

## **RADAR JAMMING SUATU KONSEP RANCANG BANGUN**

**Rustamaji<sup>1)</sup> Elan Djaelani<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional (Itenas)  
Jl.P.H.H.Mustofa 23 Bandung

Telp.022-7272215 E-mail:rustamaji@itenas.ac.id.rustamajisaja@gmail.com

<sup>2)</sup>Pusat Penelitian Informatika LIPI  
Komplek LIPI Gd 20 Lt 3.Jl.Sangkuriang Bandung  
E:mail:elan@informatika.lipi.go.id

### **ABSTRAK**

Radar(Radio Detection And Ranging) adalah suatu system pendeteksi obyek yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk identifikasi jarak(range),arah (direction),atau kecepatan (speed) obyek.Radar merupakan perangkat dari elemen peperangan elektronika(EW:electronic warfare)sebagai ESM(electronic warfare support measure),sangat vital dalam system pertahanan nasional(national defense system) sebagai mata dan telinga untuk mengawasi obyek yang dapat membahayakan kesematan wilayah.Karena perannya yang sangat vital ,radar akan berusaha dilumpuhkan oleh lawan pada tahap awal peperangan.Salah satu cara untuk melumpuhkan fungsi radar adalah dengan Radar Jamming.

**Kata kunci:** jamming, radar.

### **ABSTRACT**

Radar (Radio Detection And Ranging) is an object detection system which uses electromagnetic waves to identify the distance, direction , or velocity objects. Radar is an element of the electronics warfare as the ESM (electronic warfare support measure), it is vital to the national defense system as the eyes and ears to monitor objects that could endanger safety region. Due to a very vital role, the radar will try paralyzed by an opponent at this stage of the early stages of the war. One of the main ways to paralyze the radar function is to Jamming Radar.

**Keyword :** jamming, radar

### **PENDAHULUAN**

Radar( *RA*dar *D*etection *A*nd *R*anging) adalah suatu system pendeteksi obyek yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk identifikasi jarak (*range*),arah(*direction*), atau kecepatan (*speed*) baik obyek bergerak maupun diam seperti pesawat terbang,kapal,kendaraan,keadaan cuaca,dan terrain.

Istilah Radar digunakan pertama kali oleh US Navy pada tahun 1940 sebagai akronim (Radio Detection And Ranging).Radar aslinya disebut RDF(*Range and Direction Finding* ) di United Kingdom,digunakan akronim sama sebagai Radio Direction Finding untuk menunjukkan kemampuan penentuan jarak(*ranging capability*)

Sistem radar terdiri dari bagian *transmitter* dan *receiver* yang letaknya pada lokasi yang sama atau dapat terpisah. *Transmitter* akan mengemisikan *radio wave* pada frekuensi dan daya tertentu besarnya. Ketika energy dari emisi gelombang radio mengenai obyek akan dipantulkan ke semua arah (*scattered*). Sebagian dipantulkan kembali (*reflected back*) ke *receiver* dan mempunyai sedikit perubahan panjang gelombang (*wavelength*) bahkan frekuensi apabila target bergerak. Energi sinyal yang kembali biasanya sangat lemah sehingga perlu diperkuat menggunakan teknik elektronika di *receiver* dan dikonfigurasi *antenna*.

### **Radar Equation**

Daya yang kembali  $P_r$ , ke *receiving antenna* diberikan radar *equation*:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R_t R_r} \quad (1)$$

Dimana:

- $P_t$  = transmitter power
- $G_t$  = gain dari transmitting antenna
- $A_r$  = effective aperture (area) dari receiving antenna
- $\sigma$  = radar cross section, atau scattering coefficient the target
- $F$  = pattern propagation factor
- $R_t$  = jarak dari transmitter ke target
- $R_r$  = jarak dari target ke receiver

Bila transmitter dan receiver pada lokasi yang sama,  $R_t = R_r$  dan suku  $R_t^2 R_r^2$  dapat diganti oleh  $R^4$ , dimana R adalah range. Maka:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4} \quad (2)$$

Pers (2) menunjukkan bahwa daya receiver turun sebesar range pangkat empat, yang artinya daya yang dipantulkan dari jarak target sangat lemah. Pada persamaan  $F=1$  adalah vacuum tanpa interference.

