

Radio Resource Management dalam Multihop Cellular Network dengan menerapkan Resource Reuse Partition menuju teknologi LTE – Advanced

Theresia D.L Londong, Gamantyo Hendrantoro, Devy Kuswidiastuti
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Instiut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: gamantyo@ee.its.ac.id

Abstrak – *Multihop Cellular Networks* (MCN) dengan relay adalah teknologi yang sedang diteliti untuk diterapkan pada komunikasi LTE – *Advanced*. Berdasarkan persyaratan yang telah ditetapkan oleh 3GPP untuk *IMT-Advanced*, diantaranya adalah *peak data rate* (maksimum kecepatan transfer data) untuk *downlink* adalah sebesar 1 Gbps dan 500 Mbps untuk *uplink*, operator telekomunikasi harus menyediakan arsitektur komunikasi pendukung teknologi *LTE-Advanced* dengan kualitas layanan yang tinggi dan *cost efficient*. Teknik MCN dengan pengaturan nilai daya pancar *Relay Node* dapat mengurangi jarak tempuh transmisi dan meningkatkan kualitas kanal komunikasi seiring dengan peningkatan nilai SINR. Pada skenario daya pancar *Relay Node* sebesar 27 dBm terlihat bahwa SINR sistem dengan relay mengalami peningkatan sebesar 0.0194% dibanding sistem tanpa rela. Metode *Resource Reuse Partition* (RRP) mampu menekan masalah pemborosan *sub carrier* akibat penerapan teknik MCN. Nilai pemborosan sumber daya radio terendah terjadi pada skenario *Threshold SINR* 3.8 dB yaitu 64.49 % dengan jumlah *User* yang melakukan skenario *resource reuse* sebanyak 24 *User*. Dari hasil skenario simulasi dengan variasi nilai *Threshold SINR* dan nilai pancar *Relay Node* dapat menekan masalah interferensi dan meningkatkan jumlah *User* yang mampu dilayani sistem. Nilai pemborosan terkecil pada skenario daya pancar RN sebesar 27 dBm yaitu 32.55%. Jumlah *User* yang mampu dilayani sistem mengalami peningkatan 89.46% dibanding sistem dengan skenario daya pancar 40 dBm. Performansi SINR sistem dengan *Threshold SINR* 3.8 dB, 9 dB dan 12.9 dB mengalami peningkatan sebesar 200% dibanding sistem dengan *Threshold SINR* -0.1 dB.

Kata kunci— *LTE-A*, MCN, *Relay*, *Resource Reuse Partition*, *Resource Partition Scheme*, RRM.

I. PENDAHULUAN

TEKNOLOGI *broadband* masa depan ditargetkan dapat mencapai kecepatan transfer data sebesar 100 Mbps untuk kondisi mobilitas tinggi dan 1 Gbps untuk kondisi mobilitas rendah [1]. Teknologi *broadband* terbaru adalah generasi keempat (4G). *The 3rd Generation Partnership Project* (3GPP), salah satu badan standarisasi telekomunikasi bergerak internasional, mengeluarkan beberapa rilis standarisasi teknologi *broadband* tersebut yang disesuaikan dengan spesifikasi dari ITU, dan yang terbaru adalah LTE Release 10 atau yang dikenal dengan teknologi *LTE-Advanced* (*Long Term Evolution Advanced*).

Teknologi LTE yang mampu menyediakan layanan tersebut beroperasi pada frekuensi 1.4-20 MHz. Spesifikasi yang telah

ditetapkan dari *IMT-Advanced* diantaranya adalah *peak data rate* (maksimum kecepatan transfer data) untuk *downlink* adalah sebesar 1 Gbps dan 500 Mbps untuk *uplink*.

Dengan arsitektur komunikasi yang ada, operator harus menambah jumlah base station untuk mencapai spesifikasi tersebut sedangkan pertambahan jumlah base station berbanding lurus dengan biaya operasional yang harus dikeluarkan.

Tujuan utama dari *LTE-Advanced* sebagai pengembangan dari edisi LTE sebelumnya (LTE release 8) adalah untuk lebih meningkatkan efisiensi sistem spektral dan kecepatan data serta mendukung kompatibilitas edisi sebelumnya. Bersamaan dengan itu, dibangunlah jaringan baru dengan arsitektur yang dirancang untuk mendukung lalu lintas *packet-switched* dengan mobilitas yang lebih mulus, servis berkualitas dan latensi minimal.

