ANALISA KINERJA LONG TERM EVOLUTION MENGGUNAKAN METODE DYNAMIC SOFT FREQUENCY REUSE

ANALYSIS OF LONG TERM EVOLUTION PEFORMANCE USING DYNAMIC SOFT FREQUENCY REUSE

Zulfikar Nurzain[1], Ir. Uke Kurniawan Usman, M.T.[2], Hurianti Vidnyaningtyas,S.T,,M.T. [3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

Nurzain_zulfikar@yahoo.com[1], ukeusman@telkomuniversity.ac.id [2], huriantividya@ telkomuniversity.ac.id [3]

Abstrak

Intersel Interference (ICI) selalu menjadi Masalah Dalam penurunan Kinerja di Teknologi LTE. Mengatasi permasalahan ICI di LTE, maka dipergunakanlah Teknik manajemen interferensi yaitu frekuensi reuse. Salah satu jenis dari freuensi reuse adalah SFR dimana membagi sel kedalam 2 bagian yaitu inner sel dan outer sel. Teknik SFR yang konvensional ini mempunyai kelemahan yaitu tidak adaptif terhadap kapasitas sel (sel load). Dengan adanya teknik Dynamic Soft Frequency Reuse (DSFR), maka sistem DSFR akan dinamis menyesuaikan beban sel.

Pada penelitian di tugas akhir ini dilakukan analisis mengenai bagaimana proses mengoptimalkan subcarrier pada outer sel untuk jaringan LTE dengan metode Dynamic Soft Frequency Reuse(DSFR). Selain itu dalam penelitian ini ingin membuktikan bahwa teknik DSFR dapat memperbaiki unjuk kerja sistem dengan melakukan penyesuaian jumlah subcarrier. Teknik DSFR merupakan pengembangan dari teknik SFR karena teknik SFR dinilai kurang baik dalam mengatasi penyebaran user yang tidak seragam dan kedinamisan traffic load pada setiap outer sel di satu cluster yang berakibat turunya peformasi didalam satu cluster. Teknik ini merupakan pengembangan dari teknik SFR karena SFR memperbaiki kapasitas troughput sel tetapi tidak pada kapasitas troughput Cluster .

Teknik DSFR memiliki kualitas dan kapasitas trouhput yang lebih baik dibandingkan dengan teknik SFR. Rata-rata nilai SINR pada setiap user yang berjumlah 60 user pada DSFR Bernilai 9.372 dB sedangkan teknik SFR hanya mendapatkan rata-rata sebesar 1.1973 dB. Untuk rata-rata laju data tiap user dari teknik DSFR mendapatkan 1.0118 Mbps sedangkan untuk SFR hanya mendapatkan nilai 0.6493 Mbps. Tetapi dalam konsumsi daya sel tertinggi, pada teknik SFR hanya mengkonsumsi 17.6 W sedangkan pada teknik DSFR mengkonsumsi sebesar 23.66 W. dengan teknik DSFR kapasitas troughput naik sebesar. Dan konsumsi daya naik sebesar.

Kata kunci : LTE, D-SFR,SFR, ICI, ISI, Sel Edge,Subcarier

Abstract

Intercell Interference (ICI) is always a Problem In Performance Degradation in LTE Technology. Overcoming ICI problems in LTE, it is used Interference management techniques that is the frequency of reuse. One type of reuse freuensi is SFR which divides cells into 2 parts ie inner cells and outer cells. This conventional SFR technique has a disadvantage that is not adaptive to cell capacity (cell load). With the Dynamic Soft Frequency Reuse (DSFR) technique, the DSFR system will dynamically adjust the cell load.

In this final project, an analysis is conducted on how to optimize subcarrier process on cell outer for LTE network with Dynamic Soft Frequency Reuse (DSFR) method. In addition, in this study wanted to prove that the DSFR technique can improve the performance of the system by adjusting the number of subcarriers. The DSFR technique is the development of the SFR technique because the SFR technique is poorly assessed in addressing uniform user deployment and dynamic traffic load on every cell outer in a cluster that results in a peformation in one cluster. This technique is the development of the SFR technique because SFR improves the cell throughput capacity but not the Cluster throughput capacity.

