

# ANALISIS PENGAMANAN SINYAL INFORMASI DENGAN FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM

Abdul Zain<sup>1)</sup>

**Abstrak:** *Spread Spectrum* merupakan sinyal band lebar (wide band), mirip noise sehingga sulit untuk dideteksi, ditangkap, dimodulasi ataupun diinterferensi. Fitur Low Probability of Intercept (LPI) dan anti jam (AJ) inilah yang menyebabkan penggunaan *Spread Spectrum* digunakan oleh pihak militer. Sinyal *spread spectrum* adalah suatu jenis modulasi dimana lebar bidang transmisi yang digunakan jauh lebih besar dari pada lebar bidang minimum yang dibutuhkan untuk mentransmisikan informasi, sementara tidak ada kaitan langsung antara lebar pita sinyal keluaran dengan modulasi oleh sinyal informasinya. Dengan adanya pemodulasian, sinyal informasi akan ditebarkan pada daerah frekuensi yang cukup lebar. Frekuensi hopping adalah salah satu teknik *spread spectrum* dimana proses penyebaran dilakukan dengan mengubah-ubah frekuensi gelombang pembawa secara periodik. Daerah sinyal informasi ditebarkan tergantung pada sinyal penyebar, dimana sinyal penyebar ini dihasilkan oleh suatu pensintesis frekuensi yang dikendalikan oleh suatu urutan kode penyebar.

## I. PENDAHULUAN

Pada awalnya sistem komunikasi ditentukan oleh efisiensi penggunaan energi sinyal dan lebar pita. Tetapi pada saat sekarang, tuntutan akan kebutuhan sistem komunikasi yang handal berkembang, yaitu sistem komunikasi yang tahan terhadap interferensi dari luar, dapat beroperasi dengan rapat spektral daya rendah, dapat menyediakan kemampuan akses jamak, dan tingkat keamanan yang tinggi. Tuntutan akan kualitas komunikasi tersebut, dapat dipenuhi dengan menggunakan teknik “Spread Spectrum”. Teknik ini mulanya digunakan untuk kebutuhan komunikasi militer, dan pada perkembangannya dimanfaatkan untuk bidang non-militer dan komersial.

Sinyal-sinyal *Spread Spectrum* menggunakan kode-kode yang kecepatannya beberapa kali lipat dibandingkan bandwidth informasi atau data rate. Kode-kode ini merupakan kode “Spreading” khusus yang disebut kode *Pseudo Random* atau *Pseudo Noise*. Dinamakan *Pseudo* karena mereka bukanlah noise Gaussian yang sebenarnya. Salah satu teknik *spread spectrum* yang dikenal adalah *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)*.

---

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Bontang Kaltim

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Sistem Spread Spectrum.

Suatu sistem komunikasi dikatakan sebagai sistem *spread spectrum*, bila memenuhi 2 syarat :

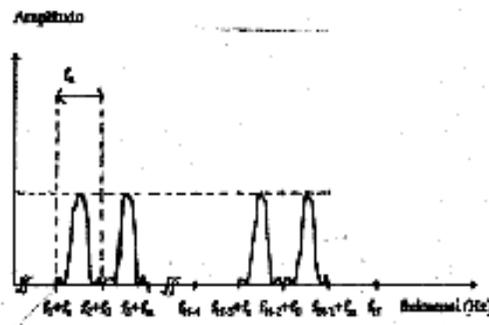
1. Energi sinyal hasil modulasi tersebar pada lebar bidang frekuensi yang jauh lebih besar dari pada laju bit informasinya, dan tidak tergantung pada laju bit informasinya.
2. Proses demodulasi dilakukan dengan menggunakan proses korelasi antara sinyal masuk dengan replika sinyal penebar seperti yang digunakan pada pengirim. Dengan menggunakan teknik *spread spectrum* akan diperoleh perbaikan kinerja dari sistem komunikasi, didefinisikan sebagai “processing gain”, yaitu perbedaan antara kinerja sistem yang menggunakan *spread spectrum* dengan kinerja sistem tanpa *spread spectrum*.

Sistem komunikasi yang menggunakan teknik spread spectrum akan mempunyai kelebihan dalam aplikasinya, meliputi :

- kemampuan antijam
- penekanan interferensi dari luar
- mampu melawan multipath fading
- low probability of intercept (LPI)
- komunikasi yang aman
- perbaikan efisiensi spektral.

