

Kode>Nama Rumpun Ilmu:
453/ Teknik Telekomunikasi

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**AKURASI SIMETRIK DISTORSI *IMAGE*
DAN SOLUSI *IMAGE CANCELLATION*
DARI FENOMENA HARMONIK *UP-CONVERSION STRUCTURE***

TIM PELAKSANA

Ir. Ichsan Mahjud, M.T. (Ketua)

NIDN: 0013026407

Sirmayanti, S.T., M.Eng, P.hD (Anggota)

NIDN: 0030037902

Dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang,
Sesuai dengan Surat perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor Kontrak: 021/PL10.13/PL/2017
Tanggal: 12 April 2017

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
NOVEMBER, 2017**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN FUNDAMENTAL

Judul Penelitian : **Akurasi Simetrik Distorsi *Image* Dan Solusi *Image Cancellation* Dari Fenomena Harmonik *Up-Conversion Structure***

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 453 / Teknik Telekomunikasi

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Ir. Ichsan Mahjud., M.T.
- b. NIDN : 0013026407
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Nomor HP : +62 82385734057
- e. Alamat email : ichsanmahjud@yahoo.com

Anggota Peneliti

- a. Nama Lengkap : Sirmayanti, S.T., M.Eng, P.hD
- b. NIDN : 0030037902
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang

Lama Penelitian Keseluruhan: 8 (delapan) bulan

Total Penelitian Keseluruhan : Rp 10.000.000,0


Makassar, 10 November 2017

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro,



DR. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP. 19640405 199003 2 002

Ketua Peneliti,



Ir. Ichsan Mahjud., M.T.
NIP. 19640213 199103 1 003

Mengetahui,
Pembantu Direktur I



Ibrahim Abduh, S.ST., M.T.
NIP. 19680514 199309 1 001

Menyetujui:
Ketua UPPM PNUP



Ir. Suryanto, M.Sc., P.hD
NIP. 19590826 198803 1 002

RINGKASAN

Salah satu mekanisme penting dari sistem pemancar-penerima (Tx-Rx) *software defined-radio* (SDR) adalah sistem pengolahan digitalisasi sinyal (*upconversion*) yang handal dan menyeluruh. Oleh karenanya SDR akan lebih mendekati pada penggantian fungsi tradisional radio analog melalui *digital signal processing* (DSP). Sebuah konsep baru sistem *upconverter* Tx-RF kini telah diperkenalkan menggunakan struktur *delta-sigma* $\Sigma\Delta$ yang akan menggantikan struktur komponen analog.

Permasalahan dan kelemahan utama model Tx-RF GHz berstruktur Cartesian $\Sigma\Delta$ *upconverter* adalah harmonik yang tinggi. Harmonik ini muncul setelah melalui proses kuantisasi. Harmonik adalah produk distorsi (*image*, *3rd harmonic*, *5th harmonic*, dsb) dan merupakan gangguan signal terbesar karena menyebabkan interferensi dan mengurangi *strength signal* pada desired signal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menguji kinerja *upconverter* berstruktur $\Sigma\Delta$. Metode penelitian dengan memanfaatkan teknik mendasar *shifting* untuk management *noise shaping* terkait fenomena *image* dan *harmonics*. Penelitian dasar ini merupakan gagasan baru karena dapat memperkenalkan metode baru *pre-distortion* dan *post-distortion* dalam menentukan akurasi simetrik posisi prediksi *image* dan solusi *cancellation*-nya.

Target penelitian ini adalah penyempurnaan pemodelan transmisi digital wireless-RF berbasis *software radio* berdaya rendah, murah dan bereffisiensi tinggi. Pemodelan ini selanjutnya dapat dirancang dalam bentuk chip *integration circuit* setelah melalui validasi pengukuran pada frekuensi real GHz. Kontribusi penelitian ini adalah diharapkan dapat mengembangkan pemodelan digitalisasi perangkat transmisi RF yang lebih optimal, terbaru dan diaplikasikan dalam sistem telekomunikasi wireless masa depan. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan kontribusi ilmu pengetahuan berupa teknik modulasi $\Sigma\Delta$, kuantisasi $\Sigma\Delta$, konsep *software defined radio* (SDR), ilmu dasar tentang harmonic & distortion, dan desain transmisi-RF.

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahim.

Dengan memanjatkan puji syukur atas limpahan segala rahmat kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas anugrahNya dan hidayahNya sehingga penelitian dengan judul **”Akurasi Simetrik Distorsi *Image* Dan Solusi *Image Cancellation* Dari Fenomena Harmonik *Up-Conversion Structure*”** dapat dikerjakan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Dengan selesainya penelitian ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat DIKTI dan kepada UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang atas kesempatan dan biaya yang diberikan untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga untuk semua jajaran pimpinan PNUP dan rekan-rekan staf pengajar program studi Teknik Telekomunikasi PNUP serta kepada semua pihak yang telah membantu.

Penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan hasil penelitian ini serta keberlanjutan peningkatan kualitas dan manfaatnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pembangunan bangsa.

Makassar, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan yang telah diteliti	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Struktur RF - upconverter	3
2.1.1 Band-pass RF - upconverter	3
2.1.2 Polar $\Sigma\Delta$ RF - upconverter	4
2.2 RF – upconveter berbasis software radio	6
2.3 Studi pendahuluan yang pernah dilakukan	7
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	9
3.1 Tujuan Penelitian	9
3.2 Manfaat Penelitian	9
BAB 4. METODE PENELITIAN	10
4.1 Lokasi dan waktu penelitian	10
4.2 Konseptual/skenario penelitian	11
4.3 Bagan Alir Penelitian	11
4.3.1 Fish Bone	12
4.3.2 Flowchart simulasi pemograman	
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	15
5.1 Pemodelan struktur RF- <i>upconvertor</i> melalui metode management <i>noise shaping</i>	15
5.2 Analisis akurasi simetrik posisi prediksi <i>image</i> dan solusi <i>image- cancellation</i>	19
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	24
6.1 Kesimpulan Hasil	24
6.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
DAFTAR LAMPIRAN	26

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi wireless saat ini sudah banyak yang diintergrasikan dari peripheral hardware menuju software. Beragam fungsi-fungsi tambahan baru dimunculkan mulai dari media sharing data maupun sistem koneksi internet melalui perangkat komputer/ netbook/ mobile-phone dan portable lainnya. Teknologi wireless merupakan teknologi nirkabel, dimana koneksi hubungan telekomunikasi tidak lagi menggunakan media atau sarana kabel tetapi dengan menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai pengganti kabel. Perkembangan teknologi wireless tumbuh dan berkembang dengan pesat, dimana setiap saat kita selalu membutuhkan sarana telekomunikasi, hal ini terbukti dengan semakin banyaknya jumlah pengguna telepon selular baik untuk penggunaan pribadi maupun bisnis dan perumahan.

Pada era sekarang terdapat teknologi 4G yakni teknologi yang menawarkan data dan *streaming* video dengan kualitas yang tinggi dan daya tampung data yang lebih besar dibandingkan dengan 3G. Selain itu, 4G juga memberikan fasilitas penerimaan *Software Defined Radio* (SDR), *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM), dan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang semuanya menggunakan transmisi data berkecepatan tinggi.

Perkembangan komunikasi wireless berbasis *software radio* kini sangat terbuka lebar peluangnya karena sistem ini dapat menunjang konsistensi digitalisasi teknologi wireless seluler G4, G5 dan generasi-generasi berikutnya dimasa depan. *Software radio* lebih mendekati pada penggantian fungsi tradisional radio analog melalui *digital signal processing* (DSP), Vankka (2005). Konsep radio yang lebih praktis ini telah didefinisikan sebagai SDR yang mampu diyakini dapat menyesuaikan jenis standar dimanapun telepon seluler tersebut berada, Frattasi (2006). Salah satu parameter yang sangat penting dari transceiver SDR adalah sistem pengolahan digitalisasi sinyal yang handal dan menyeluruh, Ghannouchi (2010).

Dalam rangka menuju digitalisasi transmisi, komponen analog dalam perangkat hardware transceiver perlu dieliminasi dan digantikan dengan system DSP yang lebih fleksibel, Sirmayanti (2014). Dengan beralihnya komponen-komponen proses signal

digital maka makin memudahkan terintegrasinya keseluruhan sistem yang dioperasikan secara software. System transmisi RF-*upconverter* kini telah diperkenalkan dengan menggunakan struktur $\Sigma\Delta$ dan merupakan salah satu rekayasa konversi analog menuju digital yang dapat diandalkan.

