

# KORELASI ANTARA DUA SINYAL SAMA BERBEDA JARAK PEREKAMAN DALAM SISTEM ADAPTIF

Sri Arttini Dwi Prasetyawati<sup>1</sup>

## Abstrak

*Maksud pembahasan tentang korelasi dua sinyal adalah korelasi dua sinyal yang sama akan tetapi dengan jarak perekaman yang berbeda. Sebagai salah satu syarat dapat diterapkannya sistem adaptif, dalam hal ini adaptif untuk suara, maka harus ada korelasi yang cukup antara kedua sinyal tersebut. Sinyal yang satu berperan sebagai masukan dan sinyal yang lain berperan sebagai acuan atau referensi.*

*Dalam penelitian ini dicari korelasi terbesar antara dua sinyal dengan cara mencuplik ke dua sinyal, masing-masing menjadi cuplikan sampel kecil. Selanjutnya dilakukan pergeseran untuk tiap-tiap cuplik sample. Setiap cuplik sampel dianalisa besar korelasinya. Hasil korelasi yang terbagi menjadi cross korelasi dan auto korelasi menunjukkan bahwa dapat diperoleh korelasi kuat pada pergeseran tertentu. Hal ini terkait dengan pengaruh beda waktu saat perekaman.*

**Keywords :** auto korelasi, cross korelasi, pergeseran, pencuplikan sample.

## PENDAHULUAN

Sistem adaptif adalah suatu sistem yang dapat menyesuaikan diri tanpa campur tangan operator. Arti menyesuaikan diri disini adalah berusaha melakukan proses agar nilai besaran tertentu yang terkait dengan sistem sesesuai mungkin dengan suatu besaran target tertentu. Sebagai contoh penyesuaian diri adalah sistem kendali yang berusaha agar keluarannya sesesuai mungkin dengan nilai target yang ditentukan, yang berupa suatu nilai standar, dalam proses pengujiannya. Dengan pemikiran bahwa dalam periode operasionalnya harus juga mencakup kemungkinan target berubah-ubah atau tidak statis, maka selain meminimumkan nilai galat (*error*) juga harus diupayakan pencapaian galat minimum tersebut dalam waktu secepatnya. Kaitan antara kecepatan adaptasi dan dinamika target menyarankan suatu ukuran keberhasilan pencapaian target dengan dasar MSE (mean square error). Hal ini didasarkan kenyataan analisa data yang terekam masuk ke kawasan statistika. Sehingga sebelum diuji secara nyata di lapangan, harus dilakukan perhitungan probabilitistik terlebih dahulu.

## ANALITIKA DASAR PROSES ADAPTIF

Analitika secara matematis sangat diperlukan untuk memperoleh gambaran proses adaptif, sebelum dilakukan percobaan konkretnya. Untuk itu dicoba suatu bentuk sederhana, yaitu penggabung linear yang jabaran analitika mudah dilakukan.

Baik penggabung linear seri maupun paralel keduanya akan menghasilkan bentuk keluaran yang sama, yakni  $y_k = \overline{W}^T \overline{X}_k$ . Selanjutnya keluaran  $y_k$  terhadap yang diinginkan atau  $d_k$  ada selisih atau galat sebesar  $\varepsilon_k = d_k - y_k$ . Karena proses adaptasi

---

<sup>1</sup> Staff Pengajar Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang

ditujukan agar  $y_k$  menjadi sama dengan  $d_k$ , maka keberhasilannya dipantau berdasarkan nilai galat  $\varepsilon_k$  yang idealnya mendekati nol.

Namun adanya sifat acak  $x_k$  maupun  $d_k$ , menyebabkan nilai  $\varepsilon_k$  juga bersifat acak atau dapat dikatakan bervariasi terhadap waktu. Sehingga diambil nilai rerata yang dapat diartikan sebagai hasil pererataan dari segi waktunya. Maka diambil nilai  $\varepsilon_k^2$  sebagai landasan, dengan asumsi nilai kuadrat tersebut tidak membedakan galat positif dan galat negatif. Dalam pengertian nilai rerata, maka diterapkan operasi matematis *expected value*,  $E\{\varepsilon_k^2\}$  atau disebut juga MSE (*Mean Square Error*). Selanjutnya, MSE menjadi tolok ukur, karena makin kecil MSE makin baik perkiraannya.

