

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR
**KINERJA PEMISAHAN SINYAL AUDIO YANG TERCAMPUR
MENGUNAKAN ALGORITMA DUET
(DEGENERATE UNMIXING ESTIMATION TECHNIQUE)**

Irwan Priyanto*, Imam Santoso **, Budi Setiyono **
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
e-mail : irwan_priyanto@yahoo.co.id

ABSTRAK– Seringkali terdapat suatu keadaan dimana sinyal yang kita peroleh dari suatu sensor menangkap sinyal yang kita inginkan dan sinyal-sinyal lain yang bercampuran. Sebagai contoh dalam suatu sistem pengenalan suara, yang dalam pelaksanaannya kadang disertai adanya derau ataupun suara dari orang lain (fenomena pesta koktail). Suatu metode tengah dikembangkan, yaitu *blind source separation (BSS)*, yang merupakan metode untuk memisahkan sinyal yang tercampur menjadi komponen-komponen penyusunnya.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan pemisahan sumber sinyal audio menggunakan algoritma *Degenerate Unmixing Estimation Technique (DUET)* yang akan diterapkan dalam simulasi menggunakan Matlab 6.5. Untuk mengukur kinerja pemisahan, sumber 2 sinyal audio ditentukan terlebih dahulu, selanjutnya dicampur secara buatan, kemudian dipisahkan dengan algoritma *DUET*. Dilakukan pula pengamatan nilai parameter beta (faktor pembelajaran) dan lambda (faktor penguatan) untuk mengetahui kinerja pemisahan dengan menggunakan rasio sinyal dengan interferensi (*SIR*) untuk beberapa kemungkinan sinyal audio (suara manusia, musik). Juga akan diamati kinerja pemisahan untuk sinyal-sinyal audio yang tercampur dalam kondisi sebenarnya.

Pada pengujian pemisahan suara secara tidak langsung, untuk pemisahan menggunakan sumber 2 suara alat musik, suara alat musik-suara manusia, dan 2 suara manusia, diperoleh sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil. Pada pengujian, dapat diketahui bahwa semakin besar nilai *SIR* sinyal 1 dan sinyal 2 akan menghasilkan kinerja pemisahan yang baik.

Kata-kunci: Sinyal audio, *Blind source separation*, *DUET*.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan Ilmu pengetahuan dan teknologi akan terus berkembang dari tahun ke tahun. Dalam ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang komunikasi, pengolahan sinyal memegang peranan yang penting. Penelitian yang intensif dalam bidang pengolahan sinyal menyebabkan teknologi komunikasi berkembang dengan pesat. Seringkali pada dalam suatu akuisisi sinyal, terdapat keadaan di mana sinyal yang diperoleh dari suatu sensor tidak sesuai dengan sinyal yang diinginkan. Sensor tersebut mungkin menangkap sinyal yang diinginkan dan sinyal-sinyal lain yang bercampuran. Sejak dahulu, pemisahan sinyal sudah menjadi permasalahan dalam bidang teknik. Pemisahan sinyal akan menjadi lebih sulit apabila sinyal-sinyal yang tercampur tidak diketahui asalnya.

Dalam perkembangan pengolahan sinyal, kemudian berkembang sebuah teknik untuk memisahkan sinyal-sinyal yang bercampur tersebut. Teknik tersebut bernama pemisahan sumber tak dikenal (*Blind Source Separation / BSS*). Sesuai dengan namanya, tak dikenal (*blind*) berarti tidak ada informasi mengenai sinyal sumber ataupun sistem pencampurannya. Pemisahan sumber tidak dikenal (*Blind Source Separation / BSS*) merupakan metode untuk memisahkan sinyal yang terukur menjadi komponen-komponen penyusunnya.

Sinyal audio dipilih sebagai sinyal masukan dalam tugas akhir ini untuk menyelidiki kemampuan dan algoritma *DUET* untuk diaplikasikan pada pemisahan sinyal audio.

1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk:

1. Melakukan pengujian pemisahan sinyal pada sinyal tercampur dengan algoritma *DUET*.
2. Melakukan analisis untuk mengetahui parameter perkiraan yang digunakan dalam algoritma *DUET* untuk menghasilkan kinerja pemisahan yang baik..

1.3 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini, pembahasan dibatasi pada :

1. Data masukan hanya berupa sinyal audio, antara lain sinyal suara manusia dan sinyal musik.
2. Derau (*noise*) yang turut terekam pada proses perekaman diabaikan.
3. Pemrograman dengan *MATLAB 6.5*.

II DASAR TEORI

2.1 Pendekatan *Maximum Likelihood*

Likelihood adalah hipotesa probabilitas bahwa sebuah kejadian yang telah terjadi akan menghasilkan hasil yang spesifik yang berkenaan dengan kejadian masa lalu yang telah diketahui hasilnya.

Maximum Likelihood merupakan prosedur untuk menemukan nilai dari satu atau lebih parameter yang diberikan statistik, yang membuat distribusi *Likelihood* yang diketahui menjadi maksimum.

Misalkan X merupakan variabel random dari distribusi probabilitas $f(x | \theta)$, dimana parameter tunggal θ tidak diketahui. Misalkan X_1, X_2, \dots, X_n adalah sampel acak dari populasi dengan fungsi kepadatan $f(x_i | \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$. Maka fungsi *Likelihood* didefinisikan:

$$L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X) = \prod f(x_i | \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (2.1)$$

Bila fungsi *Likelihood* terdeferensialkan dalam $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$, maka calon estimator *Maksimum Likelihood* yang mungkin adalah nilai-nilai $(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ sedemikian sehingga:

* Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

** Dosen Teknik Elektro UNDIP

$$\frac{\partial}{\partial \theta_i} L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X) = 0 \quad i=1,2,\dots,k \quad (2.2)$$

Untuk membuktikan bahwa θ_i memaksimumkan fungsi *Likelihood* $L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X)$, harus ditunjukkan bahwa:

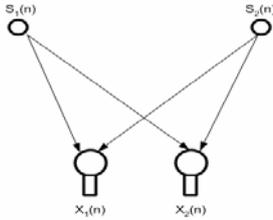
$$\frac{\partial^2}{\partial \theta_i^2} L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X) | \theta_i < 0 \quad (2.3)$$

Dalam banyak kasus, akan lebih mudah bekerja pada logaritma alam dari $L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X)$ yaitu $\ln L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X)$. Hal ini dimungkinkan karena fungsi \ln naik tegas pada $(0, \infty)$, yang berarti bahwa $L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X)$ dan $\ln L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | X)$ memiliki nilai ekstrim yang sama.