1.2 Permasalahan yang telah diteliti

Struktur RF-*upconverter* ini memiliki kemampuan yang baik dan sangat linear dalam mengatasi persoalan noise shape yang merupakan masalah utama dalam proses konversi digital. Proses *analog to digital conversion* (ADC) dalam struktur modulasi $\Sigma\Delta$ dapat menekan *noise floor* serendah mungkin namun belum dapat menghilangkan distorsi signal disekitarnya, seperti *image* dan harmonik. Namun demikian, *upconverter* berstruktur $\Sigma\Delta$ masih memiliki kinerja lemah ketika *carrier frequency* digeser menjauhi *centre of the band* (band pusat). Oleh karena itu sangat diperlukan penelitian dasar untuk mengkaji fenomena *image* dan harmonik dan solusi menghilangkan gangguan tersebut. Dengan demikian, penelitian ini ditargetkan menghasilkan sebuah metode terbaru (*novel*) melalui analisis prediksi magnitude pada produk distorsi *image* dengan akurasi simetrik yang tepat sehingga memungkinkan adanya solusi menghilangkan produk *image* tersebut (*image cancellation*).

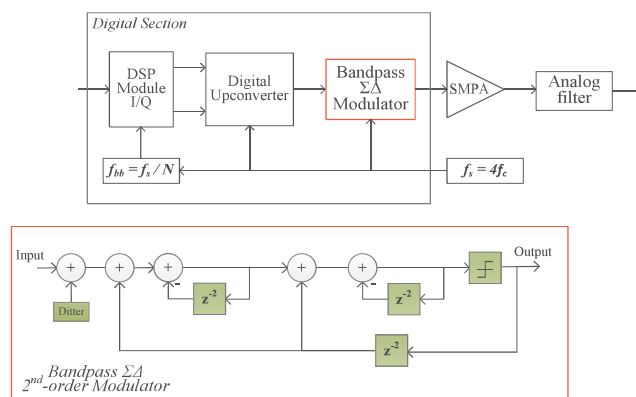
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Struktur RF- upconverter

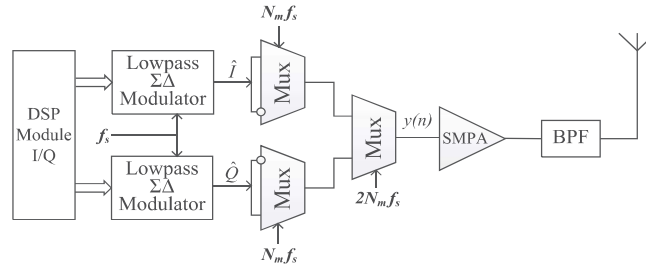
2.1.1 Band-pass RF- upconverter

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, seperti terlihat pada Gambar 1.

Teknik modulasi ini dapat menghilangkan prosesi analog melalui DSP yaitu dengan cara mengganti *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit ADC dengan *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit DAC. Modul DSP digunakan untuk menghasilkan input signal baseband *I-Q*. Setelah itu, 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.



Gambar 1. Band-pass $\Sigma\Delta$ upconverter (MOD2).



Gambar 2. Band-pass $\Sigma\Delta$ upconverters dengan dua low-pass $\Sigma\Delta$ s.

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). Pada Gambar 2, *upconverter* ini dilengkapi dengan tiga buah unit *multiplexer* (Mux) yang beroperasi seperti *quadrature modulator* untuk mengkonversi bit kuantisasi \hat{I} - \hat{Q} ke bentuk sinyal RF melalui f_c . Hal ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

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

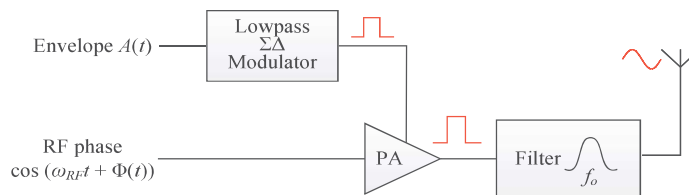
Pada saat $f_{clock} = 4f_c$ maka persamaan (1) menjadi:

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

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

2.1.2 Polar RF- upconverters

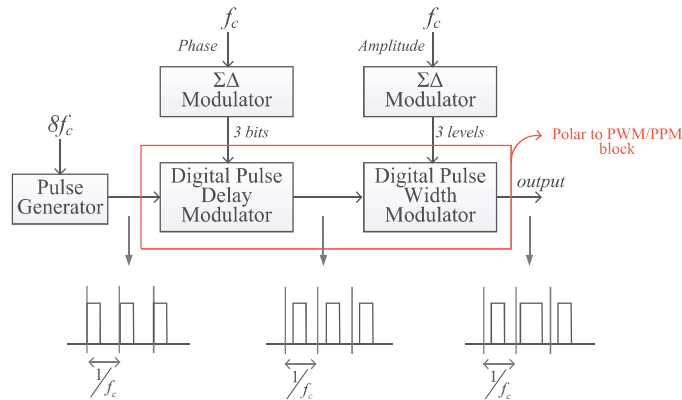
Teknik polar $\Sigma\Delta$ beroperasi pada sinyal berskema polar (amplituda $A(t)$ and fasa $\Phi(t)$) dan bukan skema *I-Q*, Nielsen (2007). Struktur polar $\Sigma\Delta$ ini telah diperkenalkan bertujuan untuk mengurangi aktivitas switching dan mengurangi penggunaan komponen analog.



Gambar 3. Polar $\Sigma\Delta$ upconverters berbasis burst-mode.

Gambar 3 adalah struktur polar $\Sigma\Delta$ yang terdiri atas modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit dan sebuah gerbang penguat. 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

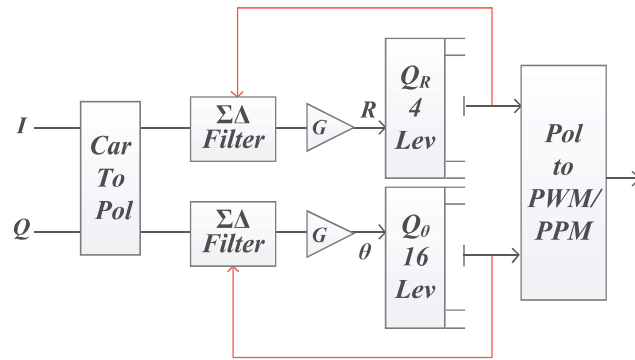
pada pembawa RF. Gerbang penguat beroperasi dalam mode saturasi dengan input berupa gelombang segiempat.



Gambar 4. Polar $\Sigma\Delta$ upconverters oleh Keyzer (2002).

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), terlihat pada Gambar 4. Amplitude signal dikuantisasi kedalam tiga level dan fasa signal dikuantisasi kedalam delapan level. *Digital pulse delay modulator* berperan pada input pemodulasi fasa dalam periode f_c dan *digital pulse delay modulator* berperan menghasilkan ouput termodulasi fasa dalam periode $\frac{1}{8f_c}$. Proses selanjutnya adalah *pulse expander* untuk mengubah-ubah lebar fasa. Struktur ini mampu mengurangi penggunaan jumlah pulsa dalam satu periode dan hamper tidak terdapat *switching pulse* disaar signal inputnya kecil. Struktur ini sangat baik diterapkan dalam transmitter-RF karena memiliki efisiensi yang sangat baik namun kelemahannya ialah terbentuknya lebar pulsa (bandwidth) yang sangat besar.

Bassoo (2009) melakukan penelitian pengembangan pada struktur polar $\Sigma\Delta$ seperti terlihat pada Gambar 5. 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 dan θ dikuantisasi dalam 16 level terdistribusi antara nilai 0 hingga 2π . Luaran hasil kuantisasi akan dijadikan unit loop (*feedback*) kembali ke filter $\Sigma\Delta$ dan sekaligus juga diteruskan ke blok ‘Polar to PWM/PPM’ untuk menghasilkan pulsa *waveform*. Hasil inilah kemudian akan menjadi input untuk SMPA.

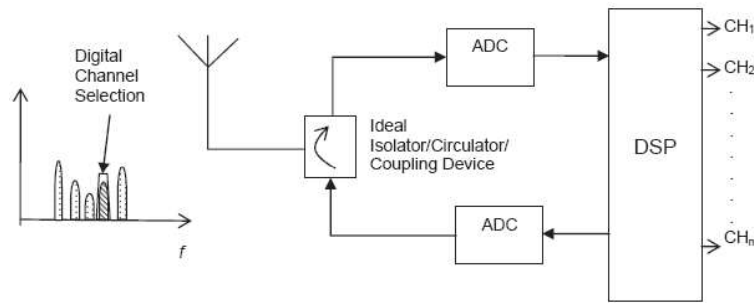


Gambar 5. Polar $\Sigma\Delta$ upconverters oleh Bassoo (2009).

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.

