

# Kinerja Sinyal Referensi *Long Block* dan *Short Block* pada *Single Carrier – Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) Uplink Long Term Evolution (LTE)*

Subuh Pramono

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang  
E-mail : pramoeno\_e\_soeboeh@yahoo.ca

## Abstrak

Sinyal referensi berfungsi sebagai sinyal pilot untuk mengetahui kondisi kanal, sinyal ini sebagai umpan balik pada arah *uplink*. Sinyal referensi terdiri atas 2 jenis, *long block* dan *short block*. Tipe *long code* terdapat 1 kali dalam 1 periode *time slot* (0.5ms), sedangkan tipe *short block* terdapat 2 kali dalam 1 periode *time slot*. Hasil simulasi menunjukkan sinyal referensi tipe *short block* menghasilkan perbaikan sistem untuk *user* bergerak dengan kecepatan tinggi (150 km/jam)-dengan *doppler spread* besar (263,9 Hz), terutama pada *block error rate*. Sistem dengan *Block Error Rate (BER)*  $10^{-2}$  dan modulasi 16QAM, *short block* memberikan perbaikan  $\pm 2$  dB dibandingkan *long block*, sedangkan dengan level modulasi lebih rendah-QPSK, *short block* hanya memberikan perbaikan  $\pm 1$  dB dibandingkan *long block*. Dengan periode kemunculan yang lebih sering dalam 1 periode *time slot*, tipe *short code* memberikan informasi umpan balik kondisi kanal lebih sering.

**Kata Kunci :** SC-FDMA, OFDM, LTE, Long Block, Short Block

## Abstract

Reference signal function as a pilot signal which determines a channel condition. It's as a feedback in the *uplink directio*. Reference signal has two types i.e *long block* and *short block*. Long block exists once at one *time slot* (0.5 ms), whereas *short block* is twice at one *time slot*. Simulation results show that the *short block* reference signal yields a refinement system, particularly on high speed user (above 150 km/h) with *doppler spread* 263,9 Hz. System with *Block Error Rate (BER)*  $10^{-2}$  and 16 QAM, *short block* reference signal gives a gaining about  $\pm 2$  dB better than *long block* type, while using QPSK (lower modulation level), *short block* just gives a gaining about  $\pm 1$  dB than *long block* type. Better performances yielded by *short block* is influenced by frequency of appearance on one *time slot* period.

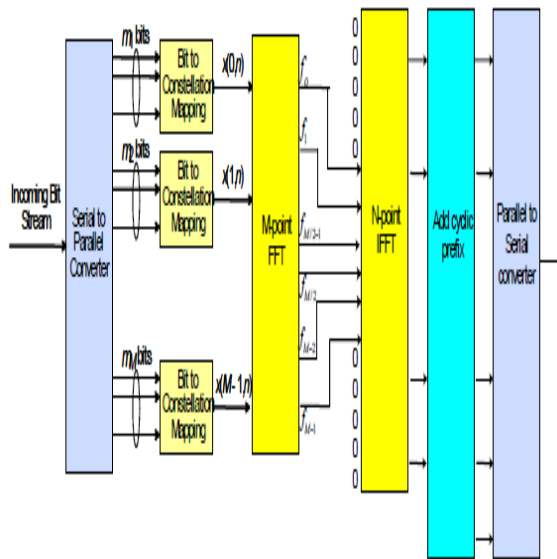
**Keywords :** SC-FDMA, OFDM, LTE, Long Block, Short Block

## I. PENDAHULUAN

Sistem OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) cocok digunakan pada sistem downlink LTE. Akan tetapi pada *uplink LTE* tidak cocok diterapkan sistem OFDMA karena masalah PAPR (Peak to Average Power Ratio) yang jelek, hal ini sangat mempengaruhi daerah cakupan *uplink*. Untuk mengatasi ini, pada sistem *uplink LTE (TDD dan FDD)* dikembangkan SC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) dengan *cyclic prefix*. SC-FDMA mempunyai PAPR lebih bagus jika dibandingkan OFDMA. PAPR sangat mempengaruhi karakteristik *power amplifier* pada perangkat *user*. SC-FDMA mempunyai beberapa kesamaan dengan OFDMA dalam hal pengolahan sinyalnya. DFTS-OFDM (DFT

spread-OFDM) dipilih pada sistem SC-FDMA untuk membangkitkan sinyalnya[1]

DFT spread-OFDM, DFT (Discrete Fourier Transform) dengan ukuran M ditempatkan / diaplikasikan pada sistem modulasi M simbol, QPSK, 16QAM, 64QAM digunakan pada sistem *uplink LTE*. DFT mentransformasikan simbol modulasi ke domain frekuensi. Hasil dari transformasi ini dipetakan ke *sub-carrier* berurutan yang ada. *N point IFFT*, dengan  $N > M$  kemudian diikuti penambahan *cyclic prefix* dan konversi paralel ke seri, hal ini sebagai sistem OFDM[1].