The DSFR technique has better quality and capacity than the SFR technique. The average SINR value for each user numbering 60 users on the DSFR is worth 9,372 dB while the SFR technique only gets an average of 1,1973 dB. For the average data rate per user of the DSFR technique get 1.0118 Mbps while for SFR only get a value of 0.6493 Mbps. But in the highest power cell consumption, the SFR technique consumes only 17.6 W while the DSFR technique consumes 23.66 W. with the DSFR technique the throughput capacity rises by. And power consumption goes up.

Keywords: LTE, D-SFR, SFR, ICI, ISI, Sel Edge, Subcarier

1. PENDAHULUAN

Teknologi LTE menggunakan Orthogonal Frequency Division Multiple Acces (OFDMA) sebagai teknologi akses jamaknya. Penggunaan OFDMA dapat mengurangi efek Intersymbol Interference (ISI), tetapi dengan diterapkannya teknologi OFDMA yang memakai frekuensi tunggal menyebabkan peningkatan efek Intersel Interference (ICI). Tetapi ICI menyebabkan turun nya performansi user dan juga dapat menurunkan kapasitas sel. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknik untuk mengurangi ICI, yaitu dengan manajemen interferensi.salah satu managemen interferensi adalah frekuensi reuse. Salah satu jenis dari frekuensi reuse adalah SFR. [1][2][3]

Skema SFR dapat menghindari level ICI yang tinggi dengan konfigurasi faktor frequency reuse tertentu, meminimalisasi interferensi antar sel, dan meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum dari alokasi bandwidth yang ada dibandingkan dengan FFR [2][3], tetapi skema ini dapat menghasilkan interferensi yang lebih tinggi antara user di tengah sel dan user di tepi sel pada sel lain, serta menyebabkan unjuk kerja sel lebih rendah dibandingkan skema Reuse 1 (tanpa SFR) [1][4] karena tidak memperhatikan kondisi lingkungan sel dimana pembagian jumlah kanal pada tepi sel dan tengah sel (dekat BTS) ditentukan secara tetap.

Teknik DSFR dapat memperbaiki unjuk kerja sistem dengan melakukan penyesuaian daya subcarrier dan jumlah subcarrier..Kelebihan dari DSFR disbanding dengan SFR dimana pada DSFR pembagian subcarrier antara sel edge dengan sel center tidaklah tetap 1/3 tetapi dapat beradaptasi dengan kedinamisan traffic load dari jaringan LTE. Teknik DSFR hanya menjamin bahwa pada setiap outer sel subcarrier yang terpakai tetaplah orthogonal tetapi tidak pada pembagiannya . [1]

Tugas akhir ini diharapkan dengan penggunaan skema DSFR yang dapat meningkatkan SINR dan menaikan rata-rata throughput per cluster.

2. DASAR TEORI

2.1 Pendahuluan

Konsep sel pada perenacnaan selular pertama kali dari konsep menggunakan pemancar berdaya besar dan ditempatkan di daerah yang sanggat tinggi dengan antenna yang menjulang tinggi sehingga mampu menjangkau luas cakupan yang sangat besar. Konsep ini dirubah karena Tidak efesiennya konsep sel dengan pemancar berdaya besar menjadi pemancar berdaya kecil melayani suatu wilayah cakupan kecil, yang disebut dengan sel.[7] Cakupan daerah pelayanan (coverage area) pada komunikasi seluler berbentuk tidak beraturan. Saat dilapangan cakupan daerah pelayanan sangat dipengaruhi oleh kondisi propagasi gelombang, kondisi permukaan tanah dan kondisi sekelilingnya. Dalam penggambaran dari cakupan daerah pelayanan terbagi menjadi 3 yaitu penggambaran secara real dimana coverage area dari sebuah sel berbentuk tidak beraturan, penggambaran secara ideal dimana coverage area dari sebuah sel bentuk lingkaran, sedangkan pada penggambaran perencanaan dan analisa coverage area dari sebuah sel berbentuk hexagonal [7][8].

2.2 Frekuensi *reuse*

Frekuensi *reuse* adalah skema pengulangan frekuensi yang sama pada sel lain dimana jarak dan daya kedua sel diset sedimikian sehingga pengaruh interferensi dapat diminimalkan. Kumpulan dari beberapa sel yang menggunakan frekuensi yang berbeda disebut dengan cluster. [4][8]

Latar belakang dari frekuensi *reuse* ini adalah penghematan pemakaian suber frekuensi (frekuensi merupakan sumber yang terbatas) untuk memperluas dan memperbesar kapasitas dari jaringan.[4][9]

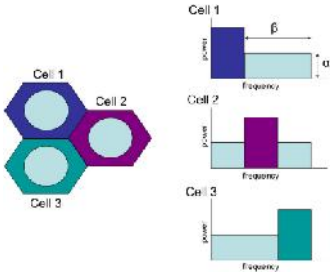
Frekuensi reuse factor merupakan factor pengulangan frekuensi yang sama pada sel lain. Semakin besar reuse factor maka peformansi jaringan akan semakin bagus, tetapi kapasitas sel akan semakin rendah.

