PROSIDING SEMINAR NASIONAL SISFOTEK
Sistem Informasi dan Teknologi Informasi
www.seminar.iaii.or.id | ISSN 2597-3584 (media online)

Pengujian Suara Anak dengan Autokorelasi Estimator MMSE Menggunakan Filter Wiener - 4 Tap

Vetho Sayuthi[a]
[a]Program Studi S1 Sistem Informasi, STMIK Indonesia Padang, vetho@stmikindonesia.ac.id

Abstract

In this study discussed the influence of the use of 4-taps Wiener filter for separation of the voice of a girl with disturbing noise that is moderate rainy weather sound which occurred in the province of West Sumatra. From this research, is founded that the selection of scaling on autocorrelation computation of Wiener filter that works based on the principle of MMSE (Minimum Mean Square Error) Estimator will be obtained at a value of 0.1, whereas if without scaling,it will result in audible sound but with disturbing from the results of noises of the computation process and noise of moderate rainy weather condition, and if given a very small scaling value such as 0.0078, this will result lost the original sound and the quality of hearing is very bad because almost can not hear any sound.

Keywords: Childern Voices, Wiener Filter, MMSE Estimator, Autocorrelation,

Abstrak

Dalam penelitian ini dibahas tentang pengaruh penggunaan filter Wiener 4 tap bagi pemisahan suara anak perempuan dengan derau pengganggu yaitu cuaca hujan tingkat sedang yang terjadi di provinsi Sumatera Barat. Dari penelitian ini didapatkan bahwa pemilihan penskalaan pada komputasi autokorelasi filter Wiener yang bekerja berdasarkan prinsip Estimator MMSE (Minimum Mean Square Error) akan didapat pada nilai 0,1, sedangkan jika tanpa penskalaan akan mengakibatkan suara terdengar tetapi muncul derau hasil proses komputasi dan derau cuaca tersebut, dan jika diberi nilai penskalaan yang sangat kecil misalnya 0,0078, hal ini akan mengakibatkan suara hilang dan kualitas pendengaran sangat buruk.

Kata kunci: Suara anak, Filter Wiener, Estimator MMSE, Autokorelasi.

© 2017 Prosiding IAII : SISFOTEK

1. Pendahuluan

Pada penelitian sebelumnya banyak digunakan suara anak perempuan sebagai dasar input sinyal suara, hal ini disebabkan sinyal suara perempuan dewasa sudah sangat kompleks , tidak seperti suara anak-anak yang relatif lebih sederhana. Filter wiener banyak digunakan sebagai alat untuk mengekstraksi atau mendapatkan kembali sinyal suara yang sudah terganggu dengan derau di mana umumnya derau adalah berjenis AWGN atau additive white Gaussian noise, yang mana memiliki spektrum daya sinyal pada seluruh rentang frekuensi yang bernilai tetap atau konstan.

Pada penelitian ini dibahas mengenai proses perhitungan autokorelasi estimator MMSE atau minimum mean square error dengan metode filter wiener dengan jumlah tap sebanyak 4 buah.

Estimator MMSE tersebut digunakan pada filter wiener agar mendapat nilai eror perhitungan estimasi yang mendekati nilai nol, sedangkan nilai estimasi adalah nilai estimasi atau taksiran besaran sinyal suara asli yang murni dengan mengambil dasar perkiraan dari nilai penerimaan sinyal suara yang sudah terganggu derau .

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Konsep Proses Acak

Sebuah proses acak x_n dalam waktu diskrit $n = -\infty, \dots, -1,0,1, \dots, \infty$ dilambangkan dengan simbol X_n, nilai t dapat berarti $t = nT$, T =periode sampling dari sinyal analog ke digital, memiliki fungsi korelasi sebagai di bawah ini,

$$Kor[x,x](\tau) = K_{xx}(\tau) \quad (1)$$

$$K_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)x(t-\tau)dt \quad (2)$$

sedangkan dalam bentuk diskrit dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut,

$$Kor[x,x](m) = K_{xx}(m) \quad (3)$$

$$K_{xx}(m) = \sum_{-\infty}^{\infty} x_n x_{n-m} \quad (4)$$

Dengan τ sebagai *lag*.