### 2.2. Frequency Hopping Spread Spectrum.

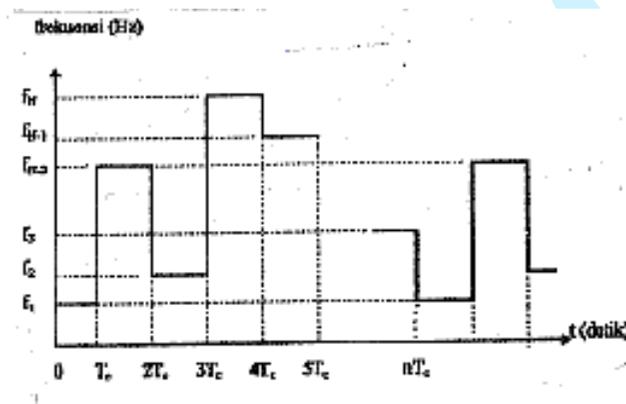
Pada frequency hopping, proses penebaran spektral dilakukan dengan mengubah-ubah frekuensi gelombang pembawa secara periodik. Dengan demikian terdapat harga parameter “lebar bidang sinyal sebelum ditebar dan spasi frekuensi tebaran “, seperti terlihat pada gambar 1 sebagai contoh untuk penebaran sinyal *Frequency shift keying (FSK)* :



Gambar 1. Penebaran Sinyal Pada Frequency Hopping

Pada gambar 1, sinyal informasi yang termodulasi ditebar pada daerah spektral antara  $f_1$  s/d  $f_N$ . Sinyal yang belum ditebar menggunakan modulasi FSK dengan laju bit informasi sebesar  $R$  bps dan ditebar dengan spasi  $f_R$  Hz.

Pada sistem frequency hopping ini digunakan kode penyebar (spreading code) yang dibangkitkan oleh rangkaian pembangkit urutan PN (pseudo noise), sebagai pengendali frekuensi keluaran sebuah pensintesis frekuensi (frequency synthesizer). Jika panjang kode penyebar adalah  $k$ -bit, maka frequency synthesizer akan menghasilkan  $2^k$  kemungkinan harga frekuensi. Panjang 1 bit kode penyebar dinyatakan sebagai lebar 1 chip =  $T_c$  chip, dimana harga frekuensi keluaran akan tetap selama 1 chip dan akan berubah untuk tiap-tiap chip, tergantung kombinasi kode penyebar. Gambar 2. menunjukkan contoh harga-harga frekuensi tiap-tiap chip.



Gambar 2. Frekuensi Tiap-Tiap Chip

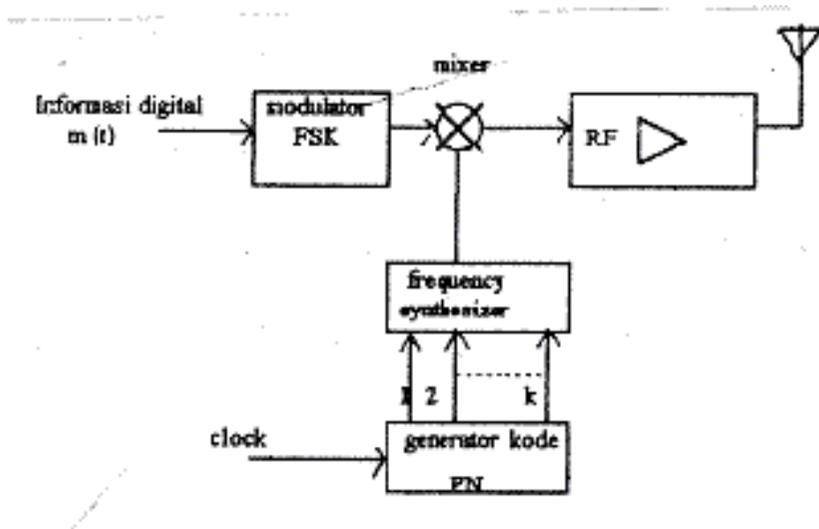
Frequency hopping dapat diklasifikasikan menjadi :