2.2 RF – upconverters berbasis software radio

Dalam *software radio*, pemakaian bersama spektrum frekuensi (*spectrum sharing*) melalui *dynamic-coordination* akan digunakan. Sejenis frekuensi yang menganggur (*white space*) dapat dikreasikan lebih mungkin kedalam penggunaan spektrumnya. Kemampuan *spectrum sharing* ini dapat dibangun melalui sistem shift (*paradigm-shift*) pada sistem komunikasi wireless dari pemancar (Tx) ke penerima (Rx) dengan jalan apapun saat *interference-power* lebih besar dari pemancaran Tx. *Software radio* akan berupa sistem komputer dan bahkan dianggap sebagai radio dalam sebuah komputer atau komputer sebagai Tx. Sistem ini menyediakan fitur teknologi komunikasi dan perhitungan kebutuhan bagi user terhadap jaringan diinginkannya.



Gambar 6. Arsitektur ideal software radio.

Software radio memungkinkan sebuah konsep *multi-mode/multi-band* yang terdiri atas penerima dengan multi-penyambungan. Kanal yang diinginkan diseleksi dengan menggunakan sebuah filter seleksi kanal tetap (*adaptive duplexer*) pada frekuensi menengah dan lebar pita kanal yang diatur oleh parameter standar yang diberlakukan, **Sirmayanti** (2010, 2015). Arsitektur umum *software radio* seperti terlihat pada Gambar 6. Pada konsep ini, konversi analog ke digital ditempatkan langsung pada sisi awal sistem. Setiap band yang masuk, yang memuat beberapa kanal, akan didigitalisasikan sehingga semua fungsi kerja radio yang dilaluinya akan diformasikan menggunakan program mikroprosesor DSP. Model sistem ideal penerima ini dapat pula dikonfigurasi kembali sehingga cocok pada semua band RF, modulasi ataupun format data. **Nirwana** (2012) menyatakan bahwa kapasitas dan efisiensi sistem sangat berpengaruh terhadap level sinyal dan noisenya. Dengan sistem ini, jaringan komunikasi *software radio* yang berlangsung mendapatkan keuntungan yang sangat signifikan terutama dalam hal pengurangan ukuran, biaya dan konsumsi daya.

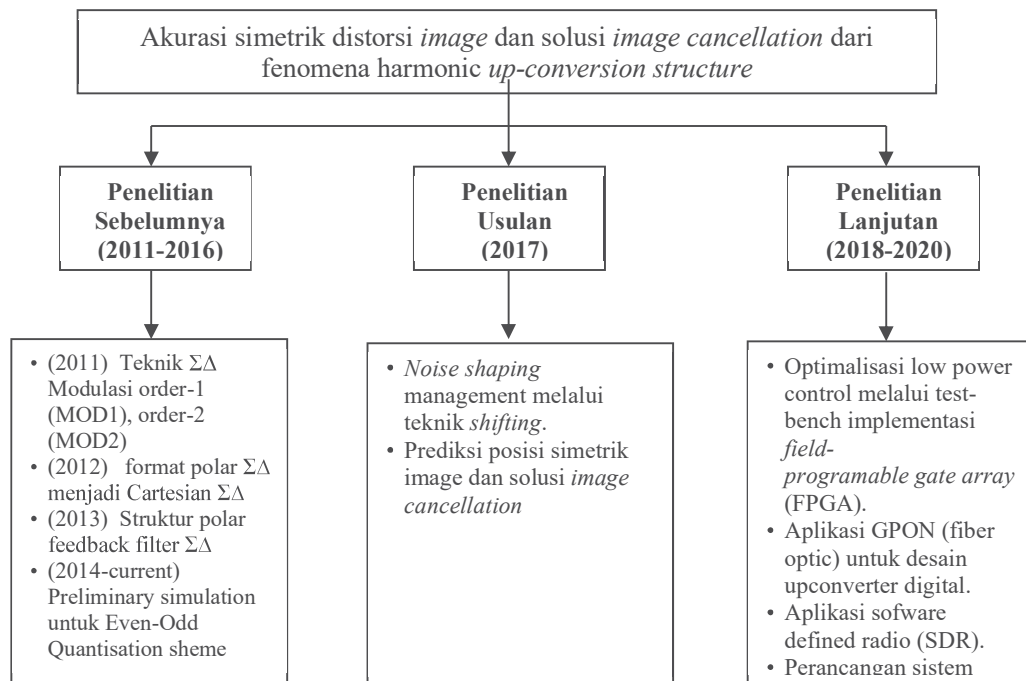
2.3 Studi pendahuluan yang pernah dilakukan

Gambar 7 menunjukkan perkembangan penelitian (*road map*) mengenai topik struktur $\Sigma\Delta$ menuju aplikasi system transmisi digital wireless-RF.

Studi dasar teknik filter $\Sigma\Delta$ yakni modulator $\Sigma\Delta$ orde-1 (MOD1) dan orde-2 (MOD2) dilaksanakan tahun 2011. Perbandingan struktur $\Sigma\Delta$ MOD1 dan MOD2 dapat memperlihatkan fenomena *noise shaping*. Semakin tinggi OSR dan level ordernya, *noise shaping* akan semakin kecil. Sebuah pemodelan baru polar $\Sigma\Delta$ menuju struktur Cartesian $\Sigma\Delta$ dilaksanakan tahun 2014. Format Cartesian- $\Sigma\Delta$ diajukan untuk mengatasi masalah pelebaran lebar pita (*switching bandwidth*) dan fleksibilitas perangkat transmisi untuk mengeliminasi beberapa komponen analog, **Sirmayanti** (2014).

Penelitian mengenai teknik kuantisasi pada struktur $\Sigma\Delta$ juga telah dilakukan. Penelitian ini dititikberatkan pada unit feedback filter $\Sigma\Delta$ saja. Dengan demikian diperoleh hasil bahwa format polar akan tetap dipertahankan pada proses kuantisasi dan konversi PWM/PPM sedangkan format Cartesian akan diberlakukan pada unit *feedback* filter $\Sigma\Delta$. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa resolusi kuantisasi bisa dikembangkan bukan hanya berdasarkan clock periodnya saja namun bisa disesuaikan level dimensi kuantisasi yang digunakan.

Konsep dasar arsitektur modulator $\Sigma\Delta$ sebagai digital converter juga telah dilaksanakan. **Sirmayanti** (2016) dalam hasil review studi literature menunjukkan metode arsitektur yang tepat untuk optimalisasi struktur filter $\Sigma\Delta$. Metode penelitian dilakukan dengan cara membandingkan signal level pada *spectrum adjance control power* (ACP) antara polar dan Cartesian $\Sigma\Delta$ s menggunakan signal OFDM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur Cartesian $\Sigma\Delta$ (Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverters) memiliki keunggulan dibandingkan dengan struktur band pass $\Sigma\Delta$ dan polar $\Sigma\Delta$ terutama pada permasalahan *bandwidth expansion* dan penurunan *switching activity*.



Gambar 7. Road map penelitian yang telah dilakukan, yang sedang diusulkan dan arah rencana penelitian selanjutnya.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan penelitian

Adapun tujuan khusus penelitian ini adalah untuk:

- a. Mempelajari pemodelan struktur RF-*upconvector* melalui metode management *noise shaping* terkait fenomena dasar *image* dan harmonik.
- b. Menentukan akurasi simetrik posisi prediksi *image* dan solusi *cancellation*-nya.

3.2 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian adalah untuk pengembangan sebuah perangkat baru transmisi digital wireless-RF GHz berbasis SDR RF-transmitter, yang berdaya sangat rendah dan dengan ukuran perangkat transmitter yang kecil sesuai pada slogan green *communcation*. Slogan *green communication* menatap sistem telekomunikasi masa depan yang berbasis ramah lingkungan yaitu perangkatnya ukuran kecil, daya input rendah (*mWatt transmitter*), murah, efisiensi besar dan berkapasitas bandwidth besar. Oleh karena itu, urgensi penelitian ini mencakup:

- ✓ Pengembangan *frequency sharing* dari ketersediaan sumber frekuensi khusus untuk wireless yang semakin terbatas sebagai akibat banyaknya alokasi frekuensi yang terbagi untuk berbagai aplikasi.
- ✓ Pembangunan arsitektur RF berstruktur $\Sigma\Delta$ frekuensi GHz. Gagasan ini berkesesuaian standar *future* wireless (G4, G5, dan seterusnya) pada setiap inovasi industri telekomunikasi dan sebagai *future* infrastruktur teknologi telekomunikasi yang terbaru.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan pemodelan digitalisasi upconvector berstruktur $\Sigma\Delta$ GHz yang lebih optimal, terbaru dan diaplikasikan dalam sistem telekomunikasi wireless masa depan. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan kontribusi ilmu pengetahuan berupa teknik modulasi $\Sigma\Delta$, kuantisasi $\Sigma\Delta$, konsep SDR, dan RF design.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi dan waktu penelitian

Simulasi telah dilaksanakan di Lab. Pengolahan Sinyal jurusan Teknik Elektro PNUP. Waktu pelaksanaan dilakukan selama 8 bulan (April – November) tahun 2017.