2.2 Algoritma DUET (Degenerate Unmixing Estimation Technique)

2.2.1 Sumber Pencampuran

Pada algoritma DUET, ditetapkan suatu permodelan yang menggambarkan pencampuran sumber yang menggunakan dua kanal mikropon. Sumber sinyal di dalam kasus ini diwakili oleh sejumlah sumber yang berada dalam suatu ruangan, yang diasumsikan memiliki kedudukan lokasi yang berbeda, seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Pengaturan dua kanal mikropon dengan 2 sumber.

Algoritma DUET beroperasi dalam kawasan frekuensi, tidak ada matriks balik (*inverse*) yang dihitung, dan jumlah sumber dapat lebih besar dibandingkan dengan jumlah campuran yang dipergunakan.

Untuk dua kanal mikropon yang diatur dengan N sumber, sinyal campuran yang datang x_1 dan x_2 dapat diuraikan sebagai:

$$x_1(n) = \sum_{j=1}^N s_j(n) \quad (2.4)$$

$$x_2(n) = \sum_{j=1}^N a_j s_j(n - \delta_j) \quad (2.5)$$

Di mana s_j adalah sumber sinyal j , a_j adalah *amplitude relative* dan δ_j adalah waktu tunda (*timedelay*) dari sumber sinyal j terhadap mikropon.

2.2.2 Asumsi Sumber

Dengan menggunakan sebuah fungsi jendela $W(t)$, dapat dikatakan bahwa dua buah sumber $s_i(t)$ dan $s_j(t)$ tersebut *W-disjoint orthogonal*, apabila setelah dilakukan alihragam Fourier berjendela, $s_i(t)$ dan $s_j(t)$ tersebut adalah *disjoint*.

Alihragam dari $s_i(t)$ dinyatakan pada persamaan sebagai berikut:

$$F^W(s_i(\cdot))(\omega, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} W(t - \tau) s_i(t) e^{-i\omega t} dt \quad (2.6)$$

Hasil alihragam pada persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai $S_i(\omega)$. Asumsi *W-disjoint orthogonal* dapat dinyatakan dengan singkat sebagai:

$$S_i(\omega) S_j(\omega) = 0, \forall i \neq j \quad (2.7)$$

2.2.3 Perkiraan amplitudo dan waktu tunda

Sinyal campuran x_1 dan x_2 dicuplik dan dipecah menjadi blok dengan panjang N . Blok yang dicuplik ini dikalikan dengan suatu fungsi jendela W , kemudian dilakukan alihragam fourier waktu diskrit yang dinyatakan sebagai berikut:

$$x_{1,2}^\theta(n) = W(n) x_{1,2}(n) \quad (2.8)$$

$$X_{1,2}(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} x_{1,2}^\theta(n) e^{-2\pi i n \omega / N} \quad (2.9)$$

dari persamaan diatas, diketahui bahwa $x_{1,2}(n)$ terdiri dari suatu campuran sumber asli $s_j(n)$. Dengan melakukan alihragam terhadap campuran tersebut berarti sumber mengalami suatu alihragam *Short Time Fourier Transform* (STFT) yang dapat dinyatakan sebagai $S_j(\omega)$. Persamaan (2.4) dan persamaan (2.5) dapat disusun sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X_1(\omega) \\ X_2(\omega) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 \\ a_1 e^{-i\omega \delta_1} & \dots & a_N e^{-i\omega \delta_N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1(\omega) \\ \vdots \\ S_N(\omega) \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Dengan mengasumsikan sumber *W-Disjoint orthogonal*, maka akan terdapat satu dari N sumber yang tidak nol pada kawasan frekuensi. Untuk sumber j dapat dinyatakan dengan alihragam STFT dari persamaan (2.4) dan (2.5) sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X_1(\omega) \\ X_2(\omega) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ a_j e^{-i\omega \delta_j} \end{bmatrix} S_j(\omega) \quad (2.11)$$

Algoritma DUET memperkirakan parameter pencampuran dengan menganalisa perbandingan dari $X_1(\omega)$ dan $X_2(\omega)$. Dari persamaan (2.11), perkiraan parameter pencampuran dapat diperoleh melalui:

$$(\hat{a}(\omega), \hat{\delta}(\omega)) = \left(\left| \frac{X_2(\omega)}{X_1(\omega)} \right|, \frac{1}{\omega} \text{Im} \left\{ \ln \left(\frac{X_2(\omega)}{X_1(\omega)} \right) \right\} \right) \quad (2.12)$$

2.3.4 Parameters Pencampuran DUET

Untuk menemukan nilai parameter dalam algoritma DUET, digunakan suatu pencarian kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood/ML*). Dari persamaan (2.11) dapat didefinisikan suatu persamaan:

$$|X_1(\omega) a_j e^{-i\omega \delta_j} - X_2(\omega)|^2 = 0 \quad (2.13)$$

Sumber j merupakan merupakan sumber yang aktif pada kawasan frekuensi. Selanjutnya mendefinisikan suatu fungsi:

$$\rho_j(\omega) = \frac{1}{1 + a_j^2} |X_1(\omega) a_j e^{i\omega \delta_j} - X_2(\omega)|^2 \quad (2.14)$$

Dimana terlihat untuk sumber j merupakan bagian dari suatu fungsi ρ_j , yang akan bernilai 0 untuk semua frekuensi yang berkenaan dengan j . Dimana:

$$\rho_j(\omega) = 0 \quad \forall \omega \in S_j(\omega) \quad (2.15)$$

Sedangkan untuk fungsi objek dari kemungkinan maksimum dinyatakan sebagai:

$$J = \min_{\alpha_1, \delta_1, \dots, \alpha_K, \delta_K} \sum_{\omega} \frac{-1}{\lambda} \ln(e^{-\lambda p_1} + e^{-\lambda p_2} + \dots + e^{-\lambda p_K}) \quad (2.16)$$

dimana λ adalah faktor penguatan. Turunan parsial untuk fungsi J berkenaan dengan δ_j adalah:

$$\frac{\partial J}{\partial \delta_j} = \sum_{\omega} \frac{e^{-\lambda p_j}}{\sum_{r=1}^K e^{-\lambda p_r}} \cdot \frac{2}{1 + a_j^2} \cdot \alpha \alpha_j \cdot (\text{Im}\{X_1 e^{i\omega \delta_j}\} \cdot \text{Re}\{X_2\} - \text{Re}\{X_1 e^{i\omega \delta_j}\} \cdot \text{Im}\{X_2\}) \quad (2.17)$$