- Sistem koheren, slow frequency hopping
- Sistem koheren, fast frequency
- Sistem non-koheren, slow frequency hopping
- Sistem non-koheren, fast frequency hopping

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Rangkaian Pengirim Frequency Hopping

Rangkaian pengirim terdiri dari modulator FSK, generator kode PN (pseudo noise), pensintesis frekuensi, dan mixer (multiplier) seperti terlihat pada gambar 3 :



Gambar 3. Diagram Blok Pengirim Frequency Hopping (Non-Koheren)

Sinyal frequency hopping dihasilkan dengan cara :

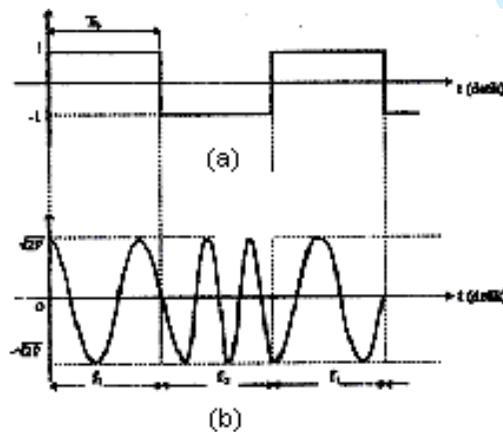
Rangkaian pembagi frekuensi pada pensintesis frekuensi dikendalikan oleh kode penembang keluaran generator kode PN k-bit, sehingga dihasilkan sinyal keluaran (sinyal penembang). Frekuensi sinyal penembang adalah salah satu dari  $N = 2k$  kemungkinan frekuensi (dari  $f_1$  s/d  $f_N$ ). Sinyal keluaran pensintesis frekuensi yang akan digunakan sebagai sinyal pembawa (carrier) tersebut selanjutnya dicampur (dikalikan) pada rangkaian mixer dengan sinyal FSK, hasil modulasi suatu gelombang pembawa oleh sinyal informasi. Dengan pencampuran tersebut terjadi proses pemodulasian sinyal FSK pada sinyal keluaran pensintesis frekuensi, sehingga sinyal yang termodulasi FSK tersebut dapat ditebarkan ke bidang frekuensi  $f_1$  s/d  $f_N$  ; dengan kata lain dihasilkan suatu sinyal frequency hopping-spread spectrum. Jika sinyal keluaran pensintesis frekuensi mempunyai spasi frekuensi sebesar  $f_R = 1/t_1$  Hz, maka lebar bidang sinyal yang dihasilkan adalah :

$B_s = N \cdot f_R = N/t_1$  Hz dan bila lebar bidang sinyal informasi sebesar  $B_m$ , maka akan diperoleh processing gain (PG) sistem sebesar :

$PG = B_s / B_m = N \cdot f_R / B_m$ . Selanjutnya bila diperlukan, sinyal frequency hopping dapat diperkuat oleh penguat RF sebelum dipancarkan. Salah satu keuntungan frequency hopping adalah generator kode PN dapat mempunyai rate (kecepatan) lebih rendah dibandingkan dengan yang diperlukan pada direct sequence-spread spectrum. Rate maksimum generator kode PN di pengirim dan penerima frequency hopping ditentukan oleh kecepatan switching (perpindahan dari satu frekuensi ke frekuensi yang lain) dari pensintesis frekuensi yang digunakan.

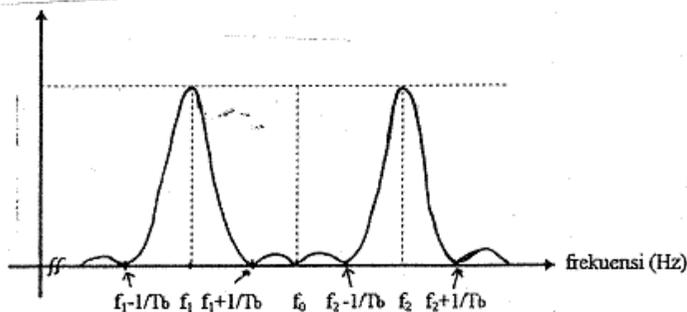
### Sistem Slow Frequency Hopping, Non-koheren

Dikarenakan saat ini cukup sulit membuat pensintesis frekuensi koheren dimana frekuensi keluarannya mempunyai fasa awal yang tetap sehingga dapat digunakan untuk modulasi fasa ( binary PSK atau M-ary PSK), serta mempunyai waktu perpindahan antar frekuensi yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan untuk sistem fast frequency hopping, maka yang dapat direalisasikan saat ini adalah sistem slow frequency hopping, non-koheren. Pada sistem slow frequency hopping non-koheren, digunakan pensintesis frekuensi non-koheren dimana frekuensi keluarannya mempunyai fasa awal yang tidak tetap dan chip rate (hop rate) lebih rendah dari laju bit informasinya, sedangkan informasinya dibawa oleh suatu sinyal frequency shift keying (FSK).



