

## STUDI KINERJA KENDALI DAYA KANAL UPLINK 4G LTE BERDASARKAN SIGNAL TO INTERFERENCE RATIO (SIR)

Sapta Nugraha<sup>1</sup> dan Rozeff Pramana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Email: saptanugraha@umrah.ac.id

### ABSTRACT

*4G Long Term Evolution (LTE) has a standard for wireless communication with high-speed data access on cellular phones which have standard parameter i.e. power control. Power control is a method to avoid interference inter-users, as a result of power variations. Interference inter-users will cause performance limitations of the quality of service telecommunications operator. In this paper, we will design power control on the uplink channel based on the Signal to Interference Ratio (SIR) so that power level of mobile station (MS) are approximately equal. Simulation results show that power of MS can reach -7 dB, average time above 17 ms. The results of the SIR can order MS to equalize the SIR power levels transmitted by some MS with SIR reference value.*

**Keywords:** power control, uplink channel, SIR, mobile station

### ABSTRAK

4G Long Term Evolution (LTE) memiliki standar komunikasi nirkabel akses data berkecepatan tinggi pada telepon seluler yang memiliki parameter standar yaitu kendali daya. Kendali daya merupakan metode untuk menghindari interferensi antar pengguna akibat variasi daya. Interferensi antar pengguna menyebabkan keterbatasan kinerja kualitas layanan operator telekomunikasi. Pada penelitian ini, akan dirancang kendali daya kanal uplink berdasarkan SIR agar daya mobile station (MS) mendekati sama. Hasil simulasi menunjukkan bahwa daya MS dapat mencapai -7 dB, rerata waktu di atas 17 ms. Hasil menunjukkan SIR dapat memerintahkan MS menyamakan daya yang ditransmisikan beberapa MS dengan nilai SIR referensi.

**Kata Kunci:** kendali daya, kanal uplink, SIR, mobile station

### PENDAHULUAN

*Long Term Evolution (LTE)* merupakan pengembangan teknologi telekomunikasi dari 3G ke 4G. Kemampuan dan keunggulan dari LTE memiliki kecepatan dalam transfer data, cakupan area yang besar, serta memiliki kapasitas dan layanan yang lebih besar. Selain itu, penerapan penggunaan antena jamak, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth* operasinya, dan terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada dapat menekan biaya operasional yang lebih rendah (Suyuti dan Syarif, 2011; Usman dan Prihatmoko, 2011).

Peningkatan kapasitas dan layanan merupakan standar yang coba dikembangkan oleh teknologi LTE ini. Untuk meningkatkan

kapasitas dan layanan diperlukan sistem pengaturan daya yang optimal antara *Mobile Station (MS)* dan *eNodeB*. Sistem pengaturan daya dapat mengurangi interferensi antar pengguna jaringan telekomunikasi. Interferensi adalah gangguan sinyal komunikasi yang disebabkan oleh ikut diterimanya sinyal frekuensi lain yang tidak dikehendaki. Interferensi ini menyebabkan penurunan kinerja sistem radio seluler, baik berupa kapasitas maupun layanan jaringan telekomunikasi.

LTE memerlukan suatu kendali daya untuk meminimalisasi terjadinya interferensi antar pengguna, sebagai akibat variasi daya yang akan menimbulkan korelasi silang. Korelasi silang adalah kode

penyebar transmisi pada kanal *uplink* dengan menggunakan kode acak. Kendali daya bekerja dengan cara mengatur daya pancar pengguna penginterferensi karena level interferensi yang tinggi dari sel tetangga dapat membatasi area cakupan *uplink*. Kendali daya *uplink* dapat meningkatkan kinerja *cell-edge* sehingga kapasitas sistem bekerja secara optimal. Selain itu, kendali daya *uplink* cukup efektif dalam mengurangi interferensi pada sistem LTE-*advanced* (Khan, 2009; Febryanti, Hendranto, dan Kuswidiastuti, 2013; Cîrstea dan Ciochină, 2011).

