

Direct Digital Synthesize based Exciter Jammer

Exciter Jammer Berbasis Direct Digital Synthesizer

Elan Djaelani ^{*,1}, Purwoko Adhi²

¹ Pusat Penelitian Informatika
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jln Cisit 21/154 D, Bandung 40135
Indonesia

² Pusat Penelitian Elektronika Telekomunikasi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jln Cisit 21/154 D, Bandung 40135
Indonesia

Abstract

In this paper, we propose a radio transmitter jamming device modification developed. The transmitter is built by replacing Voltage Controlled Oscillator (VCO) with modules for Direct Digital Synthesizer (DDS) as an exciter. Advantages of DDS is programmed with a computer and can produce a signal with a frequency stability and frequency accuracy is very high. The use of DDS allow setting the frequency of central and deviation with very easily using software. In addition, the period or sweep time designed to use only software can be reprogrammed with DDS to function on a Linear Sweep No Dwell mode and signal trigger with a period equal to the period the minimum desired sweep. DDS allows to generate a signal jamming by narrow BW, so the power output of the Jammer could be higher and increased outreach of radio jamming. Another advantage with the use of DDS is the dimension transmitter Jammer becomes smaller.

keywords: Jamming devices, DDS, Eletronics warfare

Abstrak

Pada tulisan ini, modifikasi perangkat pemancar radio *jamming* diusulkan, dengan mengganti Voltage Controlled Oscilator (VCO) dengan modul *Direct Digital Synthesizer* (DDS) sebagai exciter. Kelebihan DDS adalah bisa diprogram dengan komputer dan menghasilkan sinyal dengan stabilitas dan akurasi frekuensi yang sangat tinggi. Penggunaan DDS memungkinkan pengaturan frekuensi tengah dan deviasi dengan sangat mudah menggunakan software. Di samping itu, periode atau waktu sweep dirancang untuk bisa diatur hanya menggunakan software dengan memprogram DDS untuk berfungsi pada mode *Linear Sweep No Dwell* dan memberikan sinyal trigger dengan periode sebesar periode sweep minimum yang diinginkan. DDS memungkinkan untuk menghasilkan sinyal *jamming* dengan BW yang sempit, sehingga power output Jammer bisa lebih tinggi dan daya jangkauan radio *jamming* meningkat. Keuntungan lain dengan penggunaan DDS adalah dimensi pemancar Jammer menjadi lebih kecil.

kata kunci: Perangkat *Jamming*, DDS, Perang elektronik

1. PENDAHULUAN

Jamming (pemacetan) adalah cara melumpuhkan komunikasi elektronika dengan cara menimpa atau menutupi sinyal dari suatu pemancar dengan sinyal lain (disebut sinyal *jamming*) yang mempunyai frekuensi sama dan daya (energi) lebih besar, sehingga penerima yang dituju hanya akan mendeteksi sinyal *jamming* yang mempunyai daya

lebih besar, ini akan mengakibatkan komunikasi terganggu atau bahkan macet sama sekali. *Jamming* terutama digunakan untuk melumpuhkan komunikasi radio atau *wireless* yang membawa informasi voice, video ataupun data [1, 2].

Ada beberapa cara untuk melaksanakan memacetkan komunikasi radio, tiga teknik yang paling umum dapat dikategorikan sebagai berikut [3]:

- (1) *Spoofing*. Pada jenis *jamming* ini, perangkat memaksa radio bergerak untuk mematikannya sendiri. Jenis ini sangat sulit untuk dilaksanakan karena perangkat pertama mendeteksi beberapa telepon selular di area tertentu, maka perangkat

*Corresponding Author. Tel: +6222-2504711

Email: elan@informatika.lipi.go.id

Received: 3 Aug 2013; revised: 25 Aug 2013; accepted: 6 Oct 2013

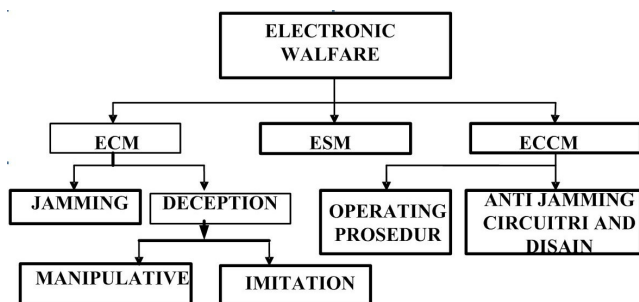
Published online: 30 Nov 2013

© 2013 INKOM 2013/14-NO257

mengirim sinyal untuk menonaktifkan telepon selular. Beberapa jenis teknik ini dapat mendeteksi telepon selular jika telepon selular dekatnya ada dan dikirim pesan untuk memberi tahu pengguna untuk mengaktifkan telepon ke mode diam [4].