Akses *downlink* LTE-A berbasis *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) dan *uplink* berbasis *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) yang mampu meningkatkan daerah jangkauan *uplink* karena rendahnya nilai PAPR (*peak-to-average power ratio*) relatif terhadap OFDMA.

Multihop Cellular Networks (MCN) adalah teknologi yang sedang diteliti untuk diterapkan pada komunikasi LTE – *Advanced*. Komunikasi antara *evolutional NodeB* (eNB) dan *User equipment* (UE) secara langsung pada MCN disebut *one hop communication*, sedangkan komunikasi antara eNB – UE secara *relay* melalui *Relay Node* (RN) disebut *two-hop communication* yang bisa memperpendek jarak tempuh transmisi [1]. Fungsi *Radio Resource Management* dalam sistem MCN meliputi *routing*, *radio resource partition*, *link adaptation* dan teknik *scheduling*. Skenario *Resource Reuse* untuk alokasi frekuensi *carrier* untuk komunikasi eNB-UE dan RN-UE.

Multihop Cellular Network (MCN) dengan *relay* menggunakan skenario *Resource Reuse Partition* diharapkan dapat menekan biaya dengan mengurangi jarak tempuh transmisi serta meningkatkan jumlah *User* dengan kualitas channel yang lebih baik dan *User throughput* yang lebih tinggi.

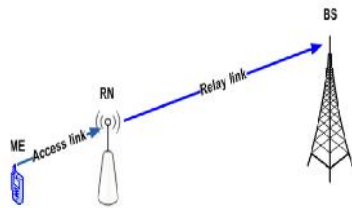
II. TEKNIK MULTIHOP CELLULAR NETWORK

3GPP telah melangsungkan beberapa pertemuan awal pada tahun 2008 yang membahas tentang *LTE-Advanced* dan teknologi yang diteliti diantaranya [2] :

- *Relay Node*. Teknologi ini ditargetkan untuk memepluas area cakupan dengan memungkinkan *User Equipment* (UE) yang terletak jauh dari *base station* untuk melakukan transmisi via *Relay node* sehingga sinyal yang diterima lebih baik, contohnya UE *indoor*.
- UE dengan *dual transmit antenna* sebagai solusi untuk komunikasi *uplink Single User MIMO* (SU-MIMO) dan *diversity MIMO*.
- *Bandwidth* sistem yang lebih besar yang ditargetkan lebih dari 20 Mhz, bahkan sampai 100 MHz. Sehubungan dengan bagaimana cara untuk memperlebar *bandwidth* (dan bagaimana hal tersebut diterapkan dalam teknik *multiple access*) adalah hal pertama yang diharapkan dari kesimpulan hasil studi *LTE-Advanced*.
- *Nomadic/Local Area Network* dan solusi masalah mobilitas *User*.
- Penggunaan spectrum frekuensi yang fleksibel.
- Konfigurasi jaringan secara otomatis dan mandiri.

Aplikasi teknik *Multihop Cellular Network* pada sistem selular memiliki beberapa manfaat, apabila jaringan selular biasa memiliki diameter cell antara 2-5 km, sebuah *Relay node* akan mencakup area dengan diameter 200-500 meter yang artinya, daya pancar yang dibutuhkan untuk sebuah *Relay node* akan sangat berkurang dibandingkan dengan sebuah *Base station* (BS). Selanjutnya, tiang untuk menempatkan *Relay node* tidak perlu setinggi BS, hal ini tentunya mengurangi biaya operasi seperti sewa menara dan biaya pemeliharaan untuk penyedia layanan.

Relay node tidak memiliki koneksi kabel langsung dengan *backhaul*. Data yang diterima secara *wireless* dari BS diteruskan ke *User* dan sebaliknya sehingga biaya *backplane* untuk kabel yang menghubungkan BS dan *backhaul network* dapat diiadakan.



