

PENGENALAN RASA LAPAR MELALUI SUARA TANGIS BAYI UMUR 0-9 BULAN DENGAN MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK

(SUB JUDUL:

PENAPISAN DENGAN TRANSFORMASI WAVELET KONTINYU)

Rachmad Ariyadi¹, Mauridhi Hary Purnomo², Nana Ramadijanti², Bima Sena Dewantara²

1. Mahasiswa Teknik Informatika, 2. Dosen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Kampus ITS, Keputih Sukolilo, Surabaya 60111

Telp. (+62)-31-5947280 Fax. (+62)-31-5946114

E-mail : ariyadi_rachmad@yahoo.com

Abstrak : Dalam proyek akhir ini melakukan proses pengenalan suara tangis bayi. Suara tangis yang akan dikenali adalah suara tangis karena rasa lapar pada bayi. Dalam tahap pencarian karakteristik suara bayi dilakukan proses *front-middle-end* untuk mengambil sinyal informasi dari suara tangis bayi, penapisan suara, dan *Signal to Noise Ratio* yang digunakan untuk mengetahui tingkat karakteristik dari fitur yang dihasilkan dari proses penapisan sinyal suara. Penapisan sinyal suara menggunakan Transformasi Wavelet Kontinyu dengan menggunakan Haar Wavelet sebagai Mother Wavelet. Tahap pengenalan sinyal suara dilakukan dengan proses Neural Network. Hasil yang diperoleh dalam proyek akhir mencapai 89,7%.

Kata kunci : pengenalan tangis bayi karena lapar, Transformasi Wavelet Kontinyu, Signal to Noise Ratio, Neural Network

Abstract : In final project to the infant's crying recognition. The cries of recognition is crying because the baby's hunger. In the search phase of the signal characteristics of the infants carried the front-middle-end to retrieve the information from the baby's cries, filtering noise and Signal to Noise Ratio is used to determine the characteristics of the features generated from voice signal filtering process. Voice signal filtering using Continuous Wavelet Transform using Haar Wavelet as Mother Wavelet. Sound signal recognition phase is done by the Neural Network. The results obtained in the final project reaches 89,7%.

Keywords : recognition of a baby crying from hunger, Continuous Wavelet Transform, Signal to Noise Ratio Neural Network

1. Pendahuluan

Tangisan bayi dapat memberikan gambaran kondisi fisik maupun psikologis dari seorang bayi, (Ekkel, 2001) dan (Lederman, 2001) telah melakukan penelitian bahwa pemicu tangis yang berbeda akan menghasilkan pola tangis yang berbeda pula. Dalam penelitian Sebelumnya, [1] membedakan fitur dari suara tangis bayi normal, tuli dan sesak nafas, sedangkan [2] membedakan antara suara tangis bayi yang merasa sakit dan lapar.

Berdasarkan penelitian yang telah disebutkan maka dibuatlah sistem untuk mengetahui karakteristik dari sinyal suara bayi yang menangis karena lapar dan sistem yang mampu mengenali karakteristik tersebut. Dalam proses penapisan dari sinyal suara tangis bayi digunakan Transformasi Wavelet Kontinyu sedangkan untuk pengenalan sinyal suara tangis bayi digunakan Neural Network.

1.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian proyek akhir ini adalah melakukan studi analisis (termasuk mendapatkan fitur-fitur) sinyal non-stasioner menggunakan metode berbasis Transformasi Wavelet Kontinyu sebagai proses penapisan. Dan juga untuk mengenali sinyal dari suara tangis bayi.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian proyek akhir ini adalah

- Suara bayi yang digunakan sudah diklasifikasikan terlebih dahulu oleh seorang pakar dengan asumsi benar.
- Suara bayi yang digunakan adalah bayi usia 0 – 9 bulan.
- Panjang waktu sinyal suara tangisan bayi yang digunakan maksimal 2-3 detik dengan sample rate 16000 hz
- Pada proyek akhir ini dilakukan proses secara offline baik proses mendapatkan fitur, training data dan pencocokan.