- (2) *Shielding attacks*. Hal ini dikenal sebagai pelindung EMP (*electro magnetic power*). Jenis ini memerlukan menutup area di ruang Faraday sehingga perangkat didalam ruang ini tidak dapat mengirim atau menerima sinyal RF dari luar ruang ruangan. Misalnya digunakan pada ruangan gedung besar.
- (3) *Denial of Service*. Pada teknik ini perangkat mengirim sinyal derau pada frekuensi operasi yang sama dengan telepon selular, dalam rangka untuk mengurangi SNR sampai di bawah nilai minimum. *Jamming* semacam ini adalah suatu teknik yang paling sederhana dan perangkat yang diusulkan termasuk jenis ini. Beberapa penelitian *jamming* dengan *denial of service* telah dilakukan misalnya [5] yang mengusulkan *jamming* dengan teknik kolaborasi. Berbeda dengan [5], sistem *Jamming* yang diusulkan bersifat tunggal.

Electronic Warfare (EW) merupakan elemen penting pada konsep peperangan modern. EW dibagi menjadi tiga bagian yaitu: *electronic counter measures (ECM)*, *electronic counter-counter measures (ECCM)*, dan *electronic-warfare support measures (ESM)*. *Jamming* adalah bagian dari *electronic counter measures (ECM)*, seperti terlihat pada Gambar 1 [6].



Gambar 1. Struktur EW

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan performansi dan menurunkan dimensi *jammer* yang telah dikembangkan.

Berbeda dengan [7] yang mengusulkan jammer berbasis VCO, dalam hal ini pembangkitan sinyal *jamming* menggunakan komponen VCO. Perangkat ini dalam menentukan frekuensi tengah dan lebar frekuensi ditentukan oleh sinyal *sawtooth* secara perangkat keras. Sedangkan, *jammer* diusulkan

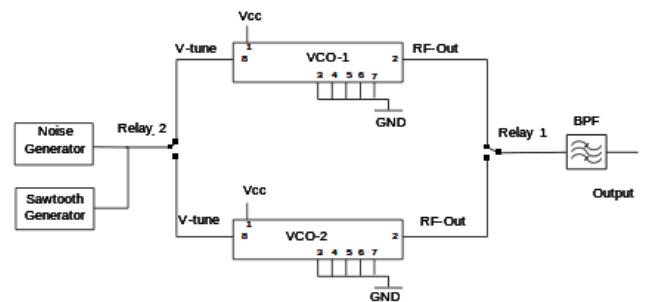
berbasis DDS yang memiliki keunggulan mudah dalam menentukan frekuensi tengah dan lebar frekuensi dengan cara memprogram computer.

Tulisan ini disusun sebagai berikut: pada bagian 2, uraian singkat *exciter* sinyal *jamming* berbasis DDS akan dijelaskan. Uraian implementasikan rangkaian akan dijelaskan pada bagian 3. Sedangkan pemograman DDS dijabarkan pada bagian 4. Hasil percobaan disajikan pada bagian 5. Tulisan ini ditutup oleh kesimpulan yang disampaikan pada bagian 6.

2. EXCITER UNTUK JAMMER

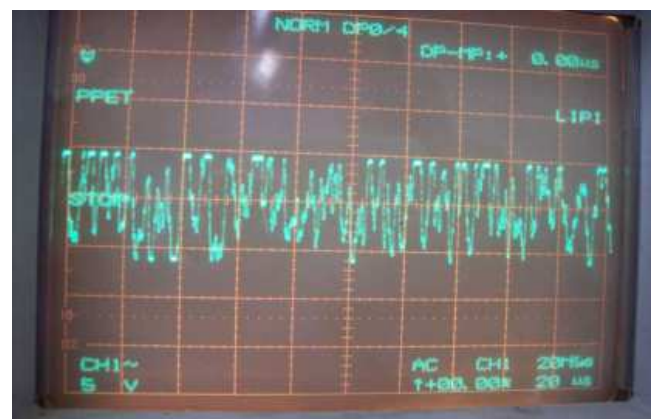
2.1 Exciter berbasis VCO

Exciter jammer berbasis VCO seperti pada Gambar 2, terdiri dari: *noise Generator*, *sawtooth Generator*, VCO1, VCO2 dan *Bandpassfilter* [1].



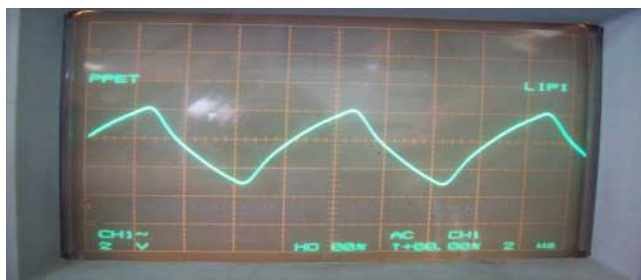
Gambar 2. Diagram blok Exciter

Noise generator adalah pembangkit *noise* Dibuat dari sebuah Dioda Zener dipasang *reverse bias*, lalu diperkuat oleh transistor dan OpAmp. Bentuk output gelombang seperti pada Gambar 3.