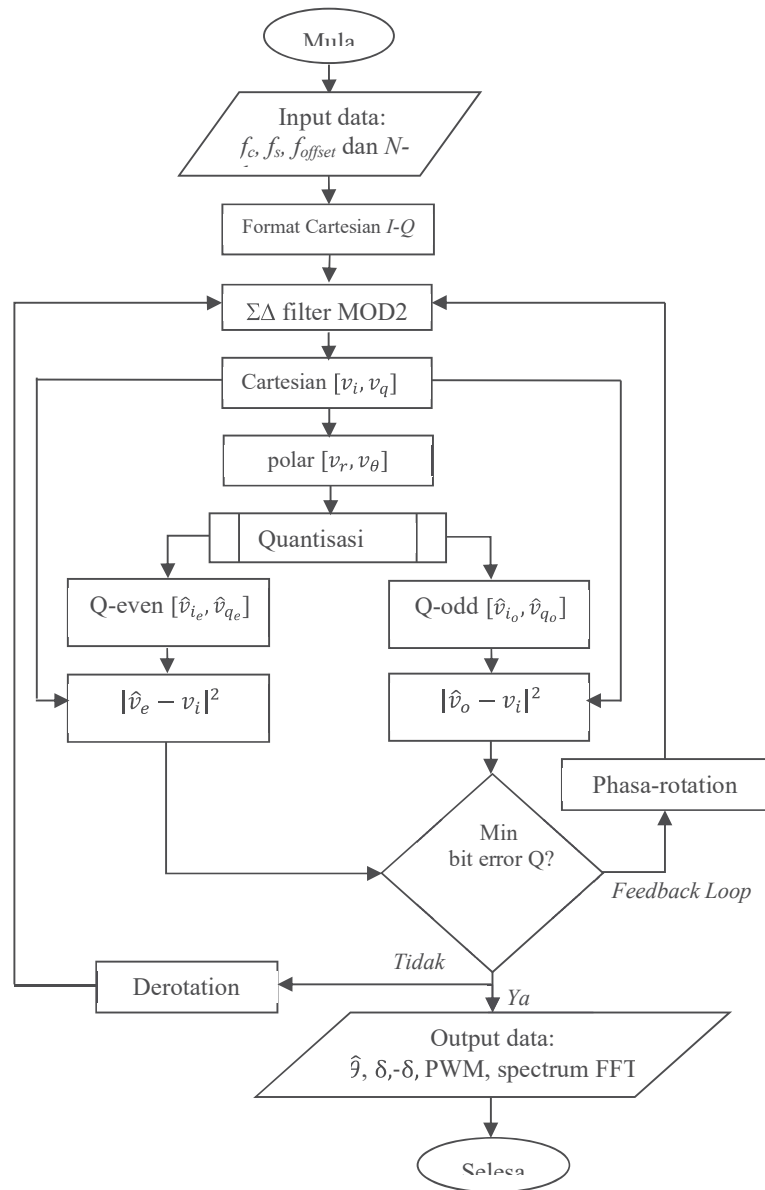
4.2 Konseptual/skenario penelitian

Konseptual penelitian ini berdasarkan blok dasar sistem telekomunikasi yaitu blok input signal, blok modulasi dan blok konversi output. Dengan demikian tahapan penelitian ini juga akan diuraikan tiga tahap. Variabel simulasi pada masing-masing tahap merupakan parameter-parameter yang akan disimulasikan. Ketiga tahap dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Blok input signal : $\Sigma\Delta$ filter berstruktur low-pass $\Sigma\Delta$ MOD2. Baseband I - Q akan melalui $\Sigma\Delta$ filter $[u_i, u_q]$. Output variabel $[v_i, v_q]$ format koordinat Cartesian.
- b) Blok modulasi : 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 amplitud (blok Q_R) dan fasa (blok Q_θ) menghasilkan $[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$.
- c) Blok konversi output : Blok “Polar to PWM/PPM” adalah fungsi menghasilkan sinyal waveform RF (w_n). 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.

Ketiga tahapan di atas terlaksana melalui urutan pekerjaan seperti terlihat pada Gambar 8. Langkah-langkah kerja penelitian meliputi persiapan, pelaksanaan teknis dan laporan. Persiapan meliputi pengadaan bahan & alat dan pendalaman literature. Pelaksanaan teknik meliputi instalasi software dan penentuan variable dan parameter untuk code pemograman, kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan simulasi pemodelan. Tahap akhir laporan meliputi : pengujian dan evaluasi dan akan dibuatkan laporan tertulisnya. Laporan ini dapat tertuang dalam bentuk draft tulisan karya ilmiah dan laporan penelitian.

4.3.2 Flowchart simulasi pemograman



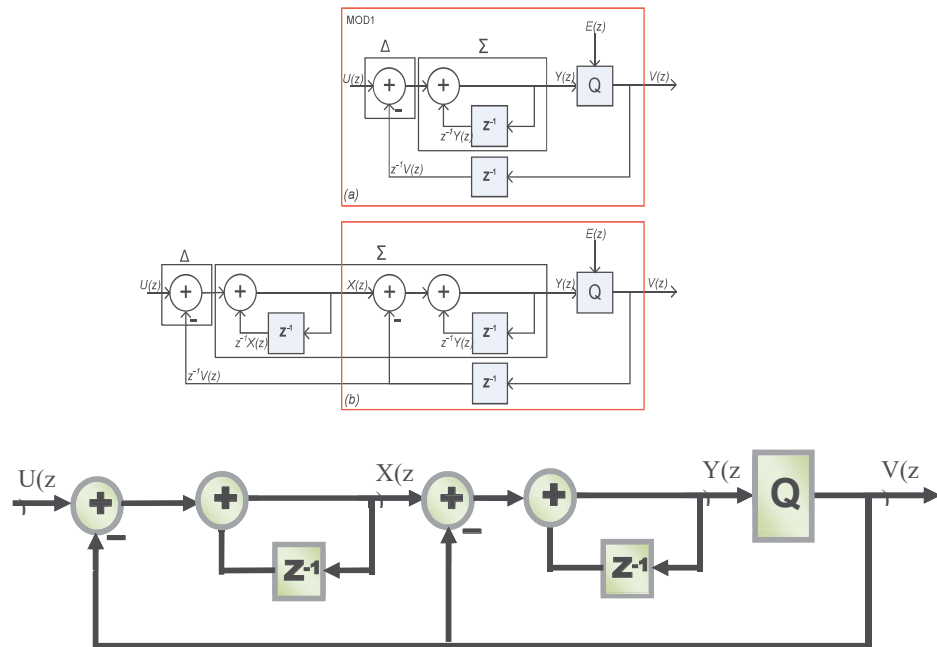
Gambar 10. Flowchart simulasi penelitian.

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Pemodelan struktur RF-upconverter melalui metode *noise shaping*

Modulator $\Delta\Sigma$ memiliki beberapa fungsi khusus yaitu sebagai *noise shaping filter* dan *oversampling*. Modulator $\Delta\Sigma$ sebagai *noise shaping filter* dapat mendistribusikan kuantisasi error atau noise pada posisi terendah dalam band signal yang diinginkan. Modulator $\Delta\Sigma$ sebagai *oversampling* secara sederhana dapat mencuplik signal inputnya sebesar dua kali sebesar bandwidthnya dan menurunkan kuantisasi noise pada band signal yang diinginkan.

Modulator $\Delta\Sigma$ orde kedua (MOD2) sebagaimana pada Gambar 11 merupakan konstruksi pengembangan melalui dua buah integrator pada setiap fungsi loop Σ . Pemodelan ini diharapkan memiliki bentuk noise terendah dengan bertambahnya orde level modulasinya.



Gambar 11. z-domain MOD2.

Pemodelan upconverter $\Delta\Sigma$ mengaplikasikan sebuah loop feedback noise sebagai konsep dari konversi analog-to-digital. Setiap input signal yang masuk ke modulator akan melalui fungsi delta Δ (+/-). Signal ini kemudian akan diteruskan melalui integrator sebagai fungsi sigma Σ yang berperan sebagai komparator. Komparator ini akan mengkuantisasi dan menentukan apakah input signal tersebut lebih besar atau lebih

rendah terhadap nilai batas (threshold) melalui nilai hasil berupa bit. Process loop feedback dipengaruhi ketika keluaran komparator juga di feedback kembali ke unit inputnya melalui fungsi delta Δ (+/-). Loop feedback ini secara kontinyu bekerja hingga menghasilkan hasil bit kuantisasi hingga sesuai persis dengan signal inputnya (noise nol). Dengan mengatur clock rate dari oversampling (OSR) dan penggunaan order modulasi yang lebih besar maka lebih memungkinkan menghasilkan noise terendah dari keluaran filter tersebut.