Tampak pada persamaan (1), (2), (3), dan (4), bahwa fungsi korelasi di atas juga merupakan fungsi autokorelasi . Fungsi autokorelasi dari proses acak *X* adalah juga dapat ditulis menjadi sebagai berikut,

$$r_{XX}[n,m] = E[X_n X_m] \quad (5)$$

Di mana,

$$K_{XX}(m) = r_{XX}[n,m] \quad (6)$$

2.2 Teorema Wiener - Khintchine

Berdasarkan Teorema Wiener - Khintchine bahwa autokorelasi *time-series* dan spektrum daya merupakan Pasangan Transformasi Fourier sehingga akan didapatkan persamaan berikut ini,

$$K_{xx}(m) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} S_X(e^{j\omega T}) e^{jm\omega T} d(\omega T) \quad (7)$$

Dengan $S_X(e^{j\omega T})$ adalah spektrum daya Transformasi Fourier Waktu Diskrit (TFWD) sedangkan fungsi autokorelasi di atas adalah inverse dari spectrum daya TFWD tersebut.

2.3 Matriks Autokorelasi Metode Estimasi MMSE dengan Filter Wiener

Jika nilai eror $\boldsymbol{e}$ pada estimator MMSE, dimana nilai ekspektasi eror kuadrat rata-rata di minimalisir, $E[\boldsymbol{e}^2(m)]$, seperti pada [2], maka akan didapatkan persamaan berikut ini,

$$\boldsymbol{e} = \boldsymbol{x} - \boldsymbol{Y}\boldsymbol{w} \quad (8)$$

$$\boldsymbol{e} = \begin{pmatrix} e(0) \\ e(1) \\ e(2) \\ \vdots \\ e(N-1) \end{pmatrix}, \quad (9)$$

$$\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} x(0) \\ x(1) \\ x(2) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$$\boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_{P-1} \end{pmatrix} \quad (11)$$

Dan Matriks $\boldsymbol{Y} =$

$$\begin{pmatrix} y(0) & y(-1) & y(-2) & \dots & y(1-P) \\ y(1) & y(1) & y(1) & \dots & y(1) \\ y(2) & y(2) & y(2) & \cdots & y(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y(N-1) & y(N-2) & y(N-3) & \cdots & y(N-P) \end{pmatrix} \quad (12)$$

2.4 Filter Wiener

Dari rumusan penelitian sebelumnya [2], dan [3], akan kita dapatkan sebagai berikut, rumusan matriks korelasi didapat dari persamaan berikut ini yaitu, jika ingin diketahui koefisien filter wienernya $\boldsymbol{w}$, maka dihitung terlebih dahulu nilai perkalian matriks autokorelasi di bawah ini,

$$\boldsymbol{w} = \boldsymbol{R}_{yy}^{-1}\boldsymbol{r}_{yx} \quad (13)$$

Matriks autokorelasi $\boldsymbol{R}_{yy}$ yang dipakai akan berupa seperti ini [1],[2],[3],dan [4].