Peforma dari frekuensi *reuse* ditentukan oleh beberapa hal:

a. Jumlah dan jarak dari *co-channel* sel yang ada pada jaringan
b. Bentuk geografis
c. Daya yang dipancarkan oleh masing-masing BS

2.3 SFR

SFR merupakan salah satu jenis ICIC yang digunakan pada LTE. Teknik ini sudah banyak digunakan pada jaringan yang ada dan FFR. Banyak penelitian [2][3][13] yang menunjukkan bahwa SFR memiliki unjuk kerja lebih baik dibanding FFR dalam hal penanganan interferensi. Pada SFR, sepertiga dari bandwidth yang tersedia dialokasikan untuk user di tepi sel dengan daya transmit yang diperkuat dan subcarrier lainnya diberikan kepada user di dekat BTS dengan daya transmit rendah. User di tepi sel hanya dapat menggunakan subcarrier di tepi sel, sedangkan user di tengah sel dapat mengakses keseluruhan bandwidth yang tersedia dengan prioritas rendah untuk mengakses subcarrier di tepi sel dibanding user yang berada di tepi sel [14]. Walaupun efisiensi spektral UE lebih tinggi, tetapi user lebih mendapatkan ICI yang lebih tinggi karena ortogonalitas yang terjadi dsantara subcarrier di tepi sel dan tengah sel dari sel tetangga tidak sempurna. Karena di tepi sel terdapat tiga sub-band, maka dibutuhkan kontrol daya yang tinggi. Throughput jaringan tidak begitu fleksibel dalam SFR. [10]

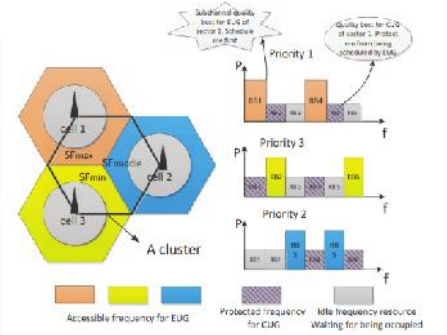


Gambar 2.1 Alokasi Frekuensi dan Daya SFR [9]

Dua parameter dalam SFR yang diketahui yaitu jari-jari daerah tengah sel dan perbandingan daya antara perbatasan sel terhadap tengah sel. SFR memiliki ciri- ciri berupa penggunaan frequency reuse factor (FRF) 1 pada daerah tengah sel dan FRF lebih dari 1 pada daerah dekat perbatasan sel [15]. Kemudian daya maksimum terbagi menjadi daya subcarrier major dan daya subcarrier minor. Pada gambar II-4 terlihat daya subcarrier outer memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding daya subcarrier inner, namun jumlah subcarrier outer lebih sedikit dibanding daya subcarrier inner..

2.3 *DSFR*

Dynamic Soft Frequency reuse adalah salah satu turunan dari Soft Frequency Reuse, dimana alokasi subcarier pada suatu sel dapat berubah secara dinamis mengikuti perubahan sel load dari jaringan[2]. Pada skema SFR EUG secara tetap mengalokasikan 1/3 dari keseluruhan band frekuensi yang saling orthogonal dengan sel edge tetangga. Skema satu ini akan menjadi masalah jika pada satu cluster penyebaran dari user tidak sempurna yang berarti sel load pada tiap sektor EUG di cluster tidak seimbang yang menyebabkan pemanfaatkan subcarier akan tidak efesien.