### **Doppler Effect**

*Ground base radar systems* yang digunakan untuk deteksi kecepatan (*speeds*) berdasar pada *Doppler effect*. Dimana *Doppler effect* dapat dinyatakan sebagai:

$$f = \frac{v + v_{abs}}{v - v_s} f_0 \quad (3)$$

Dimana:

- $f$  = frekuensi teramati gelombang (*wave*) akibat perubahan posisi target
- $f_0$  = frekuensi gelombang dari *transmitter*
- $v$  = kecepatan (*velocity*) gelombang (*wave*) di medium
- $v_{abs}$  = kecepatan *receiver* terhadap medium, positif jika *receiver* bergerak maju ketarget.
- $v_s$  = kecepatan target ke medium, positif jika target bergerak menjauhi *receiver*

Frekuensi akan menurun jika *receiver* ataupun *target* bergerak menjauh satu sama lain. Persamaan diatas berlaku hanya untuk gelombang suara (*sound wave*), hanya jika kecepatan *target* dan *receiver* terhadap medium adalah lebih rendah daripada kecepatan suara. Jika kecepatan (*speeds*) gelombang lebih besar daripada kecepatan relative *target* dan *receiver* (kecepatan gelombang elektromagnetik di *vacuum* =  $3 \times 10^8$  m/s), hubungan antara frekuensi *target*  $f$  dan frekuensi *transmitter*  $f_0$  adalah:

$$f = \left(1 - \frac{v_{sabs}}{c}\right) f_0 \quad (4)$$

Perubahan frekuensi:

$$\Delta f = -\frac{v_{sabs}}{c} f_0 = -\frac{v_{sabs}}{\lambda_0} \quad (5)$$

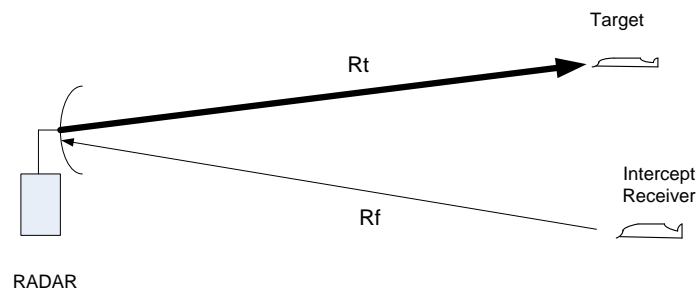
Dimana

$v_{sr} = v_s - v_r$  = kecepatan *target* terhadap *receiver*, positif bila *target* dan *receiver* bergerak menjauh.  $C = 3 \times 10^8$  m/s dan  $\lambda_0$  = panjang gelombang (*wave length*) dari gelombang *transmitter*.

Dari pembahasan diatas dapat diketahui *receiver* radar sangat *sensitive* terhadap besarnya daya dan frekuensi gelombang yang diterima, atau kinerja (*performance*) radar dipengaruhi oleh kedua hal tersebut; sehingga mengganggu daya dan frekuensi gelombang yang diterima akan dapat menurunkan kinerja, bahkan dapat melumpuhkan kerja radar.

### Radar Jamming

Radar jamming adalah pancaran (*emission*) sinyal frekuensi radio (RF = *radio frequency*) yang disengaja untuk mengganggu operasi radar dengan menjenuhkan (*saturating*) *receiver* dengan *noise* atau informasi salah (*false information*).



Gambar 1. Geometri radar, target dan *intercept receiver*.

Terdapat dua tipe radar *jamming*: *mechanical* dan *electronic jamming*.

### Mechanical Jamming

*Mechanical jamming* disebabkan oleh divais yang memantulkan atau memantulkan kembali energy radar *receiver* radar untuk menghasilkan *target* salah kembali pada layar (CRT) tampilan dioperator. *Mechanical jamming* antara lain: *chaff*, *corner reflectors* dan *decoys*.