$$\begin{aligned}
 E\{\varepsilon_k^2\} &= E\{(d_k - y_k)^2\} \\
 &= E\{d_k^2 - 2d_k y_k + y_k^2\} \\
 &= E\{d_k^2 - 2d_k(\overline{W}^T \overline{X}_k) + (\overline{W}^T \overline{X}_k)^2\} \\
 &= E\{d_k^2 - 2d_k(\overline{W}^T \overline{X}_k) + (\overline{W}^T \overline{X}_k \overline{X}_k^T \overline{W})\} \\
 &= E\{d_k^2\} - 2\overline{W}^T E\{d_k \overline{X}_k\} + \overline{W}^T E\{\overline{X}_k \overline{X}_k^T\} \overline{W} \\
 &= E\{d_k^2\} - 2\overline{W}^T P + \overline{W}^T R \overline{W}
 \end{aligned}$$

$E\{d_k^2\}$  adalah daya  $d_k$  rerata,  $E\{d_k \overline{X}_k\}$  yang dinyatakan sebagai P adalah korelasi antara  $d_k$  dan  $\overline{X}_k$  dan  $E\{\overline{X}_k \overline{X}_k^T\}$  yang dinyatakan sebagai R adalah autokorelasi dari sinyal masukan. Dengan tujuan adaptasi yang menghasilkan galat kuadrat rerata minimum, maka

$$\text{secara analitis MSE minimum tercapai bila } \frac{\partial MSE}{\partial W} = \frac{\partial \xi}{\partial W} = 0$$

Sehingga didapat W optimum atau  $W^* = R^{-1}P$ .

Dalam Penelitian ini hanya akan dicari korelasi antara  $d_k$  dan  $\overline{X}_k$ , serta autokorelasi dari sinyal masukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang bertujuan mencari korelasi antara isyarat pembanding dan isyarat masukan, serta mencari autokorelasi antara isyarat masukan ini memerlukan beberapa alat bantu antara lain : komputer Pentium 4, dengan fasilitas dapat merekam suara secara stereo, dua buah mikropon, penguat atau *mixer*, serta program-program Sound Forge dan Matlab, sebagai perangkat lunaknya. Adapun tahap-tahap penelitian dapat diberikan sebagai berikut:

1. Perekaman data dua suara yang akan dicari korelasinya, baik korelasi silang maupun autokorelasi.
2. Mengolah data dengan cara mencuplik sample isyaratnya menjadi cuplikan banyak sample.
3. Mencari korelasi silang dan autokorelasi tiap cuplikan sinyal.

## Perekaman Suara

Perekaman dilakukan dengan menggunakan laptop, dengan spesifikasi centrino, memori 256 MB dengan prosesor Intel(R) M Processor 1500 MHz ,serta dua mikropon dengan penempatan yang satu di luar ruang sebagai masukan referensi dan yang lain di dalam ruang sebagai masukan yang akan dicari korelasinya dengan cara mencuplik sampel-sampel kecil. Perangkat lunak yang dipakai sebagai alat untuk merekam adalah *Sound Forge-7*.

Rekaman langsung masuk dalam jalur *line in* pada laptop, jalur tersebut harus stereo agar rekaman dua suara dapat langsung masuk dalam jalur *right* dan *left* tanpa ada jeda waktu. Ketidajelasan hasil perekaman mungkin sekali terjadi apabila perekaman dilakukan tanpa penguat. Untuk mengantisipasi ketidajelasan tersebut perekaman dilakukan dengan menggunakan penguat.