Gambar 2.2 DSFR

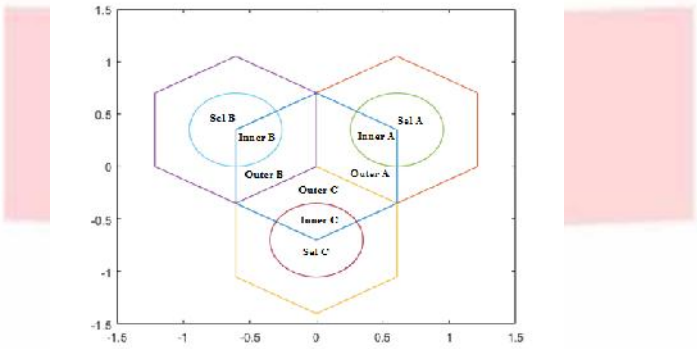
Seperti pada gambar II-5, pada algoritma DSFR jika terjadi penyebaran user dan beban sel yang tidak sempurna di EUG maka alokasi dari subcarrier akan menysuaikan beban sel. Dynamic Soft frequency reuse hanya menjamin frekuensi yang di gunakan pada area EUG akan ortogonal dengan EUG pada sel tetangga dan CUG akan mendapatkan bandwidth sisa dari setiap sektor EUGnya. Dengan kata lain, pengalokasian subcarier pada EUG tidaklah tetap harus 1/3 dari keseluruhan frekuensi. pengguna yang sedang berada pada area EUG akan mendapatkan alokasi subcarier lebih dan meningkatkan kapasitas kanal saat alokasi frekuensi diperbesar. Berikut adalah skema dari DSFR:[11]

1. Setiap eNodeB menyimpan data SINR dari setiap user
2. Setiap eNodeB akan membagi data SINR dari setiap user ke eNodeB tetangga
3. Dari data yang didapat, setiap eNodeB mengurutkan SINR terbaik dari setiap eNodeB di user.(Misalkan user A memiliki SINR terbesar dengan eNodeB 1, maka user A akan di prioritaskan pada eNodeB 1)
4. eNodeB akan mengurutkan user dengan SINR tertinggi dari SINR prioritas.
5. Akan ada pengaturan protect factor(Pf) untuk menjaga subcarier tidak habis terpindah pada CUG yang disebut dengan protected subcarier .
6. User yang telah terurut berdasarkan SINR , akan diberikan subcarrier yang dibutuhkan menurut eNodeB prioritas.
7. Jika subcarrier pada EUG A telah melebihi (1-Pf)% dari keseluruhan subcarrier di sel, maka user akan dialokasikan ke eNodeB Prioritas ke 2
8. Jika eNodeB prioritas ke 2 juga telah melebihi(1- Pf)% user akan dialokasikan ke eNodeB prioritas ke 3
9. Subcarier resource dari CUG yaitu Sccenter terbentuk setelah Scedge telah terbuat dimana Subcarier CUG = subcarrier total – subcarrier edge

3. DESAIN MODEL SIMULASI DAN EVALUASI SKENARIO

3.1 Desain Model

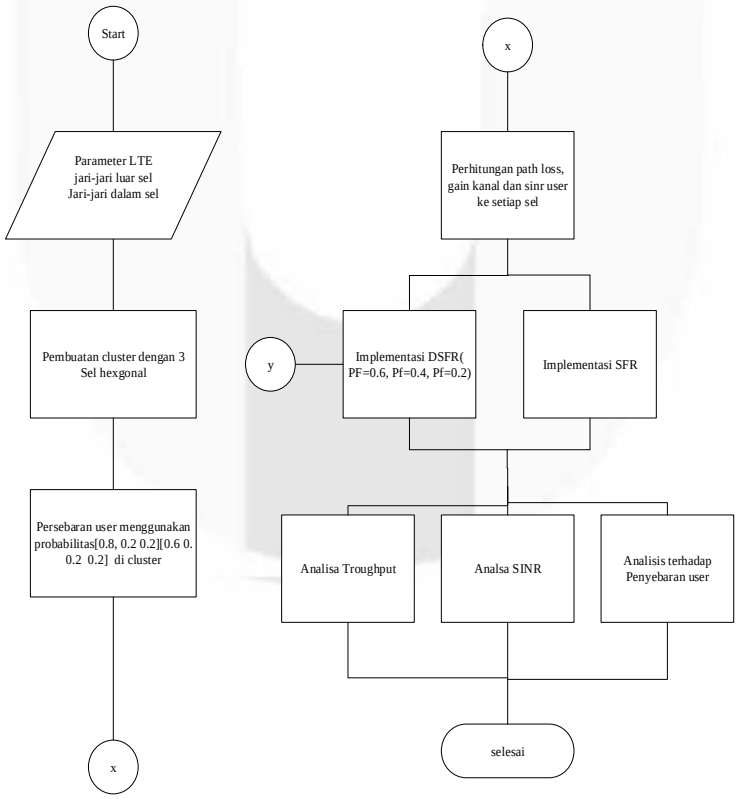
Seperti pada gambar III-3, Dalam simulasi ini dibuat pemodelan sistem dimana terdapat satu cluster dengan menggunakan 3 buah sel yaitu Sel A berada di sebelah kanan atas, Sel B berada di sebelah kiri atas dan Sel C yang berada di tengah bawah berbentuk hexagonal dimana hanya satu sector disetiap sel. Setiap sektor memiliki sel inner dengan jari-jari sebesar 0.2 KM dan jari-jari sel outer sebesar 0.7 KM. penghitungan interferensi Co-channel dihitung dari adjacent sel di satu cluster.