2. Studi Pustaka

2.1. Transformasi Wavelet Kontinyu

Transformasi Wavelet dikembangkan sebagai suatu alternatif pendekatan pada Short Time Fourier Transform (STFT) untuk mengatasi masalah resolusi, namun ada 2 perbedaan pokok antara STFT dengan Transformasi Wavelet Kontinyu.

1. Transformasi Fourier pada sinyal yang terjendela (*windowed*) tidak dilakukan, akibatnya akan terlihat sebuah puncak yang berkaitan dengan suatu sinusoid (artinya frekuensi-frekuensi negatif tidak dihitung)
2. Lebar jendela berubah-ubah selama transformasi melakukan perhitungan untuk masing-masing komponen spectrum dan ini merupakan ciri khas dari transformasi wavelet [6].

Rumus dari Transformasi Wavelet Kontinu sendiri adalah

$$CWT_x^\psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int x(t) \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt$$

Wavelet tersebut terdilatasi maupun termampatkan berdasarkan faktor skala, dengan demikian pada skala yang rendah, watak frekuensi tinggi terlokalisasi, sedangkan pada skala tinggi yang terlokalisasi adalah watak frekuensi rendah (Anant dan Dowla, 1997).

2.2. Signal To Noise Ratio

Signal To Noise Ratio (SNR) adalah bentuk suatu teknik yang digunakan untuk mengetahui kualitas karakter dari suatu sinyal pada suatu pengukuran sistem. SNR dicari dengan cara

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{signal}}{P_{noise}} \right)$$

2.3. Neural Network

Secara garis besar proses *backpropagation* adalah sebagai berikut: ketika JST (Jarigan Syaraf Tiruan) diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan maka pola tersebut menuju ke unit-unit pada lapisan tersembunyi untuk diteruskan ke unit-unit lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran memberikan tanggapan yang disebut sebagai keluaran JST. Saat keluaran JST tidak sama dengan keluaran yang diharapkan maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi diteruskan ke unit pada lapisan masukan.

2.6.1 Algoritma Pelatihan Neural Network Metode BackPropagation

Dalam pelatihan Neural Network dengan Metode Backpropagation terdiri dari dua tahapan, *feedforward* dan *backpropagation*. Berikut adalah langkah dari metode tersebut

1. Feedforward

- Masing-masing unit masukan (X_i , $i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal

masukannya X_i dan sinyal tersebut disebarkan ke unit-unit bagian berikutnya (unit-unit lapisan tersembunyi)

- Masing-masing unit dilapis tersembunyi dikalikan dengan penimbang dan dijumlahkan serata ditambah dengan nilai bias

$$Z_{in_j} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij}$$

Hasil dari langkah tersebut akan dihitung dengan fungsi pengaktif yang digunakan

$$Z_j = f(Z_{in_j})$$

Karena fungsi sigmoid yang akan digunakan dalam perhitungan ini maka fungsi tersebut menjadi

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{-Z_{in_j}}}$$

- Hasil dari fungsi pengaktif dikirim ke semua unit pelapis keluaran. Masing-masing unit keluaran (Y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) dikalikan dengan penimbang dan jumlah serta ditambah dengan biasnya

$$Y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk}$$

Kemudian dihitung kembali dengan fungsi pengaktif

$$Y_k = f(Y_{in_k})$$

2. Backpropagation

- Masing-masing keluaran (Y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) menerima pola target sesuai dengan pola masukan saat pelatihan/training dan dihitung galatnya

$$\delta_k = (t_k - Y_k) f'(Y_{in_k})$$

- Karena $f'(Y_{in_k}) = Y_k$ menggunakan fungsi sigmoid, maka

$$f'(Y_{in_k}) = f(Y_{in_k}) (1 - f(Y_{in_k})) = Y_k (1 - Y_k)$$

Sedangkan untuk memperbaiki penimbang

$$\Delta W_{ij} = \alpha \cdot \delta_k \cdot Z_j$$

Menghitung perbaikan koreksi

$$\Delta W_{0k} = \alpha \cdot \delta_k$$

Dan menggunakan nilai delta (δ_k) pada semua unit lapis sebelumnya

- Masing-masing penimbang yang menghubungkan unit-unit lapisan keluaran dengan unit-unit pada lapis tersembunyi ($Z_j, j = 1,2,3,\dots,p$) dikalikan δ_k dan dijumlahkan sebagai masukan ke unit-unit lapis berikutnya.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk}$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan dari fungsi pengaktifannya untuk menghitung galat.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(Y_{in_j})$$

