

## Pemodelan Filter Adaptif Untuk Perbaikan Kualitas Sinyal Audio Multi Wicara

<sup>1</sup>Florentina Tatrini Kurniati, <sup>2</sup>Valentinus Ronny A Febriyanto

<sup>1,2</sup>Sistem Komputer STIKOM Bali

Jl. Raya Puputan Renon No. 86 Denpasar Bali

e-mail: <sup>1</sup>florentina.tatrin@gmail.com, <sup>2</sup>v.ronny@gmail.com

### Abstrak

Suara atau wicara adalah gelombang dihasilkan organ getar manusia, suara umumnya mempunyai arti dan makna serta merupakan bentuk komunikasi yang alami. Penyebab kualitas sinyal wicara mengalami gangguan atau distorsi adalah derau ataupun sinyal pengganggu lainnya (multiwicara). Untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari sinyal tersebut diperlukan suatu filter yang mampu mengidentifikasi antara sinyal yang dikehendaki dan sinyal yang harus direduksi. Filter adaptif merupakan filter yang mampu melakukan reduksi dengan menggunakan input lainnya sebagai referensi untuk penghapusan derau. Oleh karena itu agar tujuan untuk penghapusan derau dapat dipenuhi maka dirancang suatu model sistem adaptif untuk mereduksi gangguan pada sinyal wicara. Model penghapus derau yang dikembangkan menggunakan algoritma LMS dan sinyal uji menggunakan sinyal wicara yang digabungkan bersama dengan derau. Hasil pengujian didapatkan untuk proses penghapusan derau adaptif multiwicara telah berhasil dengan baik dengan nilai SNR keluaran 2.5694 dB dengan waktu komputasi tercepat 0.582059 detik

**Kata kunci:** Penghapusan derau adaptif, Least mean square, derau, sinyal multiwicara

### Abstract

Voice or speech signal is generated waves by vibrating human organs, the sound produced generally have meaning and significance as well as a natural form of communication. The one that causes the quality of the speech signal is susceptible to interference or distortion noise or other signals (multispeaker) that can change the parameters of the speech signal. The existence of these experiences to lead communications made has the quality is not good. To improve and enhance the quality of the signal needed a filter that is capable of identifying the desired signal and the signal should be reduced. Adaptive filter is a filter that is capable of reducing the use of other inputs as a reference for the elimination of noise. The model developed for the noise removal multispeaker signal using LMS algorithm and test signal in the form of the speech signal are combined together with the noise. The test results obtained for the multispeaker adaptive noise cancelled process has worked well with the value of 2.5694 dB output SNR with the fastest computing time 0.582059 seconds

**Keywords:** Adaptive noise cancelled, Least mean square, noise, multispeaker

### 1. Pendahuluan

Suara adalah gelombang yang dihasilkan organ getar manusia, mempunyai arti dan makna serta merupakan bentuk komunikasi yang alami [1]. Pada perkembangannya komunikasi yang dilakukan tidak lagi terbatas oleh jarak, tetapi telah dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan teknologi telekomunikasi. Faktor yang menyebabkan kualitas informasi menjadi buruk adalah derau atau *noise*, pada umumnya mempunyai spektrum frekuensi sepanjang frekuensi audio. Derau dapat dianalogikan sebagai suatu gelombang dengan parameter frekuensi, amplitudo dan fasa yang dapat mempengaruhi gelombang (suara) lain, sehingga suara tersebut mengalami perubahan pada amplitudo, frekuensi dan fasa tersebut mengalami perubahan [2]. Adanya perubahan tersebut mengakibatkan sinyal suara asli mengalami perubahan sehingga informasi yang terdapat pada suara tersebut menjadi tidak dapat diketahui. Sinyal suara (wicara) pada ciri karakteristik frekuensi terdiri atas frekuensi dasar dan frekuensi resonansi, akibat derau ciri tersebut juga mengalami perubahan [3], [4]. Peningkatan kualitas informasi pada sinyal wicara atau audio yang terpengaruh derau, menjadi hal yang mutlak dibutuhkan. Pada perkembangannya peningkatan kualitas sinyal wicara tidak hanya untuk sinyal wicara tunggal namun juga untuk sinyal multiwicara (gabungan sinyal wicara) [5]. Sinyal multiwicara terjadi karena adanya percakapan dilingkungan dengan banyak suara misalnya dipasar, bandara, dan lain sebagainya. Untuk meningkatkan kualitas sinyal tersebut diperlukan suatu penyaring (*filter*) sinyal yang mampu untuk

mereduksi sinyal yang tidak dikehendaki [6].