Gambar 3.1 Pemodelan Sistem

3.2 Diagram Alir Sistem

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur kerja dengan memperhatikan beberapa aspek yang ingin diperoleh. Diagram alir pengerjaan tugas akhir ini terlihat pada gambar III.1 berikut:



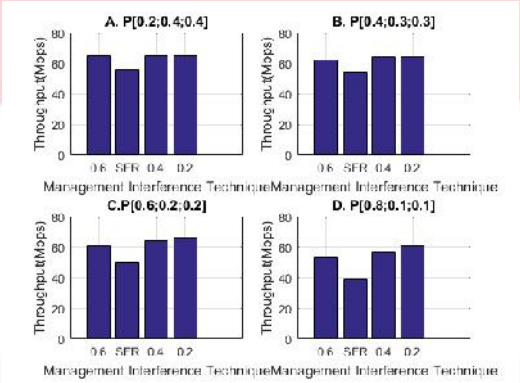
Gambar 3.2 Diagram Alir Skenario Sistem

3.3 Pengujian Sistem dan Analisis Hasil

Pada bab ini dilakukan analisis mengenai hasil simulasi yang telah dilakukan pada tugas ahir ini. Simulasi unjuk kerja jaringan dilakukan dengan menggunakan software Matlab R2016a.

Dari perencanaan simulasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, pada bab IV dilakukan penganalisaan hasil simulasi dari masing masing skenario, dimana skenario 1 probabilitas penyebaran user rubah sesuai keinginnan yaitu P[0,2;04;0.4] P[0.4;0.3;0.3] P[0.6;0.2;0.2] dan P[0.2;0.4;0.4] . Skenario 2 dibandingkan kinerja dari SFR dan DSFR, selain itu pada algoritma DSFR diberikan protection factor yang berfungsi sebagai proteksi agar masih tersedianya slot subcarrier pada inner sel dimana bernilai PF= [0.6;0.4;0.2]. Hal-hal yang dianalisa pada tugas akhir ini adalah analisa Troughput tiap-tiap cluster, analisa konsumsi daya, analisa SINR (Signal to Interference Noise Ratio) terhadap probabilitas penyebaran user.

3.3.1 Probabilitas output user terhadap troughput



Gambar 3.3 troughput terhadap persebaran user

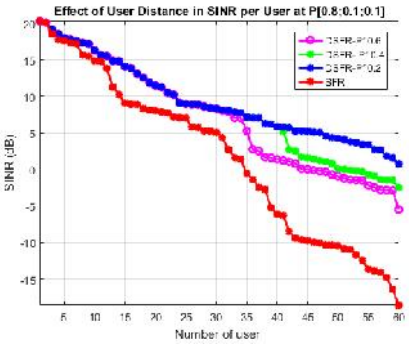
Terlihat dari IV.1 troughput dari teknik SFR selalu menjadi yang terendah diantara skema DSFR dengan margin terendah sebesar 7.8916 Mbps dibanding dengan DSFR-Pf 0.6 sedangkan SFR memiliki margin tertinggi 21.7528 Mbps dibanding dengan DSFR-Pf 0.2 , hal ini dikarenakan pada teknik SFR pembagian alokasi spectrum tidaklah dinamis sehingga sangat rentan dengan penurunan peformansi saat penyebaran user tidaklah terdistribusi secara uniform .

Teknik SFR memiliki peforma terendah terjadi saat probabilitas user P[0.8 0.1 0.1] dimana menghasilkan truoghput sebesar 38.9556 Mbps, semakin tinggi perbedaan probabilitas sel 1 dan 2 sel yang lain dengan nilai probabilitas pada sel 1 terbesar berdampak pada semakin buruknya peformansi SFR .