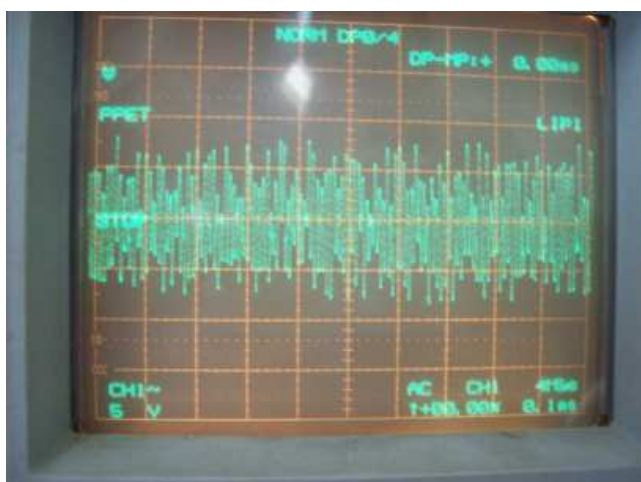
Gambar 3. Sinyal Noise

Sawtooth Generator adalah pembangkit sinyal gigi gergaji. Dibentuk oleh timer LM 555 dan diperkuat oleh transistor dan OpAmp Bentuk output gelombang gigi gergaji seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Sinyal Gigi Gergaji

Kedua gelombang tersebut di atas digabungkan menghasilkan bentuk gelombang seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Gabungan sinyal noise dan sinyal gigi gergaji

Gabungan sinyal tersebut menjadi input kedua VCO. VCO-1 adalah type POS 50 Mini Circuits mempunyai karakteristik seperti pada Table I dan kurva di bawah ini. Level gelombang gabungan mempunyai besar 10 Vpp. Gelombang ini akan menentukan bandwidth dari sinyal *jamming*. Karakteristik VCO-1 diberikan oleh Tabel I. Sedangkan, karakteristik VCO-2 diberikan oleh Tabel II.

Exciter mempunyai *output* dua *band*, jika posisi *switch* pada VCO-1 disebut band-1. Posisi *switch* pada VCO-2 disebut band-2. Dengan rincian daya dan output sebagai berikut: input daya VCO-1 dalam rentang 0-10 V dengan frekwensi output 30-45 MHz. Sedangkan daya VCO-2 adalah dalam rentang 0-10 V dan frekwensi keluaran 50-80 MHz.

Output exciter terbatas dua band dengan *bandwidth* sudah tertentu. Untuk mengubah lebar dan frekuensi *sweep* perlu mengubah nilai komponen R dan C pada rangkaian Sawtooth Generator. *Bandpass filter* membatasi output *exciter* antara 30-80 MHz [8]. Exciter berbasis VCO untuk

Tabel I. Karakteristik VCO-1

V Tune (Volt)	Frekuensi (MHz)	V Tune (Volt)	Frekuensi (MHz)
1	23,9	7	36,4
2	26,4	8	38,5
3	28,5	9	40,5
4	30,5	10	42,5
5	32,4	11	44,5
6	34,4	12	46,4

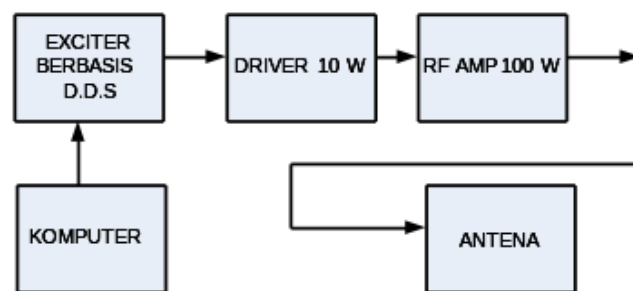
Tabel II. Karakteristik VCO-2

V Tune (Volt)	Frekuensi (MHz)	V Tune (Volt)	Frekuensi (MHz)
1	51,074	7	73,492
2	56,074	8	78,043
3	57,074	9	82,347
4	61,458	10	86,719
5	63,852	11	90,596
6	69,002	12	93,827

memilih frekuensi tengah *sweep* dan deviasi *sweep*, tergantung sinyal gigigergaji. Pengubah sinyal gigi gergaji diperlukan untuk mengubah nilai komponen pada rangkaian generator gigi gergaji.

2.2 Exciter berbasis DDS

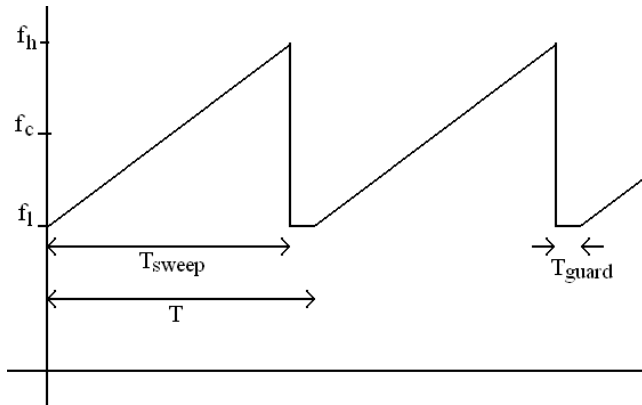
Berbeda dengan *Jammer* yang dibuat sebelumnya yaitu *jammer* dengan *exciter* berbasis VCO [1]. *Jammer* yang diusulkan mempunyai *exciter* berbasis DDS. Blok diagramnya seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Perangkat jammer dengan exciter berbasis DDS

Blok diagram Perangkat jammer dengan exciter berbasis DDS seperti pada Gambar 6 terdiri dari: Komputer, Exciter berbasis DDS, Driver 10 Watt, RF AMP 100 Watt dan Antena. Bagian yang akan dibahas adalah *Exciter* berbasis DDS. Bagian ini membangkitkan sinyal *jamming*. Sinyal *jamming* yang diinginkan memiliki frekuensi yang naik atau turun dengan waktu. Sehingga bisa menyapu rentang frekuensi yang diinginkan dalam periode tertentu. Perangkat ini mempunyai spesifikasi: sama seperti exciter berbasis VCO, kecuali pengaturan frekuensi tengah dan deviasi dengan sangat mudah

menggunakan software. Sinyal *jamming* bisa dihasilkan dengan memodulasi secara FM sebuah sinyal dengan sinyal gigi gergaji. Representasi frekuensi waktu dari sinyal *jamming* yang ingin dibangkitkan seperti Gambar 7 [9].