$$\boldsymbol{R}_{yy} =$$

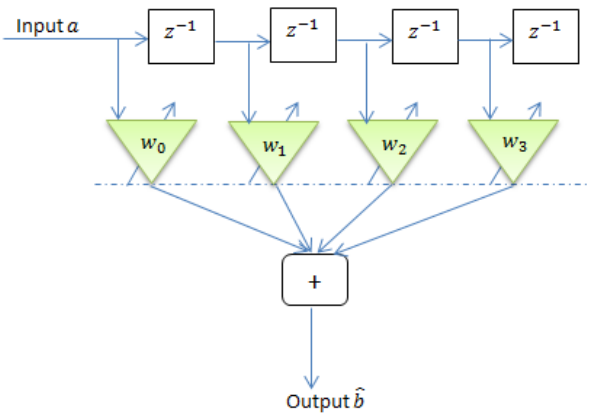
$$\begin{pmatrix} r_{yy}(0) & r_{yy}(1) & r_{yy}(2) & \dots & r_{yy}(P-1) \\ r_{yy}(1) & r_{yy}(0) & r_{yy}(1) & \dots & r_{yy}(P-2) \\ r_{yy}(2) & r_{yy}(1) & r_{yy}(0) & \cdots & r_{yy}(P-3) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{yy}(P-1) & r_{yy}(P-2) & r_{yy}(P-3) & \cdots & r_{yy}(0) \end{pmatrix} \quad (14)$$

3. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini sinyal suara anak perempuan sebagai dasar penelitian digunakan, kemudian ditambahkan sinyal suara cuaca hujan sebagai sinyal derau yang kita asumsikan mendekati sinyal yang berperilaku sebagai sinyal derau Gaussian putih, yang memiliki spectrum daya tetap atau konstan pada seluruh rentang frekuensi. Dalam hal ini sinyal cuaca yang diperolleh sebagai sampel derau , tidak sama persis sebagai sinyal derau putih yang ideal, tetapi suara cuaca ini hanya kita asumsi kan dan kita anggap mewakili sinyal derau putih Gaussian.

Setelah itu sinyal gabungan atau lebih dikenal sebagai sinyal suara anak perempuan yang terganggu oleh suara cuaca hujan tersebut diproses lebih lanjut ke dalam filter wiener-4 tap.

Dari gambar 1 di bawah ini tampak input a dan output estimator MMSE $\hat{b}$. Filter Wiener ini sekaligus mewakili Estimator MMSE tersebut.



Gambar 1. Struktur Filter Wiener 4 Tap [2].

Sehingga persamaan 13 menjadi

$$\boldsymbol{w} = \boldsymbol{R}_{aa}^{-1}\boldsymbol{r}_{ab} \tag{15}$$

Jika $\boldsymbol{w}$ dan $\boldsymbol{r}_{ab}$, dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_{P-1} \end{pmatrix}, \text{dan } \boldsymbol{r}_{ab} = \begin{pmatrix} r_{ab}(0) \\ r_{ab}(1) \\ r_{ab}(2) \\ \vdots \\ r_{ab}(P-1) \end{pmatrix} \tag{16}$$

Sehingga matriks autokorelasi koefisien filter wiener menjadi matriks toeplitz,R_{aa},

$$\boldsymbol{R}_{aa} = \begin{pmatrix} r_{aa}(0) & r_{aa}(1) & r_{aa}(2) & \cdots & r_{aa}(P-1) \\ r_{aa}(1) & r_{aa}(0) & r_{aa}(1) & \cdots & r_{aa}(P-2) \\ r_{aa}(2) & r_{aa}(1) & r_{aa}(0) & \cdots & r_{aa}(P-3) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{aa}(P-1) & r_{aa}(P-2) & r_{aa}(P-3) & \cdots & r_{aa}(0) \end{pmatrix} \tag{17}$$

Pada penelitian ini digunakan algoritma estimator MMSE pada filter wiener dengan jumlah tap sebanyak 4 buah, di mana $P-1=3, P=4$,sehingga persamaan di atas menjadi

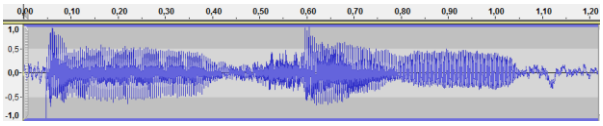
$$\boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix}, \text{dan } \boldsymbol{r}_{ab} = \begin{pmatrix} r_{ab}(0) \\ r_{ab}(1) \\ r_{ab}(2) \\ r_{ab}(3) \end{pmatrix} \tag{18}$$