Langkah berikutnya menghitung perbaikan penimbang (digunakan untuk memperbaiki V_{ij}).

$$\Delta V_{ij} = \alpha \cdot \delta_j X_i$$

Kemudian menghitung perbaikan bias (untuk memperbaiki V_{0j})

$$\Delta V_{0j} = \alpha \cdot \delta_j$$

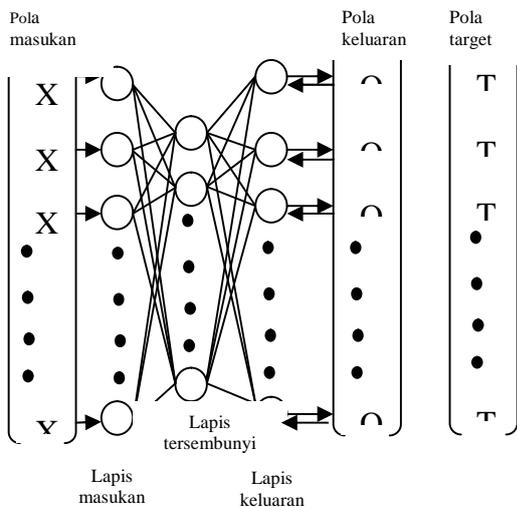
- Memperbaiki penimbang dan bias

Masing-masing keluaran unit ($Y_k, k=1,2,3,\dots,m$) diperbaiki bias dan penimbangannya ($j = 0,\dots,p$)

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk}$$

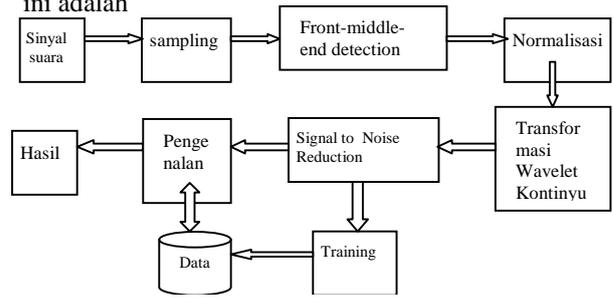
Masing-masing unit tersembunyi ($Z_j, j = 1,2,3,\dots,p$) diperbaiki bias dan penimbangannya ($j = 0,1,2,\dots,n$)

$$V_{jk}(\text{baru}) = V_{jk}(\text{lama}) + \Delta V_{jk}$$



Gambar1. Proses Neural Network Dengan Metode Backpropagation[8]

Sistem yang akan digunakan dalam proyek akhir ini adalah



Gambar 2. Alur Rancangan Sistem

3.1. Sampling

Pada proses pengolahan sinyal suara ini frekuensi frekuensi sampling yang digunakan adalah sebesar 16000Hz yang berarti akan ada 16000Hz titik sampling dalam 1 detik.

3.2. Front-Middle-End Detection

Setiap sinyal suara yang dihasilkan dari manusia memiliki 3 macam yaitu *Voice*, *Unvoice* dan *Silent*, yang dimana suara *Unvoice* dan *Silent* bukanlah termasuk sinyal wicara yang akan dianalisis maka perlu difilter dan diambil suara *Voice*. Untuk proses pengambilan suara *voice* diperlukan Standart Deviasi untuk menentukan batasan suara tersebut termasuk suara *voice* atau bukan.

3.3. Normalisasi

Proses Normalisasi digunakan untuk membuat kuat rendah sinyal dan jauh dekatnya sinyal dari sumber sinyal tidak mempengaruhi. Dalam proses normalisasi ini digunakan jangkauan sebesar -1 - 1

3.4. Transformasi Wavelet Kontinu

Proses Transformasi Kontinu Wavelet dimulai dari skala ke-i hingga banyak skala yang setiap skalanya ditranslasikan mulai dari $j=1$ hingga banyak translasi. Sedangkan pada $CWT[i][j]$ didapat dari hasil konvolusi antara $s[k]$ (sinyal ke-k, $k=0$ sampai panjang sinyal suara) dengan $\psi[t]$ (*mother wavelet*).