Gambar 1. Model Komunikasi *Two-Hop* [3]

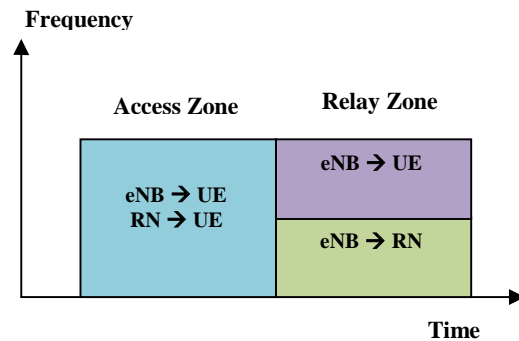
Pada Gambar 1 adalah model komunikasi dengan *relay* atau *two-hop* yaitu komunikasi antara UE dan eNB (*evolutional NodeB*) dengan perantara RN.

III. ALGORITMA RESOURCE REUSE PARTITION

Area dalam cakupan eNB disebut zona akses sedangkan area cakupan RN disebut zona *Relay*. *User* pada zona akses dapat langsung melakukan komunikasi *one-hop* eNB-UE, sedangkan *User* pada zona *Relay* dapat melakukan komunikasi *two hop* yaitu eNB-RN lalu RN-UE. Namun, *User* yang berada pada zona *Relay* tetap dapat dilayani dengan komunikasi *one-hop* asal beban komunikasinya kecil. Bila dilihat pada Gambar 2

bahwa komunikasi *direct* eNB-UE bisa berlangsung di *Relay zone*.

Pada skema *Resource Reuse Partition*, sumber daya radio didaur ulang pada link eNB → UE dan RN → UE pada zona akses, sedangkan untuk link eNB → UE dan eNB → RN sumber daya radio masih dialokasikan secara orthogonal, dapat dilihat pada Gambar 2. Sumber daya yang tersedia dibagi kedalam bagian – bagian yang berbeda untuk tiga jenis *link*. Dengan skenario daur ulang sumber daya sepenuhnya pada zona akses, seluruh band frekuensi dialokasikan untuk link eNB → UE dan RN → UE. Dengan ketentuan bahwa kecepatan transmisi untuk *User two-hop* pada zona akses dan *Relay* harus sama, sumber daya yang dialokasikan untuk link eNB → RN dapat ditentukan. *one-hop* jauh lebih besar dari pada *User two-hop*. Sehingga, lebih banyak sumber daya yang dibutuhkan untuk link eNB → UE.



Gambar 2. Ilustrasi skema partisi sumber daya. *Resource Reuse Partition*

IV. METODE PENELITIAN

Pemodelan sistem akan dilakukan pada dua sistem yaitu sistem dengan dan tanpa penerapan teknik *Multihop Cellular Network* dan *Resource Reuse Partition*.

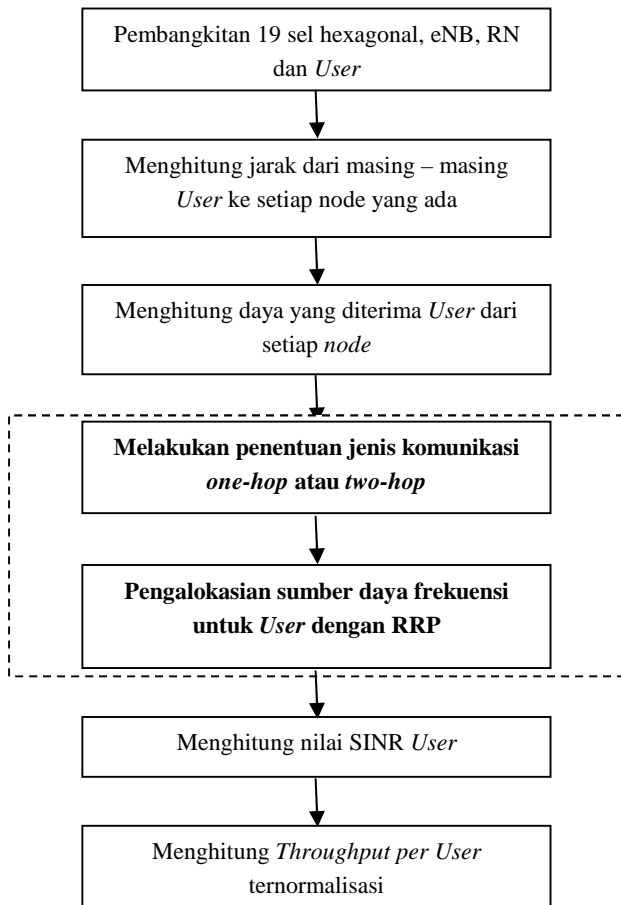
Analisa performansi sistem ini dilakukan dengan memperoleh data SINR dari *User* yang terlayani untuk kemudian dinormalisasi dan data ini digunakan dalam pembuatan plot *Cumulative Distribution Function* (CDF). Parameter lain yang digunakan untuk menganalisa performansi sitem adalah *Throughput per User* yang juga ditampilkan dalam bentuk CDF plot.