*Chaff* dibuat dari lembaran metal dengan panjang berbeda beda sehingga akan memantulkan frekuensi berbeda, sehingga menghasilkan kesalahan yang sangat luas sehingga sukar dideteksi.

*Corner reflectors* mempunyai effect seperti *chaff* tetapi secara fisik berbeda. *Corner reflector* adalah *multiple-sided objects* yang dapat meradiasikan kembali energy radar kembali menuju *transmitter* atau *receiver*.

-*Decoys* adalah object terbang yang dapat bermanuver sehingga dapat menyesatkan (*deceive*) operator radar, yang mengira sebagai pesawat terbang lawan.

### ***Electronic Jamming***

*Electronic jamming* adalah bentuk dari *Electronic Warfare* dimana *jammers* meradiasikan sinyal pengganggu (*interfering signals*) kearah radar lawan, memblok *receiver* dengan energy sinyal sangat tinggi. Terdapat dua teknik utama yaitu *noise techniques* dan *repeater techniques*. Tiga tipe dari *noise jamming* adalah *spot*, *sweep*, dan *barrage*.

*Spot jamming* terjadi apabila *jammer* memfokuskan seluruh dayanya pada *single frequency*. Sehingga terjadi degradasi yang berat pada frequency yang di jam, sedangkan pada *frequency agile radar* akan sukar dipengaruhi karena *jammer* hanya dapat ngejam satu frekuensi. Sedangkan *multiple jammer* dapat mengejam range frekuensi lebih lebar, tetapi membutuhkan daya besar, sehingga kurang efektif hasilnya. *Sweeping jamming* terjadi apabila *jammer* dengan daya penuh (full power) digeser dari satu frekuensi ke frekuensi lainnya. Mempunyai keuntungan dapat mengejam multiple frequencies secara berurutan dengan cepat, tetapi tidak mengakibatkan efek pada seluruh frekuensi pada waktu bersamaan.

*Barrage jamming* adalah jamming pada multiple frequencies dengan single jammer secara berentetan. Keuntungannya adalah multiple frequencies dapat dijam secara simultan, meskipun efek jamming dibatasi karena *jammer* membutuhkan untuk menebar (*spread*) daya penuhnya diantara frekuensinya. Sehingga semakin banyak frekuensi yang dijam efektifitas *jammer* berkurang.

*Base jammer* adalah tipe lain dari *Barrage Jamming*, dimana satu radar di-jam secara efektif disumbernya pada seluruh frekuensi. Sementara radar lain bekerja secara normal. *Digital radio frekuensi memory*, atau *DRFM jamming*, atau *Repeater jamming* adalah *repeater technique* yang memanipulasi energy radar yang diterima dan memancarkan ulang untuk mengubah pandangan radar. Teknik ini dapat mengubah range deteksi radar dengan mengubah *delay* pada transmisi pulsa, sehingga kecepatan yang dideteksi radar berubah. *Deceptive jamming* menggunakan teknik membingungkan radar sehingga terkunci.

### **KONSEP RANCANG BANGUN RADAR JAMMING**

Konsep rancang bangun radar *jamming* berdasar pada sifat atau karakteristik radar, dimana receiver radar sangat *sensitive* terhadap besarnya daya dan frekuensi gelombang yang diterima.

Dari Shanon's teorem:

$$C = BW \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

Dimana:

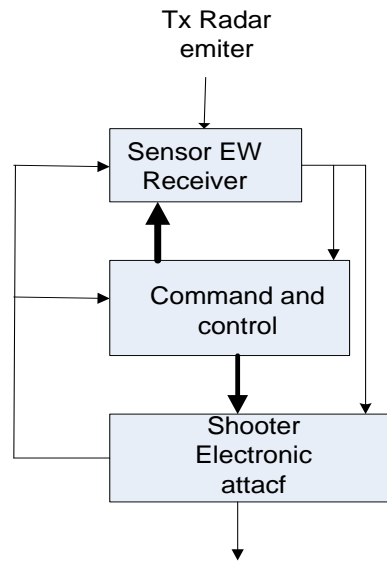
C adalah *channel capacity* (bit/second)

W adalah *bandwidth* (Hz)

$\frac{S}{N}$  adalah *signal to noise ratio*. Dalam hal ini, jika  $W=1$  maka C menjadi capacity dalam bit per second.