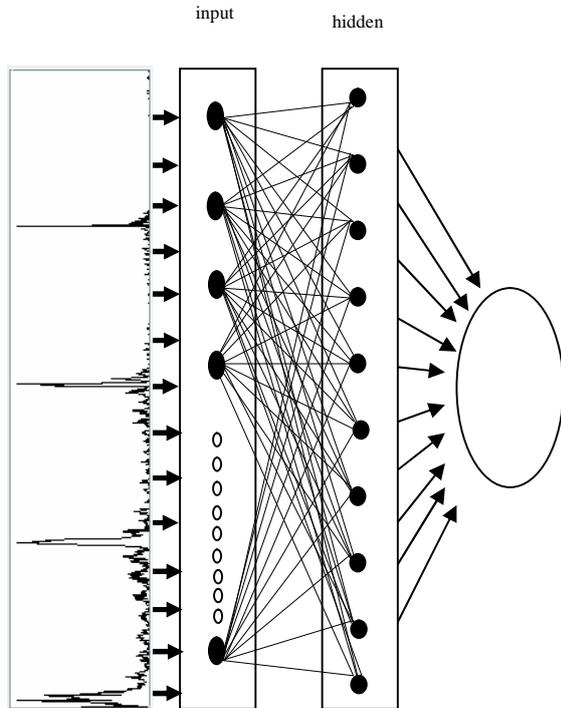
Proses konvolusi yang terjadi pada proses transformasi dilakukan perhitungan dengan cara menjumlahkan hasil dari perkalian $x[k]$ dengan $\psi[t]$. Dari $k = 0$ sampai dengan panjang sinyal, dan untuk setiap k tersebut berjalan t dari panjang sinyal *mother wavelet* (dalam penelitian ini digunakan haar wavelet) dikurangkan dengan x , yang berarti sinyal *mother wavelet* berjalan dari belakang.

3.5. Signal To Noise Ratio

Sebelum sinyal ditraining pada tahap perbandingan suara, sinyal tersebut dihitung nilai karakteristik dari sinyalnya dengan menggunakan Signal to Noise Ratio (SNR). Dari hasil ini akan didapatkan karakter yang baik dari sinyal tersebut.

3.6. Neural Network

Dari sinyal yang telah mengalami proses sebelumnya, proses Transformasi Wavelet Kontinyu akan digunakan sebagai nilai masukan untuk proses Neural Network. Jumlah yang digunakan untuk input pada proses neural network ini adalah sebanyak 1024. Jumlah ini digunakan karena panjang proses saat rubah kedalam domain frekuensi adalah 256, karena banyak sinyal yang digabung adalah 4 maka banyak input adalah $256 \times 4 = 1024$

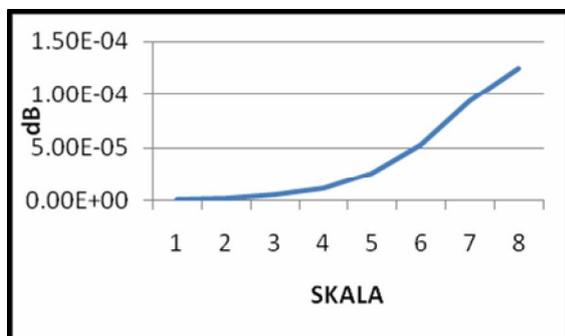


Gambar 3. Bagan Rancangan Neural Network

4. Pengujian dan Analisis Sistem

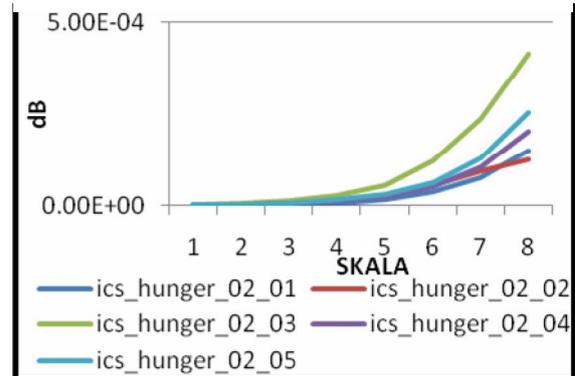
Hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan dalam proyek akhir ini menghasilkan tingkat karakteristik suara.