LTE menggunakan teknik *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) pada kanal *uplink*. Kendali daya memiliki dua mekanisme dalam proses mengurangi interferensi yang terjadi, yaitu *Open Loop Power Control* (OLPC) dan *Closed Loop Power Control* (CLPC). Pengujian sistem diterapkan dengan membandingkan antara kinerja OLPC dan CLPC menggunakan skema frekuensi *reuse* yang berbeda. Mekanisme kinerja CLPC memiliki sistem yang optimal dibandingkan dengan kinerja OLPC (El-badawy, El-Ghawaby, dan Ali, 2012; Tejaswi dan Suresh, 2013)

Penelitian ini akan melakukan studi kinerja kendali daya agar *level* daya yang ditransmisikan dari setiap MS minimal mendekati sama. Hal ini diwujudkan dengan mengatur *level* daya yang ditransmisikan oleh MS menggunakan kendali daya *loop* tertutup pada kanal *uplink* melalui mekanisme algoritma *Signal to Interference Ratio* (SIR).

## METODE

### Kriteria Perancangan

Pada bagian ini akan dirancang mekanisme kendali daya menggunakan pendekatan algoritma SIR berdasarkan pada obyek yang berbeda. Algoritma SIR didasarkan pada obyek untuk secara langsung mengontrol

kualitas komunikasi atau kinerja sistem sesuai dengan SIR yang diterima pada *eNodeB*.

Mekanisme kendali daya pada kanal *uplink*, jika *eNodeB* mengukur rerata daya dari SIR yang diterima pada *reverse link* (*uplink*) yang diinginkan dalam suatu periode pengukuran daya, dinyatakan dengan  $\overline{SIR}$ . Perbandingan  $\overline{SIR}$  (dB) dengan *level* daya yang diinginkan  $D$  (dB) disebut mekanisme kendali daya SIR. Dalam bahasan ini,  $\overline{SIR}$  diperoleh dari :

$$\overline{SIR} = \bar{B} - (I(t) + n(t)) \quad (1)$$

dengan  $I(t)$  merupakan *level* interferensi dari semua *mobile station* yang lain dalam sistem.  $n(t)$  adalah *background noise*. *eNodeB* mengukur *rerata* daya sinyal yang diterima dalam suatu periode pengukuran daya yang dinyatakan dalam  $\bar{B}$ .

Perbedaan antara  $\overline{SIR}$  (dB) dan  $D$  (dB) dalam mekanisme SIR, dinyatakan dalam *err*, kemudian diumpankan ke dalam *Power Control Decision Command* (PCCMD). PCCMD ini akan mengirimkan sebuah perintah kendali daya ke *mobile station* via kanal umpan balik dari kanal *downlink*.

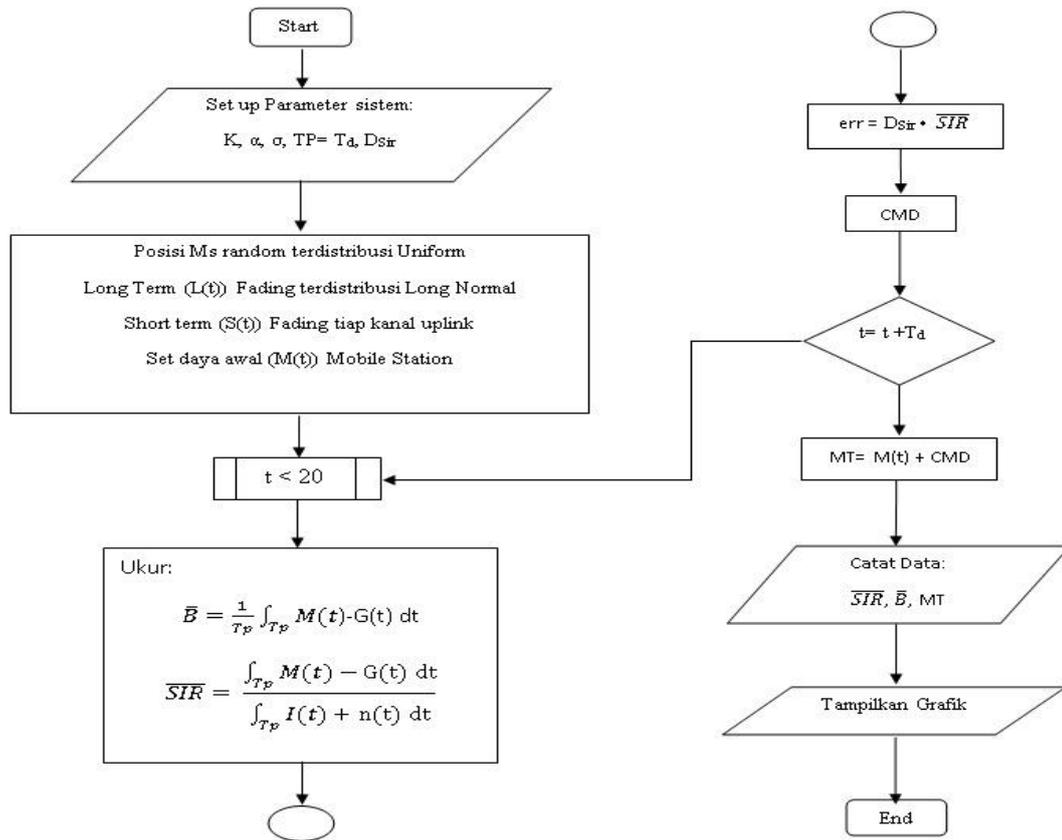
Aturan yang berhubungan untuk menentukan perintah kendali daya adalah jika nilai  $key \geq 0$ , maka nilai  $cmd = 0$ . Apabila nilai  $key < 0$ , maka nilai  $cmd = 1$ , dengan  $key = err / \Delta_p$  dan  $\Delta_p$  merupakan *step size minimum* untuk proses penajakan daya. Setelah menerima perintah kendali daya ( $cmd$ ), *mobile station* memancarkan daya yang diperbarui oleh sejumlah  $cmd * \Delta_p$  (dB).