Dengan member daya sinyal *jamming* yang besar (dirasakan sebagai daya *noise* N oleh *receiver* radar),  $S/N$  akan mengecil sehingga kapasitas receiver radar turun.

**Bagan Alir Radar Jamming**



Gambar2.Bagan alir radar jamming

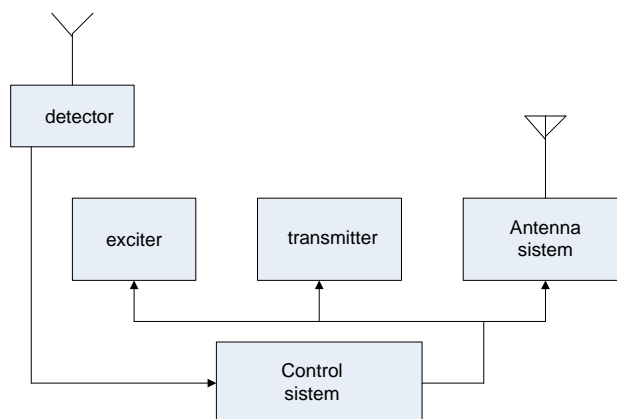
Sensor mendeteksi energy sinyal dari transmitter radar.Kemudian menginformasikan ke *Command And Cotrol* dan *Shooter*, *Command And Cotrol* dan *Shooter* memerintah sensor dan shooter untuk menge-jam radar;dan *Shooter* menginformasikan tugasnya kepada *Command And Control*.

Informasi yang dibutuhkan :

- Scan timing*,dimana radar diarahkan pada wsuatu waktu.
- Carrier frequency*
- Modulation bandwidth*
- Modulation atau code period*
- Synchronisation,kapan modulation pattern starts.*

**Diagram Blok Rancang Bangun Radar Jamming**

Dengan melihat bagan alir radar jamming,.,dapat dibuat diagram blok rancang bangun radar jamming ,terdiri:*detector,system control,Exciter,transmitter dan antenna system.*



Gambar 3.Blok diagram rancang bangun radar jamming

Cara kerja :

*Detector* berupa *broadband digital receiver (Rx)* memonitor (mendeteksi) frekuensi dan sinyal yang diemisikan radar yang akan di-jam (dimacetkan) dan *RDF (radio direction finder)* akan menentukan lokasi (jarak, sudut) radar, selanjutnya berdasarkan data yang diterima akan digunakan menggerakkan control system. Control system atau jammer control akan mengendalikan *exciter*, berupa *VCO (Voltage Control Oscillator)* yang akan membangkitkan sinyal pembawa dengan frekuensi  $f_1, f_2, f_3, \dots$  atau  $f_n$  untuk menggerakkan group Tx sesuai dengan frekuensi sinyal radar yang akan di-jam.

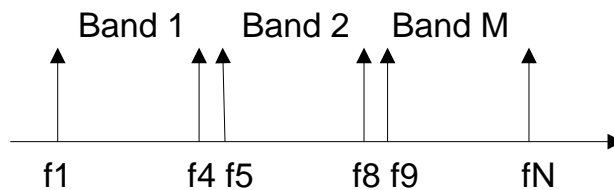
Untuk mendapatkan efek jamming (pemacetan) dan atau gangguan yang cukup berat pada radar sasaran group Tx dimodulasi dengan VCO yang digerakan sinyal dari noise generator dan sweep generator atau sawtooth generator. Sinyal pada group Tx diperkuat dayanya melalui tahapan *RFPA (radio frequency power amplifier)* dan *HPA (high power amplifier)* atau *TWT (traveling wave tube amplifier)* dan digabungkan pada combiner sebelum dipancarkan melalui antenna. Besar daya yang dipancarkan dikendalikan melalui control system.

Untuk efektivitas *jamming*, antenna yang digunakan berupa *directional antenna* dengan reflector parabolic yang dapat diputar dengan *rotator motor*, sehingga pola pancaran daya lebih terarah ketarget radar yang akan di-jam.

