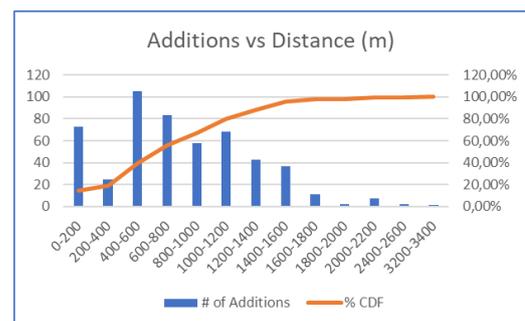
Penyebaran frekuensi penambahan dan penghapusan relasi bertujuan untuk mengetahui jumlah penambahan dan penghapusan relasi yang terjadi pada frekuensi penyedia dan frekuensi tujuan mana saja. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa ANR melakukan perubahan pada semua layanan 3G yang ada di Kota Tangerang Selatan, yaitu 251, 1800, 3500, 38750, dan 38948. Jumlah perubahan relasi terbanyak terjadi pada frekuensi 1800 MHz karena frekuensi ini memiliki jumlah sel yang terbanyak di kota Tangerang Selatan. Ini juga memastikan bahwa pengaturan *co location strategy* yang telah dilakukan berjalan dengan sesuai.

**Tabel 2. Penyebaran Frekuensi Penambahan dan Penghapusan Relasi di Kota Tangerang Selatan**

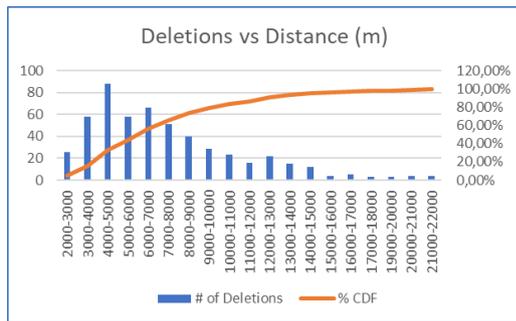
Penambahan			
Serving	Target	10638	Total
	251	49	49
	1850	283	283
	3500	80	80
	38750	64	64
	38948	39	39
	<b>Total</b>	<b>515</b>	<b>515</b>
Penghapusan			
Serving	Target	10638	Total
	251	42	42
	1850	258	258
	3500	88	88
	38750	108	108
	38948	31	31
	<b>Total</b>	<b>527</b>	<b>527</b>

### Penambahan dan Penghapusan Relasi Berdasarkan Jarak

Penambahan dan penghapusan relasi berdasarkan jarak berfungsi untuk mengetahui penyebaran relasi yang ditambahkan dan dihapus terjadi pada jarak berapa meter. Dari kedua grafik pada Gambar 4 dapat dilihat, jarak penambahan relasi terbanyak terjadi di jarak 400-600 m. Jarak pengurangan relasi terbanyak terjadi di jarak 4000-5000 m. Dari data tersebut dapat dipastikan bahwa tidak ada penghapusan *neighbor* pada jarak yang memiliki jumlah relasi yang tinggi. Jarak penghapusan relasi terendah terdapat di jarak 2000-3000 meter. Sedangkan jarak minimal penghapusan *neighbor* adalah 2000 meter.



(a) Penambahan

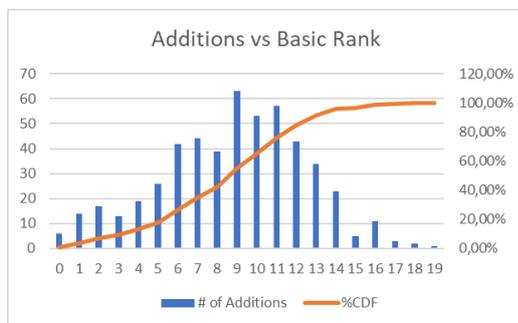


(b) Penghapusan

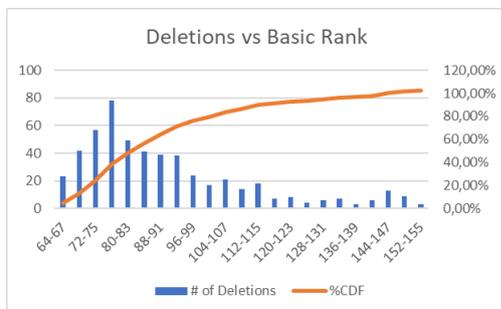
Gambar 4. Grafik Relasi Berdasarkan Jarak