Kuantisasi noise pada dasarnya direpresentasikan sebagai bentuk error signal, $E(z)$, dalam fungsi kuantiser $Q(\cdot)$. Signal error ini akan bergabung kedalam integrator dan kemudian dikuantisasi dalam bentuk 1-bit. Metode ini dikenal sebagai 1-bit ADC). Oleh karena itu, dalam fungsi kuantiser $Q(\cdot)$, gambar di atas dapat dibuat analisisnya sebagai berikut:

Bagi struktur MOD2, terdapat dua tahapan loop dalam modulatnya dengan menambahkan unit delay berupa $X(z)$, sehingga

$$X(z) = U(z) + z^{-1}X(z) - z^{-1}V(z) \quad (1)$$

Formulasi untuk menghasilkan output kuantiser, $V(z)$, dapat diperoleh melalui

$$Y(z)_{MOD2} = X(z) + z^{-1}Y(z) - z^{-1}V(z) \quad (2)$$

$$V(z)_{MOD2} = U(z) + (1 - z^{-1})^2 E(z) \quad (3)$$

Dengan demikian, STF MOD2 adalah 1, dan NTF MOD2 berupa $(1 - z^{-1})^2$ dalam z -domain atau dalam persamaan pada frekuensi domainnya yakni berupa

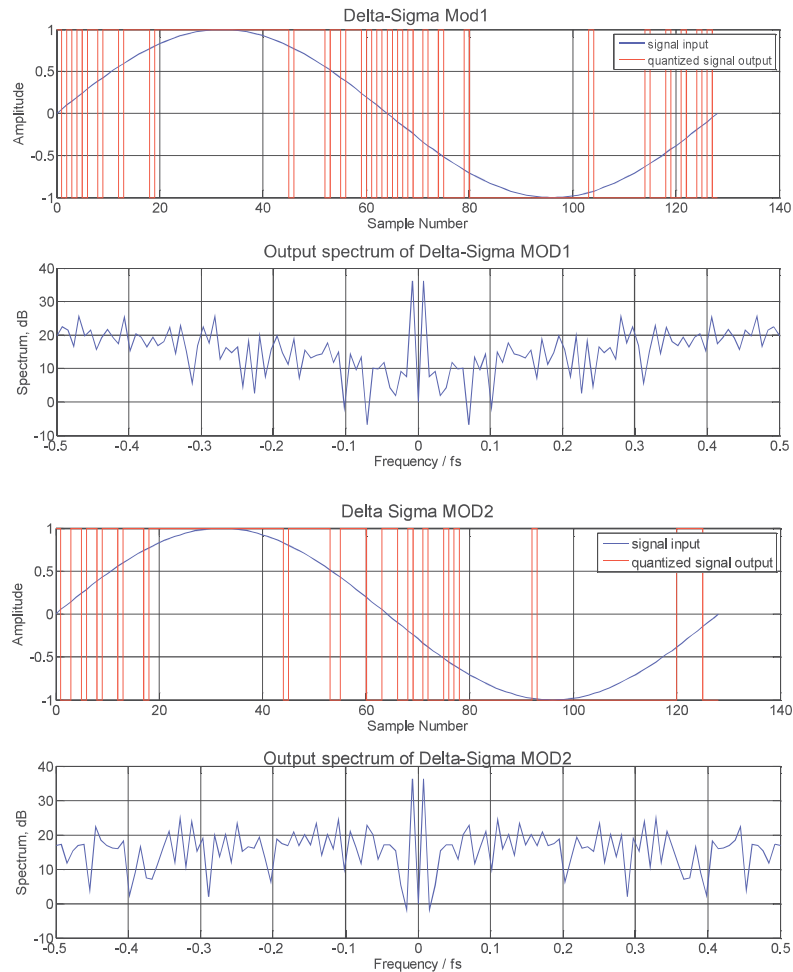
$$\begin{aligned} NTF_{MOD2}(e^{j\omega}) &= [(1 - \cos\omega) + j\sin\omega]^2 \\ &= [4 \sin^2(\omega/2) (-\cos\omega + j \sin\omega)] \end{aligned} \quad (4)$$

Kemudian, square magnitude NTF MOD2 adalah

$$\begin{aligned} |NTF_{MOD2}(e^{j\omega})|^2 &= [4 \sin^2(\omega/2)]^2 \\ &= [2\sin(\pi f)]^4 \end{aligned} \quad (5)$$

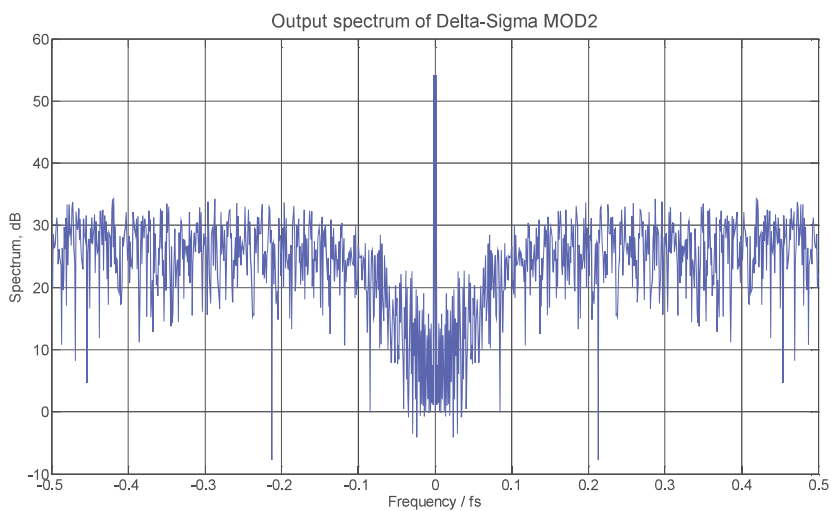
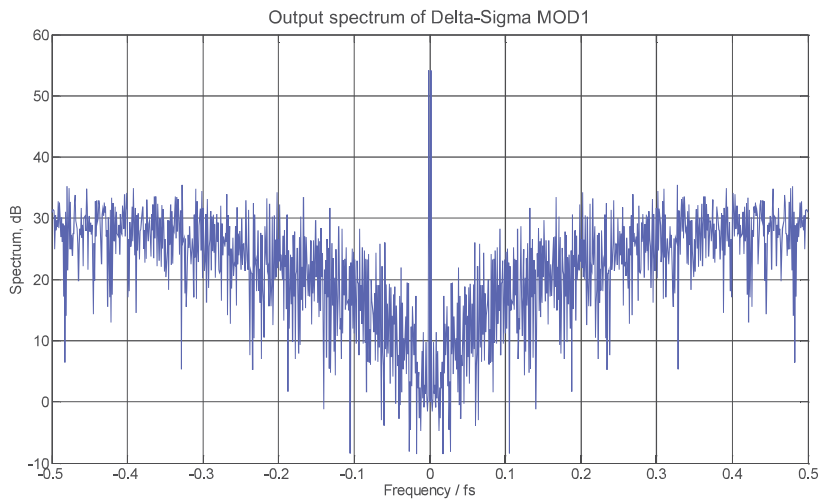
Bagi frekuensi $f \ll 1$ (anggap $f=0$), maka $|NTF_{MOD1}|^2 = |NTF_{MOD2}|^2 \approx 0$. Kondisi ini menunjukkan secara jelas bahwa kuantisasi noise dapat ditekan serendah mungkin atau dijauhkan dari signal yang diinginkan dikarenakan proses *noise shaping filter* tersebut. Inilah yang menjadikan efektivitas modulasi $\Delta\Sigma$ sangat cocok digunakan bagi signal dalam frekuensi rendah.

Gambar 12 dan Gambar 13 berikut menunjukkan spektrum frekuensi MOD1 dan MOD2 masing-masing melalui sampling rate perbandingan 128 dan 1024.

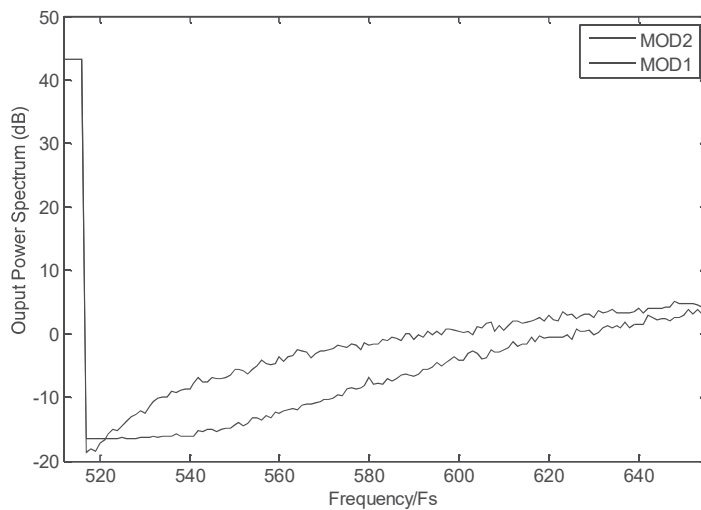


Gambar 12. MOD1 dan MOD2 pada sample per period =128.