Penggunaan filter yang tepat dan sesuai akan menghasilkan kualitas sinyal wicara yang baik [7]. Perbaikan sinyal wicara berderau dengan menggunakan filter digital tentunya akan sulit dilakukan jika derau yang terkandung pada sinyal tersebut mempunyai frekuensi atau spectrum frekuensi yang sama dengan frekuensi sinyal wicara. Demikian pula untuk mereduksi sinyal multiwicara tercampur dengan derau agar dapat diperoleh sinyal wicara tertentu yang terdapat didalamnya juga sulit dilakukan [8]. Untuk dapat melakukan hal tersebut tentu dibutuhkan suatu *filter* yang mempunyai karakteristik sehingga mampu mengidentifikasi antara sinyal yang dikehendaki dan sinyal pengganggu. Jenis *filter* tersebut adalah sistem berbasis adaptif [9]. Model sistem adaptif merupakan suatu model perkembangan dari model analog maupun model filter digital, dimana untuk filter adaptif mempunyai sifat dapat mereduksi derau berdasarkan referensi derau yang diberikan pada model tersebut [6]. Di dalam sistem adaptif proses perbaikan sinyal dapat dilakukan dengan memanipulasi bobot yang terdapat didalam model tersebut, pemrosesan untuk melakukan proses reduksi dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma yaitu suatu fungsi matematis yang digunakan melakukan pengolahan dan pengaturan suatu parameter untuk mengontrol proses [10], [11].

Berdasarkan permasalahan memodelkan filter adaptif multiwicara maka perlu dikembangkan suatu model filter berbasis adaptif yang mampu untuk melakukan penghapusan derau atau gangguan didalam sinyal multiwicara. Parameter yang digunakan untuk mengatur proses didalam sistem adaptif berupa panjang filter dan *miu*. Hasil yang didapatkan dari pengaturan adalah nilai SNR pada keluaran sinyal dan waktu yang dibutuhkan untuk memrosesnya dan disebut sebagai waktu komputasi dari suatu algoritma[12]. Model usulan yang digunakan untuk mereduksi derau yang terdapat pada sinyal multiwicara dikembangkan dari model ANC (*adaptive noise cancelled*)[13]. Untuk masukan ANC terdapat dua input yaitu masukan pertama dan masukan referensi. Namun pada masukan referensi selain derau juga berupa sinyal suara yang akan direduksi, dengan demikian derau dan suara yang tidak dikehendaki dapat direduksi, dengan demikian tujuan dan manfaat dari penelitian ini dapat tercapai.

## 2. Algoritma Berbasis Adaptif

*Adaptive noise canceller* (ANC) merupakan suatu penghapus derau yang bertujuan untuk menghilangkan derau dibebberapa peralatan elektronis berbasis digital [11][14]. Perbaikan atau meningkatkan kualitas sinyal dilakukan dengan menggunakan suatu algoritma yang dapat melakukan pengaturan menuju konvergensi[12]. Proses tersebut dilakukan dengan mengatur ukuran langkah atau *miu* (*step size*) pada algoritma LMS[15][16][17]. Untuk nilai  $X(n)$  merupakan sinyal input sedangkan  $d(n)$  adalah referensi dari sinyal, sedangkan untuk keluaran dinotasikan dengan  $y(n)$ [18]. Untuk proses mengamati *error* dilakukan dengan membandingkan antara keluaran dari pemroses filter dengan sinyal referensi[19]. Secara umum pada filter adaptif bobot suatu filter ditunjukkan dengan notasi  $W(k)$  yang merupakan suatu koefisien dari vektor filter. Untuk nilai vektor dari filter ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut;

$$W(k) = [w_0(k) \dots w_L(k)]^T$$

Untuk mendiskripsikan suatu sinyal tunggal ditunjukkan pada persamaan berikut ini , dimana pada notasi  $X(k)$ , pada persamaan tersebut sinyal ditunjukkan sampai rentang yang tak berhingga.

$$X(k) = [x(k)x(k-1) \dots x(k-L)]^T$$

Untuk mengukur error atau galat dari suatu sistem adaptif dilakukan dengan mendiskripsikan selisih antara sinyal yang diinginkan berbanding dengan sinyal keluaran pemroses filter. Berdasarkan proses tersebut ditunjukkan sebagai berikut;