Periode waktu yang diperlukan *mobile station* untuk melakukan satu operasi penajakan disebut *loop delay* dan dinyatakan  $T_d$ . *Loop delay* meliputi periode pengukuran daya ( $T_p$ ), *delay* propagasi kanal *uplink* dan *downlink*, dan *time delay* untuk membangkitkan, mentransmisikan, dan mengeksekusi perintah kendali daya. *Loop delay* memainkan peranan yang penting dalam mekanisme kendali daya.

### Pemodelan Sistem

Perancangan pemodelan sistem kinerja *kendali daya* ini berdasarkan mekanisme *closed loop kendali daya* pada kanal *uplink* dengan metode *fixed step*. Diagram alir mekanisme pemodelan sistem dengan metode *fixed step* ini

ditunjukkan pada gambar 1. Pemodelan ini menggunakan sistem dengan sel tunggal. Sel yang dimaksud diasumsikan bebas dari *edge effect*. MS dalam sel tersebut diasumsikan di dalam sel dengan kerapatan *uniform* dengan jumlah  $N_u$  MS.



Gambar 1. Diagram Alir Pemodelan Sistem

Sinyal radio pada waktu  $t$  dalam kanal *uplink* dari pusat sel diasumsikan mengalami redaman oleh suatu channel gain  $G(t)$  yang meliputi *long term fading* dan *short term fading*. *Long term fading* dinyatakan oleh  $L(t)$  dan menggambarkan rerata dari daya sinyal. *Short term fading* dinyatakan oleh  $S(t)$  menjelaskan *multipath fading*. Oleh karena itu, diberikan daya yang ditransmisikan sebuah *mobile station*  $M(t)$ , maka daya yang diterima eNodeB  $\bar{B}$  dapat diperoleh dengan:

$$\bar{B}(t) = M(t) + G(t) = M(t) + L(t) + S(t) \quad (2)$$

*Long term fading*  $L(t)$  merupakan suatu *random variable* yang dimodelkan sebagai berikut:

$$L(t) = K \cdot r^{-\alpha} \cdot 10^{\xi/10} \quad (3)$$

dengan  $K$  adalah suatu konstanta,  $r$  merupakan jarak antara *eNodeB* dan *mobile station*,  $\alpha$  dinamakan *eksponen path rugi*, dan  $\xi$  adalah *random variable* terdistribusi normal dengan rerata nol dan variansi  $\sigma$ . Dalam simulasi ini digunakan  $K=1$ ,  $\alpha=4$  dan  $\sigma=8$ . *Short term fading*  $S(t)$  yang digunakan pada simulasi ini juga merupakan *random variable* dengan distribusi *Rayleigh*.