Gambar 7. Representasi frekuensi-waktu dari sinyal *jamming*.

Periode (T), sweeptime (T_{sweep}), dan guardtime (T_{guard}) memiliki hubungan seperti pada Persamaan 1. Sedangkan frekuensi tengah (f_c), frekuensi bawah (f_l), dan frekuensi atas (f_h) memiliki hubungan seperti pada Persamaan 2.

$$T = T_{sweep} + T_{guard} \tag{1}$$

$$f_c = \frac{f_h + f_l}{2} \tag{2}$$

Sinyal *jamming* dalam frequency-domain dapat ditulis dengan Persamaan 3.

$$f = \begin{cases} f_l + kt & \text{if } nT \leq t < nT + T_{sweep} \\ f_l & \text{if } nT + T_{sweep} \leq t < (n + 1)T \end{cases} \tag{3}$$

Dengan k adalah kecepatan sinyal *jamming*. Dengan demikian k dapat ditulis seperti pada Persamaan 4.

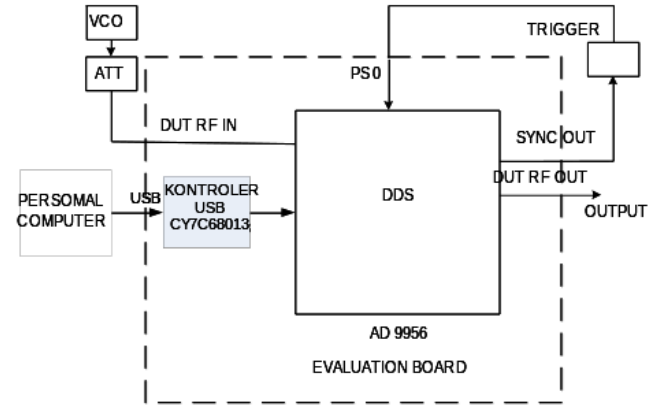
$$k = \frac{f_h - f_l}{T_{sweep}} = \frac{f_{rd}}{T_r} \tag{4}$$

Dengan f_{rd} adalah kenaikan frekuensi setiap step dan T_r adalah periode step.

3. IMPLEMENTASI JAMMER BERBASIS DSS

Implementasi rangkaian digunakan IC DDS AD 9956 dari Analog Device [10]. Selain DDS, IC ini juga memiliki Kontroler USB. Board

tersebut memiliki interface USB untuk keperluan pemrograman IC dan beberapa konektor SMA untuk input dan output. Diagram skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram skema rangkaian

Output VCO yang sudah diatenuasi digunakan sebagai clock referensi utama dari DDS. Untuk itu output Atenuator dihubungkan dengan input DUT RF IN pada evaluation board. Sebagai output DDS adalah pin DUT RF OUT dan nanti disambung ke Power Amplifier. IC VCO, Attenuator ATT dan Rangkaian TRIGER berada di luar Evaluation Board AD9956.

3.1 Pemrograman DDS

Komponen DDS yang digunakan dalam tulisan ini adalah AD9956 dari Analog Devices. Komponen memiliki 3 mode operasi [9]. Yang pertama dan juga merupakan mode operasi default adalah mode single tone. Akumulator fasa bekerja pada frekuensi tetap, sesuai dengan bilangan tuning dari profil yang aktif. Demikian juga dengan offset fasanya yang tetap dan sesuai dengan bilangan offset fasa dari profil yang aktif. Divais ini mempunyai 8 profile fasa/frekuensi yang berbeda, masing masing memiliki bilangan tuning frekuensi 48 bit dan bilangan offset fasa 14 bit. Profile dipilih dengan memberikan nilai digital pada pin pin select (PS2,PS1,PS0). Namun tidak dimungkinkan menggunakan fasa dari satu profile dan frekuensi dari profile yang lain.

Yang kedua adalah mode linier *sweep*. Mode ini diaktifkan dengan memberikan nilai logik 1 pada bit linier *sweep* enable dari kontrol register (CFR1 < 17 >= 1) namun dengan tetap membiarkan 0 pada bit linier *sweep* no dwell (CFR1 < 16 >= 0). Ketika komponen dalam mode linier *sweep*, akumulator frekuensi meningkatkan frekuensi output dari divais dari frekuensi bawah yang telah diprogram ke frekuensi

atas atau sebaliknya. Frekuensi bawah diatur oleh bilangan tuning frekuensi dari profile 0, dan frekuensi atas diatur oleh bilangan tuning frekuensi dari profile 1.