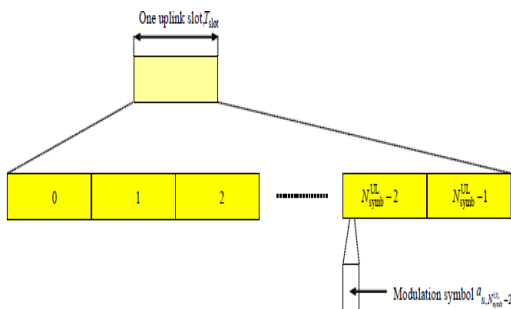


Gambar 1 Deskripsi sistem *DFT-spraed OFDM*

*DFT* merupakan perihal yang mendasar yang membedakan *SC-FDMA* dengan *OFDM* dalam hal pembangkitan sinyal.

1.1 Parameter *SC-FDMA*

Struktur *uplink LTE* meliputi ukuran 1 *frame* 10 ms (20 slot masing masing 0,5 ms), 1 *subframe* terdiri atas 2 slot[1].



Gambar 2 Struktur *time slot*

Setiap *time slot* membawa  $N_{symb}^{UL}$  simbol *SC-FDMA*,  $N_{symb}^{UL}=7$  untuk *cyclic prefix* normal,  $N_{symb}^{UL} = 6$  untuk *cyclic prefix* ekstensi. Simbol *SC-FDMA* nomor ke-4 membawa sinyal referensi untuk demodulasi kanal.

TABEL 1  
PARAMETER STRUKTUR *FRAME* ARAH *UPLINK*

Konfigurasi	Jumlah simbol per <i>time slot</i> ( $N_{symb}^{UL}$ )	Panjang <i>cyclic prefix</i> (sampel)	Panjang <i>cyclic prefix</i> ( $\mu s$ )
<i>Cyclic prefix</i> normal ( $\Delta f = 15kHz$ )	7	160 (simbol pertama) 144 (simbol lain)	5,2 (simbol pertama) 4,7 (simbol lain)
<i>Cyclic prefix</i> ekstensi ( $\Delta f = 15kHz$ )	6	512	16,7

Sistem *uplink LTE* dalam domain frekuensi terdiri 12 *subcarrier*, akan tetapi hanya angka integer 2,3 dan 5 yang boleh digunakan untuk desain sistem *DFT*-nya. *TTI* (*Transmission Time Interval*) *uplink LTE* sebesar 1 ms.

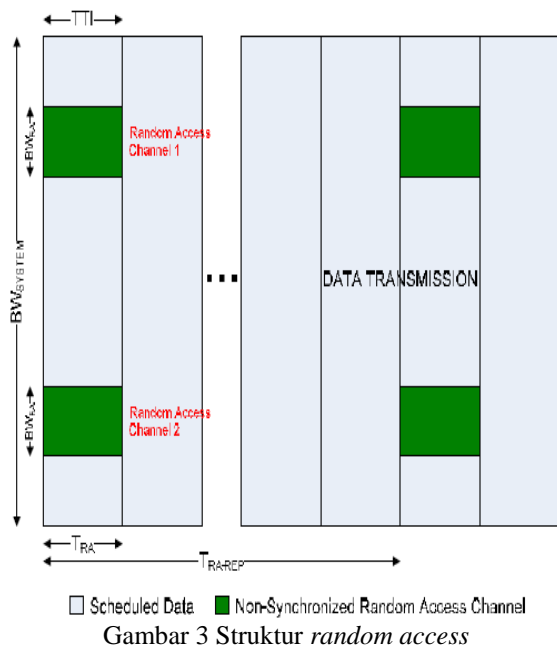
Data user dibawa dalam kanal *PUSCH* (*Physical Uplink Shared Channel*), kanal ini dibatasi oleh bandwidth transmisi dan pola frekuensi *hopping*. *PUCCH* (*Physical Uplink Control Channel*) membawa informasi untuk kontrol pada kanal *uplink*, diantaranya informasi *CQI* (*Channel Quality indicator*), informasi *ACK/NACK* dari paket data *downlink*.