Margin terkecil diantara SFR dan DSFR prob [0.4 0.3 0.3] yaitu saat probabilitas antar sel hamper sama atau selisih perbedaan probabilitas antar sel yang paling kecil.

3.3.2 SINR terhadap urutan user

Gambar 3.4 merupakan grafik hubungan SINR dengan user yang telah diurutkan sesuai dengan level SINR . Dari Gambar 3.4 terlihat bahwa pada seluruh skema terjadi penurunan daya SINR, hal ini diakibatkan oleh jarak antara user dengan eNodeB yang melayani. pada urutan user ke 1-7 seluruh skema memiliki SINR yang sama, dan pada urutan user ke 8 terlihat teknik SFR lebih menurun dengan selisih sinr sebesar 1.6919 dB dengan teknik DSFR



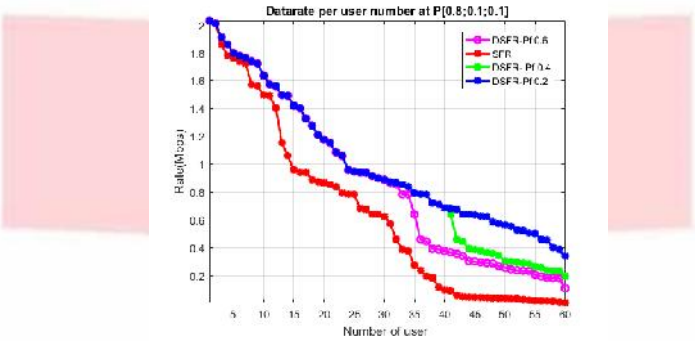
Gambar 3.4 SINR user terhadap urutan user

.pada user number 60 skema SFR memberikan selisih terbesar yaitu -15dB dengan skema yang lainya.

Pada skema DSFR terlihat bahwa DSFR (Pf 0.6) mulai lebih menurun dibandingkan dengan DSFR Pf 0.4 dan DSFR Pf 0.2 saat urutan user ke 33 sedangkan skema DSFR(Pf 0.6) terjadi saat urutan user ke 41 , hal ini di sebabkan oleh protection factor yang lebih besar seperti Pf 0.6 hanya dapat menampung sebanyak 40 % dari seluruh source yang ada, sedangkan Pf 0.4 dapat menampung sebanyak 60 % dari seluruh source subcarrier yang ada, dan Pf 0.2 dapat menampung sebanyak 80% resource yang ada pada keseluruhan Bandwidth.

Terlihat pada teknik SFR, SNR terendah bernilai -20 dB sedangkan pada DSFR Pf 0.6 SINR terkecil sebesar -6 dB, pada DSFR Pf 0.4 SINR terkecil sebesar -4 dB dan umtuk DSFR Pf 0.2 dengan SINR 1 dB .Hal ini dikarenakan oleh teknik SFR saat subcarrier pada eNodeB telah penuh user dialokasikan ke eNodeB yang jaraknya lebih jauh sehingga SINR jatuh lebih kecil. Sedangkan pada DSFR subcarrier penuh hanya jika subcarrier melebihi (1-Pf)% dari subcarrier keseluruhan.

3.3.3 Data Rate per User Number at Prob Sel P[sel A;sel B; sel C;]=[0.8;0.1;0.1].

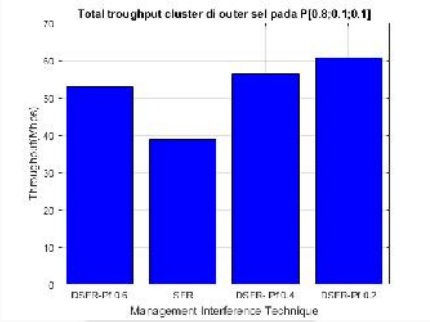


Gambar 3.5 datarate terhadap nomer user

Pada sistem dengan SFR, laju data dari user dibawah laju dari DSFR. Seperti pada. penerapan teknik DSFR dapat menghasilkan laju data user yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan SFR. Pada DSFR dengan PF=0.6 bitrate mulai lebih rendah pada user ke 33. Pada DSFRdengan PF 0.4 terlihat juga mulai ada penuruna pada user ke 41, hal ini dikarenakan oleh protection factor yang membatasi jumlah subcarrier yang dapat di pinjam, sehingga pada protection factor yang lebih tinggi menyebabkan lebih sedikit user yang dapat di layani dengan SINR terbaik dan mempengaruhi datarate.