$$e(k) = d(k) - W^T(k)X(k)$$

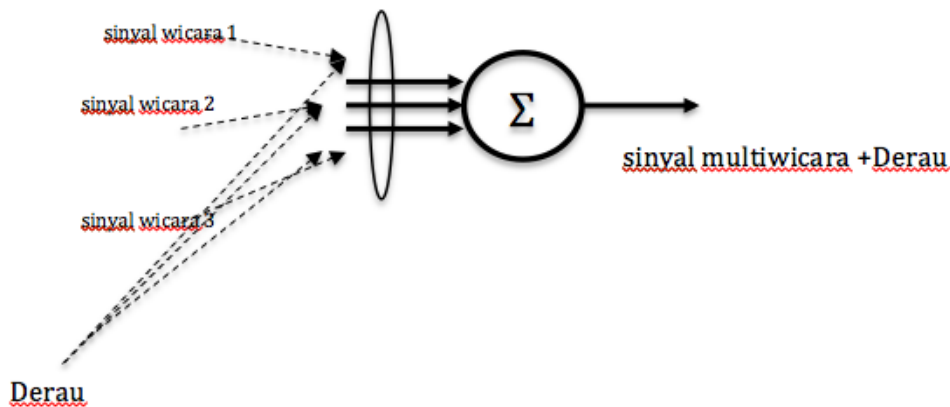
$$e^2(k) = d^2(k) - 2d(k)W^T(k)X(k) + W^T(k)X(k) X^T(k)W(k)$$

$$W(k+1) = W(k) + 2 \mu e(k)X(k)$$

Proses pengaturan nilai  $w(k+n)$  ditentukan dari *error* atau selisih nilai yang muncul. Proses mendapatkan nilai bobot mencapai keluaran yang ideal, merupakan dari representasi dari kecepatan komputasi.

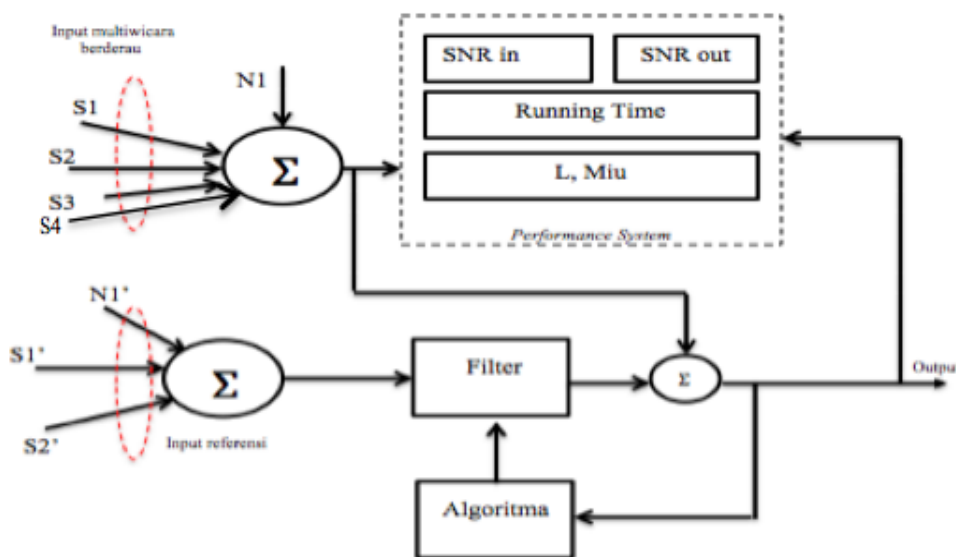
### 3. Model Sistem Adaptif

Data yang digunakan pada pengujian berasal dari dari rekaman suara, proses penggabungan yang dilakukan menggunakan pemrograman matlab. Sedangkan untuk derau merupakan derau acak dibuat dengan menggunakan komputer. Proses penggabungan antara derau dan sinyal multiwicara ditunjukkan pada gambar berikut ini ;



Gambar 1. Model Penggabungan Sinyal Multiwicara

Dari analisis sistem untuk proses penghapusan derau di sinyal multiwicara ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini, pada bagian masukan model sistem terdiri atas (s1, s2, s3 dan s4 serta n1) merupakan representasi dari sinyal audio tercampur derau. Sedangkan pada masukan lainnya (s1',s2' dan n1') merupakan representasi dari sinyal referensi. Pengoptimalan keluaran dilakukan dengan mengatur nilai L (panjang filter) dan miu (ukuran langkah). Hasil yang didapatkan berupa nilai SNR (*signal noise to ratio*) serta pengamatan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk proses (*running time*)