Sedangkan turunan parsial untuk fungsi J berkenaan dengan a_j adalah:

$$\frac{\partial J}{\partial a_j} = \sum_{\omega} \frac{e^{-\lambda p_j}}{\sum_{r=1}^K e^{-\lambda p_r}} \cdot \frac{2}{1+a_j^2}$$

$$(a_j |X_1|^2 - a_j p_j - \text{Re}\{X_1 e^{i\omega \delta_j}\} \cdot \text{Re}\{X_2\} - \text{Im}\{X_1 e^{i\omega \delta_j}\} \cdot \text{Im}\{X_2\}) \quad (2.18)$$

Dengan asumsi bahwa banyaknya sumber sinyal dalam campuran diketahui dan dilakukan inisialisasi perkiraan amplitudo a_j dan δ_j waktu tunda untuk masing-masing sumber, parameter a_j dan δ_j yang diperbaharui berdasarkan pada perkiraan sebelumnya dapat ditulis sebagai berikut:

$$a_j[k] = a_j[k-1] - \beta \alpha_j[k] \frac{\partial J}{\partial a_j} \quad (2.19)$$

$$\delta_j[k] = \delta_j[k-1] - \beta \alpha_j[k] \frac{\partial J}{\partial \delta_j} \quad (2.20)$$

di mana β adalah faktor pembelajaran dan $\alpha_j[k]$ adalah suatu parameter pencampuran yang bergantung laju pembelajaran untuk indeks waktu k dan perkiraan sumber j . Untuk melakukan penyesuaian laju pembelajaran dapat ditentukan oleh jumlah energi campuran. Energi pencampuran dapat dinyatakan sebagai:

$$q_j[k] = \sum_{\omega} \frac{e^{-\lambda p_j}}{\sum_{r=1}^K e^{-\lambda p_r}} \cdot |X_1| - |X_2| \quad (2.21)$$

dan dapat didefinisikan:

$$qs[k] = \gamma qs[k-1] + q[k] \quad (2.22)$$

sedangkan untuk nilai parameter yang bergantung pada laju yang diperbaharui $\alpha_j[k]$ dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha_j[k] = \frac{q[k]}{qs[k]} \quad (2.23)$$

2.3.5 Proses Pemisahan (Demixing)

Berdasarkan persamaan (2.15), dapat diketahui bahwa dalam kawasan frekuensi nilai dari ρ_j yang minimum akan menunjukkan suatu sumber s_j . Jika tidak menunjukkan sumber s_j , maka akan menunjukkan pada sumber yang lain. Suatu selubung dalam kawasan frekuensi, dapat dibangun berdasarkan pada penduga parameter ML sebagai berikut:

$$\Omega_j(\omega) = \begin{cases} 1 & \rho_j(\omega) \leq \rho_{\min}(\omega) \quad \forall m \neq j \\ 0 & \text{untuk yang lain} \end{cases} \quad (2.24)$$

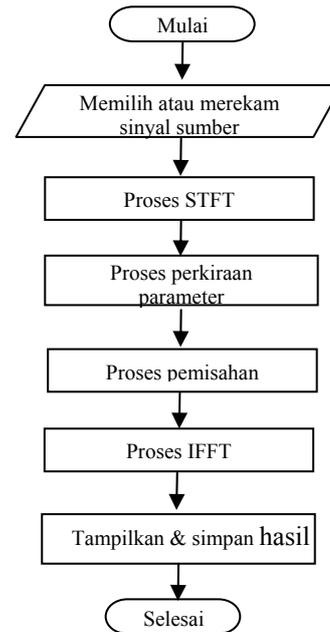
Dari persamaan diatas, maka dapat diketahui perkiraan dari alihragam Fourier waktu diskrit sumber j dari campuran $X_1(\omega)$ sebagai berikut:

$$\hat{S}_j(\omega) = \Omega_j(\omega) X_1(\omega) \quad (2.25)$$

Dengan demikian pemisahan sinyal sudah dilakukan, dan dapat dihitung perkiraan sumber berjendela \hat{s}_j dengan menggunakan alihragam balik fourier waktu diskrit dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{s}_j(n) = \frac{1}{N} \sum_{\omega=0}^{N-1} \hat{S}_j(\omega) e^{\frac{2\pi i}{N} n \omega} \quad (2.26)$$

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK



Gambar 2. Diagram alir program utama

Perangkat lunak peraga dibuat dengan bantuan bahasa komputasi teknis MATLAB 6.5 yang mempunyai fasilitas untuk antarmuka grafis bagi pengguna. Perangkat lunak dirancang untuk dapat melakukan proses DUET pada sinyal audio (dengan ekstensi *.wav) yang menjadi masukan untuk kemudian diamati proses yang telah terjadi. Gambar 2 menunjukkan diagram alir yang menggambarkan cara kerja program.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

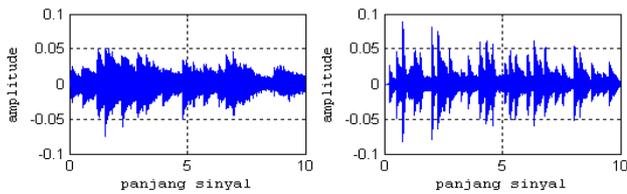
Pada penelitian ini akan digunakan beberapa jenis sinyal campuran audio, yaitu sinyal suara manusia dan suara musik. Sinyal tersebut kemudian diperoleh dengan memilih dan mengambil sinyal audio campuran yang ada (tidak langsung) maupun direkam langsung secara bersamaan menggunakan 2 buah sensor. Setelah dilakukan proses DUET (*Degenerate Unmixing Estimation Technique*), karena sinyal sumber yang sebenarnya tidak diketahui maka dilakukan pengukuran kinerja berdasarkan sistem pendengaran manusia

4.1 Variasi Sinyal Sumber pada Pencampuran secara Tidak Langsung

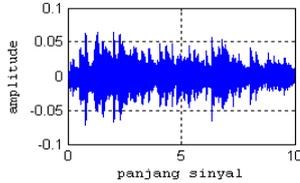
Pada pengujian dengan pencampuran secara tidak langsung, sinyal campuran didapatkan melalui pencampuran dari dua buah sinyal yang diperoleh melalui pemilihan dan pengambilan sinyal audio campuran yang ada. Pada tugas akhir ini dilakukan pengujian pengaruh dari variasi nilai beta (faktor pembelajaran) dan lambda (faktor penguatan) terhadap sinyal hasil pemisahan.