Pada periode pengamatan *loop delay*, setiap *mobile station* diasumsikan bergerak secara kontinyu dalam suatu area geografis yang kecil, sehingga kanal radio *uplink* mempunyai rugi redaman dan *shadowing* yang *uniform*. Oleh karena itu, *long term fading* pada tiap kanal *uplink* dapat dianggap konstan selama periode pengamatan. Antena yang digunakan oleh *eNodeB* dan *mobile station* dianggap *omnidirectional*. Aktivitas suara dan *soft handoff* tidak diperhitungkan dalam simulasi ini.

*Microcell* digunakan pada area dengan kepadatan yang tinggi, seperti pusat kota, jalan raya atau pusat bandar udara, dan memiliki ukuran sel yang kecil untuk mencapai kapasitas pengguna per unit area yang lebih tinggi. Ukuran *microcell* (0.5 Km sampai 2 Km) dan antena pada *microcell* juga bekerja dengan daya pancar yang relatif lebih kecil (kurang dari 20 mW).

*Level* daya dari MS berdasarkan *link budget* untuk sistem LTE maksimum 200 mW atau 23 dBm. Berdasarkan parameter tersebut, simulasi ini diasumsikan yang mana MS bergerak secara *random* dalam area sel 0.5 Km hingga 2 Km. Nilai *level* SIR referensi untuk simulasi yaitu -7 dB. Daya pancar MS diasumsikan 0,01 mW atau -50 dB.

Parameter LTE yang diinginkan pada simulasi ini dinyatakan dalam bit *error rate* adalah kurang dari  $10^{-3}$  atau Eb/Io berkisar 4 – 5 untuk *uplink*. Data rate 64 Kbps dan laju *chips* (W) = 4,096 Mcps, sehingga *processing gain* W/R=64, maka minimum SIR yang diinginkan adalah sekitar -7 dB. Tabel 1 menunjukkan parameter-parameter simulasi yang digunakan dalam perancangan sistem *uplink* kendali daya ini.

**Tabel 1. Parameter Simulasi**

Parameter	Nilai
<i>Data Rate (Kbps)</i>	64
<i>Chips Rate (Mcps)</i>	4.096
<i>Processing Gain</i>	64
<i>Frequency Carrier (MHz)</i>	2100
<i>Max. Tx Power MS (dBm)</i>	23
SIR Referensi (dB)	-7
<i>Mobile Station (user)</i>	10
Eb/Io	5
	0.5 –
Jangkauan <i>Microcell</i> (Km)	2
Daya Pancar Antena (mW)	< 20
<i>Frequency Reuse</i>	1
Gain Antenna Sektorisasi	2.4
Periode PC = Tp (ms)	0.2

Pada bagian sebelumnya telah disebutkan bahwa, *long term fading* konstan untuk setiap pengguna dengan asumsi perpindahan MS relatif kecil. Sementara *short term fading* diasumsikan terdistribusi *Rayleigh*. *Short term fading* terdistribusi *Rayleigh* yang digunakan pada simulasi ini dapat dilihat pada gambar 2.

### Sebelum Kendali Daya dilakukan

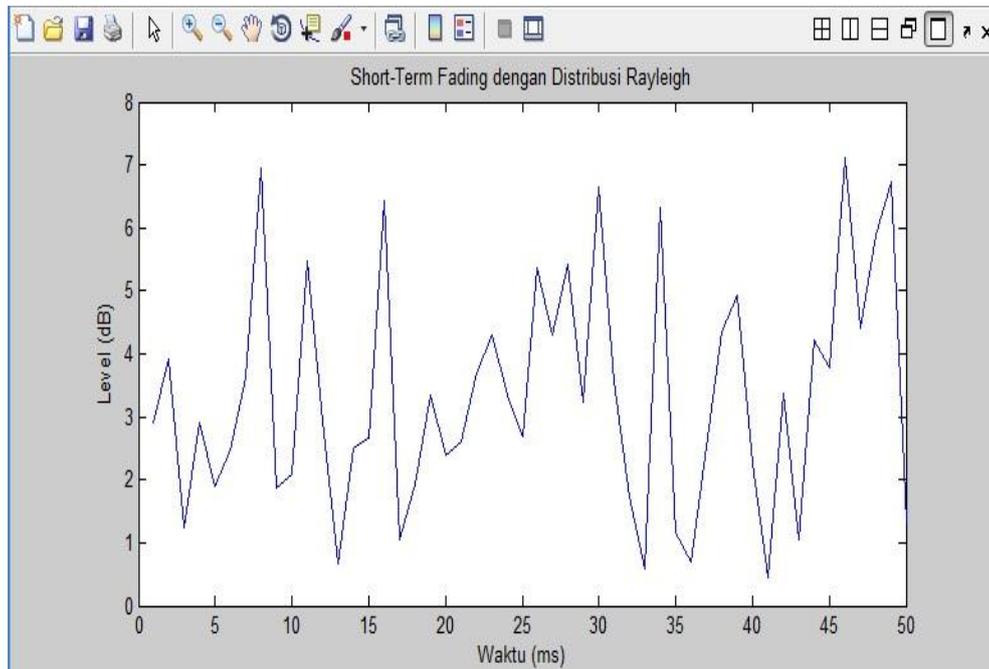
Hasil simulasi SIR yang ditransmisikan beberapa *mobile station* sebelum kendali daya sebesar -50 dB ditunjukkan gambar 3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *level* daya yang ditransmisikan beberapa *mobile station* sebelum kendali daya mendapatkan hasil yang sama yaitu sebesar -50 dB.