(a). Penambahan

(b). Penghapusan



(a) Penambahan



(b) Penghapusan

Gambar 5. Penambahan dan Penghapusan Relasi Berdasarkan Rank di Kota Tangerang

(a) Penambahan

(b) Penghapusan

### Penambahan dan Penghapusan Relasi berdasarkan Rank

Penambahan dan penghapusan relasi berdasarkan rank berfungsi untuk memastikan *basic rank neighbor* yang ditambah lebih bagus dari pada *basic rank neighbor* yang dihapus. Dari kedua grafik pada Gambar 5, *basic rank* terendah untuk relasi yang ditambahkan berada di posisi ke-19. Sedangkan *basic rank* terbaik untuk relasi yang dihapus berada di posisi ke-64. Selisih rank dari kedua kondisi tersebut sangatlah jauh, sehingga ini membuktikan bahwa ANR bekerja baik dengan

menambahkan relasi yang bagus dan menghapus relasi yang buruk.

### Close Loop Report

*Close loop/expansion report* merupakan laporan yang menjelaskan perubahan yang terjadi baik dari *action* yang dilakukan maupun secara KPI setelah menjalankan ANR dalam mode *operation*. Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan perbandingan antara sebelum dan sesudah dijalankan modul ANR. Terdapat beberapa data yang ditampilkan pada *close loop report*, yaitu:

#### a. Tabel Decision Result

Perbedaan tabel *decision result* yang ada pada *open loop report* dengan *close loop report* adalah jumlah modul ANR ini dijalankan. Pada *close loop report*, *decision result* yang ditampilkan merupakan total seluruh perubahan yang dilakukan modul ANR dalam kurun waktu 3-4 minggu. Sedangkan *open loop report* hanya menampilkan perubahan yang dilakukan ANR dalam sekali *running*. Tabel 3 merupakan tabel perubahan yang dilakukan ANR selama 3 minggu dijalankan. Dari Tabel 3, selama 3 minggu ANR dijalankan terdapat 6731 perubahan yang dilakukan ANR. Diantaranya 2559 penambahan *neighbor*, 4100 penghapusan *neighbor*, dan 72 modifikasi pada *neighbor*. Terdapat alasan dari setiap *decision* yang dilakukan ANR pada Tabel 3 tersebut.

#### b. Circuit Switched FallBack (CSFB)

Grafik *circuit switched fallback* (CSFB) didapat dengan melakukan *pivot table* dari “*KPI Trend*”. Kemudian dari *pivot table* tersebut dibuat menjadi grafik menggunakan *pivot chart*.

Tabel 3. Decision Result ANR di Kota Tangerang Selatan

Decisions	Count of Action Type
<b>CREATE</b>	2559
External UMTS Cell Addition on LTE	273
Adding Neighbor - Absolute Impact is more than adding threshold	250
Adding Neighbor - Co-sector	15
Adding neighbor - Swap	8
IRAT LTE UMTS Addition	2286
Adding Neighbor - Absolute Impact is more than adding threshold	2168
Adding Neighbor - Co-sector	93
Adding neighbor - Swap	25
<b>DELETE</b>	4100
External UMTS Cell Deletion on LTE	1064
Delete - Absolute Impact is less or equal than deletion threshold	1050
Deleting Neighbor - PSC Collision	6
Deleting neighbor - Swap	8
IRAT LTE UMTS Deletion	3036
Delete - Absolute Impact is less or equal than deletion threshold	2998
Deleting Neighbor - PSC Collision	13
Deleting neighbor - Swap	25
<b>MODIFY</b>	72

CSFB LTE UMTS Priority Update	72
Adding Neighbor - Absolute Impact is more than adding threshold	6
Adding Neighbor - Co-sector	63
Delete - Absolute Impact is less or equal than deletion threshold	3
<b>Grand Total</b>	<b>6731</b>

Berikut hasilnya seperti pada Gambar 6 di bawah ini



**Gambar 6. Grafik CSFB (Attempt vs Success Rate) di Kota Tangerang Selatan**

Pada grafik CSFB di Gambar 6, ditampilkan perbandingan antara banyaknya percobaan CSFB yang dilakukan dengan persentase rata-rata CSFB yang sukses dilakukan. Data grafik tersebut diambil dari tanggal 15 September - 25 Oktober 2021. Dapat dilihat bahwa sebelum ANR dijalankan dari tanggal 15 September - 7 Oktober 2021 grafik cenderung menurun dan tidak stabil. Kemudian setelah ANR dijalankan dari tanggal 8 Oktober - 25 Oktober 2021 grafik cenderung stabil. Ini merupakan peningkatan yang terjadi pada CSFB dari sebelum dan sesudah ANR dilakukan.

