

KODE GANGGUAN-SEMU SPEKTRUM-TERSEBAR (PSEUDO-NOISE SPREAD-SEKTRUM)

A. Riyantomo*

Abstrak

Sistem komunikasi spektrum-tersebar merupakan salah satu sistem komunikasi yang menggunakan kode atau sandi sebagai sarana pengiriman data informasi. Kode yang digunakan dalam sistem komunikasi ini adalah kode gangguan-semu (pseudo-noise). Gangguan-semu spektrum-tersebar adalah salah satu teknik penyebaran pada sistem komunikasi ini. Penebaran lebar-bidang transmisi dilakukan dengan cara memodulasi sinyal yang akan dikirim secara langsung dengan kode gangguan-semu. Sedangkan pencuitan dapat dilakukan bila kode gangguan-semu pembangkit sinkron dengan kode gangguan-semu penerima.

Kata Kunci : Kode-gangguan semu, Spektrum-tersebar

Kode Gangguan-semu

Elemen dasar dari kode gangguan-semu adalah sebuah pulsa kotak atau disebut "chip" (keping). Keping ini akan menghasilkan deretan bilangan biner "0" dan "1" secara periodik. Deretan bilangan biner ini membentuk satu kode blok secara acak dan akan kembali pada satu periode tertentu. Karakteristik dari kode ini seperti gangguan / derau. Oleh sebab itu kode ini digunakan pada sistem komunikasi spektrum tersebar khususnya proses pencuitan dan penebaran.

Kode gangguan semu ini dibangkitkan oleh generator yang disebut sebagai *pseudo-random Generator (PRG)*. Oleh sebab itu kode ini disebut juga dengan kode acak semu. (*Pseudo-random*). PRG ini dapat berupa suatu register geser sehingga juga disebut *Shift Register Generator*. Berdasarkan hubungan umpan balik masukannya, SRG dapat dibedakan menjadi dua macam:

- Simple Shift Register Generator (SSRG)
- SSRG Linier atau LFSR (*Linier Feedback Shift Register*).

Jaringan umpan baliknya merupakan penjumlahan modulo-2. Keluaran dari jaringan umpan balik mempunyai fungsi :

$$f(x) = c_1 x_1 \oplus c_2 x_2 \oplus \dots \oplus c_n x_n$$

$$= \sum_{i=1}^n c_i x_i \pmod{2} c_n = 1$$

x_i = Keluaran elemen biner register ke-i

c_i = Koefisien biner jalur umpan balik dari elemen register geser tahap ke-i. Bila $c_i = 1$ maka keluaran register geser tahap ke-i dihubungkan dengan jaringan.

- SSRG non Linier
Jaringan umpan baliknya bukan fungsi penjumlahan modulo-2.
- Modular Shift Register Generator (MSRG)

Spektrum kode gangguan-semu

Rapat spektral daya kode gangguan-semu diturunkan dari transformasi *Fourier* fungsi autokorelasinya. Fungsi autokorelasi kode gangguan-semu $c(t)$ didefinisikan sebagai berikut :

$$Rc(\tau) = \frac{1}{NTc} \int_0^{NTc} c(t) \cdot c(t + \tau) dt \quad (1)$$

N = Jumlah bit dalam satu periode kode gangguan-semu

Tc = Periode satu bit kode gangguan-semu

NTc = Periode kode gangguan-semu

Kode gangguan-semu pada persamaan (1) adalah sinyal yang mempunyai level amplitudo ± 1 . Sedangkan $c(t + \tau)$ adalah sinyal $c(t)$ yang tertunda sebesar τ . Selanjutnya rapat spektral daya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$S(f) = F[Rc(\tau)] = \int_{-\infty}^{\infty} Rc(\tau) e^{-j\omega t} dt. \quad (2)$$

* Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl Menoreh Tengah X/22 Semarang

BAR

ikasi yang
Kode yang
ido-noise).
ada sistem
gan cara
uan-semu.
kit sinkron

dur umpan balik
ser tahap ke-i .
an register geser
dengan jaringan.
ya bukan fungsi
rator (MSRG)