Hasil simulasi pada Gambar 12 dan Gambar 13 diatas menunjukkan perbandingan NTF respon frekuensi antara MOD1 dan MOD2. Terlihat jelas bahwa total power bagi kuantisasi noise MOD2 lebih besar dari MOD1. Hal ini terjadi karena frekuensi gain MOD2 juga lebih besar dari MOD1. Selain itu, noise shaping MOD2 menunjukkan performansi yang lebih baik (lebih rendah) dari MOD1. Simulasi yang dihasilkan untuk Gambar 14 berikut berupa output power spectrum modulator $\Delta\Sigma$ terhadap frekuensi carrier dengan menggunakan signal OFDM, dimana MOD2 memiliki noise floor lebih rendah disekitar band signal dibandingkan dengan MOD1. Dengan demikian, MOD2 akan dipilih sebagai referensi bagi struktur model Cartesian $\Delta\Sigma$ upconverter yang diusulkan.



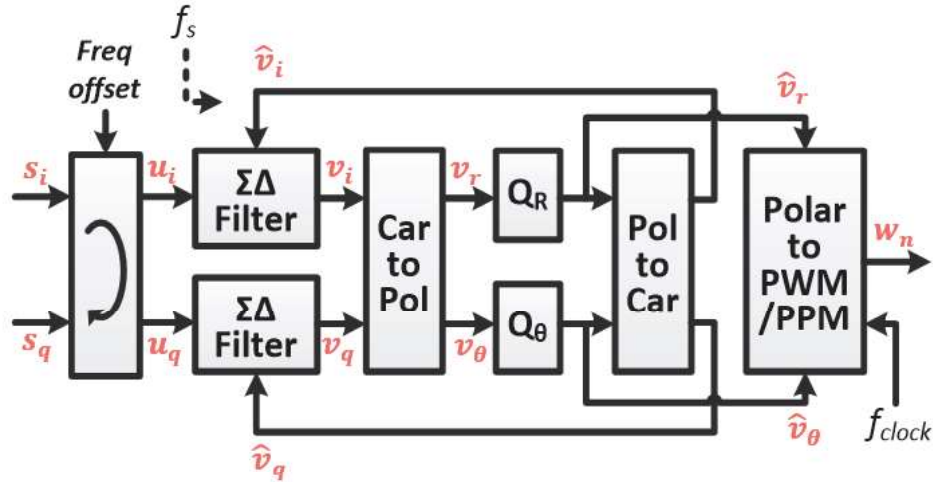
Gambar 13. MOD1 dan MOD2 pada sample per period =1024.



Gambar 14. Noise shaping pada MOD1 dann MOD2.

5.2 Analisis akurasi simetrik posisi prediksi *image* dan solusi *image-cancellation*

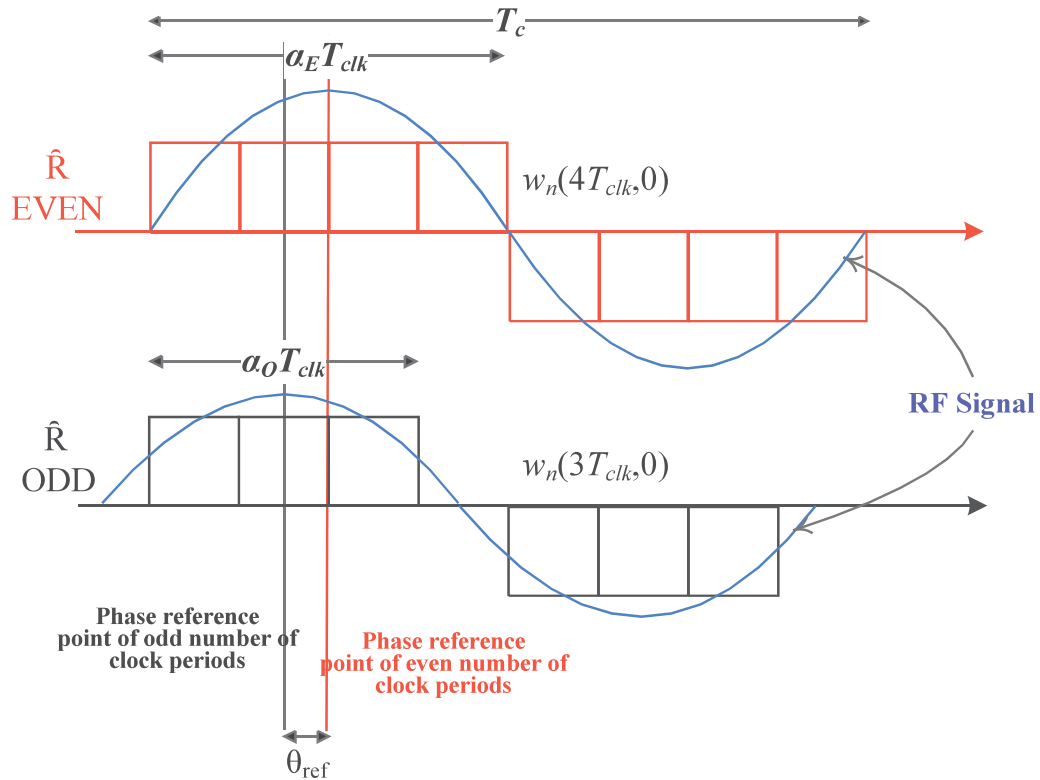
Konsep pemodelan RF transmitter dengan struktur $\Sigma\Delta$ terlihat pada Gambar 15. Struktur ini terdiri atas tiga blok utama yaitu blok $\Sigma\Delta$ filter, blok kuantisasi Q dan blok Polar-to-PWM/PPM. Parameter penelitian ini terlihat jelas pada gambar dimana masing-masing variable ukur adalah parameter-parameter yang akan disimulasikan.



Gambar 15. Skema Cartesian $\Sigma\Delta$.

Ketiga blok struktur diatas akan diuraikan sebagai berikut:

- Blok $\Sigma\Delta$ filter memuat struktur *low-pass* filter $\Sigma\Delta$ beroder-2 ($\Sigma\Delta$ MOD2). Masing-masing input baseband *I-Q* akan melalui $\Sigma\Delta$ MOD2 yang berbeda [u_i, u_q]. Keluaran blok ini adalah dalam variabel [v_i, v_q] format koordinat Cartesian.
- Blok Quantiser-Q adalah fungsi kuantisasi sinyal polar. Sebelum proses kuantisasi, signal baseband [u_i, u_q] harus dikonversi (blok Car-to-Pol) kedalam koordinat Cartesian menjadi polar dan akan menghasilkan [v_r, v_θ]. 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_n). Pada Gambar 16, 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.

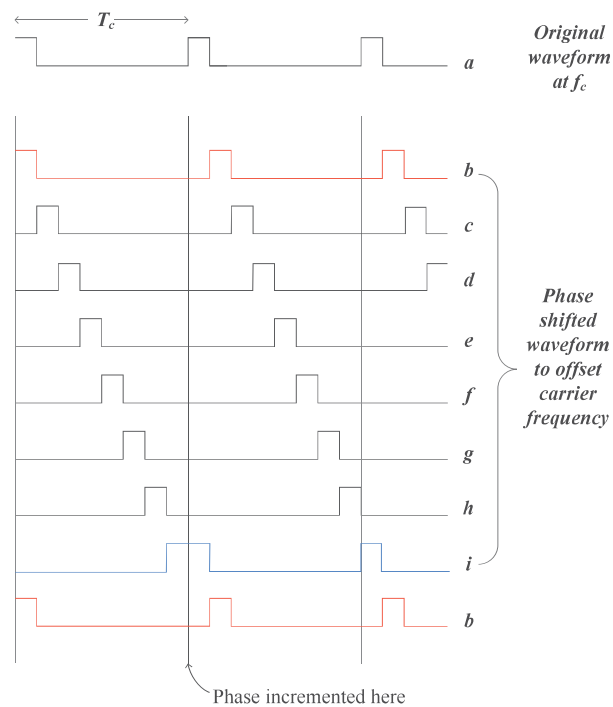


Gambar 16. Output PPM/PWM berupa waveform signal.

Metode kuantisasi dari *pulsewidth period* untuk system konversi signal baseband polar menuju ke RF menggunakan PWM/PPM memunculkan distorsi di sekitar spectrum keluaran (walaupun *noise floor*-nya sudah yang sangat rendah dari *pulsewidth period* bernilai ganjil). Distorsi tersebut adalah signal harmonik pada setiap range frekuensi offsetnya (f_{offset} yaitu jarak antara f_c ke signal utama). Bentuk signal harmonik ini adalah *image* ($-f_{offset}$), harmonik-3 ($3f_{offset}$), harmonik-5 ($5f_{offset}$) dan seterusnya pada setiap harmonik ganjil. Proses PPM merupakan hal yang paling krusial penyebab utama fenomena ini. Perubahan sebuah signal fasa diwakili oleh perubahan posisi pulsanya dan posisi awal pulsa tersebut (*pulse edge*) harus tepat terjadi pada awal pulsa periode (*digital timing*). Perbedaan OSR yang digunakan mempengaruhi perubahan level kuantisasi yang diinginkan.