Gambar 2. Model Adaptif untuk input multiwicara

### 4. Hasil dan Analisa

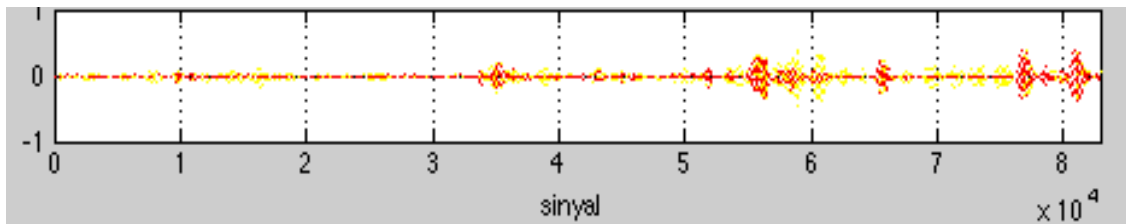
Proses pengujian yang dilakukan menggunakan dua jenis pengujian yaitu pengujian untuk mendapatkan s1 dan s4 (pengujian\_01) dan pengujian untuk mendapatkan s1 (pengujian\_02). Pada pengujian\_01 masukan pertama menggunakan sinyal s1, s2, s3 s4 dan n1 sedangkan untuk referensi

sebagai representasi sinyalnya dilakukan pengurangan amplitudo dan pemberian nilai delay untuk masing-masing sinyal  $s_2'$ ,  $s_3'$  dan  $n_1'$ . Pada pengujian ini dilakukan pengujian menggunakan beberapa varian derau ( $n_1$ ) mulai dari 0.2 sampai dengan 1, nilai tersebut mempunyai arti bahwa amplitudo dari tersebut bertambah sesuai nilai varian yang ada. Proses pengoptimalan yang dilakukan dengan mengatur nilai  $L$  dan  $\mu$ , hasil yang didapat ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian\_01

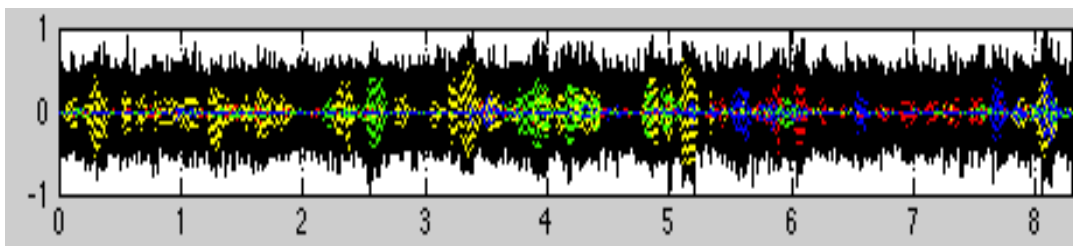
No	Varian derau	L	miu	Waktu komputasi (detik)	SNR in dB	SNR out dB
1	0.2	120	0.1	0.635845	-10.6235	1.9163
2	0.4	100	0.05	0.624547	-15.0357	1.2822
3	0.6	80	0.009	0.599651	-18.2001	0.9528
4	0.8	80	0.01	0.585281	-20.5695	0.8338
5	1	50	0.0100	0.582604	-22.4388	0.7436

Pada Tabel 1 pengujian\_01 sinyal yang masuk merupakan sinyal multiwicara bercampur derau (Gambar 4), nantinya sinyal yang diharapkan seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dengan melakukan pengaturan nilai  $L$  dan  $\mu$  seperti terlihat pada Tabel 1, didapatkan hasil SNR out serta waktu komputasi. Pengujian tersebut dilakukan secara berulang dengan menggunakan berbagai varian derau mulai 0.2 sampai dengan 1, varian derau tersebut merupakan komponen yang digabungkan ke sinyal multiwicara.



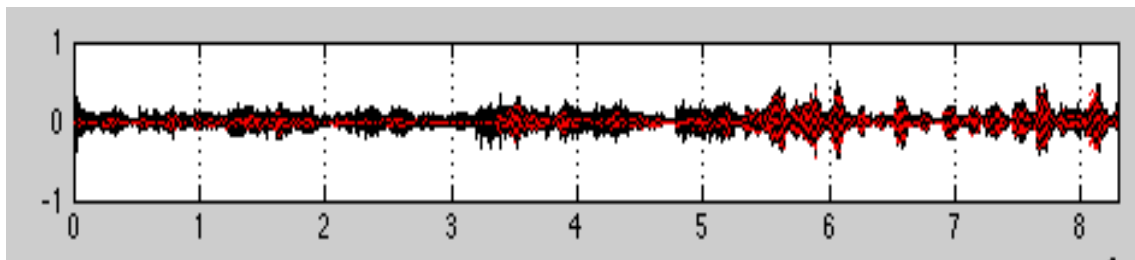
Gambar 3. Sinyal Yang Dikehendaki Pengujian\_01

Dengan menggunakan varian 0.2 terlihat sinyal multiwicara terinterferensi derau dan tertutup derau secara keseluruhan, selanjutnya dengan mengatur nilai  $L = 120$  dan  $\mu = 0.1$  didapatkan hasil SNR keluaran 1.9163 dB yang sebelumnya SNR pada masukan -10.6235 dB, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan reduksi selama 0.635845 detik .