Parameter yang digunakan dalam simulasi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tahapan simulasi dengan penerapan teknik MCN dan RRP dapat dilihat pada Gambar 3. Perbedaan tahapan simulasi sistem dengan dan tanpa penerapan MCN dan RRP adalah pada 2 operasi tambahan, dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Parameter Simulasi

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
Frekuensi carrier (fc)	2 GHz
Bandwidth sistem (BW)	5 MHz
Bandwidth sub carrier	15 KHz
PT eNB	43 dBm
PT RN	variasi (27 dBm, 34 dBm, 37 dBm, 40 dBm)
Radius Cell	1.4 Km
Radius RN	0.8 Km
Noise power (No)	-107 dBm
Sector per Sel	3
Threshold SINR	variasi (-0.1 dB, 3.8 dB, 9 dB, 12.9 dB)



Gambar 3. Tahapan pengalokasian sumber daya radio pada sistem dengan MCN dan RRP

komunikasi eNB-UE dapat dipilih berdasarkan level daya terima *User*. Apabila daya terima dari RN lebih besar dari eNB maka *User* dilayani dengan metode *two-hop communication*.

Tahap tambahan kedua adalah tahap alokasi sumber daya dengan penerapan skenario *Resource Reuse Partition (RRP)* dengan mempertimbangkan kanal frekuensi dengan nilai SINR tertinggi. *User* dalam sistem ini akan terbagi menjadi 5 yaitu pertama *User* yang berada di *access zone* dan menggunakan alokasi *sub carrier* pada link eNB-UE disebut *Direct User*, kedua adalah *User* yang berada pada *Relay Zone* dan mendapat alokasi *sub carrier* pada link eNB-RN dan RN-UE dan disebut *Relay User*, ketiga adalah *User* yang berada pada *Relay Zone* namun tidak mendapatkan alokasi *sub carrier* sehingga melakukan komunikasi *one-hop* dengan menggunakan alokasi link eNB-UE pada *Relay Zone*, keempat adalah jenis *User* ketiga yang tidak mendapatkan alokasi sub carrier sehingga melakukan skenario RRP pada alokasi sub carrier *access zone* dengan memperhitungkan SINR calon *sub carrier* yang akan di-reuse. Apabila nilai SINR tertinggi melebihi nilai *Threshold SINR* yang telah ditetapkan sebelumnya, maka *User* dapat me-reuse *sub carrier* tersebut. Terakhir adalah *User* yang ditolak sistem.

Tahapan menghiungi nilai SINR *User* dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$SINR = \frac{Pr}{No + \sum_{i=0}^k Pi} \tag{1}$$

Dimana *Pr* adalah daya terima *User* dari eNB atau RN, *No* adalah *Thermal Noise Power* dan *Pi* adalah daya interferensi yang merupakan hasil penjumlahan dari daya interferensi *intracell* dan interferensi *intercell*.

Tahapan penghitungan Throughput per *User* dilakukan dengan menggunakan persamaan kapasitas Shannon ;

$$C = BW \log_2 (1 + SINR) \tag{2}$$

Notasi *BW* adalah *Bandwidth* per *User* yaitu sebesar 15 KHz dan Throughput per *User* dinyatakan dalam satuan bit per second (bps).