*Jammer control* atau *control system*, selain untuk mengendalikan *exciter*, juga untuk memilih sinyal *jammer* atau *jamming mode* yang akan dipancarkan apakah *spot jamming, sweep jamming, barrage jamming, base jamming, atau digital radio frequency memory, atau DRFM jamming, atau repeater jamming*.

**Rancangan Frequency Radar Jamming**

Pemancar *Radar Jamming* yang dirancang diharapkan dapat bekerja pada band frequency yang digunakan oleh jenis radar yang akan di-jam, terutama radar militer. Direncanakan dibagi menjadi M band seperti gambar 4.

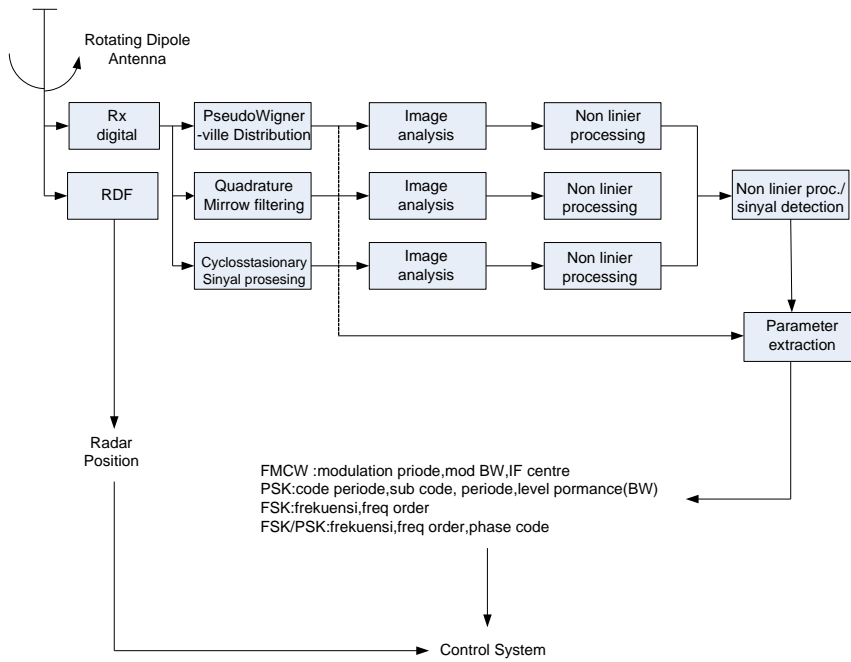


Gambar 4. Pembagian band frekuensi

Untuk rangkaian *exciter oscillator* pembangkit frekuensi VCO dibagi menjadi sejumlah x bank oscillator. Masing masing bank oscillator terdiri dari 4 buah rangkaian VCO, sehingga total dibutuhkan 4x VCO yang dibutuhkan pada rangkaian *radar jamming*. Masing masing VCO akan membangkitkan frekuensi yang besarnya berbeda beda :

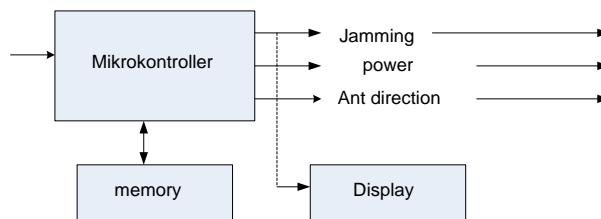
- VCO1= frekuensi  $f_1$
- VCO2= frekuensi  $f_2$
- VCO3= frekuensi  $f_3$
- VCO n= frekuensi  $f_n$

Pada implementasinya VCO dapat digunakan *frequency synthesizer (DDS=direct digital synthesizer)* sehingga dapat dikontrol frekuensinya secara digital. Pemilihan frekuensi VCO atau bank osilator yang akan diaktifkan serta sumber noise yang akan digunakan control oleh mikrokontroler pada jamming control. Melalui pengontrolan *mikrokontroler* ini, dapat dipilih *sinyal jamming mode*. Setiap 4 buah VCO akan digabung menjadi 1 bank osilator, dan selanjutnya diperkuat dayanya oleh tahapan penguat *ditransmitter* sehingga dapat dipancarkan melalui antenna radar yang akan di-jam.