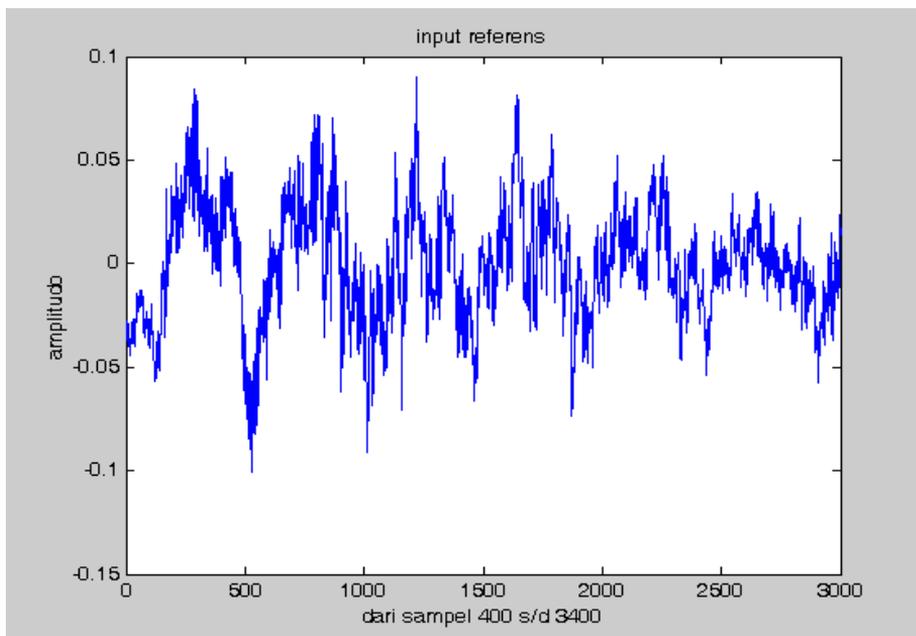
## Pengolahan Data

Data yang berbentuk 3000 sampel, yaitu dari sampel ke-400 sampai dengan sampel ke-3400 dicuplik menjadi beberapa cuplikan kecil, yang tiap-tiap cuplik dikorelasikan dengan pergeseran untuk melihat korelasi yang terbesar atau mendekati satu. Dalam proses korelasi, sampel yang diambil dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu :

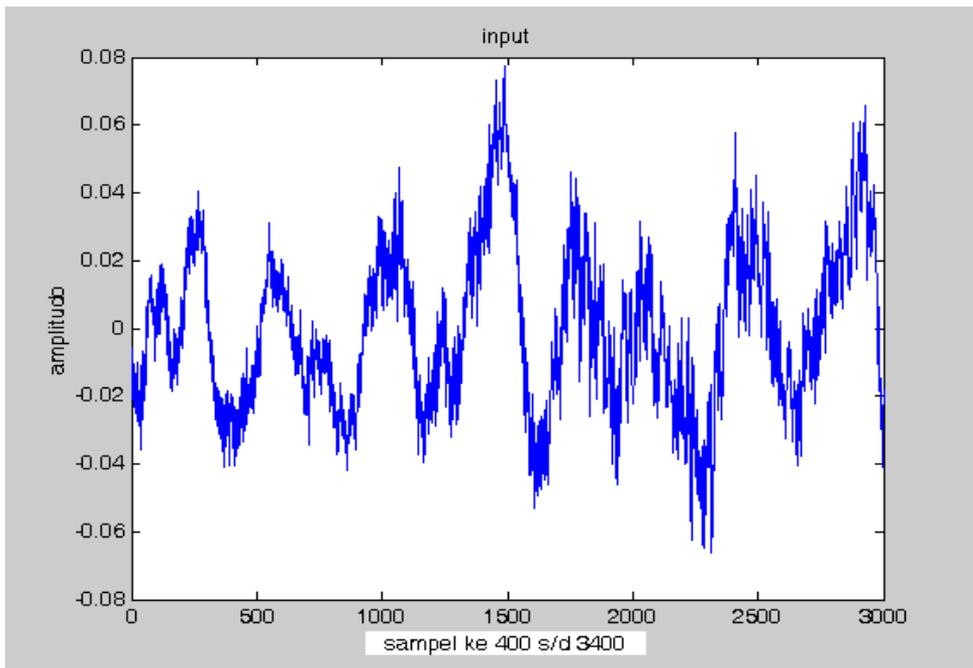
- Kedua sampel dari isyarat referens, dicari *auto* korelasinya dengan pergeseran.
- Kedua sampel dari isyarat input, dicari *auto* korelasinya dengan pergeseran.
- Sampel berasal dari isyarat referens dan isyarat input, dicari korelasi silangnya (*Cross Correlation*) dengan pergeseran.

## HASIL PENELITIAN

Hasil perekaman data diberikan dalam gambar 1 dan gambar 2



Gambar 1. Masukan Sebagai Acuan



**Gambar 2. Isyarat yang dibandingkan Korelasinya**

Setelah dilakukan pencuplikan sampel, maka diperoleh hasil korelasi dengan pergeseran. Skema pada gambar 3 berikut hanya mengambil dua pencuplikan sebagai tampilan lengkap, pencuplikan yang lain tidak ditampilkan secara lengkap, akan tetapi tetap diberikan analisisnya.