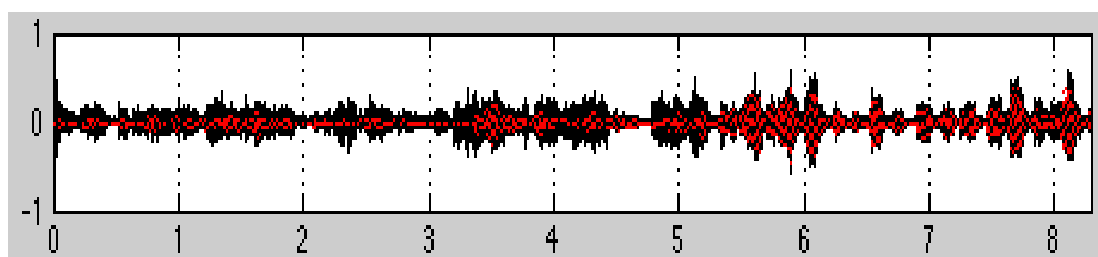
Gambar 4. Sinyal Multiwicara Dicampur Derau

Dari pengujian didapatkan hasil seperti terlihat pada Gambar 5 berikut ini, warna merah menunjukkan keluaran yang dikehendaki (Gambar 3), sedangkan untuk keluaran dari filter adaptif ditunjukkan dengan warna hitam.



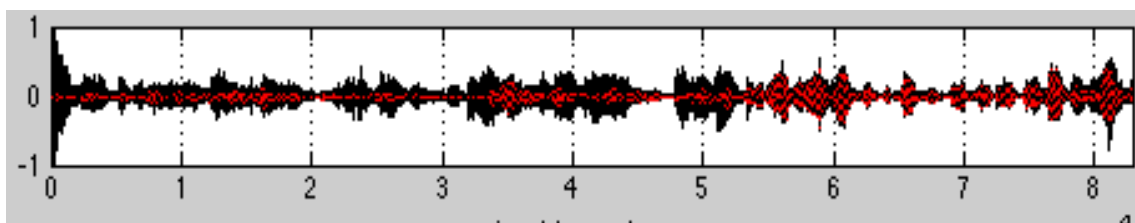
Gambar 5. Keluaran Dengan Pengujian\_1 Varian Derau 0.2

Pengujian berikutnya dengan menggunakan varian derau 0.4, dengan mengatur nilai  $L = 100$  dan  $\mu = 0.05$  didapatkan hasil seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini, dimana nilai SNR keluaran adalah 1.2822 dan waktu komputasi = 0.624547 detik. Berdasarkan hasil yang didapatkan tampak nilai amplitudo derau dapat diredam.

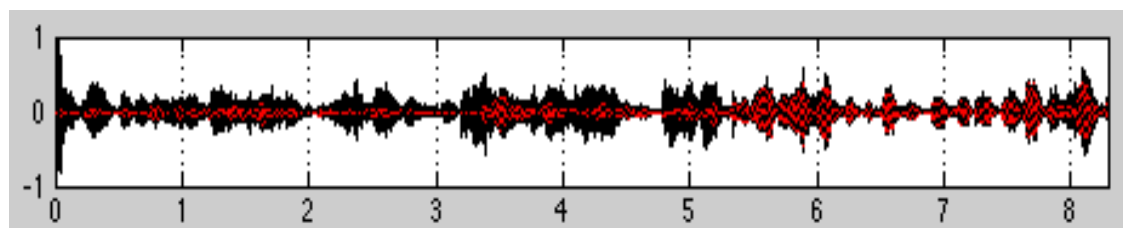


Gambar 6. Keluaran Dengan Pengujian\_1 Varian Derau 0.4

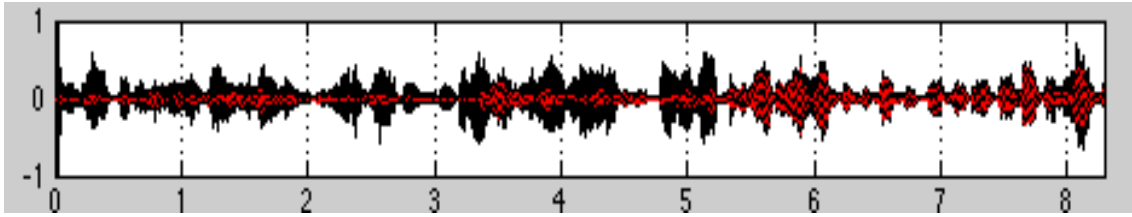
Pada pengujian dengan menggunakan varian 0.6 didapatkan hasil seperti ditunjukkan Gambar 7, terlihat pada gambar semula derau muncul tapi kemudian dapat teredam. Hasil tersebut dengan varian derau 0.6, 0.8 dan 1 masing-masing terlihat pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 9. Dari hasil tersebut proses penghapusan derau telah berhasil dengan baik.