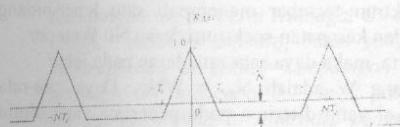
ganguan-semu
rier fungsi
asi kode
n sebagai

(1)

rioda kode
gguan-semu
emu
maan (1) adalah
plitudo ± 1 .
l $c(t)$ yang
apat spektral
rikut :

"dt. (2)

Autokorelasi kode gangguan-semu bernilai maximum satu (1) pada saat pergeseran fasa $\tau = 0$. Pada $|\tau| \leq T_c$ korelasi berubah secara linier dari $-1/N$ ke 1 dan pada $|\tau| > T_c$ diperoleh korelasi minimum yaitu $-1/N$. Karena kode gangguan-semu bersifat periodik maka autokorelasinya juga bersifat periodik sebesar NT_c .



Gambar 1. Fungsi autokorelasi gangguan-semu

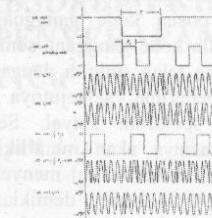
Penebaran kode biner PSK

Dalam pemancar sinyal terdapat 2 bagian proses modulasi. Pertama sinyal data $b(t)$ dimodulasi oleh modulator BPSK yang menghasilkan sinyal $s(t)$. Selanjutnya sinyal ini dikalikan dengan kode gangguan-semu $c(t)$. Dan menghasilkan sinyal $x(t)$ yang siap dipancarkan. Sinyal ini disebut sebagai sinyal runtun-langsung (*direct-sequence*) tersebar BPSK. Phase modulasinya $\phi(t)$ mempunyai dua harga 0 dan π yang tergantung polaritas sinyal data $b(t)$ dan kode gangguan-semu pada waktu t .

$$\begin{aligned} x(t) &= c(t) \cdot s(t) \\ &= \pm \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} c(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) \\ &= \pm \sqrt{\frac{E_b}{N}} \sum_{k=0}^{N-1} c_k \phi_k(t) \end{aligned}$$

E_b adalah energi sinyal per bit informasi.

Pada sisi penerima sinyal akan didemodulasi. Proses ini terdiri dari dua tahapan, sinyal yang diterima dikalikan dengan kode gangguan-semu yang dibangkitkan oleh pembangkit lokal pada sisi penerima. Selanjutnya akan dideteksi oleh detektor koheren, keluaran dari detektor ini merupakan data yang sesungguhnya.



Gambar 2. Penebaran dan pencuitan BPSK sinyal gangguan-semu spektrum-tersebar.

Sinkronisasi

Sinkronisasi memegang peranan penting dalam komunikasi spektrum-tersebar. Hal ini harus dilakukan untuk dapat mengambil kembali data informasi. Proses sinkronisasi antara pemancar dan penerima ini terdiri dari 2 tahap yaitu akuisisi dan tracking. Akuisisi adalah proses sinkronisasi secara kasar yang akan menggeser kode gangguan-semu sistem penerima sedemikian rupa sehingga beda phasenya dengan kode gangguan-semu sistem pengirim tinggal kurang dari setengah T_c . Sedangkan tracking akan menyempurnakan hasil kerja akuisisi sehingga kode gangguan-semu penerima dan pengirim benar-benar sinkron dan setelah itu menjaga kode gangguan-semu sistem penerima agar tetap sinkron. Setelah tracking berhasil kemudian dilakukan demodulasi data.

Akuisisi

Proses sinkronisasi dilakukan dengan cara mengkorelasikan sinyal yang diterima dengan kode gangguan-semu penerima. Selanjutnya hasil korelasinya dideteksi oleh detektor yang terdiri dari BPF yang diikuti *square-law envelope* dan integrator. BPF mempunyai lebar-bidang (*bandwidth*) sebesar $2f_b$ (f_b adalah frekuensi data) pada frekuensi sinyal pembawa. BPF ini berfungsi sebagai pengurang derau (*noise*). Apabila kode gangguan-semu yang terdapat pada sinyal yang diterima belum sinkron dengan kode gangguan-semu pada penerima, maka sinyal hasil korelasinya masih memiliki spektrum sinyal yang lebar dan spektral daya yang rendah. Akibatnya energi atau daya yang dilewatkan oleh BPF jumlahnya kecil dan envelope detector di-integrasi selama τ_c pada suatu rangkaian integrate and dump. Hasil integrasi ini dibandingkan dengan suatu tegangan threshold. Akibatnya rangkaian pengambil keputusan akan meneruskan proses pencarian. Rangkaian tersebut akan memberikan sinyal