4.1.1 Sinyal Sumber Suara Alat Musik dan Suara Alat Musik

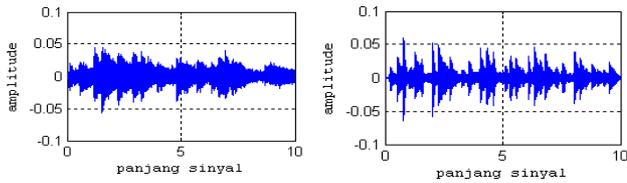
Pada pengujian ini, sinyal audio campuran yang digunakan merupakan pencampuran dari dua buah file suara alat musik, yaitu suara **musik1.wav** dan suara **musik 2.wav**.



(a) Suara alat musik1. (b) Suara alat musik2.
Gambar 3. Sumber sinyal 2 suara alat musik.

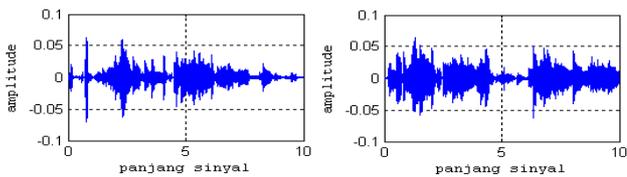


Gambar 4 Sinyal campuran dengan sumber 2 suara alat musik.



(a) Suara alat musik1. (b) Suara alat musik2.

Gambar 5 Hasil pemisahan dengan sumber 2 suara alat musik menggunakan nilai beta 0, 2 & nilai lambda 10.



(a) Suara alat musik1. (b) Suara alat musik2.

Gambar 6 Hasil pemisahan dengan sumber 2 suara alat musik menggunakan nilai beta 30 & nilai lambda 30.

Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Pada gambar 5, sinyal hasil pemisahan memiliki bentuk yang hampir sama dengan sinyal sumber, namun dengan besar amplitude yang sedikit berbeda. Sedangkan gambar 6 menunjukkan sinyal hasil pemisahan yang memiliki bentuk yang berbeda dengan sinyal sumber karena kondisi sinyal masih tercampur dengan sinyal yang lain.

Tabel 1 Hasil pengujian sinyal dengan sumber 2 suara alat musik.

Variasi nilai		SIR (dB)		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	Sinyal 1 (SIR1)	Sinyal 2 (SIR2)	
0,02	0,001	15,620	14,548	terpisah
0,02	30	15,302	14,638	terpisah
0,001	10	15,313	14,641	terpisah
30	10	12,671	4,175	tercampur
0,001	0,001	15,384	14,644	terpisah
0,003	0,003	15,412	14,623	terpisah
30	30	13,973	-7,063	tercampur
50	50	10,245	6,140	tercampur
0,02	10	15,288	14,639	terpisah
0,2	10	14,711	14,891	terpisah
0,3	0,3	15,670	14,487	terpisah
0,6	0,5	15,406	14,378	terpisah
0,800	0,300	14,515	12,772	terpisah
0,001	100	15,316	14,621	terpisah
100	0,001	12,253	3,083	tercampur

Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,02, variasi nilai lambda yang kecil dan nilai lambda yang besar menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi sinyal yang terpisah. Hal ini berarti pada pengujian dengan nilai beta yang konstan, variasi nilai lambda akan menghasilkan nilai SIR yang relatif hampir sama.

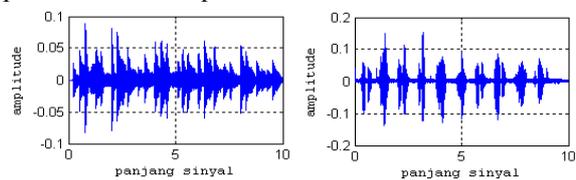
Pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10, variasi nilai beta yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar dibandingkan dengan nilai beta yang besar. Pada pengujian ini variasi nilai lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, sedangkan pada nilai lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pengujian dengan nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar bila dibandingkan dengan variasi nilai beta dan lambda yang besar. Pada pengujian ini variasi nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, sedangkan pada nilai beta dan lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Dari pengujian dengan sumber 2 suara alat musik menggunakan variasi nilai beta dan lambda, dapat diketahui bahwa pengujian menghasilkan kinerja yang baik dengan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah dan memiliki nilai SIR1 dan nilai SIR2 yang besar. Pada pengujian ini, pemisahan yang baik berlaku untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.

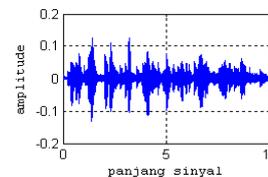
4.1.2 Sinyal Sumber Suara Alat Musik dan Suara Manusia

Pada pengujian ini, sinyal audio campuran yang digunakan merupakan pencampuran antara sinyal suara musik dan suara manusia. Sinyal pertama merupakan file musik2.wav dan sinyal kedua merupakan file manusia1.wav yang berbunyi "satu...dua...tiga...empat...lima...enam...tujuh...delapan...sembilan...sepuluh".

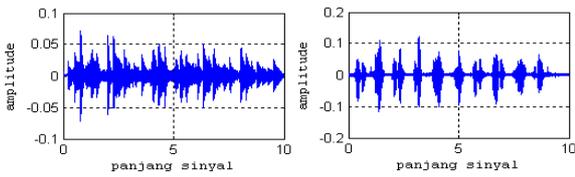


(a) Suara alat musik. (b) Suara manusia.

Gambar 7 Sumber sinyal suara alat musik dan manusia.

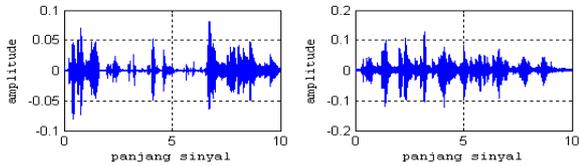


Gambar 8 Sinyal campuran dengan sumber suara alat musik dan suara manusia.



(a) Suara alat musik. (b) Suara manusia.

Gambar 9 Hasil pemisahan dengan sumber suara alat musik dan suara manusia menggunakan nilai beta 0,5 & nilai lambda 0,6.



(a) Suara alat musik. (b) Suara manusia.

Gambar 10 Hasil pemisahan dengan sumber suara alat musik1 dan suara manusia1 menggunakan nilai beta 50 & nilai lambda 50.

Gambar 9 dan gambar 10 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Pada gambar 9, sinyal hasil pemisahan memiliki bentuk yang hampir sama dengan sinyal sumber, namun dengan besar amplitude yang sedikit berbeda. Sedangkan gambar 10 menunjukkan sinyal hasil pemisahan yang memiliki bentuk yang berbeda dengan sinyal sumber sinyal 1 dan sumber sinyal 2, karena pada salah satu sinyal hasil pemisahan memiliki bentuk sinyal yang hampir sama dengan bentuk sinyal campuran.

