

PERBANDINGAN OSR (*OVERSAMPLING RATIO*) PADA PEMODELAN TEKNIK MODULASI SIGMA DELTA DAN Q-JOINT

Irawati Razak¹⁾, Farchia Ulfiah¹⁾, Airin Dewi Utami¹⁾, Lidemar Halide¹⁾
¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this study was to optimize the performance of Broadband 4G to accommodate QoS (Quality of Service) on the efficiency of frequency spectrum and linearity stability in the transmitter / receiver infrastructure. The research method simulates a transmitter design that applies a sigma delta band-pass modulation and a Q-joint quantization system. This modulation technique is the initial structure for RF transmitter design using the power amplifier (SMPA) mode switch. The result achieved is the comparison of the OSR values in the Delta Sigma transmitter simulation shows the greater the OSR value the wider the bandwidth.

Keywords: *Oversampling Ratio, Sigma Delta, Q-joint*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan sistem *radio frequency* (RF) seperti jaringan seluler, akses LAN nirkabel, dan sistem *wireless broadband* saat ini memang dituntut untuk melaksanakan komunikasi dengan kecepatan data yang sangat tinggi. Di Indonesia, implementasi 4G masih menyisakan konflik antar tuntutan kebutuhan data rate yang lebih tinggi dengan keterbatasan spektrum radio. Teknologi *long term evolution* 4G atau LTE 4G berbasis *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) ini pun belum bisa diselenggarakan sepenuhnya di Indonesia terkait masalah pengalokasian frekuensi yang sudah cukup rapat. Walaupun OFDM hadir sebagai teknik transmisi *multicarrier* yang mampu memberikan solusi handal terhadap tuntutan akses layanan kecepatan tinggi secara *realtime* dengan performansi yang baik bagi LTE 4G. Namun, nilai *peak-to-average power ratio* (PAPR) telah menimbulkan kenonlinearan pada system penguat daya (*power amplifier*, PA) Gouda (2013). *Distorsi nonlinear* menyebabkan intermodulasi dan efeknya dimana *subcarrier* tidak lagi orthogonal. Selain itu dapat meningkatkan kompleksitas pada *analog-to-digital converter* dan *digital-to-analog converter* (ADC/DAC).

Teknik modulasi *band-pass* $\Sigma\Delta$ merupakan struktur permulaan bagi desain pemancar RF menggunakan *switch mode power amplifier* (SMPA). Keyzer (2001) dalam penelitiannya bahwa modulator *band-pass* $\Sigma\Delta$ mampu menghasilkan sebuah deretan signal pulsa dan mampu menekan *quantisation noise* sehingga sangat cocok sebagai masukan ke penguat-penguat SMPA. Teknik modulasi ini dapat menghilangkan prosesi analog melalui DSP dengan cara mengganti *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit ADC dengan *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit DAC. Modul DSP dapat menghasilkan input signal baseband *I-Q*. Kedua input tersebut akan diinterpolasi dengan *sampling frequency* (f_s) yang cukup besar sebelum dilakukan konversi sinyal. Metode konversi dilakukan dengan cara masing-masing signal baseband *I-Q* dikalikan dengan deret pulsa 1,1,-1,-1,... (untuk baseband-*I*) and -1,1,1,-1,... (untuk baseband-*Q*). Hasil proses konversi kemudian digabungkan dan diteruskan ke modulator *band-pass* $\Sigma\Delta$ dimana akan menghasilkan sederetan signal digital *waveform* untuk kemudian diteruskan ke SMPA. Teknik modulasi ini memerlukan f_s yang empat kali lebih besar dari *carrier frequency* (f_c) RF. Dengan tingginya kecepatan waktu (*clock rate*) tersebut maka pula memerlukan konsumsi daya yang besar sehingga bisa mengurangi efisiensi sistemnya.

Implementasi lain pada teknik *band-pass* $\Sigma\Delta$ yaitu menggunakan kombinasi dua modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ untuk baseband-*I* dan baseband-*Q* telah diteliti oleh Helaoui (2008). *Upconverter* ini dilengkapi dengan tiga buah unit *multiplexer* (Mux) yang beroperasi seperti *quadrature modulator* untuk mengkonversi bit kuantisasi $\hat{I}-\hat{Q}$ ke bentuk signal RF melalui f_c . Hal ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$y_R(n) = \hat{Q} \sin\left(2\pi \frac{f_c}{f_c} n\right) + \hat{I} \cos\left(2\pi \frac{f_c}{f_c} n\right) \quad (1)$$

Pada saat $f_c = 4f_c$ maka persamaan (1) menjadi:

¹⁾ Korespondensi penulis: Irawati Razak, Telp 081343841230, ira_razak@yahoo.com

$$\sin\left(2\pi \frac{f_c}{f_c}\right) = 0,1,0,-1,0,1, \dots \quad (2)$$

$$\cos\left(2\pi \frac{f_c}{f_c}\right) = 1,0,-1,0,1,0 \dots \quad (3)$$

Teknik polar $\Sigma\Delta$ beroperasi pada sinyal berskema polar (amplituda $A(t)$ and fasa $\Phi(t)$) dan bukan skema $I-Q$, Nielsen (2007). Struktur polar $\Sigma\Delta$ ini bertujuan untuk mengurangi aktivitas switching dan mengurangi penggunaan komponen analog.

Setiap sampul amplituda sinyal input $A(t)$ akan mewakili nilai rata-rata periode 'on'-'off' (*burst mode*) berbentuk signal pulsa dan inilah sebagai bagian output modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$. Sedangkan fasa input akan mewakili pewaktuan pada pembawa RF. Gerbang penguat beroperasi dalam mode saturasi dengan input berupa gelombang segiempat.

Keyzer (2002) melakukan penelitian dengan mengembangkan struktur $\Sigma\Delta$ melalui dua modulator $\Sigma\Delta$, dimana masing-masing modulator menghasilkan pulsa signal yang mengandung nilai amplitude dan fasa signal. Struktur $\Sigma\Delta$ juga dirancang dengan menambahkan blok konversi *pulse width modulation* (PWM) dan *pulse position modulation* (PPM). Amplitude signal dikuantisasi kedalam tiga level dan fasa signal dikuantisasi kedalam delapan level.

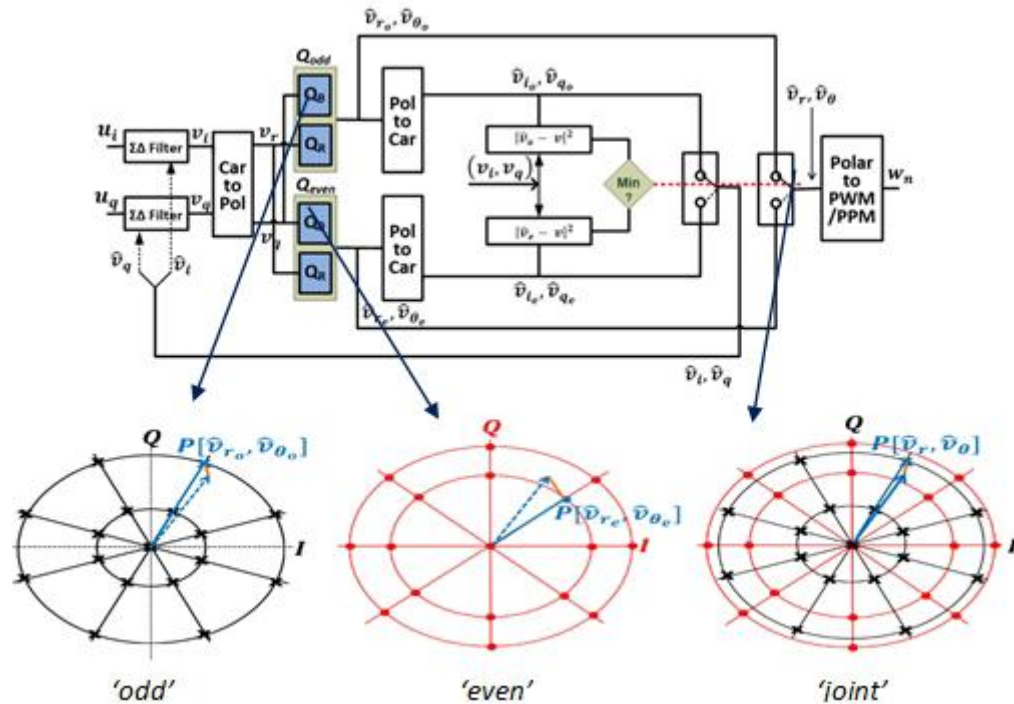
Bassoo (2009) melakukan penelitian pengembangan pada struktur polar $\Sigma\Delta$, Input signal berupa baseband $I-Q$ dikonversi kedalam format polar menghasilkan R, θ . Dua buah modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ ditempatkan untuk masing-masing signal R (amplituda) dan θ (fasa). Nilai R dikuantisasi dalam 4 level sedangkan θ dikuantisasi dalam 16 level terdistribusi antara nilai 0 hingga 2π . Hasil kuantisasi akan dijadikan unit loop (*feedback*) ke filter $\Sigma\Delta$ dan juga diteruskan ke blok 'Polar to PWM/PPM' menghasilkan pulsa *waveform*, yang selanjutnya sebagai input untuk SMPA.