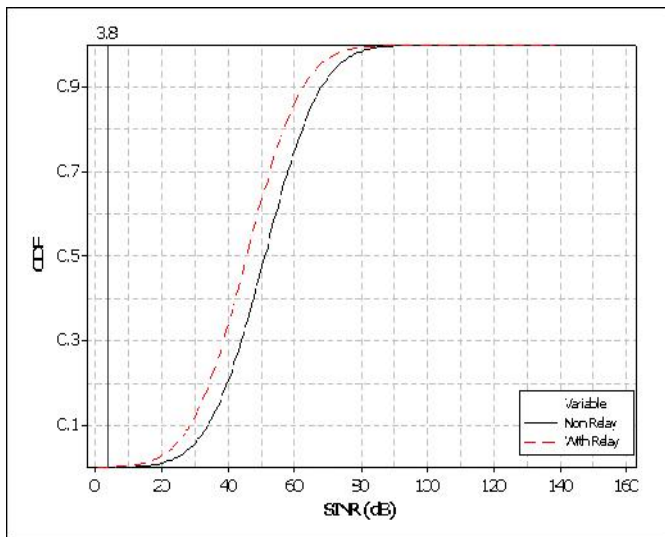
Pada skenario dengan MCN dan RRP. Operasi yang pertama adalah tahap penentuan jenis komunikasi *one-hop* (langsung) atau *two-hop*. Disinilah teknik MCN akan digunakan. Dimana

V. ANALISIS HASIL

A. Analisis SINR dan Throughput per User sistem

Dalam uji performansi akan diterapkan beberapa skenario untuk mengamati pengaruh dari perubahan beberapa nilai parameter terhadap luaran sistem. Analisis ini diantaranya dilakukan dengan variasi nilai daya pancar *Relay Node* antara lain sebesar 27 dBm, 34 dBm, 37 dBm dan 40 dBm untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai SINR, *Throughput per User*, serta *User* yang mampu dilayani pada sistem yang menggunakan teknik MCN dan RRP. Variasi jumlah *User* yang dibangkitkan yaitu sebesar 500 *User*, 750 *User* dan 1000 *User* dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *User* maksimal yang mampu dilayani sistem dengan penerapan teknik MCN dan RRP maupun sistem tanpa metode tersebut. Variasi lain yang dilakukan adalah pada nilai *Threshold SINR* yaitu sebesar -0.1 dB, 3.8 dB, 9.0 dB dan 12.9 dB untuk mengetahui pengaruhnya terhadap jumlah *User* yang mampu dilayani sistem dan jumlah *User* yang melakukan skenario reuse.

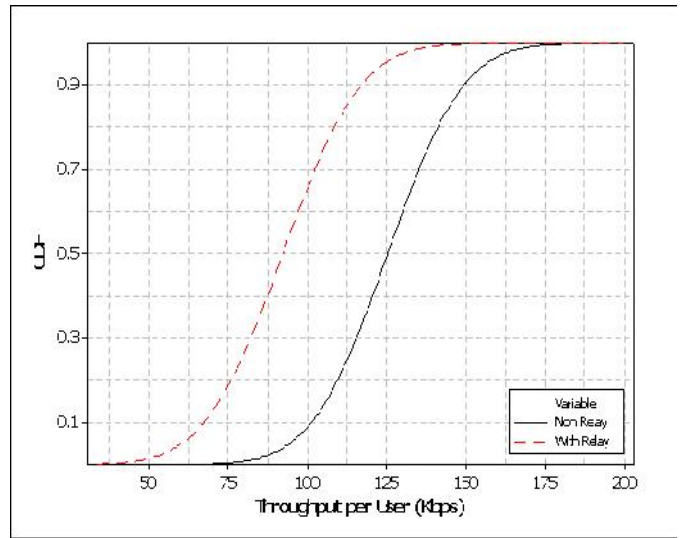
Analisis dilakukan pada hasil skenario pemodelan sistem dengan daya pancar RN sebesar 34 dBm, *Threshold SINR* 3.8 dB dan jumlah *User* yang dibangkitkan sebanyak 1000 *User* untuk melakukan perbandingan nilai SINR dan *Throughput per User* sistem dengan dan tanpa aplikasi MCN dan RRP.



Gambar 4. CDF dari SINR sistem dengan dan tanpa aplikasi Relay Node

Pada plot CDF dari SINR Gambar 4 dapat dilihat perbandingan SINR antara sistem dengan dan tanpa penerapan teknik MCN dan RRP. Perbedaan dapat dilihat dari minimal SINR dari masing-masing sistem. Sistem yang tidak menerapkan teknik MCN dan RRP memiliki minimum SINR sekitar 22 dB dan nilai maksimum SINR sekitar 90 dB, sedangkan sistem dengan aplikasi MCN dan RRP memiliki rentang nilai SINR yang berkisar antara 20 dB sampai 80 dB.