### c. KPI Table

**Tabel 4. KPI di Kota Tangerang Selatan**

Category	KPI	01-OCT TO 07-OCT	08-OCT TO 14-OCT	Delta	Improvement (%)	Remark
		Multi Dates	Multi Dates			
Accessibility	RRC Success Rate (%)	99.95	99.95	0.00	-4.73	Maintain
	E-RAB Setup SR (%)	99.86	99.86	-0.01	-3.95	Maintain
	CSSR (%)	99.79	99.75	-0.05	-13.1	Maintain
Retainability	RACH Failure Rate (%)	16.18	15.95	-0.20	-1.24	Maintain
	Service Drop Rate (%)	0.04	0.04	0.00	0.15	Improve
CSFB	CSFB Preparation Success Rate (%)	99.86	99.86	0.00	0.68	Improve
	CSFB Execution Success Rate (%)	99.98	99.99	0.01	3.25	Improve
Mobility	Intra-Frequency HOSR (%)	99.91	99.91	0.00	0.63	Maintain
	Inter-Frequency HOSR (%)	99.88	99.91	0.03	23.3	Maintain
Payload	DL Traffic Volume (Mbyte)	5003032017	5216660598	213628581	4.27	Maintain
	UL Traffic Volume (Mbyte)	433651420.8	445446422	11795001.2	2.72	Maintain
User	Payload (Mbyte)	5436683437	5662107020	225423583	4.15	Maintain
	RRC Connected UE Max	204.55	208.26	3.71	1.82	Maintain
Integrity	RRC Connected UE Mean	32.15	32.15	0.00	0.01	Maintain
	Active UE Mean	2.21	2.25	0.04	1.80	Maintain
	Active UE Max	70.06	73.42	3.36	4.79	Maintain
Integrity	Cell DL Avg Throughput (Mbps)	21.01	20.96	-0.06	-0.27	Maintain
	Cell UL Avg Throughput (Mbps)	3.37	3.37	0.00	0.13	Maintain
	User DL Avg Throughput (Mbps)	10.80	10.64	-0.16	-1.47	Maintain

KPI table merupakan tabel yang menunjukkan beberapa nilai KPI 4G sebelum dan sesudah menjalankan ANR. Tujuan dari KPI *monitoring* adalah sebagai pembandingan apakah dengan adanya optimasi dengan ANR ini KPI yang didapatkan akan semakin baik atau tidak. Sehingga dengan tabel *monitoring* ini operator dapat dipantau perubahan KPI di suatu kota/kabupaten.

Pada Tabel 4 dapat dilihat perubahan KPI di Kota Tangerang Selatan. Terdapat perbandingan antara sebelum ANR dijalankan (tanggal 1 Oktober - 7 Oktober 2021) dan sesudah ANR dijalankan (tanggal 8 Oktober - 14 Oktober 2021). Perubahan KPI yang terjadi di Kota Tangerang Selatan ada yang termasuk kedalam kategori *improve*, *maintain*, dan *degrade*.

Dalam melakukan optimasi 4G ke 3G ANR, terdapat beberapa KPI yang mengalami perubahan signifikan. Salah satu KPI yang perlu diperhatikan adalah CSFB. CSFB *Success Rate* menunjukkan persentase yang sukses pada CS *Fallback* dari EUTRAN (LTE) ke *inter-RAT Network* (3G atau 2G). CSFB *preparation success rate* pada kota ini mengalami peningkatan sebesar 0.68%. Sedangkan CSFB *execution success rate*-nya terdapat peningkatan sebesar 3.25%. Pada KPI *accessibility*, perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan sehingga masih dalam kategori *maintain*. Sedangkan pada KPI *retainability* bagian *service drop rate* terdapat peningkatan sebesar 0,15%. Kemudian untuk KPI yang mengalami penurunan terdapat pada KPI *channel quality indicator* (CQI) dan *spectrum efficiency* (SE). Kedua KPI tersebut tidak terpengaruh dari modul ANR yang dijalankan karena tujuan dari ANR adalah agar persentase *handover* yang sukses mengalami peningkatan sehingga dari data KPI CSFB, *accessibility*, dan *retainability* tersebut dapat disimpulkan bahwa optimasi 4G3G ANR di Kota Tangerang Selatan berjalan dengan baik.