Dari hasil studi pustaka dan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa struktur $\Sigma\Delta$ dapat menghasilkan akurasi lebar dan posisi pulsa pada setiap cycle di *carrier frequency*. Dengan demikian dalam struktur $\Sigma\Delta$ signal fasa harus dimodifikasi untuk mengurangi pergeseran fasa. Selain itu, struktur polar $\Sigma\Delta$ memiliki bandwidth besar dibandingkan dengan struktur $I-Q$ sehingga proses ini bisa mengurangi modulasi lebar pita yang diinginkan. Walaupun demikian, struktur ini tetap unggul dalam mengurangi kecepatan cuplik. Kekurangan struktur polar $\Sigma\Delta$ terdapat pada *quantisation noise* dan *noise floor* yang tinggi yang menyebabkan munculnya banyak komponen spectral yang tak diinginkan bahkan menjadi gangguan bagi signal utama. Kuantisasi level pada struktur-struktur diatas umumnya masih bergantung pada periode clock umum. Peningkatan kinerja dengan meneliti model kuantisasi per periode clock dengan mempertimbangkan setiap perubahan OSR diharapkan akan lebih akurat sehingga dapat sangat berpengaruh dalam membentuk lebar dan posisi bagi signal RF yang lebih efisien.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian diuraikan tiga tahap yaitu analisa pada blok $\Sigma\Delta$ filter, blok kuantisasi Q dan blok Polar-to-PWM/PPM. Variabel simulasi seperti terlihat pada gambar 1 adalah parameter-parameter yang disimulasikan. Ketiga blok struktur diatas akan diuraikan sebagai berikut:

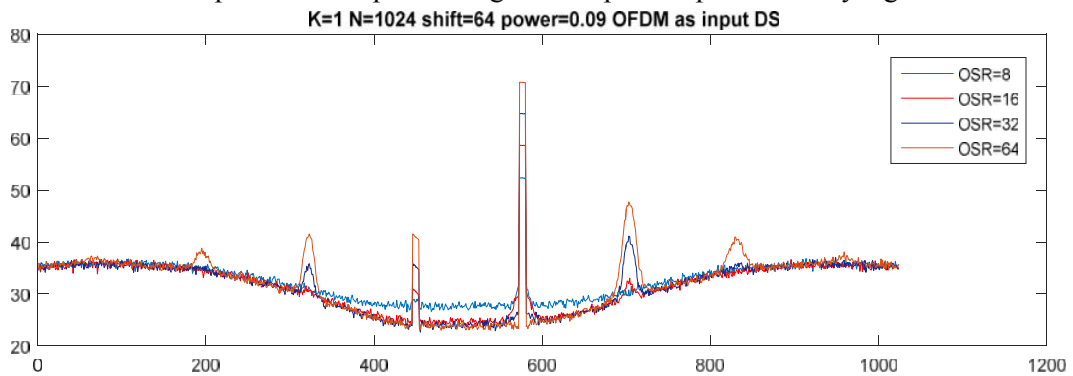
- Blok $\Sigma\Delta$ filter berstruktur *low-pass* $\Sigma\Delta$ MOD2. Baseband $I-Q$ akan melalui $\Sigma\Delta$ filter $[u_i, u_q]$. Output 90okum90le $[v_i, v_q]$ format koordinat Cartesian.
- Blok Quantiser-Q adalah fungsi kuantisasi sinyal polar. Baseband $[u_i, u_q]$ harus dikonversi (blok Car-to-Pol) ke format polar dan menghasilkan $[v_r, v_\theta]$. Metode konversi dapat dilakukan dengan persamaan umum $R = \sqrt{I^2 + Q^2}$ dan $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{I}\right)$. Proses kuantisasi akan dilakukan secara terpisah baik yaitu untuk amplitude (blok Q_R) dan fasa (blok Q_θ) menghasilkan $[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$.
- Blok "Polar to PWM/PPM" adalah fungsi menghasilkan sinyal waveform RF (w_r). Luaran blok Quantiser format polar $[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$ akan diteruskan ke dalam blok ini, sedangkan format Cartesian $[\hat{v}_i, \hat{v}_q]$ akan diteruskan ke unit feedback $\Sigma\Delta$ filter.



Gambar 1. Desain Pemancar Modulasi Delta Sigma dan Q-Joint

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi diperoleh hasil perbandingan OSR pada tiap nilai OSR yang berbeda.