Dari plot CDF terlihat bahwa pada nilai absis yang sama, Probabilitas SINR < nilai absis untuk sistem dengan relay lebih besar dibandingkan sistem tanpa relay.



Gambar 5. CDF dari Throughput per User sistem dengan dan tanpa aplikasi Relay Node

Selanjutnya pengaruh lain dari penerapan teknik MCN dan RRP pada jaringan dapat dilihat di Gambar 5 yaitu plot CDF *Throughput per User*. Rentang *Throughput per User* sistem tanpa teknik MCN dan RRP berkisar antara 55 Kbps sampai 180 Kbps sedangkan sistem dengan aplikasi MCN dan RRP memiliki rentang nilai *Throughput per User* yaitu antara 50 Kbps sampai 150 Kbps. Sama seperti hasil analisis SINR sebelumnya, probabilitas *Throughput per User* < nilai absis sistem dengan relay, pada nilai absis yang sama, bernilai lebih besar dibanding sistem tanpa relay.

Asumsi interferensi dan *load communication User* yang sama rata, yaitu sebesar 15 KHz, sebagian besar tidak sesuai dengan kondisi *traffic User* sebenarnya di lapangan.

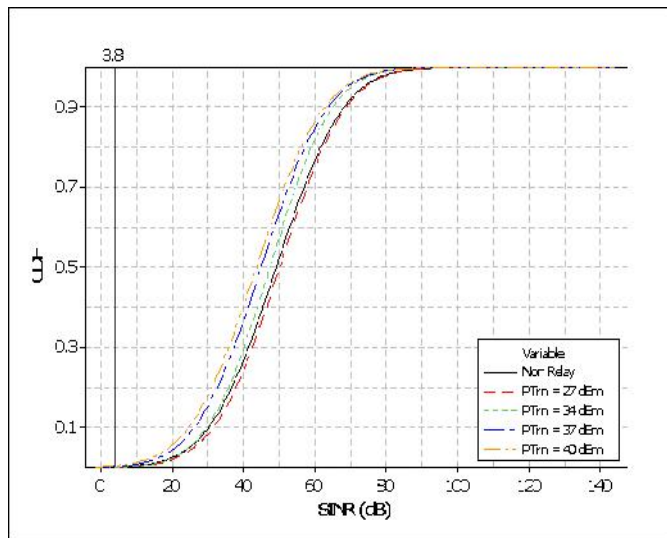
B. Pengaruh Daya Pancar Relay Node terhadap SINR Sistem

Analisis dilakukan pada hasil skenario pemodelan sistem dengan variasi daya pancar RN yaitu antara lain sebesar 27 dBm, 34 dBm, 37 dBm, dan 40 dBm dengan jumlah *User* yang dibangkitkan sebesar 1000 *User* untuk mendapatkan nilai daya pancar RN yang ideal dan mencapai nilai SINR sistem yang lebih baik dibanding skenario tanpa aplikasi MCN dan RRP.

Berdasarkan plot pada Gambar 6, skenario dengan daya pancar RN sebesar 27 dBm memiliki SINR terbaik dibanding skenario lainnya. Sebaliknya, skenario dengan daya pancar RN sebesar 40 dBm memiliki SINR sistem terburuk dari kesemuanya. Sistem mulai menunjukkan perubahan SINR menjadi lebih baik dari sistem tanpa penerapan teknik MCN dan RRP pada saat daya pancar RN sebesar 34 dBm.

Dengan semakin tingginya nilai daya pancar RN maka semakin besar pula nilai *intercell interference* yaitu interferensi yang berasal dari sel tetangga. Dalam simulasi ini, hal tersebut akan sangat mempengaruhi nilai SINR per *User*

karena asumsi interferer dalam sistem ini berasal dari sel yang bersebelahan dengan sel pusat.



Gambar 6. CDF dari SINR sistem dengan variasi daya pancar Relay Node

Daya pancar yang tinggi seharusnya dapat meningkatkan jumlah *User Two-Hop*, namun alokasi *sub carrier* dalam sistem ini untuk skenario *two-hop* adalah tetap yaitu 75 slot yang bisa digunakan oleh *User* pada masing-masing sektor. Selain itu dalam asumsi simulasi ini, pemilihan mode komunikasi *one-hop* atau *two-hop* tidak memephrhatikan beban komunikasi *User* sehingga semua *User* dianggap berhak menggunakan sumber daya radio untuk mode *two-hop* asalkan *User* berada pada zona *Relay*.