Category	KPI	01-OCT TO 07-OCT	08-OCT TO 14-OCT	Delta	Improvement (%)	Remark
		Multi Dates	Multi Dates			
PRB	User UL Avg Throughput (Mbps)	3.25	3.22	-0.03	-1.02	Maintain
	DL Resource Block Utilization Rate (%)	32.84	34.44	1.6	2.39	Maintain
	UL Resource Block Utilization Rate (%)	30.53	31.26	0.73	1.06	Maintain
CQI	CQI >=10 (%)	57.51	57.49	-0.01	-0.03	Degrade
	Average CQI	10.37	10.34	-0.03	-0.34	Maintain
Interference	Average UL Interference (dBm)	-112.47	-112.42	0.05	-0.04	Maintain
SE	SE >1.8 (%)	24.76	24.44	-0.32	-0.43	Degrade
	Spectrum Efficiency	1.45	1.45	-0.01	-0.35	Maintain
DL MCS	Average DL MCS	14.46	14.45	-0.01	-0.08	Maintain
Rank 2	Rank 2 (%)	35.47	35.48	0.01	0.02	Maintain

#### 4. Kesimpulan

Frekuensi dan band yang digunakan pada Kota Tangerang Selatan adalah 251 (10 MHz), 1850 (10, 20 MHz), 3500 (10 MHz), 38750 (20 MHz), dan 38948 (10, 20 MHz) untuk jaringan 4G dan 10638 untuk jaringan 3G, hasil implementasi modul 4G3G IRAT ANR di Kota Tangerang Selatan menunjukkan *decision* yang cukup baik dengan menambahkan relasi yang bagus dan menghapus relasi yang buruk dan performansi KPI setelah dilakukan optimasi ANR mengalami kenaikan di sisi CSFB dengan kenaikan sebesar 0,68% untuk CSFB *preparation success rate* dan 3.25% untuk CSFB *execution success rate*.

#### Daftar Acuan

- [1] M. Ulfah and F. F. Kurnia, "Penentuan Jumlah eNodeB Jaringan 4G/LTE di Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara," *J. Surya Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 179–184, 2018.
- [2] R. Sirait and R. F. Dhuha, "Kajian Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Pada Node B 4G di Kota Tangerang Selatan," *Techno.Com*, vol. 19, no. 2, pp. 178–189, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i2.3326.
- [3] A. Elnashar, M. A. El-Saidny, and M. Mahmoud, "Practical Performance Analyses of Circuit-Switched Fallback and Voice Over LTE," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 66, no. 2, pp. 1748–1759, 2017, doi: 10.1109/TVT.2016.2560962.
- [4] I. N. Md Isa, M. D. Baba, R. Ab Rahman, and A. L. Yusof, "Self-organizing network based handover mechanism for LTE networks," in *2015 International Conference on Computer, Communications, and Control Technology (I4CT)*, 2015, pp. 11–15, doi: 10.1109/I4CT.2015.7219527.
- [5] T. Celona, "What Is a Self-Organizing Network? SON Overview & Explainer," <https://www.celona.io/>, 2021. <https://www.celona.io/network-architecture/self-organizing-network>.
- [6] P. Ramachandra, K. Zetterberg, F. Gunnarsson, R. Moosavi, S. Bin Redhwan, and S. Engstrom, "Automatic neighbor relations (ANR) in 3GPP NR," *2018 IEEE Wirel. Commun. Netw. Conf. Work. WCNCW 2018*, pp. 125–130, 2018, doi: 10.1109/WCNCW.2018.8369039.
- [7] A. C. Ekeocha, P. Elechi, and O. C. Nosiri, "Performance Analysis of KPI's of a 4G Network in a Selected Area of Port Harcourt, Nigeria," *Trends J. Sci. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 44–50, 2021, doi: 10.31586/wjeee.2021.133.
- [8] A. L. Imoize, K. Orolu, and A. A. A. Atayero, "Analysis of key performance indicators of a 4G LTE network based on experimental data obtained from a densely populated smart city," *Data Br.*, vol. 29, p. 105304, 2020, doi: 10.1016/j.dib.2020.105304.
- [9] Y. Li, L. Ji, and L. Yang, "Automatic Neighbor Relation Penetration Probability Prediction," in *2012 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Fall)*, 2012, pp. 1–5, doi: 10.1109/VTCFall.2012.6398918.
- [10] C. Wang, J. Yang, H. He, R. Zhou, S. Chen, and X. Jiang, "Neighbor Cell List Optimization in Handover Management Using Cascading Bandits Algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 134137–134150, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3011015.
- [11] Y. Shin and S. Kim, "Virtualized ANR to Manage Resources for Optimization of Neighbour Cell Lists in 5G Mobile Wireless Networks," *Mob. Inf. Syst.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/9643401.