Sehingga matriks autokorelasi koefisien filter wiener 4-Tap menjadi matriks toeplitz,R_{aa},

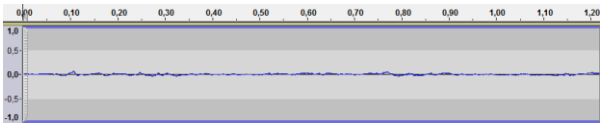
$$\boldsymbol{R}_{aa} = \begin{pmatrix} r_{aa}(0) & r_{aa}(1) & r_{aa}(2) & r_{aa}(3) \\ r_{aa}(1) & r_{aa}(0) & r_{aa}(1) & r_{aa}(2) \\ r_{aa}(2) & r_{aa}(1) & r_{aa}(0) & r_{aa}(1) \\ r_{aa}(3) & r_{aa}(2) & r_{aa}(1) & r_{aa}(0) \end{pmatrix} \tag{19}$$

4. Hasil dan Pembahasan

Tampilan input sinyal suara anak perempuan yang berbicara kata '*pohon'* dapat terlihat pada gambar 2 berikut di bawah ini, sedangkan tampilan sinyal suara derau yaitu berupa suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat dapat terlihat pada gambar 3.

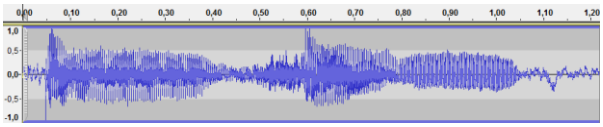


Gambar 2. Sinyal suara anak perempuan berbicara kata *'pohon'*.



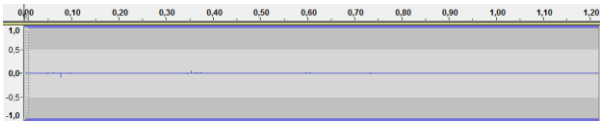
Gambar 3. Sinyal suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

Pada gambar 4 terlihat bahwa suara anak perempuan yang berbicara kata *'pohon'* dengan terganggu derau cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.



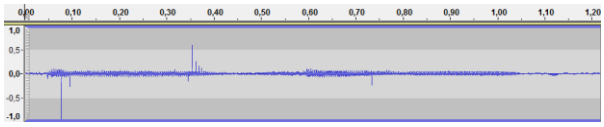
Gambar 4. Sinyal suara anak perempuan berbicara kata '*pohon'* yang terganggu dengan suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

Pada gambar 5 adalah menunjukkan sinyal keluaran estimator MMSE dengan metode filter wiener 4 tap yang terjadi pada sinyal input atau masukan pada suara anak perempuan yang berbicara kata *'pohon'* dengan terganggu derau cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat. Dapat terdengar bahwa keluaran ini saat didengar suaranya kecil sekali, baik suara perempuan ataupun suara cuaca yang mengganggunya, hal ini disebabkan pemilihan skala autokeralsi yang bernilai 0,0078. Secara keseluruhan hasil pendengaran cara ini berkualitas sangat buruk disebabkan informasi suara anak perempuan tidak atau sangat kurang jelas terdengar.



Gambar 5. Hasil keluaran estimator MMSE pada skala autokorelasi filter wiener 4 tap bernilai 0.0078 dari sinyal suara anak perempuan berbicara kata '*pohon'* yang terganggu dengan suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

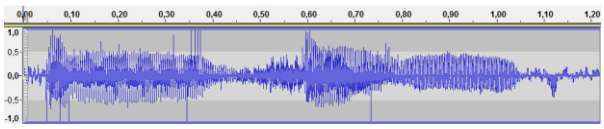
Pada gambar 6 adalah menunjukkan sinyal keluaran estimator MMSE dengan metode filter wiener 4 tap yang terjadi pada sinyal input atau masukan pada suara anak perempuan yang berbicara kata *'pohon'* dengan terganggu derau cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat. Dapat terdengar bahwa keluaran ini saat didengar suaranya baik , dimana suara perempuan jelas terdengar dan suara cuaca yang mengganggunya dapat diredam dengan baik, hal ini disebabkan pemilihan skala autokorelasi yang bernilai 0,1. Secara keseluruhan hasil pendengaran cara ini berkualitas baik disebabkan informasi suara anak perempuan jelas terdengar.