C. Pengaruh Daya Pancar Relay Node dan nilai Threshold SINR terhadap Kapasitas User Terima Sistem

Pemodelan pertama sistem dengan variasi daya pancar RN yaitu antara lain sebesar 27 dBm, 34 dBm, 37 dBm, dan 40 dBm dengan jumlah *User* yang dibangkitkan sebesar 1000 *User* untuk mendapatkan hubungan antara besar daya pancar RN dengan jumlah *User* yang dapat diterima sistem dengan dan tanpa aplikasi teknik MCN dan RRP.

Tabel 2. User yang Diterima Sistem dengan Variasi PTrn

	Daya Pancar Relay Node			
	27 dBm	34 dBm	37 dBm	40 dBm
Rata-Rata User Terima	605.47	429.05	364.21	319.57
Rata-Rata User Reuse	32.27	21.85	14.78	11.46
Peluang User Tolak	0.394	0.570	0.635	0.680

Dari data yang ditampilkan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah *User* yang diterima sistem maupun *User* yang melakukan skenario *Reuse Partition* adalah berbanding terbalik dengan besar daya pancar RN. Semakin kecil daya pancar RN yang berakibat pada semakin baiknya SINR sitem secara keseluruhan memungkinkan lebih banyak *User* yang mampu melakukan skenario RRP sehingga

meningkatkan jumlah *User* yang diterima sistem secara keseluruhan.

Pemodelan kedua sistem dengan variasi *Threshold SINR* yaitu antara lain sebesar -0.1 dB, 3.4 dB, 9.0 dB dan 12.9 dB dengan jumlah *User* yang dibangkitkan sebesar 1000 *User* untuk mendapatkan hubungan antara besar *Threshold SINR* dengan jumlah *User* yang diterima sistem dengan dan tanpa aplikasi teknik MCN dan RRP.

Tabel 3. Tabel User Terima vs Threshold SINR

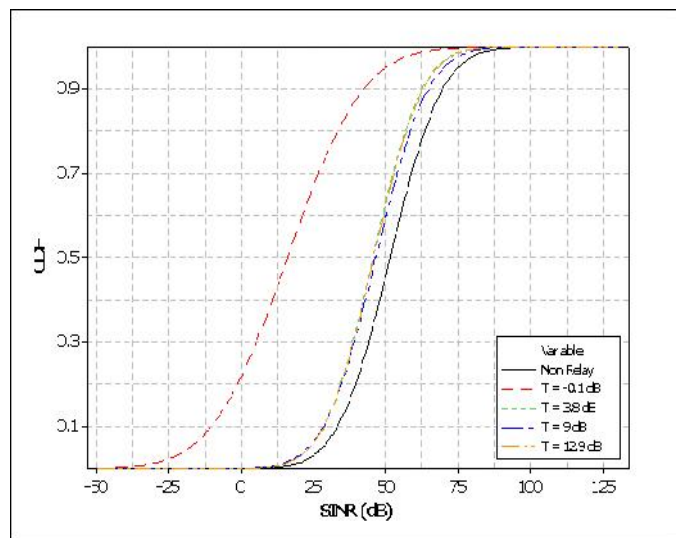
User=1000	Threshold SINR			
	-0.1 dB	3.8 dB	9.0 dB	12.9 dB
Rata-Rata User Terima	316.4	319.57	307.86	300.533
Rata-Rata User Reuse	23.67	20.42	15.67	11.467
Rasio User Reuse vs Non Reuse	0.0748	0.0638	0.0508	0.0381

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan *User* yang melakukan skenario RRP yang berbanding terbalik dengan nilai *Threshold SINR*. Namun penetapan nilai *Threshold SINR* tidak berpengaruh banyak pada peningkatan jumlah *User* yang mampu dilayani sistem secara keseluruhan, dapat dilihat bahwa skenario dengan nilai *Threshold SINR* 3.8 dB memiliki jumlah *User* terima yang paling tinggi dibanding skenario lain.

D. Pengaruh Nilai Threshold SINR terhadap SINR Sistem

Analisis dilakukan pada hasil skenario pemodelan sistem nomor dengan variasi nilai *Threshold SINR* sebesar -0.1 dB, 3.8 dB, 9.0 dB, dan 12.9 dB untuk mengetahui hubungan antara besar tetapan *Threshold SINR* dengan SINR sistem.