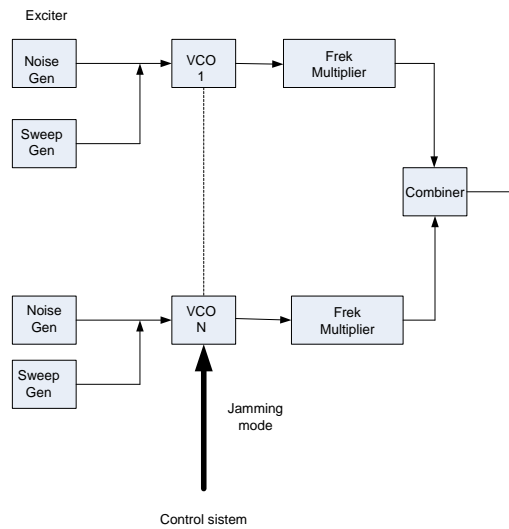
Gambar 5.a.Diagram blok control system

Control System



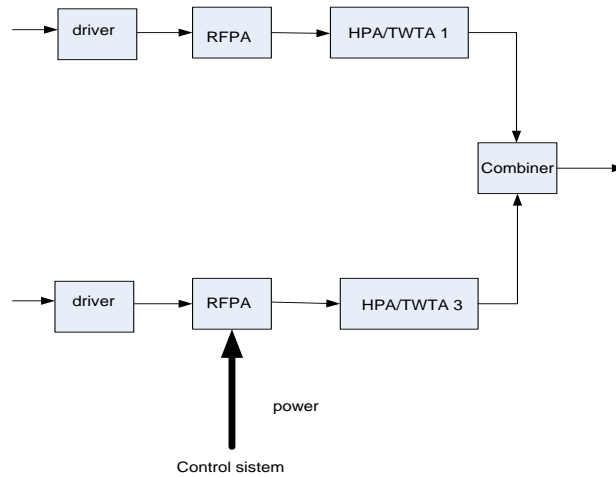
Gambar.5.b.Blok diagram control system

Exciter



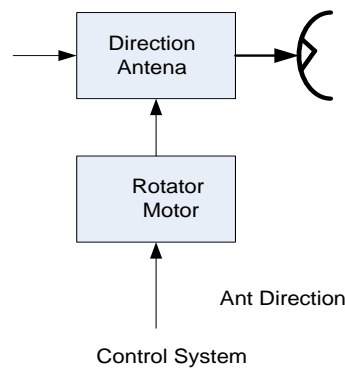
Gambar 6.Diagram blok exciter.

Transmitter



Gambar 7. Diagram blok Transmitter

Antenna System



Gambar 8. Antena system.

**KESIMPULAN**

Sesuai dengan tujuan dari radar *jamming* adalah untuk melumpuhkan target radar pada *electronic warfare*, diperlukan pengembangan perangkat dengan memperhatikan sifat, karakteristik dan jenis dari target radar. Tulisan ini merupakan langkah awal dalam rancangan radar *jamming*, sehingga mempermudah analisa dan perhitungan lebih lanjut untuk implementasi dari konsep rancang bangun.

**DAFTAR REFERENSI**

- [1] International Defense Review Magazine-Electronics Warfare.
- [2] The Intelligence War Book.
- [3] Military Technology Magazine-Electronic in Defence.
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Radar\\_jamming\\_and\\_deception](http://en.wikipedia.org/wiki/Radar_jamming_and_deception).
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Radar>
- [6] Aytug Denk, *Thesis Detection and Jamming Low Probability of Intercept (LPI) Radars*, Naval Postgraduate School Monterey California, September 2006.
- [7] Doug Richarson-Electronic warfare.
- [8] Rustamaji Tesis, *Perancangan Model Perangkat Frequency Hopping*, ITB, 1998.