menggeser fasa kode gangguan-semu penerima guna memeriksa posisi kode gangguan-semu berikutnya. Apabila kode gangguan-semu pada sinyal yang diterima telah sinkron dengan kode gangguan semu penerima, selanjutnya terjadi proses pencarian spektrum sinyal. Sehingga sinyal hasil korelasinya akan memiliki rapat spektral daya yang besar. Hal ini menyebabkan keluaran BPF menjadi besar, demikian pula dengan keluaran detektor law-envelope dan integrator. Keluaran integrator yang besar akan melampaui tegangan threshold, yang menyebabkan rangkaian pengambil keputusan akan menghentikan proses pencarian dan menyatakan akuisisi selesai dan selanjutnya mengaktifkan rangkaian tracking.

Aplikasi Spektrum-Tersebar

a. Code Division Multiple Acces

Salah satu keuntungan dari penggunaan spektrum-tersebar adalah dapat digunakan secara bersama-sama oleh beberapa pemakai secara bersamaan. Dalam satu bidang frekuensi yang sama memungkinkan untuk digunakan secara bersama tanpa adanya gangguan antara pemakai satu dengan lainnya. Hal ini dapat dicapai dengan syarat masing-masing jaringan pemakai mempunyai kode yang berbeda-beda yang orthogonal dengan semua kode yang dioperasikan pada bidang yang sama. Sistem penggunaan secara bersama dengan memanfaatkan spektrum-tersebar ini disebut dengan Spread-Spektrum Multiple Acces (SSMA) dan Code Division Multiple Acces (CDMA).

b. Sistem penjejakan Global (GPS Global Positioning System).

Spektrum-tersebar dimanfaatkan pada sistem penjejakan global pada satelit. Sistem yang digunakan adalah runtun langsung spektrum-tersebar.

Rangkaian tracking kode spektrum-tersebar diwujudkan pada tracking penunda propagasi antara pemancar dan penerima. Jika waktu tunda transmisi diketahui maka luasan / jangkauan dari pemancar ke penerima dapat diketahui.

c. Tranmisi Sinyal yang sulit dideteksi

Pada aplikasi ini sinyal ditramisikan pada tingkatan daya yang sangat rendah hampir sama dengan derau. Jika sinyal gangguan semu spektrum-tersebar menempati satu lebar-bidang W dan kerapatan spektrum derau N_0 Watt per Hertz, maka daya rata-rata derau pada lebar bidang W adalah $N_{av} = WN_0$. Daya rata-rata sinyal yang diterima pada penerima yang dituju adalah S_{av} jika diharapkan menutupi adanya sinyal dari penerima lain disekitaranya. Sinyal yang ditransmisikan pada tingkatan daya yang rendah yaitu sebesar $S_{av}/N_0 << 1$. Penerima yang dituju dapat menangkap sinyal pembawa informasi dengan mengenali proses gainnya dan coding gainnya. Tetapi penerima lain yang tidak mengenali kode gangguan-semu tidak dapat mengambil keuntungan dengan menyadap proses gain dan coding gainnya.

Daftar Pustaka

Alan V Oppenheim, Ronald W Schafer, **Digital Signal Processing**, Prentice Hall of India New Delhi 110001, 1998

A.J Viterbi, ; **Spread-spectrum Communications-Myths and Realities** ; IEEE Communication Magazine PP 11-18 May 1979

John G Proakis, Ph.D, PE ; **Digital Communication**; Mc Graw Hill International Book Company, 1983

Norman Abramson ; **Multiple Acces Communications** ; Foundation for Emerging Technologies, IEEE Press

Robert A Scholtz ; **The Spread-spectrum Concept** ; IEEE Trans Communications Vol Com. 25 No 8 PP 748-755 August 1977