Gambar 4. (a) Sinyal FSK Dimodulasi Oleh Informasi Biner dan (b) Contoh Sinyal FSK Biner

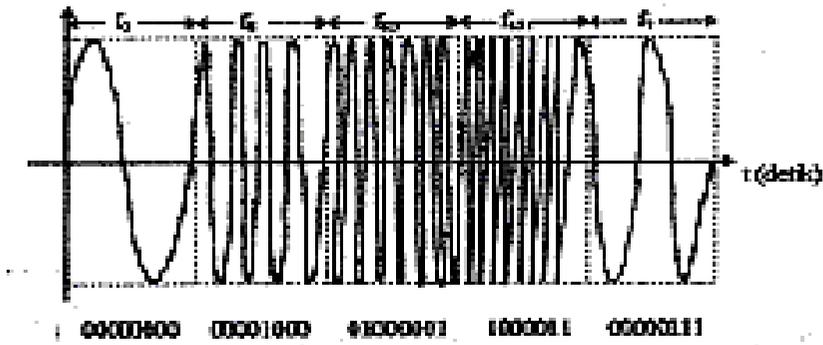
Sedangkan gambar 5 adalah spektrum sinyal FSK dengan bit rate =  $1/T_b$  :



Gambar 5. Spektrum Sinyal FSK

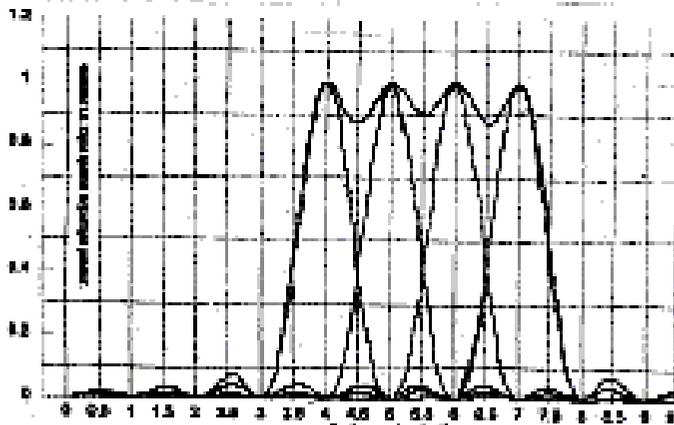
Keluaran pensintesis frekuensi merupakan gelombang k-Ary FSK, adalah sinyal dengan amplitudo tetap, dan mempunyai frekuensi yang berubah-ubah sesuai dengan kombinasi dari kode penebar keluaran generator kode PN.

Gambar 6 memperlihatkan contoh sinyal penebar keluaran pensintesis frekuensi untuk beberapa kombinasi kode penebar (8 bit).



Gambar 6. Sinyal Penebar Keluaran Frequency Synthesizer

Rapat spektral daya dari sinyal penebar  $hT(t)$  adalah seperti pada gambar 7 :



Gambar 7. Rapat Spektral Daya Dari Sinyal Penebar  $hT(t)$

Pada sinyal slow frequency hopping, periode perpindahan frekuensi ( $T_{chip}$ ) lebih panjang dari lebar simbol  $T_s$  dari sinyal FSK, gambar 8 (contoh untuk  $T_{chip} = 4T_s$ ).



Rustamaji. "Perancangan Model Perangkat Frequency Hopping". Tesis Magister. 1998.

Simon, M.K; Omura, J.K; Scholtz, R.A. and Levitt, B.K. "Spread Spectrum". Computer Science Press, 1985.

Ziemer, R.E. and Peterson, R.L. "Digital Communication and Spread Spectrum System". 1985.

SINERGI