3.3.4 Troughput dengan Prob Sel P[sel A;sel B; sel C;]=[0.8;0.1;0.1]

.



Gambar 3.6 Troughput pada Prob Sel P[sel A;sel B; sel C;]=[0.8;0.1;0.1]

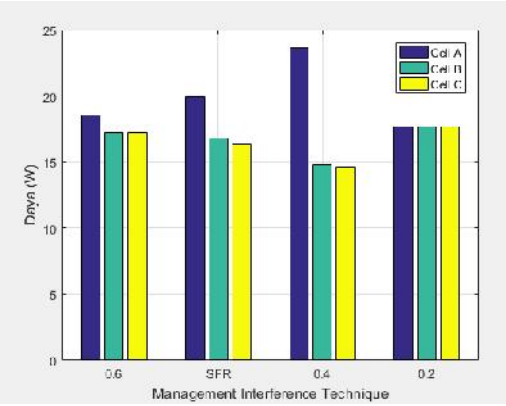
Dari gambar IV.4 Total kapasitas throughput cluster mengunakan teknik SFR terlihat paling kecil dimana hanya mencapai 49.7209Mbps, sedangkan pada skema DSFR dengan teknik DSFR (Pf 0.6) mencapai 52.9634 Mbps, dengan teknik DSFR (Pf 0.4) mencapai 56.4800 Mbps sedangkan DSFR (Pf 0.2) mencapai 60.7084 Mbps.

Pada skema SFR hal ini diakibatkan saat user load pada saah satu outer sel sangat besar, sektor yang tersebut tidak lagi dapat menerima user , sehingga pilihan kedua untuk user yaitu menemukan eNodeB yang lain, dengan mengorbankan SINR karena jalur yang dilewati oleh user bertambah jauh lebih besar. Dengan SINR yang kecil menyebabkan Rate user juga menurun yang ahirnya berakibat pada Troughput mengecil sehingga SFR hanya menghasilkan troughput sebesar 38.9556 Mbps

Pada Kondisi seperti ini skema DSFR memiliki Nilai Troughput yang lebih tinggi dibanding dengan SFR Dikarenakan keadaan seperti penyebaran user yang tidak merata atau ketidak seimbangan user load dapat diatasi dengan menambah bandwidth pada sektor yang mengalami kelebihan user load dengan meminjam dari EUG sektor lain yang masih satu cluster.

Protection factor 0.2 memiliki kinerja yang paling tinggi dimana troughput yang dihasilkan mencapai 60.4086 Mbps yang menandakan bahwa semakin kecil protection factor semakin tinggi kinerjanya, hal itu disebabkan dengan semakin kecilnya protection factor suatu sektor dapat meminjam lebih banyak subcarrier pada sektor tetangga.