**HASIL KORELASI  
DENGAN PERGESERAN UNTUK DUA CUPLIK SAMPEL**

KE	SAMPEL 400 S/D 500			SAMPEL 501 S/D 600		
	REF DG REF	INP DG INP	REF DG INP	REF DG REF	INP DG INP	REF DG INP
0	1	1	0.2197	1	1	-0.6084
1	0.8768	0.9182	0.2526	0.9525	0.8254	-0.6328
2	0.7632	0.8553	0.324	0.8721	0.7214	-0.6009
3	0.7497	0.8355	0.357	0.8193	0.7604	-0.5646
4	0.7044	0.7549	0.3434	0.7862	0.6759	-0.5641
5	0.6771	0.7363	0.4045	0.7665	0.6565	-0.5385
6	0.6029	0.7343	0.4309	0.7465	0.6403	-0.5323
dst	dst	dst	dst	dst	dst	dst
96	0.3208	-0.3358	0.5086	0.9788	0.2242	-0.5099
97	-0.2522	0.3425	0.9421	1	-1	1
98	-1	-1	-1	1	1	1
99	1	1	1			

**Gambar 3. Korelasi Silang dan Auto Korelasi Dua Sampel Pencuplikan**

Setelah mengamati semua hasil korelasi pada semua cuplikan, maka dapat disimpulkan korelasi terbesar pertama dan kedua tiap-tiap cuplikan dalam tiga kasus korelasi, yaitu korelasi antara isyarat referensi dengan referensi, isyarat input dengan input dan isyarat referensi dengan input, semuanya dengan pergeseran.

<b>cuplik</b>	<b>Ref dg ref</b>	<b>Inp dg inp</b>	<b>Ref dg inp</b>
400-500	1(0) dan 0.8768(1)	1(0) dan 0.9182(1)	0.9421(97)
501-600	1(0) dan 0.9525(2)	1(0) dan 0.8254(1)	1(97)
601-700	1(0) dan 0.8630(1)	1(0) dan 0.8506(1)	0.6997(93)
701-800	1(0) dan 0.9835(97)	1(0) dan 0.9094(1)	0.6296(91)
801-900	1(0) dan 0.9554(1)	1(0) dan 0.8004(1)	1(97)
901-1000	1(0) dan 0.9217(1)	1(0) dan 0.8861(1)	0.9848(97)
1001-1200	1(0) dan 0.8648(1)	1(0) dan 0.8663(1)	0.8477(197)
1201-1500	1(0) dan 0.9439(1)	1(0) dan 0.9638(1)	0.6869(259)
1501-1750	1(0) dan 0.9357(1)	1(0) dan 0.8803(1)	0.6764(182)
1751-2000	1(0) dan 0.9431(1)	1(0) dan 0.9756 (1)	0.9472(195)
2001-2250	1(0) dan 0.9522 (1)	1(0) dan 0.9495(1)	0.9939(296)
2251-2500	1(0) dan 0.9508(1)	1(0) dan 0.8848(1)	0.9999(297)
2501-2750	1(0) dan 0.9348 (1)	1(0) dan 0.9228 (1)	1(298)
2751-3000	1(0) dan 0.9336 (1)	1(0) dan 0.9285 (1)	0.7842(297)

Ket : (n) : pergeseran ke n

Gambar 4. **Kesimpulan Hasil Cuplikan**

Dari tabel pada gambar 4 dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk auto korelasi, korelasi tertinggi kedua selalu pada pergeseran pertama, karena pada pergeseran ke-0 (korelasi tertinggi pertama) data tidak ada perbedaan atau sama.
2. Untuk korelasi silang, korelasi tertinggi berkisar pada tiga hingga lima pergeseran terakhir. Hal ini disebabkan karena isyarat referensi dan isyarat input hanya berbeda waktu perambatan sekitar tiga hingga lima sampel, dimana isyarat referensi (yang lebih dekat dengan sumber) lebih dahulu terjadi.
3. Hasil percobaan perhitungan korelasi menggambarkan dua isyarat yang sama tetapi berbeda jarak perekamannya akan menghasilkan korelasi tertinggi apabila digeser sebanyak beberapa sampel, dimana pergeseran sampel tergantung jarak perekaman kedua isyarat.
4. Sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mencari korelasi antara isyarat yang diinginkan ( $d_k$ ) dan isyarat masukan ( $x_k$ ), maka dari kesimpulan 3, dimana isyarat referensi merupakan isyarat yang diinginkan dan isyarat input(masukan) sebagai  $x_k$ , tampak bahwa dengan adanya pergeseran,  $d_k$  dan  $x_k$  memiliki korelasi mendekati satu.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Anton, H., 1981, *Elementary Linear Algebra*, John Wiley and Sons, Inc.

Hanselman, D., dan Bruce, L., *Mastering Matlab A Comprehensive Tutorial and Reference.*, Prentice Hall International, Inc.

Hines, W.W., Douglas, C.M., David, M.G., dan Connie, M.B., 2003, *Probability and Statistics in Engineering*, John Wiley and Sons, Inc., USA.

Widrow, B., dan S.D. Stearns, 1985, *Adaptive Signal Processing*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