Gambar 2. Perbandingan Nilai OSR

Gambar 2 menunjukkan nilai OSR yang semakin besar menghasilkan bandwidth yang lebih lebar. Nilai OSR juga menunjukkan nilai daya desired signal lebih besar. Semakin besar nilai OSR membutuhkan konsumsi daya yang lebih besar karena data rate semakin cepat. Ini menunjukkan penggunaan bandwidth yang tidak efisien. Meskipun demikian, nilai OSR memiliki keuntungan yang telah diteliti oleh (Silicon Valley, 2013) antara lain : meningkatkan nilai SNR sehingga dapat menekan noise, meningkatkan resolusi pengukuran CPU sehingga mengurangi *throughput*.

Dari perbandingan nilai OSR disimpulkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai perbandingan OSR

Nilai OSR	<i>Desired Signal</i>	<i>Image</i>	Jumlah Harmonisa
64	70,76	40,6	4
32	64,73	35,96	3
16	58,63	30,12	1
8	52,42	29,68	0

Semakin tinggi nilai OSR, nilai daya image semakin besar dan jumlah harmonisa semakin banyak. Hal ini dapat menyebabkan kenonlinieran pada SMPA. Solusi untuk mengatasi ini adalah menambahkan rangkaian image cancellation yang akan dilanjutkan di penelitian berikutnya.

4. KESIMPULAN

Dari analisis hasil simulasi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Semakin besar nilai OSR maka bandwidth semakin lebar.
- 2) Nilai OSR yang lebih tinggi menghasilkan data rate yang semakin cepat.
- 3) Nilai OSR menunjukkan peningkatan daya image dan jumlah harmonisasi sehingga dapat mengakibatkan ketidaklinieran pada SMPA.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bassoo. V., dan M. Faulkner, 2009, *Sigma-delta digital drive signals for switchmode power amplifiers*. Journal IET Electronics Letters, vol. 44, hal. 1299-1300.
- Berardinelli, G., de Temino, L.A.M.R., Frattasi, S., Rahman, M.I. dan Mogensen, P., 2008, *OFDMA vs. SC-FDMA: Performance comparison in local area IMT-A scenarios*. Journal IEEE Wireless Communications, Vol.15, Iss. 5.
- Global State of Mobile Network*, February 2017, Report, <https://opensignal.com/reports/2017/02/global-state-of-the-mobile-network> [online akses 1 Juni 2017].
- Gouda, M., Shehata, K.A. dan Hussien, M., 2013, *PAPR reduction performance for LTE OFDM systems with different techniques*, International Journal of Scientific & Eng Research, Vol. 4, Iss. 5, hal.2337-2344.
- GSMA New Report Outlining 5G Future*, <https://www.gsmainelligence.com/> [online akses 13 April 2017].
- Helaoui. M., S. Hatami, R. Negra, dan F. M. Ghannouchi, 2008, *A novel architecture of delta-sigma modulator enabling all-digital multiband multistandard RF transmitters design*, Journal IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, , vol. 55, hal. 1129-1133.
- Keyzer J., R. Uang, Y. Sugiyama, M. Iwamoto, I. Galton, dan P. Asbeck, 2002, *Generation of RF pulsewidth modulated microwave signals using delta-sigma modulation*, Microwave Symposium Digest IEEE MTT-S International, hal. 397-400.
- Keyzer. J., J. Hinrichs, A. Metzger, M. Iwamoto, I. Galton, dan P. Asbeck, 2001, *Digital generation of RF signals for wireless communications with band-pass DS modulation*, Microwave Symposium Digest IEEE MTT-S International, hal. 2127-2130.
- Ma, Z., Zhang, Z., Ding, Z., Fan, P. dan Li, H., 2015, *Key techniques for 5G wireless communications: network architecture, physical layer, and MAC layer perspectives*, Journal on Science China Information Sciences, Vol. 58, Iss. 4, hal.1-20.
- Nielsen. M., dan Larsen. T., 2007, *A transmitter architecture based on delta-sigma modulation and switch-mode power amplification*, IEEE Transactions on Circuits and Systems II, vol. 54, hal. 735-739.
- Sirmayanti, S., **Farchia**, U., dan **Airin**, D. U., 2017, *Penerapan Baseband Tuning IF pada struktur digital-upconverter pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (RF) Berbasis Software Radio 5G dan ramah lingkungan*, Laporan Kemajuan Penelitian Produk Terapan, 2017.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada DIKTI sehingga penelitian kepada masyarakat dapat terlaksana dengan baik.