Hasil simulasi *level* daya yang diterima *eNodeB* sebelum menggunakan kendali daya ditunjukkan gambar 4 dengan nilai SIR referensi adalah -7 dB. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *level* daya yang diterima *eNodeB* dari beberapa MS sebelum kendali daya terlihat berbeda dari SIR referensi. Hal ini disebabkan oleh faktor jarak (*near-far*) dan *shadowing* dari MS menuju *eNodeB*. Faktor jarak ini menentukan lokasi setiap MS berbeda dengan MS yang lainnya. Perbedaan lokasi

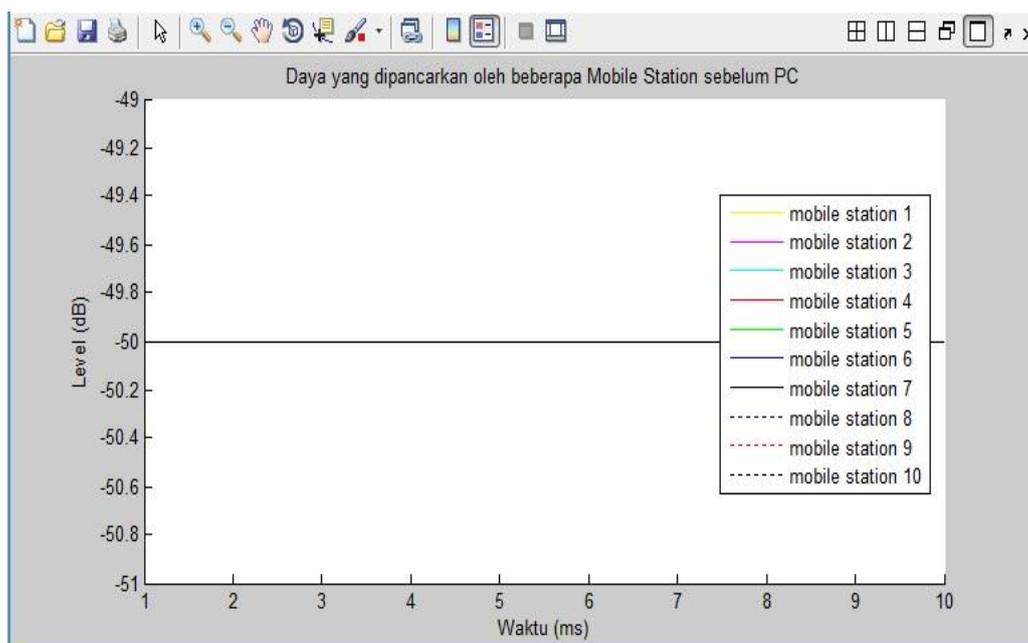
ditentukan berdasarkan distribusi acak pada lokasi MS.