Gambar 6. Hasil keluaran estimator MMSE pada skala autokorelasi filter wiener 4 tap bernilai 0.1 dari sinyal suara anak perempuan berbicara kata '*pohon'* yang terganggu dengan suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

Pada gambar 7 adalah menunjukkan sinyal keluaran estimator MMSE dengan metode filter wiener 4 tap yang terjadi pada sinyal input atau masukan pada suara anak perempuan yang berbicara kata *'pohon'* dengan terganggu derau cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

Dalam hal ini tidak dilakukan penskalaan dari matriks autokorelasi pada komputasi yang berlangsung. Dengan metode ini ternyata suara perempuan cukup terdengar, tetapi terdapat suara pengganggu yang memiliki derau cukup tinggi akibat derau yang dihasilkan dari komputasi ataupun dari derau cuaca yang terkena pada suara anak perempuan tersebut. Secara keseluruhan hasil pendengaran cara ini berkualitas rata-rata disebabkan informasi suara anak perempuan terdengar tetapi derau yang terjadi akibat derau cuaca dan derau hasil proses komputasi cukup bising.



Gambar 7. Hasil keluaran estimator MMSE dengan filter wiener 4 tap dari sinyal suara anak perempuan berbicara kata '*pohon'* yang terganggu dengan suara cuaca hujan tingkat sedang di provinsi Sumatera Barat.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Estimator MMSE dengan metode filter wiener 4 tap dapat diberlakukan bagi pemisahan suara anak perempuan yang terganggu dengan suara cuca hujan tingkat sedang.
2. Jika tanpa penskalaan, pemisahan suara asli dengan pengganggunya dengan skenario di atas akan berhasil dengan kualitas rata-rata saja.
3. Jika dilakukan penskalaan dengan nilai yang cukup kecil, otomatis hasil keluaran sinyal dari estimator tersebut akan buruk sekali karena suara informasi asli tidak dapat terdengar atau hilang.
4. Jika dilakukan penskalaan dengan nilai tertentu yang tidak kecil tetpi dibawah 1 kali, misalnya 0,1 kali penskalaan terhadap matriks autokorelasiya maka akan menghasilkan suara asli yang baik, karena suara informasi asli dapat jelas terdengar dan tidak hilang.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya tentang penskalaan autokorelasi filter wiener 4 tap ini sehingga dapat ditentukan berapa besar nilai penskalaan tersebut.
2. Dapat dilakukan upaya-upaya agar kualitas keluaran filter wiener yang dihasilkan lebih baik lagi,

6. Daftar Rujukan

[1] Sophocles J. Orfanidis, 2007. *Optimum Signal Processing*. 2nd ed. McGraw-Hill Publishing Company.
[2] Saeed V. Vaseghi, 2000. *Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction*, John Wiley&Sons Ltd.
[3] Jonathan Y. Stein, 2000. *Digital Signal Processing: A Computer Science Perspective*. John Wiley&Sons Inc.
[4] Simon Godsill 2015, *Random Process- Random Process, Optimal Filtering and Model-based Signal Processing, Lecture Note*, University of ambridge, Signal Processing and Communication Laboratory, Department of Engineering.

7. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak banyaknya kepada Allah SWT dan terimakasih kepada STMIK Indonesia Padang dan rekan –rekan dosen dan mahasiswa yang telah memberikan dukungan moril dan finansial sehingga penelitian ini dapat selesai.