1.2 Sinyal Referensi pada *Uplink*

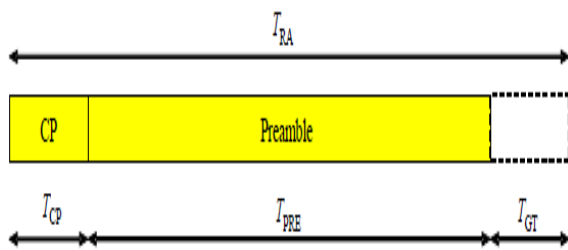
Sinyal referensi *uplink* digunakan untuk dua tujuan, pertama digunakan untuk estimasi kanal pada *eNodeB* sebagai referensi proses demodulasi data dan kontrol. Kedua, sinyal referensi menghasilkan informasi kualitas kanal sebagai data awal untuk proses *scheduling* pada *ENodeB*, proses ini disebut *channel sounding*. Sinyal referensi *uplink* ini berdasarkan deretan *CAZAC* (*Constant Amplitude Zero Auto-Correlation*)  
*Uplink scheduling* : penjadwalan *resource uplink* dilakukan oleh *ENodeB*. *ENodeB* menjadwalkan *resource* frekuensi ataupun waktu tertentu untuk *user* dan menginformasikan format tertentu yang akan digunakan, proses penjadwalan ini melalui *PDCCH* pada arah *downlink*. Penjadwalan berdasarkan *QoS*, status *buffer* user, kualitas kanal *uplink*, dll.

*Non-synchronized random access* : *random access* digunakan inisialisasi permintaan

panggilan saat akan dilakukan *handover* (dari kondisi *idle* ataupun sedang aktif-panggilan)



Gambar 3 Struktur *random access*



Gambar 4 : *Random access preamble*

Kanal *random access* jamak didefinisikan domain frekuensi dalam periode satu kali durasi akses  $T_{RA}$  seperti gambar 4. Didalam satu periode satu *subframe* yang berdurasi 1 ms terdapat : *sequence preamble* berdurasi  $T_{PRE} = 0.8 ms$ , durasi *cyclic prefix*  $T_{CP} = 0.1 ms$ . Lebar bandwidth untuk *preamble* 1,08 MHz terdiri dari 72 *sub-carrier*. Biasanya, setiap sel terdapat 64 *random access preamble*, yang dibangkitkan berdasar aturan *Zadoff-Chu*.

Setelah user mengirimkan *preamble* melalui kanal *random access* tertentu, user menunggu pesan respon dari *random access*, jika dideteksi ternyata tidak ada respon, maka *preamble* lain akan dikirimkan lagi, dan seterusnya.

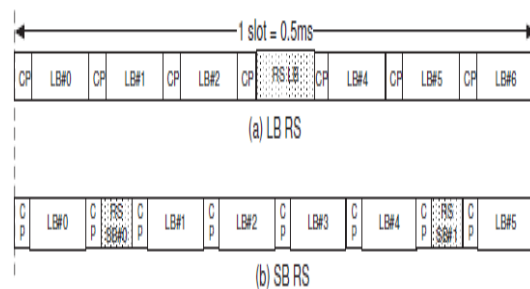
*Uplink adaptation* : meliputi sistem *power control*, modulasi, *channel coding rate* yang bersifat adaptif.

*Uplink timing control* : kontrol ini diperlukan untuk membatasi/mengatur waktu transmit antara user satu dengan yang lain

*Hybrid ARQ*: *ENodeB* mempunyai kemampuan untuk meminta kirim ulang paket data yang tidak benar

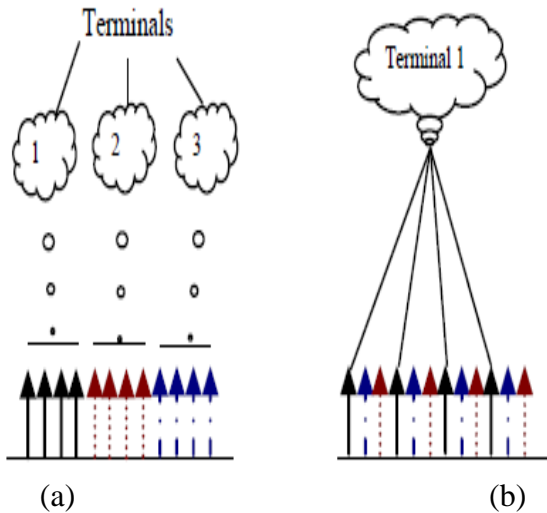
Sinyal referensi berdasarkan durasinya dapat dibagi dua jenis[2], seperti pada gambar 5 :

- Satu simbol sinyal referensi per *time slot* berdurasi sama dengan satu simbol data *SC-FDMA*, disebut *Long Block (LB)*, simbol sinyal referensi ini mempunyai spasi antar *subcarrier* sama dengan pada simbol data *SC-FDMA*
- Dua simbol sinyal referensi per berdurasi setengah dari satu simbol data *SC-FDMA*, disebut *Short Block (SB)*.