Selain itu, adanya interferensi antar MS juga mengakibatkan *level* daya yang diterima BS belum stabil. Perbedaan inilah yang coba

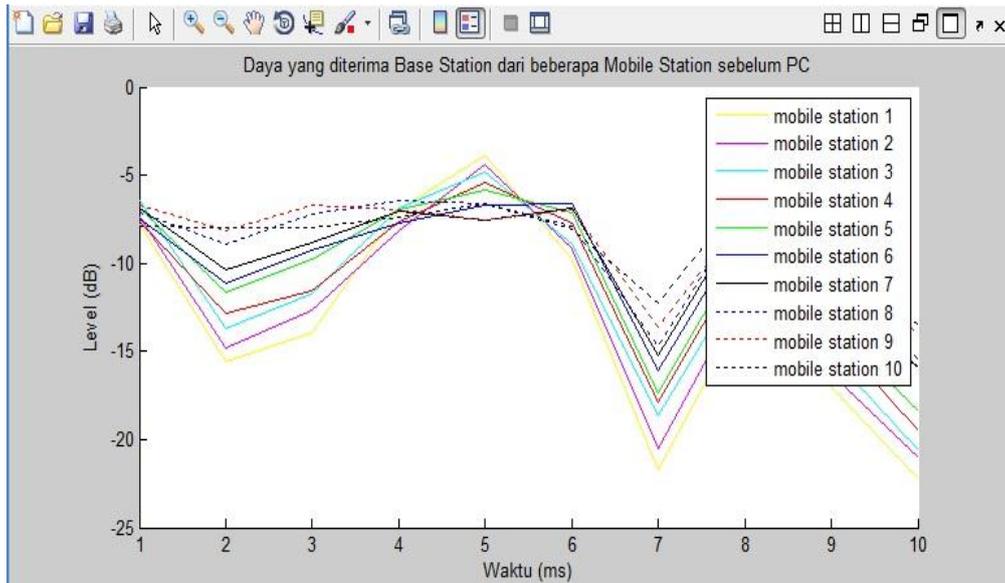
akan dilakukan pengaturan *level* daya sehingga akan menyesuaikan dengan *level* daya target yang diinginkan menggunakan mekanisme kendali daya.



Gambar 2. Short Term Fading Terdistribusi Rayleigh



Gambar 3. Daya yang ditransmisikan *Mobile Station* Sebelum Kendali Daya



Gambar 4. Daya yang diterima *eNodeB* Sebelum Kendali Daya

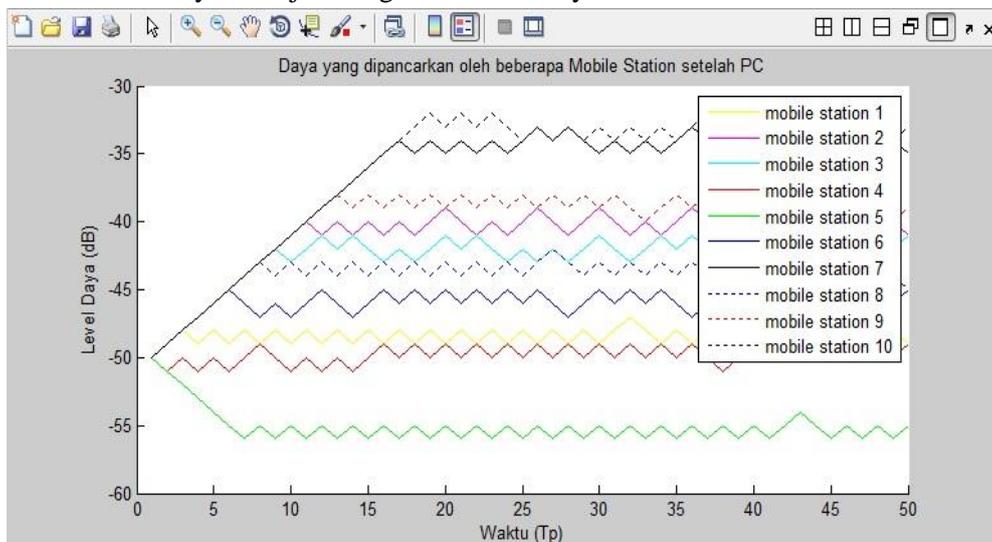
**Setelah Kendali Daya dilakukan**

Hasil simulasi level daya yang ditransmisikan beberapa MS dengan menggunakan kendali daya sebesar -50 dB ditunjukkan gambar 5. Hasil simulasi menunjukkan perubahan daya pancar beberapa MS akibat adanya penggunaan kendali daya. Daya pancar MS pada simulasi ini akan terus mengalami perubahan selama proses komunikasi akibat adanya pergerakan dan multipath fading yang dialami oleh MS.