Kombinasi logika dalam akumulator frekuensi mengharuskan nilai disimpan pada FTW0 selalu lebih rendah dari nilai yang disimpan dalam FTW1. Arah *sweep* dikendalikan oleh PSO. Logika 1 pada pin ini memerintahkan output untuk *sweep* ke FTW1. Logika 0 memerintahkan output untuk *sweep* ke FTW0. Akumulator frekuensi membutuhkan 4 nilai, yang disimpan dalam register register. Yang pertama adalah nilai kenaikan frekuensi yang menentukan berapa besar kenaikan frekuensi setiap kali frekuensi naik. Nilai ini disimpan dalam rising delta frekuensi tuning word (RDFTW). Yang kedua adalah seberapa sering frekuensi naik. Nilai ini disimpan dalam rising *sweep* ramp rate (RSRR). Nilai RSRR menentukan berapa banyak siklus SYNC_CLK yang harus dihitung oleh akumulator frekuensi dari kenaikan frekuensi ke kenaikan frekuensi berikutnya. Yang ketiga dan keempat adalah ekuivalen dari yang pertama dan kedua untuk arah yang berlawanan, yaitu *falling delta frekuensi tuning word* (FDFTW) dan *falling sweep ramp rate* (FSRR).

Mode operasi yang ketiga adalah mode linier *sweep no dwell*. Mode inilah yang digunakan kita dalam aplikasi untuk *Jammer*. Mode ini diaktifkan dengan memberikan logika 1 pada bit linier *sweep* enable dan bit linier *sweep no dwell* dari register control $CFR < 17 : 16 \geq 1$. Ketika komponen dalam mode ini, akumulator frekuensi menaikkan frekuensi output dari divais dari frekuensi bawah ke frekuensi atas. Pada saat frekuensi atas tercapai, akumulator langsung kembali ke frekuensi bawah, tanpa melihat apakah PSO kembali ke 0 atau tidak. Mode ini hanya menggunakan RDFTW dan RSRR. Operasinya masih dikendalikan oleh pin PSO. Namun pin ini berfungsi sebagai triger. Ketika transisi pada pin PSO dari 0 ke 1 terdeteksi, komponen melakukan *awEEP* penuh, tanpa melihat apakah pin PSO kembali ke 0 atau tidak. Setelah *sweep*, selesai *sweep* lain bisa dilakukan dengan memberikan rising edge lain pada pin PSO. Ini berarti pin PSO harus dikembalikan ke 0 sebelum *sweep* berikutnya.

AD9956 mempunyai 14 Register yang bisa diakses, dibaca atau ditulis, melalui port *interface serial*. Mereka adalah *Control Function Register 1* (CFR1), CFR2, *Rising Delta Freq Tuning Word* (RDFTW), *Falling Delta Freq Tuning Word* (FDFTW), *Rising sweep Ramp Rate* (RSRR), *Falling sweep Ramp Rate* (FSRR), *Profile Control Register 0* (PCR0), PCR1, PCR2, PCR3, PCR4, PCR5, PCR6, dan PCR7.

Untuk aplikasi *Jammer* register-register yang digunakan adalah: CFR1, CFR2, RDFTW, RSRR, PCR0, dan PCR1. Frekuensi *clock reference* yang digunakan adalah 300MHz . Frekuensi yang sama akan digunakan untuk sistem clock (SYSCLK). Untuk itu kita bypass RF-DIVIDER dengan memberi bit logika 1 pada RF Divider SYSCLK MUX (CFR2(16) = 1). Dengan demikian frekuensi synchronisasi clock (SYNC_CLK) adalah sebesar SYSCLK dibagi 4, atau sebesar 75 MHz. Frekuensi ini bisa didapat pada pin SYNC_OUT.

Frekuensi *sweep* maksimum yang diinginkan adalah sekitar 75 kHz atau *sweep* time sekitar 0.013 ms. Frekuensi terdekat yang didapat dengan cara membagi dengan bilangan 2n adalah 73.242 kHz, di mana $n=10$. Berarti *sweep* time sama dengan 0.013653 ms atau 1024 siklus SYNC_CLK. Untuk meyakinkan bahwa akumulator frekuensi kembali ke frekuensi bawah, dengan mengatur guard time sebesar 4 siklus SYNC_CLK, sehingga *sweep* dari frekuensi bawah ke frekuensi atas dilakukan selama 1020 siklus SYNC_CLK. Untuk mendapatkan frekuensi ekskursi sekitar 3MHz pada $T_{sweep} = 13.653 \mu\text{s}$, nilai 1 dimasukkan pada RSRR. Nilai ini menghasilkan kenaikan kenaikan frekuensi setiap satu siklus SYNC_CLK atau setiap $T_r = 0,01333 \mu\text{s}$. Kenaikan yang dibutuhkan setiap kali adalah sekitar 2.929 kHz. Nilai terdekat yang bisa diperoleh adalah 2.932 kHz dengan memberikan nilai 164 pada RDFTW. Nilai-nilai di atas akan menghasilkan frekuensi ekskursi sebesar 2.929MHz untuk *sweep* time yang telah ditentukan di atas. Tabel III menunjukkan nilai nilai RSRR dan RDFTW untuk periode *sweep* dan ekskursi yang lain.