Gambar 5 a) Struktur sinyal referensi *long block*  
b) struktur sinyal referensi *short block*

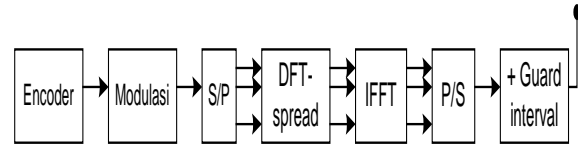
*SC-FDMA* dan *OFDMA* merupakan teknik *multiple access* berbasis *OFDM*. Pada *SC-FDMA* terdapat dua skema didalam memetakan *subcarrier*, *FDMA* terdistribusi dan *FDMA* lokal [3][4].



Gambar 6 a) *FDMA* lokal b) *FDMA* terdistribusi (sistem dengan 12 *subcarrier*, 3 *user*, alokasi 4 *subcarrier* tiap *user*)

II. PERANCANGAN SISTEM

Simulasi dilakukan dengan *Matlab*, garis besar perancangan sistem penelitian ini sebagai berikut :

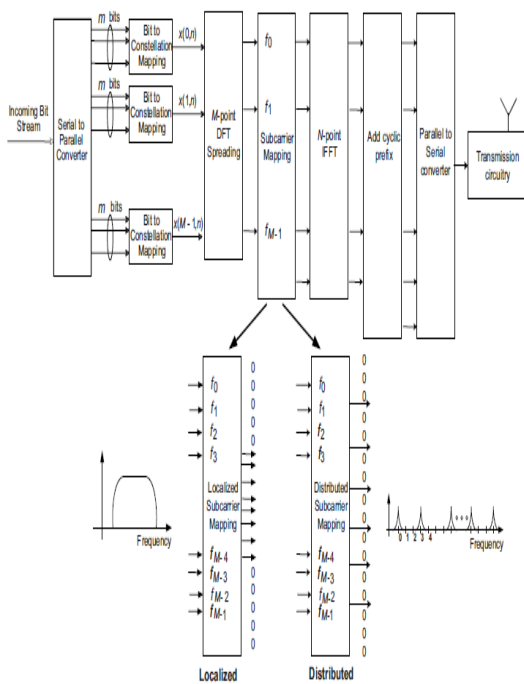


Gambar 8 Bagian pengirim

Pada gambar 8 menunjukkan blok blok sistem yang dilakukan pada simulasi, meliputi : blok *encoder* berfungsi untuk melakukan coding kanal, blok, jenis yang dipakai *block code*. Blok modulasi untuk melakukan modulasi sinyal, memakai *QPSK* dan *16 QAM*. Blok serial to parallel (S/P) untuk membagi single data rate menjadi beberapa keluaran. Blok *DFT-spread* dan blok *IFFT* merupakan inti dari simulasi ini, yang membedakan dengan *OFDM* *downlink*.

TABEL 2  
PARAMETER SIMULASI

	Parameter	Nilai
1	<i>Code rate</i>	1/3
2	Kecepatan <i>user</i>	47 km/jam ; 150 km/jam
3	Spasi antar <i>carrier</i>	15 KHz
4	Durasi <i>time slot</i>	0,5 ms
5	Durasi simbol <i>SC-FDMA</i>	66,7 μs
6	Durasi <i>subframe</i>	1 ms
7	Jumlah <i>subcarrier</i> per <i>RB (Resource Block)</i>	12
8	Ukuran <i>FFT</i>	128
9	Modulasi	<i>QPSK, 16 QAM</i>
10	Frekuensi	1,9 GHz