Hasil dari simulasi ini dapat menjadi dasar rekomendasi nilai *Threshold SINR* sistem yang bisa diaplikasikan untuk mendapat performansi SINR yang baik



Gambar 7. CDF dari SINR sistem dengan variasi nilai Threshold SINR

Analisis dari hasil simulasi mengenai hubungan antara nilai *Threshold SINR* dengan SINR sistem yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan karakteristik SINR sistem yang hampir serupa antara sistem dengan nilai *Threshold SINR* -0.1 dB, 3.8 dB dan 9.0 dB.

Hal ini dapat menjadi dasar rekomendasi nilai *Threshold SINR* sistem yang bisa diaplikasikan untuk mendapat performansi SINR yang baik yaitu sebesar -0.1 sampai 9.0 dB.

Namun, semakin banyak *User* yang melakukan skenario reuse akan memperbesar nilai *intracell interference* terhadap *User* dalam sel yang sama sehingga dalam pemilihan *Threshold User* harus memperhatikan hal tersebut

VI. KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dan analisa data, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya penerapan *Relay Node* pada jaringan LTE-A, dengan asumsi dan skenario seperti telah disebutkan sebelumnya dalam parameter simulasi, terbukti mampu meningkatkan kualitas sinyal terima *User*, dilihat dari nilai SINR dan Throughput per *User*. Dari hasil simulasi diperoleh hasil 50% SINR *User* dari sistem dengan penerapan metode *relay* dengan daya pancar sebesar 27 dBm berada diatas 50 dB, sedangkan 50% SINR *User* dari sistem tanpa penerapan metode *relay* bernilai diatas 45 dB.

Sedangkan penerapan manajemen sumber daya radio dengan skenario *Resource Reuse Partition* terbukti meningkatkan jumlah *User* yang mampu dilayani sistem seiring dengan bertambahnya *User* yang melakukan skenario *Resource Reuse Partition*. Jumlah *User* maksimal yang dapat dilayani oleh sistem tanpa penerapan *Relay Node* adalah sebanyak slot *sub carrier* yang tersedia yaitu sebanyak 897 *User*. Pada skenario simulasi dengan variasi nilai *Threshold SINR* sebesar -0.1 dB, 3.8 dB, 9.0 dB dan 12.9 dB didapatkan rata-rata *User* yang mampu dilayani sistem berturut-turut sebanyak 316.4, 319.57, 307.86, dan 300.53, terlihat meningkat seiring dengan penurunan nilai *Threshold SINR* pada skenario daya pancar relay node 40 dBm. Peningkatan *User* yang mampu dilayani sistem dengan relay sangat terlihat pada skenario dengan variasi daya pancar. Peningkatan rata-rata *User* yang dilayani sistem sebesar 89.46% dari skenario dengan daya pancar relay Node 40 dBm terjadi pada saat sistem menggunakan daya pancar relay node 27 dBm.

Skenario *Resource Reuse Partition* ini memiliki resiko *Intracell Interference* yang terjadi karena *User* yang melakukan skenario *Resource Reuse Partition* pada satu sel yang sama sehingga diperlukan pengaturan pada nilai *Threshold SINR*, untuk mengontrol *User* yang melakukan skenario *Resource Reuse Partition*, serta pengaturan besar daya pancar *Relay Node*, untuk menjaga nilai SINR tetap baik, Pada skenario penelitian ini direkomendasikan untuk menggunakan nilai daya pancar RN sebesar 27 dBm dan *Threshold SINR* 3.8 dB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Fan, G. Liu, K. Zheng, W. Wang, X. Shen, and Z. Ma, "Multihop Cellular Networks Toward LTE-Advanced," *IEEE Vehicular Technology Magazine*, pp. 40-47, Sept. 2009.
- [2] H. Holma, and A. Toskala, "LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access," United Kingdom: John Wiley and Sons, Inc, 2009.
- [3] A. Ahmed, W. AwadElkarim, and A.H. I. Makki, "Performance Evaluation of Uplink Multiple Access Techniques in LTE Mobile Communication System", Thesis, Department of Applied Signal Processing, Blekinge Institute of Technology, Swedia, 2010.