Tabel III. Contoh Nilai Nilai RSRR dan RDFTW

T_{sweep} (ms)	RSRR	RDFTW	Frekuensi ekskursi (MHz)
0,013	1	164	2.991199
0,013	1	547	9.976745
0,013	1	1639	29.893755
0,000013	1	820	29.970646
0,1365	1	164	30.017567

Dengan mengambil 55 MHz sebagai frekuensi tengah maka frekuensi rendah dan frekuensi tinggi untuk masing-masing frekuensi ekskursi dapat dilihat pada Tabel IV.

Frekuensi bawah dan frekuensi atas digunakan untuk menghitung FTW0 dan FTW1 dengan Persamaan 5.

$$FTW = \frac{f}{f_s} 2^{48} \quad (5)$$

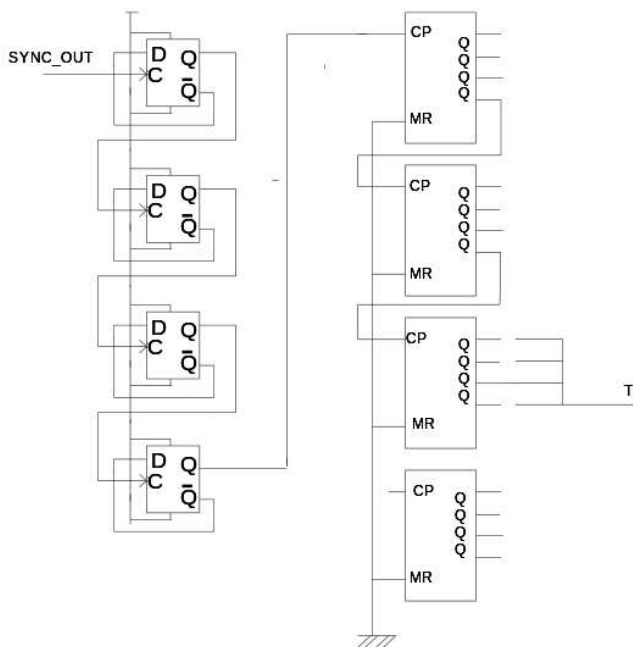
Tabel IV. Frekuensi rendah, tinggi dan ekskursi untuk frekuensi 55 MHz

Frek.ekskursi (MHz)	Frek.bawah (MHz)	Frek.atas (MHz)
2,9912	53,498535	56,489735
9,976745	49,992065	59,96881
29,893756	39,994507	69,888263
29,970645	39,985352	69,955997
30,017566	39,985352	70,002918

Di mana f_s =frekuensi clock referensi Selanjutnya FTW0 dan FTW1 ditulis bersama dengan POW0 dan POW1, yang dibiarkan 0, pada PCR0 dan PCR1.

3.2 Sinyal Triger

Triger periodik dengan perioda sebesar *sweep time* yang diinginkan diperlukan oleh DDS agar menghasilkan sinyal *jamming* periodik. Untuk menjaga koherensi sinyal triger. Sinyal triger dibangkitkan dengan membagi sinyal SYNC_CLK yang bisa diperoleh pada pin SYNC_OUT dari AD9956. Untuk menyakinkan bahwa pembagi bisa bekerja pada frekuensi SYNC_CLK, untuk pembagi tahap awal digunakan komponen TTL tipe fast (F). Tipe HCT atau ACT juga bisa digunakan. Setelah didapat frekuensi yang lebih rendah, pada tahap berikutnya bisa digunakan tipe lain. Diagram rangkaian pembagi dapat dilihat pada Gambar 9.



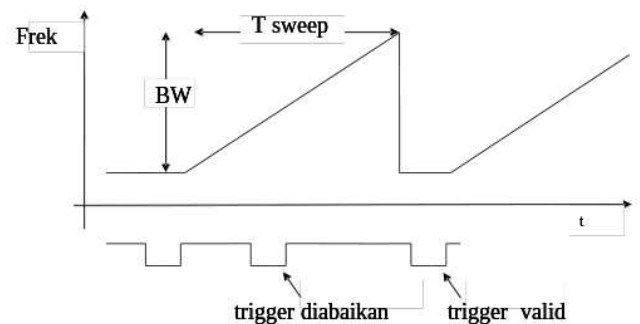
Gambar 9. Rangkaian pembagi untuk triger.

Dalam rangkaian tersebut digunakan dua buah IC74F74 yang masing masing memiliki dua buah D-Flipflop yang difungsikan sebagai pembagi dua.

Keempat D-Flipflop dirangkai membentuk pembagi 16. Sinyal output pada pin SYNC_OUT sudah kompatibel dengan sinyal TTL, sehingga bisa dihubungkan langsung ke input clock dari D-Flipflop pertama. D-Flipflop terakhir menghasilkan sinyal dengan frekuensi 4.6875MHz. Selanjutnya sinyal ini dibagi 16 menggunakan salah satu counter 4 bit yang ada dalam sebuah IC 74HC393 dan difungsikan sebagai pembagi 16. Selanjutnya counter lainnya pada IC 74HC393 yang sama difungsikan sebagian sebagai pembagi 2, 4, 8, dan 16 di mana outputnya bisa diperoleh pada masing-masing dari 4 pin output. Keempat output memiliki frekuensi 146.484KHz, 73.242KHz, 36.621kHz, dan 18.310kHz yang bisa dipilih dengan jumper untuk input trigger DDS pada PS0.