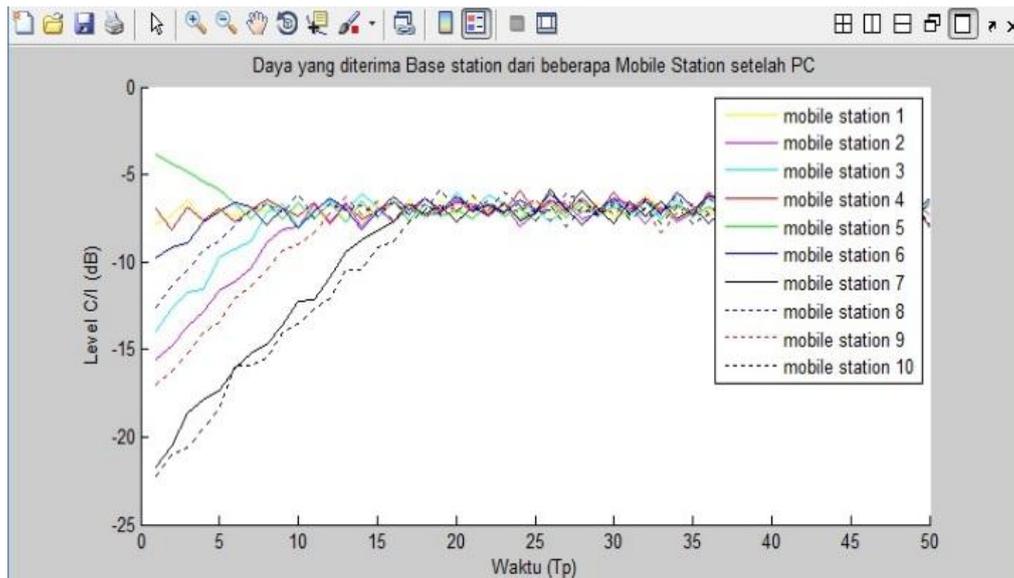
Hasil simulasi *level* daya yang diterima *eNodeB* dari beberapa MS setelah menggunakan kendali daya ditunjukkan gambar

6. Hasil simulasi menunjukkan bahwa SIR mencapai *level* daya -7 dB dengan waktu rata-rata di atas 17 ms. Hal ini menunjukkan bahwa kendali daya dapat melakukan tugasnya dengan baik yaitu memerintahkan MS untuk menyamakan *level* daya SIR yang ditransmisikan oleh beberapa MS dengan nilai SIR referensi.

Pada algoritma SIR, nilai fluktuasi *level* daya -7 dB dengan waktu *sampling* terdekat (MS 1) adalah 1 ms dan waktu *sampling* terjauh (MS 10) adalah 17 ms. Waktu *sampling* ini terjadi berdasarkan pada perubahan kendali daya.



Gambar 5. Daya yang ditransmisikan *Mobile Station* Setelah Kendali Daya



Gambar 6. Daya yang diterima eNodeB Setelah Kendali Daya

## SIMPULAN

Algoritma SIR merupakan salah satu algoritma yang optimal digunakan dalam teknik *uplink* kendali daya. Hasil menunjukkan bahwa SIR mencapai *level* daya -7 dB dengan waktu rata-rata di atas 17 ms. Hal ini menunjukkan bahwa kendali daya dapat memerintahkan MS untuk menyamakan *level* daya SIR yang ditransmisikan oleh beberapa MS dengan nilai SIR referensi.

## DAFTAR RUJUKAN

Cîrstea, E.-R., & Ciochină, S. 2011. *Adaptive, 3<sup>rd</sup> International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications*.

El-badawy, H., El-Ghawaby, M. M., & Ali, H. H. 2012. *The Seventh International*

*Conference on Digital Telecommunications*,

Febryanti, S., Hendratoro, G., & Kuswidiastuti, D. 2013. *Jurnal Teknik Pomits*.

Khan, F. 2009. *LTE for 4G Mobile Broadband. Air Interface Technologies and Performance*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Suyuti, S., & Syarif, S. 2011. *Jurnal Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS*.

Tejaswi, E., and Suresh, B. 2013. *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol*.

Usman, K., & Prihatmoko, G. U. 2011. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung: Informatika.