

SIGNAL SPACE ANALYSIS

TTI3J3 Sistem
KOMUNIKASI II



- Definisi signal space
- Representasi geometri sinyal
- Fungsi Basis
- Persamaan sinyal dan vektor sinyal
- Sintesis dan analisis sinyal
- Energi Sinyal
- Euclidean distance
- Gram Schmidt Orthogonality Procedure

Mengapa $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$ dibutuhkan
representasi ruang sinyal?

DEFINISI SIGNAL SPACE

- Signal space merupakan representasi vektor sinyal dalam ruang dimensi
- Signal space analisis dibutuhkan untuk:
 - Representasi sinyal dalam bentuk vektor dan sebaliknya
 - Menghitung energi Sinyal
 - Menghitung euclidean distance antar sinyal

REPRESENTASI SIGNAL SPACE

- Representasi geometri dari suatu sinyal adalah untuk menyatakan/merepresentasikan suatu sinyal sebagai kombinasi dari N buah fungsi basis yang saling orthogonal.
- Bila suatu set sinyal energy terdiri dari sejumlah M sinyal, maka semua sinyal pada set sinyal tersebut bisa dinyatakan sebagai kombinasi dari N buah fungsi basis, dengan $N \leq M$.
- Sehingga untuk set sinyal $s_1(t)$, $s_2(t)$ dan $s_3(t), \dots, s_M(t)$ untuk durasi sinyal sepanjang T , masing-masing sinyal dapat dinyatakan dalam kombinasi linier dari suatu fungsi basis, dengan persamaan sebagai berikut:

$$s_i(t) = \sum_{j=1}^N s_{ij} \varphi_j(t), \begin{cases} 0 \leq t \leq T \\ i = 1, 2, \dots, M \end{cases} \quad s_{ij} = \int_0^T s_i(t) \varphi_j(t) dt, \begin{cases} i = 1, 2, \dots, M \\ j = 1, 2, \dots, N \end{cases}$$

PERSAMAAN SINYAL DAN VEKTOR SINYAL

Suatu sinyal dapat dinyatakan dalam bentuk vector sinyal, begitu juga sebaliknya suatu vector sinyal dapat dinyatakan dalam persamaan sinyal.

Sebagai contoh: suatu sinyal memiliki persamaan sinyal sebagai berikut:

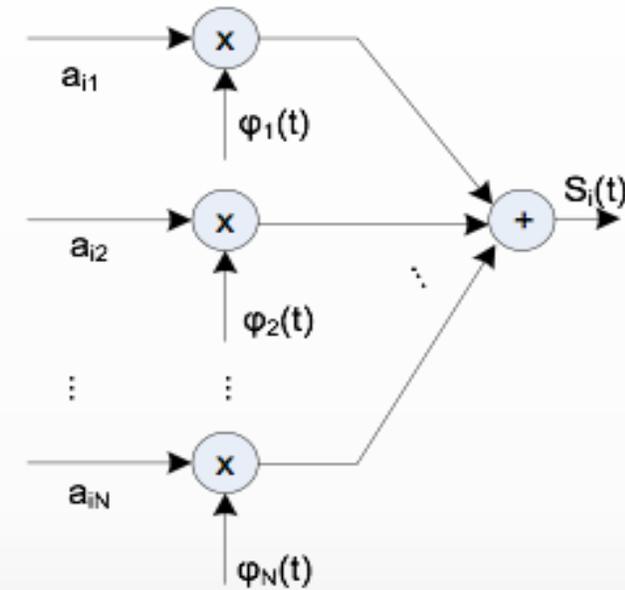
$$S_i(t) = a_{i1}\varphi_1(t) + a_{i2}\varphi_2(t) + \dots + a_{iN}\varphi_N(t)$$

Representasi sinyal $S_i(t)$ dinyatakan dalam vector sinyal dapat dituliskan sebagai berikut:

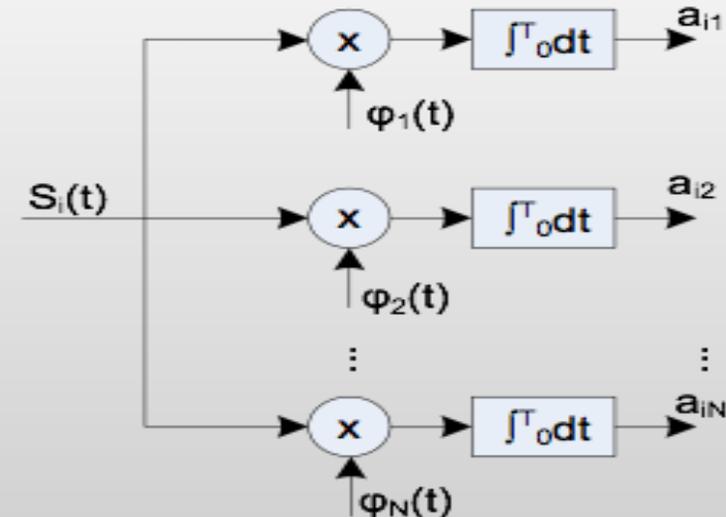
$$S_i = \begin{bmatrix} a_{i1} \\ a_{i2} \\ \vdots \\ a_{iN} \end{bmatrix}$$

ANALISIS & SINTESIS SINYAL

A. Proses sintesis untuk men-generate sinyal S_i dari elemen vektor $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iN}$,



B. Proses analisis untuk mendapatkan elemen vector dari sinyal S_i .



Besar energi suatu sinyal S_i dengan periode atau durasi sepanjang T dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$E_{S_i} = \int_0^T S_i^2(t) dt$$