Gambar 7. Keluaran Dengan Pengujian\_1 Varian Derau 0.6



Gambar 8. Keluaran Dengan Pengujian\_1 Varian Derau 0.8



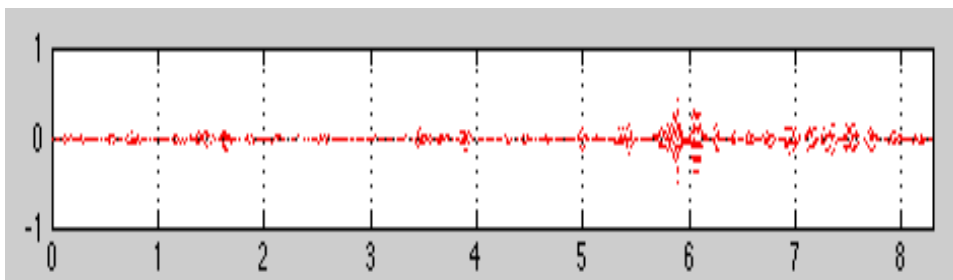
Gambar 9. Keluaran Dengan Pengujian\_1 Varian Derau 1

Pengujian ke 2 dilakukan menggunakan sinyal uji berupa sinyal multiwicara tercampur derau sama dengan pengujian pertama perbedaannya pada pengujian pertama hasil yang dikehendaki berupa sinyal wicara ke 1 (s1). Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut;

Tabel 2. Hasil Pengujian\_2

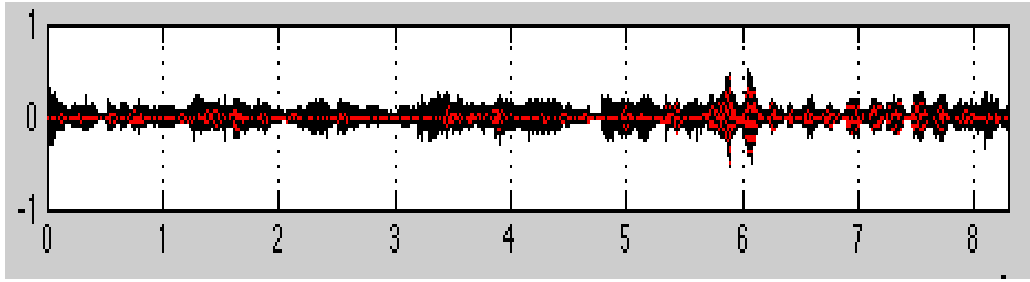
No	Varian derau	L	Miu	Waktu komputasi (detik)	SNR in dB	SNR out dB
1	0.2	107	0.08	0.622560	-10.9049	2.5694
2	0.4	105	0.05	0.597288	-15.1755	1.5290
3	0.6	85	0.009	0.604687	-18.2763	1.0458
4	0.8	80	0.01	0.582059	-20.6091	0.9104
5	1	70	0.01	0.592023	-22.4174	0.8226

Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa adanya varian derau semakin tinggi maka pajang filter yang digunakan untuk mereduksi semakin pendek, selain itu ukuran langkah atau miu yang digunakan beragam namun mempunyai nilai pada kisaran 0.009 sampai 0.01. Untuk keluaran pengujian\_2 mempunyai target seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini



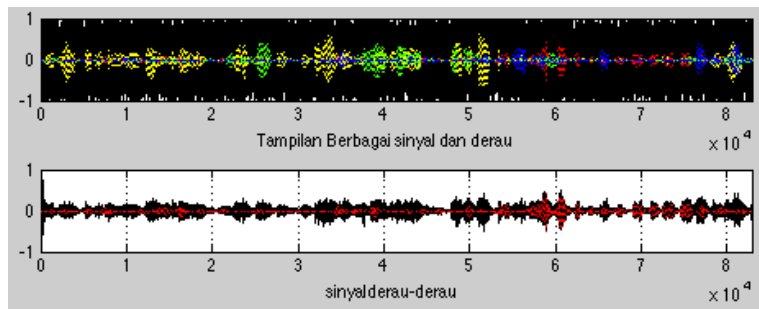
Gambar 10. Sinyal Yang Dikehendaki Pengujian\_02

Untuk masukan sinyal multiwicara dan derau (s1, s2, s3, s4, dan n1), agar keluaran filter dapat berupa s1 maka pada model filter tersebut input referensi berupa sinyal s2', s3', s4' dan n1'. Sinyal referensi pada input merupakan sinyal yang telah mengalami pergeseran fasa serta telah mengalami pelemahan untuk nilai amplitudonya. Dengan menggunakan derau varian 0.2 hasil pengujian\_2 didapatkan hasil seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini. Pada hasil tersebut tampak secara keseluruhan derau ataupun sinyal multiwicara lainnya dapat direduksi, dan nilai SNR output sebesar 2.5694 dB.