Output kuantiser dari sebuah signal baseband adalah berupa bit-bit dalam format polar $[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$. Bit ini akan diteruskan menuju blok 'Polar to PWM/PPM' sehingga proses pulsa square waveform dapat dihasilkan. Proses PWM akan menyesuaikan perubahan amplitude pada pulsa square tersebut, sedangkan proses PPM akan menyesuaikan

perubahan fasaya. Perubahan fasa bergantung kepada nilai perubahan carrier per period-nya. Setiap perubahan ini tentunya dapat mempengaruhi adanya perubahan level kuantisasi yang terjadi setiap saat. Demikian pula bahwa setiap perubahan amplitude mempengaruhi terjadinya loss atau gain pada perubahan durasi rasio amplitude-positif menuju amplitude-negatif dan memunculkan distorsi lain, seperti distorsi AM. Saat pulsa berada diposisi atas (tinggi, berlogika “1”) dan ketika diposisi akhir untuk mengalami perubahan posisi logika maka pulsa ini akan mengikuti dan menyesuaikan perubahan pelebaran karena terikuti oleh pulsa pengikut lainnya dari periode lain, sehingga total perubahan lebar pulsa akan semakin melebar. Sebagaimana terlihat pada Gambar 17 berikut, *waveform a-h* adalah perubahan . pulsa yang beraturan dalam satu periode sama. Ketika pulsa waveform tersebut akan Bergerer ke periode berikutnya, perubahan *waveform-h* menjadi terlihat di *waveform-i* dan mengalami pelebaran pulsa. Proses inilah kemudian memunculkan fenomena harmonik dan beberapa produk spektral liar yang tidak diinginkan disekitar band signal yang diinginkan.



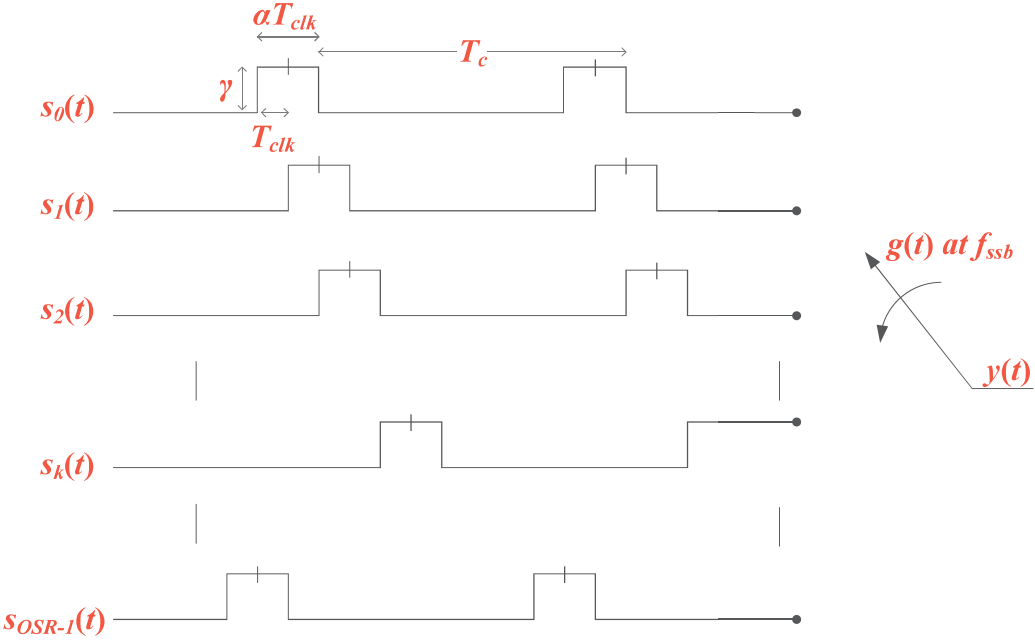
Gambar 17 Phase shift waveform saat pulsa mengganti posisi.

Analisis matematika dibuat untuk menentukan posisi tepat distorsi harmonic dari setiap bit sinyal keluaran dari blok ‘Polar to PWM/PPM’. Analisis ini berdasarkan single *Single Side Band (SSB) tone*, Gambar 18. Single SSb terdiri dari *Upper Side Band (USB)*

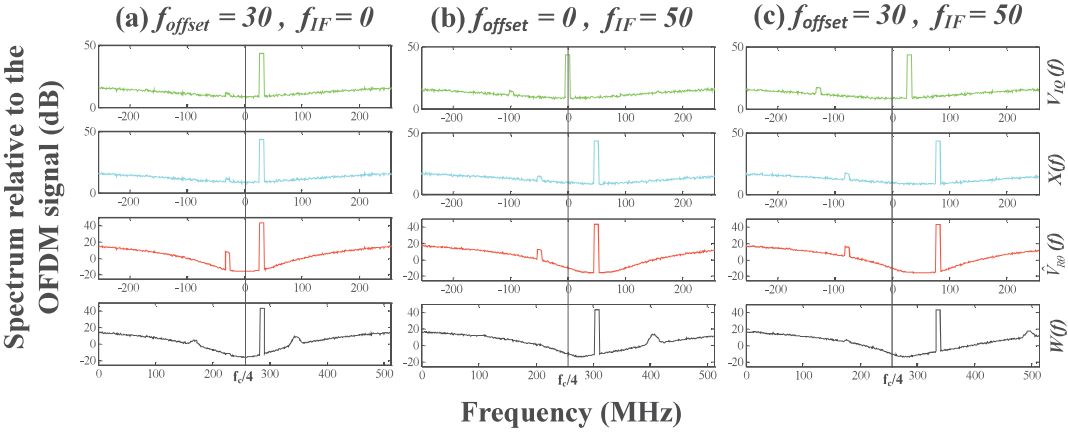
atau *Lower Side Band* (LSB) dengan posisi frekuensi masing-masing $(f_c + f_{ssb})$ or $(f_c - f_{ssb})$ Hz. Fasa $(\frac{\partial\theta}{\partial t})$ dapat ditentukan melalui frekuensi SSB, f_{ssb} , yaitu

$$f_{ssb} = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial\theta}{\partial t} \tag{6}$$

sehingga $\frac{\partial\theta}{\partial t} = 2\pi f_{ssb}$ (7)



Gambar 18. Phase shifted oscillators signal SSB.



Gambar 19. Image Cancellation pada $OSR_{RF}= 16$.

Gambar 19 menunjukkan hasil metode noise cancellation dari beberapa scenario variable offset yang berbeda. Data diambil menggunakan $OSR=16$. Dapat dilihat bahwa akurasi posisi image dapat di hitung setelah mengetahui posisi offset dan dibangun system image palsu untuk bias saling menghilangkan tepat pada kedudukan bin image sesuai dengan fasa terbalik yang telah diatur.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan Hasil

Dalam rangka menuju digitalisasi transmisi, Teknik dasar $\Sigma\Delta$ digunakan untuk mengelolah skema modulasi yang cukup kompleks pelaksanaannya seperti pada *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) sehingga dapat menghasilkan keluaran *pulse waveform*. Struktur upconverter berbasis Cartesian $\Sigma\Delta$ tepat diaplikasikan untuk meningkatkan *dynamic range*, efisiensi dan linearitas pada desain transmitter-RF GHz. Selanjutnya, sebagian besar digitalisasi system komunikasi wireless mensyaratkan kesesuaian penyetelan (*tunability*) pada semua frekuensi band. Namun Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverter masih memiliki kekurangan dalam masalah noise dan gangguan harmonik dari band signal yang kita harapkan.

Permasalahan dan tantangan pada transmitter RF skema Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverter adalah fenomena noise shaping dan harmonik signal yang besar. Harmonik ini muncul setelah melalui proses kuantisasi. Harmonik signal merupakan gangguan signal (*distorsi*) terbesar karena menyebabkan interferensi dan mengurangi *strength signal* pada band signal yang diinginkan. Penerapan *tunability* (*baseband tuning*) untuk meningkatkan *dynamic range* pemodelan *upconveter* melalui akurasi *over sampling rasio* (OSR) dan pemilihan f_{offset} (*frequency offset*) yang tepat dapat dilakukan untuk solusi permasalahan.

6.2 Saran

- Dapat dilakukan penelitian lanjutan tentang konsep *tunability* pada struktur $\Sigma\Delta$
- Validasi dapat dilakukan melalui aplikasi frekuensi tinggi misalnya pengukuran dengan Field-programable gate array (FPGA).