Tabel .2 Hasil pengujian sinyal dengan sumber suara alat musik dan suara manusia.

Variasi nilai		SIR (dB)		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	Sinyal 1 (SIR1)	Sinyal 2 (SIR2)	
0,02	0,001	17,054	11,153	terpisah
0,02	30	15,787	13,887	terpisah
0,001	10	15,799	13,923	terpisah
30	10	10,705	9,360	tercampur
0,001	0,001	16,067	11,014	terpisah
0,003	0,003	16,196	10,999	terpisah
30	30	3,758	4,993	tercampur
100	100	-2,530	7,053	tercampur
0,02	10	15,801	13,881	terpisah
0,02	0,006	17,265	11,100	terpisah
0,5	0,5	15,529	12,474	terpisah
0,4	0,4	14,162	14,003	terpisah
0,5	0,6	14,980	16,385	terpisah
0,001	100	15,951	13,960	terpisah
100	0,001	5,166	13,402	tercampur

Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,02, variasi nilai lambda yang kecil dan nilai lambda yang besar menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi sinyal yang terpisah. Hal ini berarti pada pengujian dengan nilai beta yang konstan, variasi nilai lambda akan menghasilkan nilai SIR berbeda dengan nilai yang relatif besar.

Pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10, variasi nilai beta yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar dibandingkan dengan nilai beta yang besar. Pada pengujian ini variasi nilai lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang

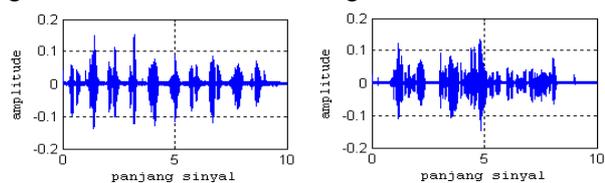
terpisah, sedangkan pada nilai lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pengujian dengan nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar bila dibandingkan dengan variasi nilai beta dan lambda yang besar. Pada pengujian ini variasi nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, sedangkan pada nilai beta dan lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Dari pengujian dengan sumber suara alat musik dan suara manusia menggunakan variasi nilai beta dan lambda, dapat diketahui bahwa pengujian dengan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah dan memiliki nilai SIR1 dan SIR2 yang besar akan menghasilkan kinerja yang baik. Pada pengujian ini, pemisahan yang baik berlaku untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.

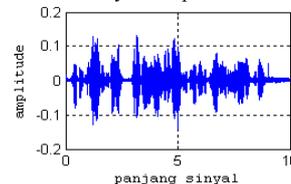
4.1.3 Sinyal Sumber Suara Manusia dan Suara Manusia

Pada pengujian sinyal audio campuran ini, sinyal audio campuran yang digunakan merupakan pencampuran dari sinyal suara musik dan suara manusia. Sinyal pertama merupakan file **manusia1.wav** yang berbunyi "satu..dua..tiga..empat..lima..enam..tujuh..delapan..sembilan..sepuluh". Sinyal kedua merupakan file **manusia2.wav** yang berbunyi "sekilas tentang SQL, SQL merupakan bahasa yang digunakan untuk berinteraksi dengan basis data".

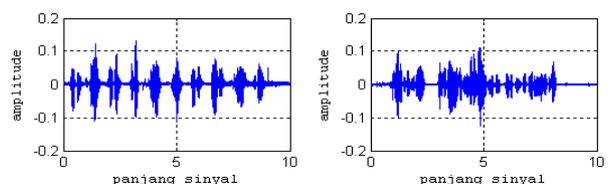


(a) Suara manusia1. (b) Suara manusia2.

Gambar 11 Sumber sinyal campuran 2 suara manusia.

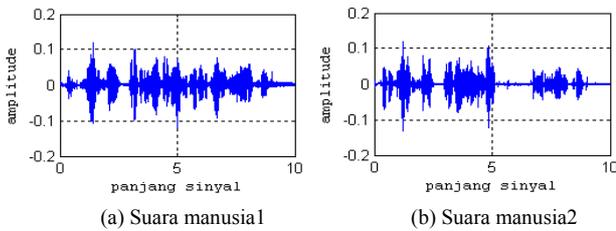


Gambar 12 Sinyal campuran dengan sumber sinyal 2 suara manusia.



(a) Suara manusia1. (b) Suara manusia2.

Gambar 13 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara manusia dengan nilai beta 0,02 & nilai lambda 0,004.



(a) Suara manusia1 (b) Suara manusia2
Gambar 14 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara manusia dengan nilai beta 30 & nilai lambda 30.

Gambar 13 dan gambar 14 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Pada gambar 13, sinyal hasil pemisahan memiliki bentuk yang hampir sama dengan sinyal sumber, namun dengan besar amplitude yang sedikit berbeda. Sedangkan gambar 14 menunjukkan sinyal hasil pemisahan yang memiliki bentuk yang berbeda dengan sinyal sumber karena kondisi sinyal masih tercampur dengan sinyal yang lain.

Tabel 3 Hasil pengujian sinyal campuran 2 suara manusia .

Variasi Nilai		SIR (dB)		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	Sinyal 1 (SIR1)	Sinyal 2 (SIR2)	
0,02	0,001	15,250	12,654	terpisah
0,02	30	13,802	12,987	terpisah
0,001	10	14,431	12,724	terpisah
50	10	11,876	4,580	tercampur
0,001	0,001	14,387	12,725	terpisah
0,003	0,003	14,389	12,746	terpisah
30	30	11,473	7,957	tercampur
100	100	10,512	-2,180	tercampur
0,02	10	13,814	12,985	terpisah
0,5	0,7	10,222	3,228	tercampur
0,06	10	13,561	13,343	terpisah
0,02	0,004	15,253	12,654	terpisah
0,08	0,08	13,788	14,823	terpisah
0,02	0,03	14,937	12,608	terpisah
0,08	10	13,702	13,329	terpisah
0,001	100	14,684	12,663	terpisah
6	10	-18,124	-8,018	tercampur
100	0,001	12,721	12,205	tercampur

Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,02, variasi nilai lambda yang kecil dan nilai lambda yang besar menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi sinyal yang terpisah.

Pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10, variasi nilai SIR beta yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar dibandingkan dengan nilai beta yang besar. Pada pengujian ini variasi nilai lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, sedangkan pada nilai lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

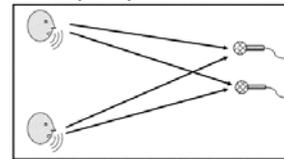
Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pengujian dengan nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan nilai SIR yang lebih besar bila dibandingkan dengan variasi nilai beta dan lambda yang besar. Pada

pengujian ini variasi nilai beta dan lambda yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, sedangkan pada nilai beta dan lambda yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti sinyal dengan nilai SIR yang kecil menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur dan nilai SIR yang besar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Dari pengujian dengan sumber 2 buah suara manusia menggunakan variasi nilai beta dan lambda, dapat diketahui bahwa pengujian sinyal yang menghasilkan kondisi hasil pemisahan yang terpisah yang memiliki nilai SIR1 dan SIR2 yang besar akan menghasilkan kinerja yang baik. Pada pengujian ini, pemisahan yang baik berlaku untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.

4.2 Variasi Sinyal Sumber pada Pencampuran secara langsung

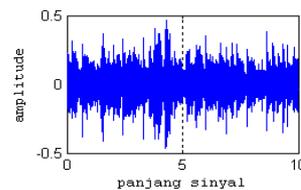
Pada pengujian dengan pencampuran secara langsung, sinyal campuran didapatkan melalui perekaman secara langsung menggunakan dua buah sensor (mikrofon). Gambar 15 menunjukkan skema perekaman secara langsung. Dua buah mikrofon yang diletakkan berdekatan merekam suara dua sumber dengan jarak tertentu dari mikrofon. Arah panah pada Gambar 4.17 menunjukkan suara dari kedua sumber direkam oleh tiap-tiap mikrofon.



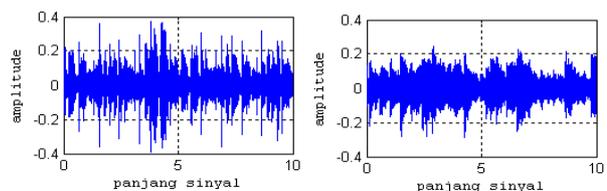
Gambar 15 Skema pencampuran secara langsung menggunakan 2 buah mikrofon.

4.2.1 Sinyal Sumber Suara Alat Musik dan Suara Alat Musik

Pada pengujian sinyal audio campuran ini, sinyal audio campuran yang digunakan diperoleh melalui proses perekaman secara langsung dengan menggunakan 2 buah pemutar musik (mp3.player) yang dihubungkan dengan speaker sebagai sumber suara1 dan sumber suara2.

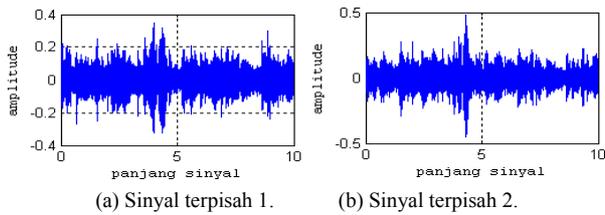


Gambar 16 Campuran sumber sinyal 2 suara alat musik.



(a) Sinyal terpisah 1. (b) Sinyal terpisah 2.

Gambar 17 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara alat musik dengan nilai beta 0,01 & nilai lambda 10.



Gambar 18 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara alat musik dengan nilai beta 30 & nilai lambda 30.

Gambar 16 menunjukkan sinyal campuran yang digunakan dalam pengujian kali ini. Sedangkan, gambar 17 dan gambar 18 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Gambar 17 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang dapat terpisah, meskipun sinyal yang dihasilkan tidak jernih. Sedangkan gambar 18 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang masih sedikit tercampur dengan sinyal hasil pemisahan yang lain.

Pada gambar 17 dan 18, tampak bahwa bentuk sinyal hasil pemisahan memiliki amplitude yang sedikit lebih kecil dibandingkan dengan sinyal campuran. Pada gambar 18 tampak bahwa salah satu sinyal hasil pemisahan terdapat bentuk sinyal yang masih tercampur dengan sinyal yang lain. Pada pemisahan dengan sumber 2 suara alat musik secara langsung ini, tidak dapat dilakukan pengukuran kinerja menggunakan rasio sinyal dengan interferensi (SIR). Hal ini dikarenakan sumber sinyal asli tidak dapat diketahui. Sehingga pada pengujian ini, yang dapat diketahui hanya kondisi akhir sinyal hasil pemisahan, yang dapat diketahui dengan menggunakan sistem pendengaran manusia. Pada pengujian, kondisi sinyal hasil pemisahan yang dihasilkan yaitu kondisi sinyal terpisah dan sinyal tercampur.

Tabel 4 Hasil pengujian dengan sumber 2 suara alat musik.

Variasi nilai		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	
0,001	10	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	10	tercampur
1	10	tercampur
10	10	tercampur
100	10	tercampur
0,02	0,001	tercampur
0,02	0,01	tercampur
0,02	0,1	tercampur
0,02	1	terpisah
0,02	10	terpisah
0,02	100	terpisah
0,001	0,001	tercampur
0,01	0,01	tercampur
0,1	0,1	tercampur
1	1	tercampur
10	10	tercampur
100	100	tercampur
0,001	100	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	1	tercampur
1	0,1	tercampur
10	0,01	tercampur
100	0,001	tercampur

Berdasarkan tabel 4, dapat diketahui bahwa pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10 dan variasi nilai beta dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa

nilai beta yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai beta yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti bahwa pada pengujian dengan nilai beta yang konstan, semakin besar nilai lambda maka akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

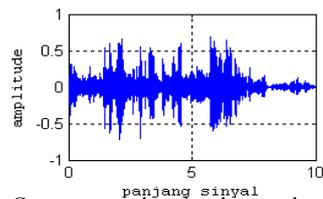
Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,2 dan variasi nilai lambda dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa nilai beta yang besar menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai beta yang kecil akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti bahwa pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan, semakin besar nilai lambda maka akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pada pengujian ini, variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama dari nilai yang terkecil sampai nilai yang terbesar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

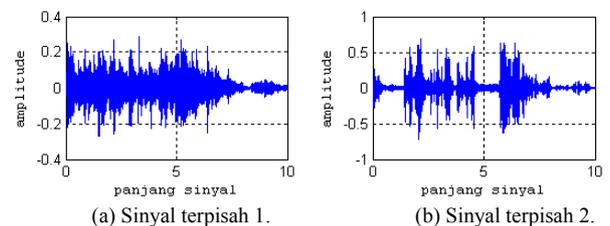
Pada pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang kecil dan nilai lambda yang besar, menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah. Sedangkan pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang besar dan nilai lambda yang kecil akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

4.2.2 Sinyal Sumber Suara Alat Musik dan Suara Manusia

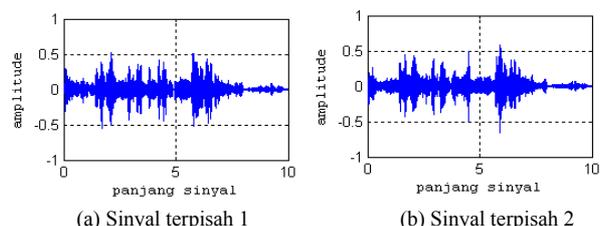
Pada pengujian sinyal audio campuran ini, sinyal audio campuran yang digunakan diperoleh melalui proses perekaman secara langsung dengan menggunakan 2 buah pemutar musik (mp3.player) yang dihubungkan dengan speaker sebagai sumber suara1 dan sumber suara2. Sumber suara yang digunakan adalah suara alat musik dan suara manusia.