- [9] Rustamaji Artikel Ilmiah,Membuat Telekomunikasi Antisadap,Republika,16 April 1999.
- [10] Rustamaji Artikel Ilmiah,Melacak buronan Dengan Voice Analiser,Republika.
- [11] Rustamaji,Elan Djaelani,Penggunaan Teknik Spread Spectrum Pada Electronic warfare.
- [12] Rustamaji,Elan Djaelani,Penggunaan Teknik Direct Sequence -Spread Spectrum Pada Electronic warfare.
- [13] Rustamaji,Elan Djaelani,Aplikasi Rangkaian Terintegrasi Direct Digital Synthesizer(DDS) Sebagai Pembangkit Sinyal Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
- [14] Penelitian Program Kompetitif LIPI,*Peamancar dan Penerima Frequency Hopping Spread Spectrum Untuk Pengamanan Sinyal Informasi*,LIPI,2006.
- [15] Penelitian Kerjasama TNI-AL,LIPI dan Itenas,*Broad Band Radio Jammer Komunikasi VHF Low Band*,LIPI,2006.
- [16] Program Insentif MENRISTEK,*Realisasi Perangkat VHF Electronic Jamming Untuk Electronic Warfare*,2007-2008.
- [17] Rustamaji,Elan Djaelani,"Pemancar Frequency Hopping Spread Spectrum Untuk Pengamanan Informasi ",*Jurnal Teknologi Informasi LIPI*,Vol 3 No 1,2002.
- [18] Rustamaji,Elan Djaelani,"Frequency Hopping Spread Spectrum Suatu Teknik Pengamanan Komunikasi Pada Perang Elektronika(Electronic Warfare)",*Prosiding Pemaparan Hasil Litbang 2003 LIPI*,2003.
- [19] Rustamaji,"Review Peperangan Elektronika(Electronic Warfare)",*Prosiding Seminar Radar 2010*.
- [20] Elan Djaelani,Rustamaji,"Radio Frequency Hopping Sebagai Secure Military Communication", *Prosiding Seminar Radar 2010*.
- [21] Rustamaji,"Review Peperangan Elektronika(Electronic Warfare)",*Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi LIPI Vol 10 Nomor 1*.

## LAMPIRAN

Radar frequency bands			
Band name	Frequency range	Wavelength range	Notes
HF	3-30MHz	10-100 m	Coastal radar systems,over the horizon radar(OTH) radar,high freq
P	<300MHz	1 m <sup>+</sup>	'P'for 'previous',applied retrospectively to early radar systems
VHF	30-330MHz	0,9-6 m	Very long range,ground penetrating,very hig frequency
UHF	300-1000MHz	0,3-1 m	Very long range( e g ballisticmissile early warning) ,ground penetrating,foliage penetrating,ultra hig frequency
L	1-2GHz	15-30 cm	Long range air traffic control and survelliance;'L' for 'long'.
S	2-4GHz	7,5-15 cm	Terminal air traffic control ,long range weather,marine radar,'S' for 'short'
C	4-8GHz	3,75- 7,5 cm	Satellite transponder;a compromise (hence 'C') between X and S bands,weather.
X	8-12GHz	2,5-3,75 cm	Missile guidance,marine radar,weather,medium resolution mapping and ground survelliance,in the USA the narrow range 10,525 GHz +/- 25 MHz is used for airport radar.Named X band because the frequency was a secret during WW2.
$K_u$	12-18GHz	1,67-2,5 cm	High resolution

K	18-24GHz	1,11-1,67 cm	From German kurz,meaning'short',limited used due to absorption by water vapour,so Ku and Ka were used instead for surveillance.K-band is used for detecting cloud by meteorologist,and by police for detecting speeding motorists,K-band radar guns operate at 24.150 +/- 0,100 GHz.
$K_a$	24-40 GHz	0,75-1,11 cm	Mapping,short range,airport surveillance; frequency just above K band(hence'a')Photo radar ,used to trigger cameras which take pictures of license plates of cars running road light,operate road light operates at 34,300+/-0,00034.+ operate at 34.300 +/- 0,100 Hz,
mm	40-300GHz	7,5 mm-1 mm	Millimeter band,sub divided as below,The frequency range depend on wave guide size.Multiple letters are assigned to these bands by different group,These are from Raytheon,a now defunct company that made defense equipment