DAFTAR PUSTAKA

- F. M. Ghannouchi, (2010). *Power amplifier and transmitter architectures for software defined radio systems*. Circuits and Systems Magazine, IEEE, vol. 10, hal. 56-63.
- H. A. Ruotsalainen, H. Arthaber, dan G. Magerl, (2013). *Quantization noise cancelation scheme for digital quadrature RF pulse encoding*. IEEE MTT-S International, hal. 1-4.
- J. Keyzer, 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.
- J. Keyzer, 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.
- J. Vankka, (2005). *Digital synthesizers and transmitters for software radio*: Springer.
- K. R. Santhi, V. K. Srivastava, G. SenthilKumaran, dan A. Butare. (2003). *Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)*. IEEE Conference on Vehicular Technology (VTC), hal. 2317-2321, vol.4.
- M. Helaoui, S. Hatami, R. Negra, dan F. M. Ghannouchi, (2008). *A novel architecture of delta-sigma modulator enabling all-digital multiband multistandard RF transmitters design*. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, , vol. 55, hal. 1129-1133.
- M. Nielsen dan T. Larsen, (2007). *A transmitter architecture based on delta-sigma modulation and switch-mode power amplification*. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 54, hal. 735-739.
- R. Schreier, G. C. Temes, dan J. Wiley, (2005). *Understanding delta-sigma data converters*. IEEE press Piscataway, NJ, vol. 74.
- S. Frattasi, H. Fathi, F. H. Fitzek, R. Prasad, dan M. D. Katz, (2006). *Defining 4G technology from the users perspective*. IEEE Network, vol. 20, hal. 35-41.
- S. Sirmayanti dan Arni Litha, (2010). *Perancangan adaptive duplexer sistem software radio multiband untuk mengatasi kelemahan fungsi radio analog menuju sistem sirkuit integrasi*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI 2010. Perpustakaan PNUP.
- S. Sirmayanti dan Lidemar Halide, (2016). *Fenomena noise shaping dan harmonik pada Sigma Delta based RF Transmitter untuk aplikasi software radio multiband*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI 2016 No. nomor:023/PL10.10/PL/2016. Perpustakaan PNUP.
- S. Sirmayanti, Horace King, Mike Faulkner, (2011). *Sigma Delta ($\Sigma\Delta$) Architecture Integration with Digital Pre-distortion to enhance Optimal Switch Mode Power Amplification (OSMPA) in FEMTO cell Transceiver Design*. Proceeding in International Conference on Information, Comms, and Signal Processing (ICICS), hal. 1-4. DOI: 10.1109/ICICS.2011.6173552
- S. Sirmayanti dan Mike Faulkner, (2014). *Tuning baseband on Cartesian Delta-Sigma Up-conversion*. IET e-Letters Journal, Vol. 50, Issue:8, hal. 635-637, DOI: 10.1049/el.2014.0164.
- V. Bassoo dan M. Faulkner, (2009). *Sigma-delta digital drive signals for switchmode power amplifiers*. Electronics Letters, vol. 44, hal. 1299-1300.

B.100

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2015-2018

1. Studi Dan Analisis Pemodelan End-To-End SNR Pada Transmisi Relay Dual-Hop Dengan Mixed-Multipath Fading Channel (2015)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
2. Fenomena Noise Shaping Dan Harmonik Pada Sigma Delta Based RF Transmitter Untuk Aplikasi Software Radio Multiband (2016)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Akurasi Simetrik Distorsi Image Dan Solusi Image Cancellation Dari Fenomena Harmonik Up-Conversion Structure (2017)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
4. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-1 (2017)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Farchia Ulfiah, M.T. / Airin Dewi Utami, S.T., M.T
5. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-2 (2018)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Irfan Syamsuddin, S.T., M.ComISM., Ph.D / Airin Dewi Utami, S.T., M.T. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
6. Perancangan Sigma-Delta Modulation Based Digital Filter Untuk Modul Praktikum Sistem Komunikasi Digital (2018)
Penulis: Sulwan Dase, S.T., M.T. / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.



**UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2018**

BIBIE
NDANG

B.100

B.100

SIRMAYANTI, DKK

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL P

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2015-2018

1. Studi Dan Analisis Pemodelan End-To-End SNR Pada Transmisi Relay Dual-Hop Dengan Mixed-Multipath Fading Channel (2015)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
2. Fenomena Noise Shaping Dan Harmonik Pada Sigma Delta Based RF Transmitter Untuk Aplikasi Software Radio Multiband (2016)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Akurasi Simetrik Distorsi Image Dan Solusi Image Cancellation Dari Fenomena Harmonik Up-Conversion Structure (2017)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
4. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-1 (2017)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Farchia Ulfiah, M.T. / Airin Dewi Utami, S.T., M.T
5. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-2 (2018)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Irfan Syamsuddin, S.T., M.ComISM., Ph.D / Airin Dewi Utami, S.T., M.T / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
6. Perancangan Sigma-Delta Modulation Based Digital Filter Untuk Modul Praktikum Sistem Komunikasi Digital (2018)
Penulis: Sulwan Dase, S.T., M.T. / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

PERPUSTAKAAN B.J. HABIBIE
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
KETT15
SR
CJ



**UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2018**

PERIODE 2015-2018

LEMBAR

HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW

KARYA ILMIAH : HASIL PENELITIAN ATAU HASIL PEMIKIRAN YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN (TERSIMPAN DI PERPUSTAKAAN PERGURUAN TINGGI)*

Judul Artikel : Akurasi simetrik distorsi image dan solusi image cancellation dari fenomena harmonik up-conversion structure

Jumlah Penulis : 2 (dua) orang

Status Pengusul : ~~penulis-pertama~~/Penulis kedua/~~penulis-korespondensi~~ **

Identitas Artikel :

- a. Nama Seminar :
- b. Nomor ISSN :
- c. Waktu Penyelenggaraan :
- d. Penerbit/Penyelenggara : Perpustakaan PNUP
- e. Tanggal Publikasi : Nov-17
- f. DOI artikel (jika ada) :
- g. Alamat web jurnal :
- h. Keterangan (opsional) : LAPORAN AKHIR PENELITIAN FUNDAMENTAL PNUP 2017

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Artikel			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional/Internasional bereputasi** <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional *** <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)			10	10
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			27	27
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			25	25
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			25	25
Total = (100%)			87	87
Nilai Pengusul = $87 \times 40\% =$			87	

Catatan Reviewer :

Sesuai bidang keahlian.

Makassar, 2 Ags 2021

Reviewer 2,

Dr. Ir. Satriani Said Akhmad, M.T.

NIP. 19670904 199303 2 001

Unit kerja : Jurusan Teknik Elektro PNUP

*Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah

**coret yang tidak perlu

***nasional/terindeks di DOAJ, CABI, Copernicus

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH: LAPORAN PENELITIAN YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN*

Judul laporan : Akurasi Simetrik Distorsi Image dan Solusi Image Cancellation dari Fenomena Harmonik Up-Conversion Structure

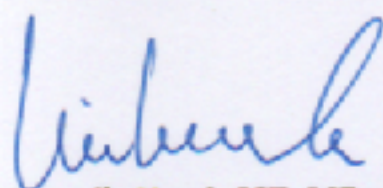
Penulis laporan : Ichsan Mahjud, Sirmayanti

Identitas laporan : a. Tahun terbit : 2017
 b. Penyandang Dana : DIPA PNUP
 c. Jumlah halaman : 25 halaman

Hasil Penilaian *Peer Review* :

No.	Komponen yang dinilai	Nilai Maksimum Laporan Penelitian	Nilai yang diberikan penilai (NP)
a.	Kelengkapan unsur isi laporan (10%) (Mencakup prakata, daftar isi, bab/bagian, daftar Pustaka, lembar pengesahan, dan kelengkapan lain)	0,2	0,2
b.	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (40%) (Memiliki relevansi dengan bidang keilmuan, melakukan analisis, eksplorasi, dan elaborasi terhadap masalah yang dibahas)	0,8	0,75
c.	Kecukupan dan kemuktahiran data/informasi dan metodologi (40%) (Mengungkap konsep dan mengkaji fenomena muktahir yang didukung data hasil penelitian, menggunakan kajian akademik ilmiah, bahasa yang mudah dipahami, serta didukung dengan pustaka yang relevan).	0,8	0,7
d.	Kebermanfaatan (10%) (Memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu dan solusi bagi masalah yang dihadapi masyarakat)	0,2	0,15
Total = (100%)		2	1,8
Nilai Pengusul: 1,8			
Catatan Penilai artikel oleh Reviewer: Kelengkapan unsur isi, ruang lingkup, pembahasan, metode dan data telah cukup. Sesuai dengan bidang keilmuan pengusul. Analisis dan pembahasan cukup dalam. Pustaka yang digunakan ada yang tidak up-to-date.			

Makassar, 11 September 2021
 Reviewer 2,



Iin Karmila Yusri, SST. MEng. PhD.
 NIP. 19760403 200212 2 001
 Unit Kerja: Jurusan Teknik Elektro PNUP