Gambar 19 Campuran sumber sinyal suara alat musik dan manusia.



Gambar 20 Hasil pemisahan sinyal campuran suara alat musik dan manusia dengan nilai beta 0,01 & nilai lambda 10.



Gambar 21 Hasil pemisahan sinyal campuran suara alat musik dan manusia dengan nilai beta 30 & nilai lambda 10.

Gambar 19 menunjukkan sinyal campuran yang digunakan dalam pengujian kali ini. Sedangkan, gambar 20 dan gambar 21 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Gambar 20 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang dapat terpisah, meskipun sinyal yang dihasilkan tidak jernih. Sedangkan gambar 21 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang masih sedikit tercampur dengan sinyal hasil pemisahan yang lain.

Pada gambar 21 tampak bahwa salah satu sinyal hasil pemisahan terdapat bentuk sinyal yang masih tercampur dengan sinyal yang lain. Hal ini dapat dilihat bahwa bentuk sinyal terpisah 1 memiliki sebagian bentuk sinyal yang sama dengan sebagian sinyal terpisah 2, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat unsur sinyal bagian sinyal terpisah 2 terdapat dalam sinyal terpisah 1.

Pada pemisahan dengan sumber suara alat musik dan suara manusia secara langsung ini, tidak dapat dilakukan pengukuran kinerja menggunakan rasio sinyal dengan interferensi (SIR). Hal ini dikarenakan sumber sinyal asli tidak dapat diketahui. Sehingga pada pengujian ini, yang dapat diketahui hanya kondisi akhir sinyal hasil pemisahan, yang dapat diketahui dengan menggunakan sistem pendengaran manusia. Pada pengujian, kondisi sinyal hasil pemisahan yang dihasilkan yaitu kondisi sinyal terpisah dan sinyal tercampur.

Tabel 5 Hasil pengujian dengan sumber suara alat musik-suara manusia.

Variasi Nilai		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	
0,001	10	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	10	tercampur
1	10	tercampur
10	10	tercampur
100	10	tercampur
0,2	0,001	tercampur
0,2	0,01	tercampur
0,2	0,1	tercampur
0,2	1	terpisah
0,2	10	terpisah
0,2	100	tercampur
0,001	0,001	tercampur
0,01	0,01	tercampur
0,1	0,1	tercampur
1	1	tercampur
10	10	tercampur
100	100	tercampur
0,001	100	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	1	tercampur
1	0,1	tercampur
10	0,01	tercampur
100	0,001	tercampur

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui bahwa pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10 dan variasi nilai beta dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa nilai beta yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai beta yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti bahwa pada pengujian dengan nilai beta yang konstan, semakin besar nilai lambda maka akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

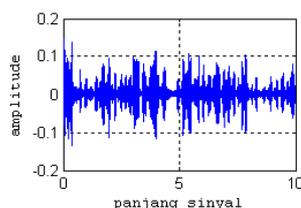
Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,2 dan variasi nilai lambda dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa nilai beta 1 dan 10 menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai beta 0,001, 0,1 dan 100 akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pada pengujian ini, variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama dari nilai yang terkecil sampai nilai yang terbesar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

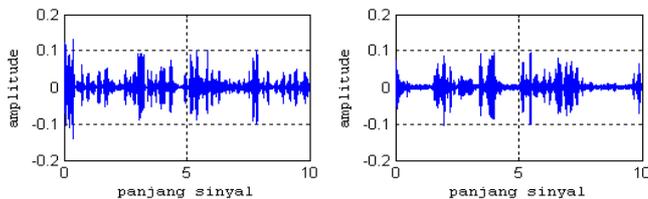
Pada pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang kecil dan nilai lambda yang besar, menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah. Sedangkan pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang besar dan nilai lambda yang kecil akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

4.2.3 Sinyal Sumber Suara Manusia dan Suara Manusia

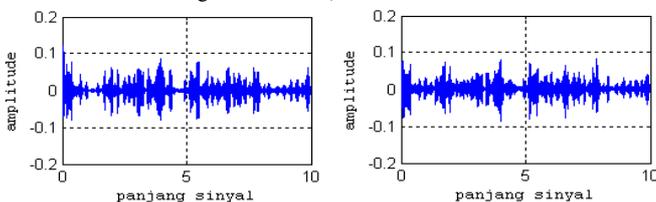
Pada pengujian sinyal audio campuran ini, sinyal audio campuran yang digunakan diperoleh melalui proses perekaman secara langsung dengan menggunakan 2 buah pemutar musik (mp3.player) yang dihubungkan dengan speaker sebagai sumber suara1 dan sumber suara2. Sumber suara yang digunakan adalah 2 buah suara manusia.



Gambar 22 Campuran sumber sinyal 2 suara manusia.



(a) Sinyal terpisah 1. (b) Sinyal terpisah 2.
Gambar 23 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara Manusia dengan nilai beta 0,01 & nilai lambda 10.



(a) Sinyal terpisah 1. (b) Sinyal terpisah 2.
Gambar 24 Hasil pemisahan sinyal campuran 2 suara Manusia dengan nilai beta 30 & nilai lambda 30.

Gambar 22 menunjukkan sinyal campuran yang digunakan dalam pengujian kali ini. Sedangkan, gambar 23 dan gambar 24 menunjukkan bentuk sinyal hasil pemisahan dalam pengujian ini. Gambar 23 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang dapat terpisah, meskipun sinyal yang dihasilkan tidak jernih. Sedangkan gambar 24 merupakan salah satu contoh gambar sinyal yang dihasilkan

pada pengujian yang menghasilkan sinyal yang masih sedikit tercampur dengan sinyal hasil pemisahan yang lain.