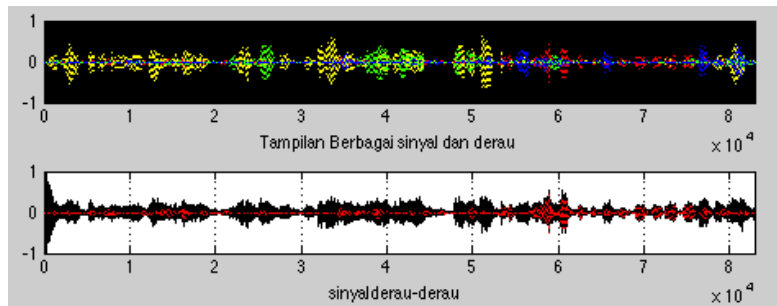


Gambar 11. Keluaran Dengan Pengujian\_2 Varian Derau 0.2

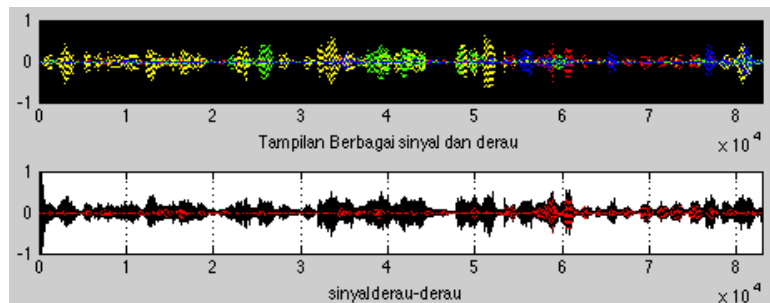
Pengujian berikutnya diulangi dengan menggunakan derau varian 0.4, dan hasilnya seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini. Meskipun amplitudo derau dominan namun setelah dilewatkan ke filter adaptif derau dapat diredam.



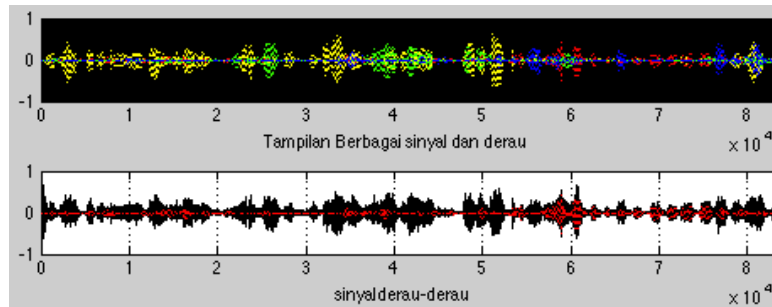
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 12. Keluaran Dengan Pengujian\_2 (a) Varian 0.4, (b) Varian 0.6, (c) Varian 0.8, (d) Varian 1

Pengujian lainnya juga menggunakan varian derau 0.6, 0.8 dan 1 hasil pengujian tersebut berturut-turut diperlihatkan pada gambar dibawah ini, dari hasil pengujian ini terlihat bahwa derau pada awalnya tinggi namun setelah itu dapat direduksi. Dengan demikian dari pengujian yang telah dilakukan model yang dirancang sangat efektif untuk derau dengan amplitudo 100% dari sinyal asli, namun untuk derau dengan nilai amplitudo lebih dari 100% menjadi tidak efektif untuk distorsi suara sedangkan untuk distorsi berupa derau terbukti dapat direduksi dengan baik

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut;

- Model penghapusan (filter) derau untuk sinyal multiwicara dilakukan dengan mengatur nilai  $L$  dan  $\mu$  dari proses tersebut waktu komputasi yang dibutuhkan paling cepat 0.582059 detik dan paling lama 0.635845 detik.
- Untuk nilai SNR keluaran dari model penghapus derau sinyal multiwicara paling tinggi adalah 2.5694 dB dengan pengaturan  $L = 102$  dan  $\mu = 0.08$  sedangkan untuk nilai SNR paling rendah 0.7436 dB dengan  $L = 50$  dan  $\mu = 0.01$
- Untuk model penghapusan derau dengan sinyal multiwicara berdasarkan pengamatan berhasil dengan baik pada varian 0.2 sedangkan untuk varian mulai 0.4 sampai dengan 1, terlihat amplitudo derau telah berhasil teredam (direduksi) namun untuk amplitudo dari sinyal multiwicara lainnya terdapat beberapa sinyal wicara amplitudo masih tampak.