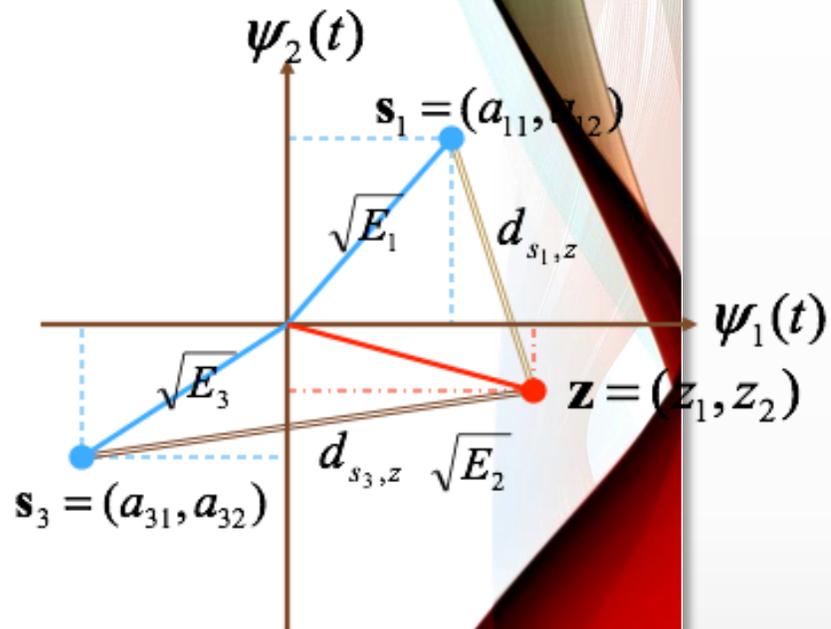
Maka besar energi sinyal S_i :

$$E_{S_i} = \int_0^T \left[\sum_{j=1}^N a_{ij} \varphi_j(t) \right] \left[\sum_{k=1}^N a_{ik} \varphi_k(t) \right] dt \qquad E_{S_i} = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N a_{ij} a_{ik} \int_0^T \varphi_j(t) \varphi_k(t) dt$$

Mengacu pada persamaan orthonormal dan orthogonal maka:

$$E_{S_i} = \sum_{j=1}^N a_{ij}^2 = \|s_i\|^2$$

EUCLIDEAN DISTANCE



Euclidean Distance/jarak euclidean antara dua sinyal $z(t)$ dengan $s(t)$ dinyatakan dengan:

$$d_{s_i, z} = \|s_i(t) - z(t)\| = \sqrt{(a_{i1} - z_1)^2 + (a_{i2} - z_2)^2}$$

$$i = 1, 2, 3$$

Pada proses deteksi euclidean distance digunakan untuk menentukan simbol, yang ditransmisikan, dengan membandingkan simbol yang diterima dengan simbol referensi, maka dapat ditentukan simbol yang ditransmisikan

GRAM SCHMIDT ORTHOGONALITY PROCEDURE (1)

1. Jika suatu set sinyal terdiri dari M sinyal : $s_1(t)$, $s_2(t), \dots, s_M(t)$, maka proses penentuan fungsi basis dapat dimulai dari sinyal pertama, yaitu $s_1(t)$

2. Cari energy sinyal $S_1(t)$:
$$E_{S_1} = \int_0^T S_i^2 dt$$

3. Fungsi basis pertama didapat dengan:
$$\varphi_1(t) = \frac{S_1}{\sqrt{E_{S_1}}}$$

4. Mencari korelasi antara sinyal $S_2(t)$ dengan fungsi basis pertama

$$\langle S_2, \varphi_1 \rangle = \int_0^T S_2(t) \varphi_1(t) dt$$

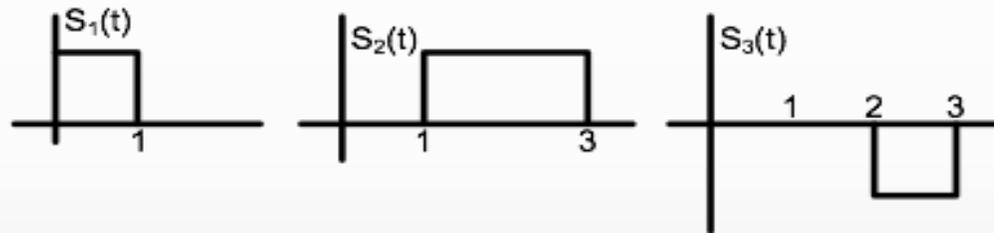
GRAM SCHMIDT ORTHOGONALITY PROCEDURE (2)

5. Hitung $d_2(t)$ dengan: $d_2(t) = S_2(t) - \langle S_2, \varphi_1 \rangle \varphi_1(t)$
Jika $d_2(t) = 0$ maka tidak menambahkan fungsi basis baru,
jika $d_2(t) \neq 0$ maka
6. Cari energy $d_2(t)$: $E_{d_2} = \int_0^T d_2^2 dt$
7. Fungsi basis kedua didapat dengan: $\varphi_2(t) = \frac{d_2(t)}{\sqrt{E_{d_2}}}$
8. Untuk Sinyal ke-3 hingga ke-M, proses berulang seperti pada sinyal kedua.

(Catatan jumlah fungsi basis \leq jumlah sinyal)

LATIHAN SOAL

Untuk satu set sinyal S yang terdiri dari 3 buah sinyal $s_1(t)$, $s_2(t)$, dan $s_3(t)$, berikut ini:



- Tentukan fungsi basis yang membentuk set sinyal di atas.
- Nyatakan persamaan sinyal s_1 , s_2 , dan s_3 terhadap fungsi basis yang terbentuk
- Gambarkan ketiga sinyal di atas dalam ruang sinyal.

SELAMAT BELAJAR
&
TERIMA KASIH