Pada gambar 24, tampak bahwa salah satu sinyal hasil pemisahan terdapat bentuk sinyal yang masih tercampur dengan sinyal yang lain. Hal ini dapat dilihat bahwa bentuk sinyal terpisah 1 memiliki sebagian bentuk sinyal yang sama dengan sebagian sinyal terpisah 2, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat unsur sinyal bagian sinyal terpisah 2 terdapat dalam sinyal terpisah 1.

Pada pemisahan 2 suara musik secara langsung ini, tidak dapat dilakukan pengukuran kinerja menggunakan rasio sinyal dengan interferensi (SIR). Hal ini dikarenakan sumber sinyal asli tidak dapat diketahui. Sehingga pada pengujian ini, yang dapat diketahui hanya kondisi sinyal hasil pemisahan yang dihasilkan, yaitu kondisi sinyal terpisah dan sinyal tercampur.

Tabel 6 Hasil pengujian dengan sumber 2 suara manusia.

Variasi Nilai		Kondisi sinyal hasil pemisahan
Beta	Lambda	
0,001	10	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	10	tercampur
1	10	tercampur
10	10	tercampur
100	10	tercampur
0,2	0,001	tercampur
0,2	0,01	tercampur
0,2	0,1	tercampur
0,2	1	terpisah
0,2	10	terpisah
0,2	100	terpisah
0,001	0,001	terpisah
0,01	0,01	terpisah
0,1	0,1	tercampur
1	1	tercampur
10	10	tercampur
100	100	tercampur
0,001	100	terpisah
0,01	10	terpisah
0,1	1	terpisah
1	0,1	tercampur
10	0,01	tercampur
100	0,001	tercampur

Berdasarkan tabel 6, dapat diketahui bahwa pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan yaitu sebesar 10 dan variasi nilai beta dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa nilai beta yang kecil menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai beta yang besar akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti bahwa pada pengujian dengan nilai beta yang konstan, semakin besar nilai lambda maka akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

Pada pengujian dengan nilai beta yang konstan yaitu sebesar 0,2 dan variasi nilai lambda dari 0,001-100, dapat diketahui bahwa nilai beta yang besar menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah dan pada nilai

beta yang kecil akan menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang masih tercampur. Hal ini berarti bahwa pada pengujian dengan nilai lambda yang konstan, semakin besar nilai lambda maka akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama. Pada pengujian ini, variasi dengan nilai beta dan lambda yang sama dari nilai yang terkecil sampai nilai yang terbesar menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

Pada pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang kecil dan nilai lambda yang besar, menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang terpisah. Sedangkan pengujian dengan menggunakan variasi nilai beta yang besar dan nilai lambda yang kecil akan menghasilkan kondisi sinyal hasil pemisahan yang tercampur.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian sumber 2 suara alat musik secara tidak langsung, diperoleh sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.
2. Pada pengujian sumber suara alat musik dan suara manusia secara tidak langsung, diperoleh sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.
3. Pada pengujian sumber 2 suara manusia secara tidak langsung, diperoleh sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah, untuk semua nilai lambda dengan nilai beta yang kecil.
4. Pada pengujian dengan pencampuran secara tidak langsung, semakin besar nilai rasio sinyal dengan interferensi (SIR) sinyal 1 dan sinyal 2, maka akan menghasilkan kinerja pemisahan yang baik karena menghasilkan sinyal hasil pemisahan dengan kondisi yang terpisah.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pemisahan sinyal suara dengan menggunakan algoritma BSS yang lain, seperti JADE (*Joint Approximate Diagonalization of Eigen-matrices*) dan ICA (*independent component analysis*).
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan tentang aplikasi DUET lainnya untuk aplikasi telekomunikasi, kedokteran dan aplikasi yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Baeck, Mathias and Zolzer, Udo, “Real-Time Implementation of a Source separation Agorithm”, Proc.of the 6th International Conference on Audio Effect (DAFX-03), London, United Kingdom, 2003.

[2]. Buwono, A., *Pemisahan Komponen Sumber Sinyal Deterministik dengan Analisis Komponen Independen*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2005

[3]. Jervis, W, Barrie, and Ifeachor, C, Emmanuel, *Digital signal Processing:A practical Approach*, Addison-wesley Publisher,United Kingdim, 1993

[4]. Jourjine, A, Rickard , S, and Yilmaz, O, “Blind Separation of Disjoint Orthogonal Sources” Technical Report, Siemens Corporate Research, College Road East, Princeton, NJ, 1999

[5]. Jourjine, A, Rickard , S, and Yilmaz, O, “Blind Separation of Disjoint Orthogonal Signals: Demixing N Source from 2 Mixtures”, Proc.ICASSP-2000, Istanbul, Turkey,Vol.5, pp.2985-88, 2000.

[6]. Kuc, R., *Introduction to Digital Signal Processing*, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1998.

[7]. Manolakis, G, Dimitris, and Proakis, G, John, *Digital signal Processing:principles, algorithms, and Application*, Prentice Hall Inc, New Jersey, USA, 1995.

[8]. Papoulis, A., *Probabilitas, Variabel Random dan Proses Stokastik*, Edisi Kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1992.

[9]. Rickard , S, and Yilmaz, O, “On the Approximate W-Disjoint Orthogonality of speech”, Proc.ICASSP-2002, Orlando, USA,Vol.1, pp.529-532, 2002,

[10]. Rickard , S, and Yilmaz, O, “Blind separation of Speech mixtures via time-Frequency masking”, IEEE Trans on Signal Processing, Vol.52, no.7, pp1830-1847, 2004

[11]. Rosca, Justinian, Balan, Radu, and Rickard, Scott, “Real-Time Time Frequency Based Blind Source Separation”, Siemens Corporate Research, College Road East, Princeton, NJ, 2000.

[12]. Rosca, Justinian, Ruanaidh, O, Joseph, Balan, Radu, and Rickard, Scott, “The Influence of windowing on Time Delay Estimates”, Siemens Corporate Research, College Road East, Princeton, NJ.

[13]. Vandy, Aulia., *Kinerja Pemisahan Sinyal Audio yang Tercampur Menggunakan Analisis Komponen Independen*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.

[14]. -----, *MATLAB versions 6.5 Documentation*, The MathWorks Inc., 2002.



Irwan Priyanto (L2F001606) dilahirkan di Jakarta, 9 Maret 1983. Menempuh pendidikan di SD Pelita Bekasi lulus tahun 1995, kemudian melanjutkan ke SLTPN 194 Jakarta lulus tahun 1998, dilanjutkan lagi di SMUN 71 Jakarta lulus 2001, dan sampai saat ini masih menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Imam Santoso, S.T., M.T.

Budi Setiyono, S.T., M.T.

NIP. 132 162 546

NIP. 132 283 184

Tanggal

Tanggal