3.3 Pengaturan Waktu *sweep*

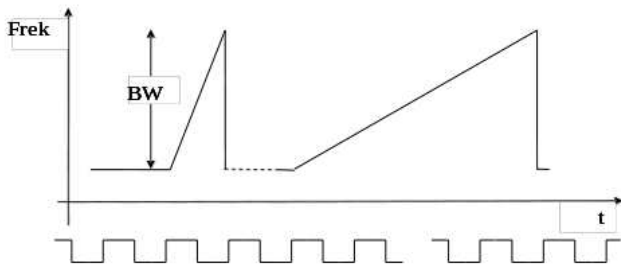
Waktu *sweep* dapat diatur hanya menggunakan software. Hal ini dimungkinkan dengan memanfaatkan perilaku IC DDS AD9956 ketika diprogram dalam mode Linear *sweep* No Dwell. Dalam mode ini, AD9956 akan mengabaikan trigger, berupa rising edge pada PS0, yang terjadi ketika melakukan *sweep* dari frekuensi bawah ke frekuensi atas yang telah ditentukan. Trigger dianggap valid dan memiliki efek jika terjadi pada saat output AD9956 sudah kembali ke frekuensi bawah. Gambar 10 mengilustrasikan trigger yang diabaikan dan trigger yang dianggap valid.



Gambar 10. Triger yang diabaikan dan triger valid

Waktu *sweep* dan bandwidth sepenuhnya dapat diatur menggunakan software. Sedangkan *trigger* harus dibangkitkan oleh rangkaian luar. Perilaku AD9956 ketika diprogram dalam mode *Linear sweep No Dwell*, memungkinkan pengaturan waktu *sweep* tanpa mengubah sinyal *trigger*. Yaitu dengan membuat perioda sinyal trigger sekecil mungkin atau lebih kecil dari waktu *sweep* terkecil yang diinginkan. Dengan demikian waktu *sweep* dapat diatur dalam kelipatan bulat perioda sinyal trigger. Gambar 11 mengilustrasikan waktu *sweep* sebesar 1

periode trigger dan waktu *sweep* sebesar N periode *trigger*, dengan *bandwidth* yang sama, dalam satu grafik untuk menghemat tempat.



Gambar 11. Waktu *sweep* 1 periode trigger dan N periode trigger.

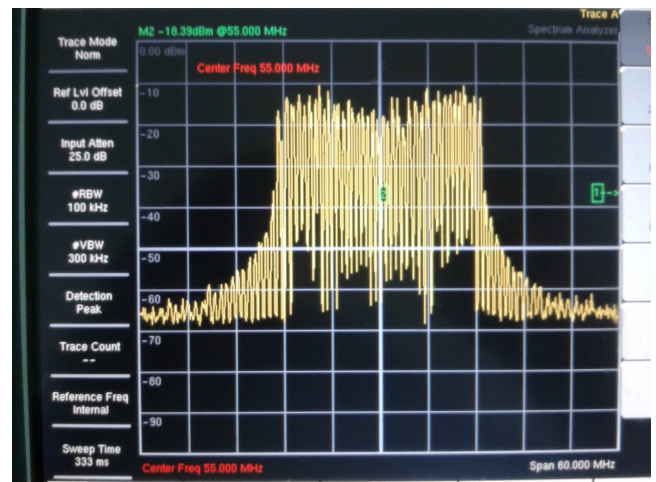
Pada aplikasi *jammer*, periode sinyal *trigger* adalah $13.653 \mu\text{s}$. Pengaturan waktu *sweep* dilakukan dengan memberikan nilai pada the *rising delta frequency tuning word* (RDFTW) dan the *rising sweep ramp rate word* (RSRR), sedemikian rupa sehingga frekuensi atas tercapai dalam waktu sedikit kurang dari waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan jumlah periode sinyal *trigger* yang diinginkan, tepat sebelum rising edge sinyal *trigger* tiba.

Pemrograman DDS ini secara teknisnya adalah sebagai berikut: Perhatikan Gambar 6 tentang skematik rangkaian. Pemrograman DDS, berupa akses dari dan ke register dalam IC DDS, dilakukan melalui USB dengan bantuan IC kontroler USB CY7C68013 dari Cypress yang terpasang di atas board yang sama dengan IC DDS. Pemrograman IC kontroler USB dilakukan oleh driver USB, yang disediakan oleh pembuat board DDS. Akses ke DDS juga dilakukan melalui driver yang sama, menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman Visual Basic. Perangkat lunak pada Personal Computer(PC) mengirim nilai-nilai register ke IC kontroler USB melalui USB, selanjutnya IC kontroler USB meneruskan nilai-nilai register tersebut ke IC DDS.