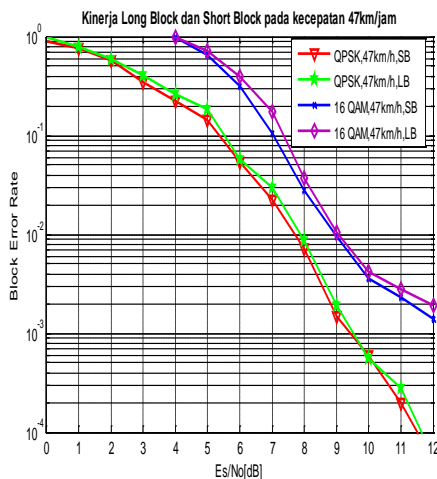


Gambar 7 : Pemetaan *subcarrier* *FDMA* terdistribusi dan *FDMA* lokal pada bagian *transmitter*

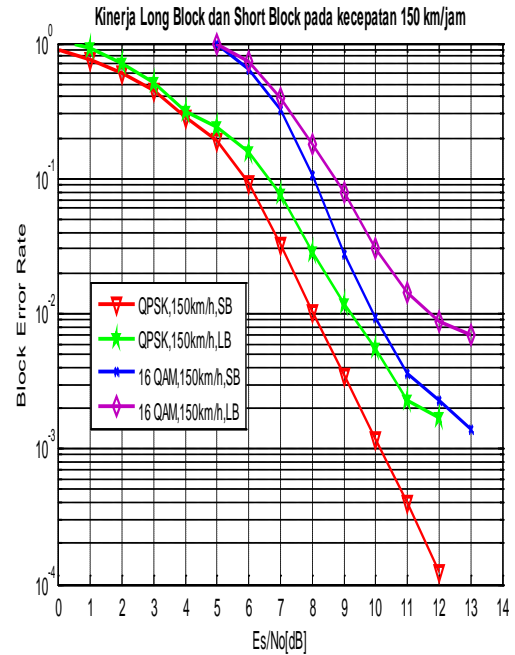
Tabel 2 menunjukkan parameter teknis dari simulasi. Dari beberapa parameter yang tercantum pada tabel 2, parameter tentang kecepatan *user* perlu mendapatkan perhatian khusus. Hal ini dikarenakan berhubungan dengan efek doppler yang timbul akibat pergerakan *user*, ini sangat mempengaruhi kinerja sistem, apalagi pada simulasi terdapat kecepatan 150 km/jam yang tergolong kecepatan tinggi.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari gambar 9 menunjukkan sinyal referensi tipe *long block* dan *short block* kurang berpengaruh dalam kinerja sistem, terutama memperbaiki *block error rate*. Hal ini disebabkan *user* bergerak dalam kategori sedang-lambat (47km/jam), *doppler spread* yang dihasilkan masih kecil, sehingga perbedaan durasi (*long* dan *short*) sinyal referensi tidak terlalu berpengaruh.



Gambar 9 : Kinerja sinyal referensi tipe long block dan short block pada kecepatan 47km/jam



Gambar 10 : Kinerja sinyal referensi tipe *long block* dan *short block* pada kecepatan 150 km/jam

Gambar 10 menunjukkan, pada kecepatan tinggi (150 km/jam), *doppler spread* yang dihasilkan besar (263,9 Hz) akibatnya *bandwidth* koheren yang dihasilkan kecil sehingga peranan sinyal referensi sangat dibutuhkan. Sinyal referensi tipe *short block*, terdapat 2 kali dalam satu *time slot*, sedangkan tipe *long block* hanya 1 kali dalam satu *time slot*. Kondisi kanal akan lebih terpantau dan selalu di *update* dengan tipe *short block*, sehingga tipe ini cenderung memperbaiki sistem (*QPSK* dan *16 QAM*), khususnya pada *block error rate*.

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Modulasi *16 QAM* membutuhkan *Es/No* lebih besar dibanding *QPSK*
2. Sinyal referensi *short block* terdapat 2 kali dalam 1 *time slot*, akan memperbaiki kinerja *block error rate*, dibanding sinyal referensi *long block* yang hanya terdapat 1 kali dalam 1 *time slot*.
3. Periode sinyal referensi yang lebih sering akan lebih mempermudah sistem membaca kondisi kanal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. “*UMTS Long Term Evolution (LTE) Technology Introduction*”. Rohde & Schwarz, 2007
- [2] Issam Toufik, Stefania Sesia, Matthew Baker. “*LTE – The UMTS Long Term Evolution : From Theory to Practice*”. A John Wiley & Sons, Ltd, 2011
- [3] Mohammad A. Matin, Bader Hamad Alhasson. “*PAPR Performance analysis of DFT-spread OFDM for LTE Uplink transmission*”.(IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 9, No. 10, October 2011
- [4] Muhammad, Bilal. “*Closed loop power control for LTE uplink*” Blekinge Institute of Technology School of Engineering. November 2008