## Daftar Pustaka

- [1] S. Tripathi and S. Bhatnagar. *Speaker Recognition*. Proceedings of The Third International Conference on Computer Communication Technology. 2012; 283–287.
- [2] N. C. Chang, P. J. Hurst, B. C. Levy, and S. H. Lewis. Background Adaptive Cancellation of Digital Switching Noise in a Pipelined Analog-to-Digital Converter Without Noise Sensors. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*. 2014; 49(6): 1397–1407.
- [3] Y. Ma, P. Mp, S. Yaacob, S. Ab, and N. F. Mokhtar. *Statistical Formant Descriptors with Linear Predictive Coefficients for Accent Classification*. IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, pp. 906–911, 2013.
- [4] U. Reubold, J. Harrington, and F. Kleber. Vocal aging effects on F0 and the first formant: A longitudinal analysis in adult speakers. *Speech Communication*. 2010; 52(7-8): 638–651.
- [5] J. P. Teixeira, C. Oliveira, and C. Lopes. Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology*. 2013; 9: 1112–1122.
- [6] M. M. Dewasthale and R. D. Kharadkar. *Acoustic Noise Cancellation Using Adaptive Filters: A Survey*. Proceeding of Electronic Systems, Signal Processing and Computing Technologies. 2014; 12–16.
- [7] M. Gabrea, *A Single Microphone Noise Canceller Based On An Adaptive Kalman Filter*. Proceeding of IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering. 2012; 1-4.
- [8] S. Khorram, H. Sameti, and H. Veisi. *An optimum MMSE post-filter for Adaptive Noise Cancellation in automobile environment*. Proceedings of 11th Information Science, Signal Processing and their Applications. 2012; 431–435.



- 
- [9] R. G. Soumya, N. Naveen, and M. J. Lal. *Application of Adaptive Filter Using Adaptive Line Enhancer Techniques*. Proceedings of Third Advances in Computing and Communications. 2013; 165–168.
- [10] Y. Huo, Z. Cai, W. Gong, Q. Liu. *A New Adaptive Kalman Filter by Combining Evolutionary Algorithm and Fuzzy Inference System*. Proceedings of IEEE Congress on Evolutionary Computation. 2014; 1: 2893–2900.
- [11] M. Shengqian, X. Guowei, M. Zhifeng, W. Shuping, and F. Manhong. *Research on Adaptive Noise Canceller of an Improvement LMS algorithm*. Proceeding of Electronics, Communications and Control. 2011; 2: 1611–1614.
- [12] S. G. Devi, K. Selvam, and S. P. Rajagopalan. *An Abstract to Calculate Big O Factors of Time and Space Complexity of Machine Code*. Proceedings of Sustainable Energy and Intelligent Systems. 2011; 844–847.
- [13] N. Kudoh, T. Shibutani, and Y. Tadokoro. *A study on a multichannel active noise canceller by using narrow-band signals*. Proceedings of IEEE 10th International Conference on Signal Processing. 2010; 5–8.
- [14] L. Sheng and Z. Lanyong. *A novel adaptive interference canceller based on empirical mode decomposition*. Proceedings of 8th World Congress on Intelligent Control and Automation. 2010; 5488–5493.
- [15] K. R. Borisagar, B. S. Sedani, and G. R. Kulkarni. *Simulation and Performance Analysis of LMS and NLMS Adaptive Filters in Non-stationary Noisy Environment*. Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks. 2011; 682–686.
- [16] A. Wei, X. Wan-Qin, Z. You-Peng, and W. Lei. *A New Variable Step Size LMS Adaptive Filtering Algorithm*. Proceedings of International Conference on Computer Science and Electronics Engineering. 2012; 265 - 268.
- [17] Y. Jiao, R. Y. P. Cheung, W. W. Y. Chow, and M. P. C. Mok. *A Novel Gradient Adaptive Step Size LMS Algorithm with Dual Adaptive Filters*. International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society. 2013; 4803–4806.
- [18] Y. Wang, G. Li, and L. Chang. *An input-balanced realization based adaptive IIR filter using particle swarm optimization*. Proceedings of Seventh International Conference on Natural Computation. 2011; 1822–1826.
- [19] K. R. Borisagar and G. R. Kulkarni. *Simulation and Performance Analysis of Adaptive Filter in Real Time Noise over Conventional Fixed Filter*. Proceedings of International Conference on Communication Systems and Network Technologies. 2012; 621–624.