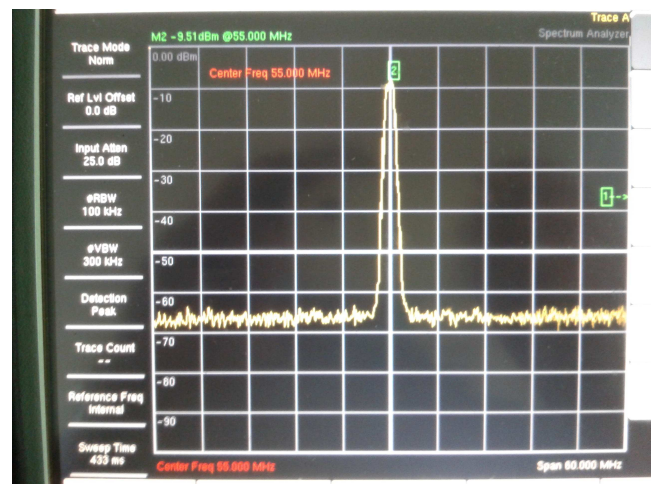
4. PENGUKURAN

Sinyal output dari DDS dimonitor dengan sebuah *spectrum analyzer*. Contoh sinyal spektrum dengan frekuensi tengah 55 MHz dan frekuensi ekskursi 240 MHz yang dihasilkan oleh DDS dengan sinyal clock 300 MHz yang dapat dilihat pada 12. Sinyal diambil dari output DDS tanpa melalui filter. *Spectrum analyser* diset pada frekuensi tengah 55 MHz, span 60 MHz, dan *sweep time* 100 milidetik.

Gambar 12 merupakan contoh spectrum sinyal output. Untuk mengetahui kualitas sinyal yang



Gambar 12. Contoh spektrum sinyal output.



Gambar 13. Sinyal output DDS pada frekuensi tetap 55 MHz.

dihasilkan pembangkit sinyal *jamming*, pembangkit sinyal *jamming* diprogram untuk menghasilkan sinyal dengan frekuensi antara 30-80 MHz. Sedangkan, Gambar 13 menunjukkan spectrum sinyal tersebut. Spektrum analyser diset dengan frekuensi tengah 55 MHz dan span 60 MHz. Bentuk spectrum menunjukkan bahwa sinyal yang dihasilkan cukup baik dan memenuhi syarat untuk digunakan pada Jammer.

5. KESIMPULAN

Sinyal yang dimodulasi secara FM dengan sinyal gigi gergaji menghasilkan sinyal *jamming*. Sinyal yang sama bisa dibangkitkan dengan menggunakan DDS. Untuk membangkitkan sinyal tersebut, DDS diprogram untuk mode operasi linier *sweep no dwell*. Parameter yang dimasukan adalah frekuensi bawah, frekuensi atas, kenaikan frekuensi, dan seberapa sering kenaikan frekuensi yang masing

masing dimasukkan dalam register PCR0, PCR1, RDFTW, dan RSRR. Pengulangan dibuat dengan memberikan trigger periodik pada pin PS0. Semua parameter disesuaikan dengan periode trigger. Periode trigger merupakan periode atau waktu *sweep* terendah yang dapat dihasilkan. Waktu *sweep* lainnya dapat diatur agar mendekati kelipatan bulat dari periode trigger.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pembangkit sinyal *jamming* telah bekerja dengan baik dan memenuhi syarat untuk digunakan pada Jammer. Di mana sinyal *jamming* dapat diatur bandwidth nya, sehingga bandwidth bandwidthnya menyempit dan gain Radio Frekuensi Power Amplifier naik, seterusnya output Jammer naik. Daya jangkauan jammer naik. Penggunaan DDS pada Jammer menaikkan performansi pemancar Jammer dan downsizing.

Daftar Pustaka

- [1] E. Djaelani, N. Aminah, and R. A., "Simulation of exciter from device jamming by using labview," *IJBAS*, vol. 01, no. 02, pp. 274–284, October 2012.
- [2] Rustamaji and E. Djaelani, "Radar jamming suatu konsep rancang bangun," *ELECTRANS*, vol. 11, no. 2,

- September 2012.
- [3] S. Gold, "Cellular jamming," *Network Security*, vol. 2012, no. 8, pp. 15 – 18, 2012.
- [4] S. Mili, D. Sodoyer, V. Deniau, M. Heddebaut, H. Philippe, and F. Canavero, "Recognition process of jamming signals superimposed on gsm-r radiocommunications," in *Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE), 2013 International Symposium on*, Sept 2013, pp. 45–50.
- [5] W. Wang, S. Bhattacharjee, M. Chatterjee, and K. Kwiat, "Collaborative jamming and collaborative defense in cognitive radio networks," *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 9, no. 4, pp. 572 – 587, 2013.
- [6] Rustamaji, "Review peperangan elektronika (electronic warfare)," in *Prosiding Seminar Radar Nasional 2010*, 2010.
- [7] N. K. Mishra, "Development of gsm900 mobile jammer: An approach to overcome existing limitation of jammer," in *Wireless Communication and Sensor Networks (WCSN), 2009 Fifth IEEE Conference on*. IEEE, 2009, pp. 1–4.
- [8] P. Adhi, "Pembangkitan chirp untuk radar fm cw menggunakan dds," *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, vol. 11, no. 2, Juli-Desember 2011.
- [9] Minicircuits. (2012) Data sheet vco type pos 50, pos 100, pos 500 minicircuits.
- [10] A. Device, *Evaluation Board AD9956*, 2011.