3.3.5 Konsumsi Daya Tiap Sel pada probabilitas penyebaran user P[sel A;sel B; sel C;]=[0.8;0.1;0.1].



Gambar 3.7 Konsumsi Daya

Berdasarkan rumus (3.7), terlihat pada gambar IV.7, pada sistem yang menggunakan SFR, daya yang dikonsumsi dari tiap sel stabil yaitu sebesar 17.6 W . sedangkan pada DSFR-Pf 0.6 daya yang di konsumsi tidaklah sama, dengan konsumsi daya terbesar sel sebesar 18.57 W dan terkecil 17.251 W . pada DSFR-Pf 0.4 daya yang di konsumsi tidaklah sama, dengan konsumsi daya terbesar sel sebesar 19.9 W dan terkecil 16.3 W. pada DSFR-Pf 0.2 daya yang di konsumsi tidaklah sama, dengan konsumsi daya terbesar sel sebesar 23.66 W dan terkecil 14.59 W. hal ini disebabkan pada subcarrier outer daya yang harus dipancarkan lebih besar daripada subcarrier inner yang menyebabkan semakin banyak subcarrier outer pada suatu sel menyebabkan kenaikan konsumsi daya sel.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sistem dan analisis hasil dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai throughput dari SFR terus menurun seiring dengan semakin besarnya selisih antara probabilitas persebaran user sel A dengan sel tetangga dalam satu cluster. SFR didapatkan nilai throughput terendah pada probabilitas persebaran user P[0.8;0.1;0.1] sebesar 38.9556 Mbps, throughput tertinggi pada probabilitas persebaran user P[0.4;0.3;0.3] sebesar 55.6119 Mbps.
2. Dengan teknik DSFR, kapasitas throughput meningkat 28% dibandingkan dengan SFR, tetapi konsumsi daya meningkat sebesar 34% pada selisih probabilitas antar sel tertinggi yaitu P[0.8;0.1;0.1]
3. Dari segi SINR , teknik DSFR dengan Pf 0.2 lebih baik dibandingkan dengan teknik SFR dan DSFR dengan Pf yang lain, dimana pada DSFR-Pf 0.2 mendapatkan rata-rata SINR sebesar 9.3725 dB sementara SINR dari SFR hanya 1.1973 dB
5. Dari segi konsumsi daya, teknik DSFR pada Pf 0.2 memiliki konsumsi daya yang paling besar dibandingkan dengan skema yang lain yaitu pada persebaran user P[sel A;sel B; sel C;]=[0.8;0.1;0.1] sebesar 23.66 W.
6. Teknik DSFR tahan terhadap variasi (perubahan) dari persebaran user, namun sistem menjadi lebih kompleks dimana membutuhkan kontrol daya subcarier yang lebih tinggi secara otomatis dibanding dengan SFR.
7. Protection factor pada DSFR dapat membatasi jumlah subcarrier yang berada di outer sel dan membatasi konsumsi daya pada sel, dimana semakin besar protection factor semakin kecil subcarrier dan daya tertinggi yang dapat tercapai oleh sel, tetapi membuat throughput dan SINR menjadi lebih kecil. Untuk Pf (0.6) didapatkan 60.3714 Mbps dengan konsumsi daya tertinggi sebesar 18.57. sedangkan untuk Pf(0.2) didapatkan 63.8268 Mbps Dengan konsumsi daya 23.66 W.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Zhang, Y. Mo, and B. Wang, “Dynamic soft frequency reuse based on sector factor for LTE

downlink transmission," 2013 Int. Conf. Wirel. Commun. Signal Process. WCSP 2013, pp. 5–9, 2013.

[2] D. Jia, G. Wu, S. Li, G. Y. Li, and X. Zhu, "Dynamic soft-frequency reuse with inter-cell coordination in OFDMA networks," Proc. - Int. Conf. Comput. Commun. Networks, ICCCN, 2011.

[3] Z. Qin, L. Zhang, and M. Jiang, "Enhanced Dynamic SFR for LTE Systems," pp. 723–727, 2014.

[4] U. kurniawan Usman, G. Prihatmoko, D. K. Hendraningrat, and S. D. Purwanto, FUNDAMENTAL TEKNOLOGI SELULER LTE. 2011.

[5] S. Sesia, I. Toufik, and M. Barker, LTE The UMTS Long Term Evolution. 2011.

[6] W. S. Hidayat, "Hal-hal yang Perlu Diketahui Tentang LTE." [Online]. Available: http://tekno.kompas.com/read/2012/09/18/0808264/hal-hal.yang.perlu.diketahui.tentang.lte. [Accessed: 11-Nov-2016].

[7] K. Sri Juniandari, "Analisa Pengaruh SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) Sebagai Pemicu Handover Pada Mobile Wimax," p. 2010, 2010.

[8] E. susanti BR. taringan, "ANALISIS PENERAPAN FRACTIONAL FREQUENCY REUSE PADA MOBILE WIMAX," p. 2010, 2010.

[9] W. Pratiwi, "ANALISIS DAN SIMULASI PERFOMANSI POWER CONTROL PADA FRACTIONAL FREKUENSI REUSE LTE ARAH UPLINK (Analysis and Simulation Perfomance Power Control in Fractional Frequency Reuse Uplink LTE)," p. 2012, 2012.

[10] R. Nurhasanah, "ANALISIS PERENCANAAN LAYANAN DATA DI JARINGAN LTE PADA RUAS TOL CAWANG - CIKARANG UTAMA MENGGUNAKAN METODE ADAPTIVE SOFT FREQUENCY REUSE ANALYSIS OF DATA SERVICE PLANNING IN LTE NETWORK AT CAWANG - CIKARANG UTAMA TOLL ROAD WITH ADAPTIVE SOFT FREQUENCY REU," 2016.

[11] H. Li, Q. Liu, Z. Li, and X. Kong, "COGNITIVE BASED DYNAMIC SOFT FREQUENCY REUSE FOR LTE DOWNLINK SYSTEM."