Tabel 1. Grafik hasil Signal to Noise Ratio sinyal suara ics_hunger_02_02

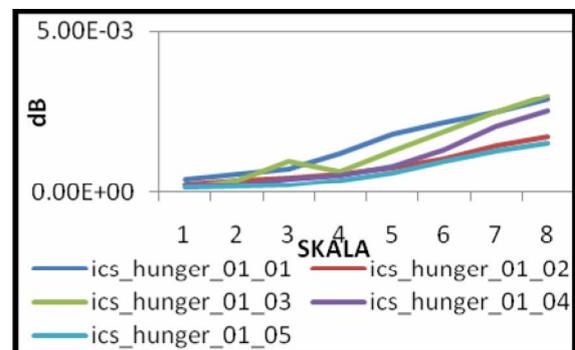


Dari tabel diatas dapat dilihat dengan skala yang tinggi akan menghasilkan nilai SNR paling kecil, hal ini menandakan bahwa hasil dari penapisan Transformasi Wavelet Kontinyu tersebut lebih baik dari pada pada skala yang lebih rendah.

Tabel 2. Grafik hasil Signal To Noise Ratio sinyal suara untuk beberapa sinyal



Tabel 3. Grafik hasil Signal To Noise Ratio sinyal untuk beberapa sinyal



Sedangkan pada proses pengenalan dari sistem ini didapatkan hasil

Klasifikasi kata	File	hasil
Suara bayi karena lapar	Ics_hunger_01_01	Lapar
	Ics_hunger_01_02	Lapar
	Ics_hugner_01_03	Lapar
	Ics_hunger_01_04	Lapar
	Ics_hunger_01_05	Lapar
	Ics_hunger_02_01	Lapar
	Ics_hunger_02_02	Normal
	Ics_hunger_02_03	Lapar
	Ics_hunger_02_04	Normal
	Ics_hunger_02_05	Lapar
Ics_hunger_03_01	Ics_hunger_03_01	Lapar
	Ics_hunger_03_02	Lapar

	Ics_hunger_03_03	Lapar
Suara bayi normal	N141	Normal
	N142	Normal
	N143	Normal
	N144	Normal
	N145	Normal
	N52a - niño normal_1	Normal
	N52a - niño normal_2	Normal
	N52a - niño normal_3	Normal
	N52a - niño normal_4	Normal
	N52a - niño normal_5	Normal
	N52b - niño normal_1	Normal
	N52b - niño normal_2	Normal
	N52b - niño normal_3	Normal
Lainnya	Klampu_on1	Lainnya
	Klampu_on2	Lainnya
	Klampu_on3	Lainnya
	Klampu_on4	Lainnya
	Klampu_on5	Lainnya
	Klampu_on6	Lainnya
	Kradio_on1	Normal
	Kradio_on2	Lainnya
	Kradio_on3	Lainnya
	Kradio_on4	Lainnya
	Kradio_on5	Lainnya
	Kradio_on6	Lainnya
	Kradio_on7	Normal

Dari seluruh proses percobaan yang dilakukan terdapat 4 kesalahan yang terjadi jika diprosentasekan maka

$$\frac{\text{jumlah benar}}{\text{jumlah seluruh data}} = \frac{35}{39} \times 100\% = 89,7\%$$

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dalam proyek akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Hasil yang didapatkan dari penapisan dengan skala tinggi pada proses Transformasi Wavelet Kontinyu akan

menghasilkan sinyal yang memiliki frekuensi rendah.

2. Karakteristik yang dihasilkan dari proses Transformasi Wavelet Kontinyu dengan skala tinggi akan menghasilkan karakteristik yang lebih baik daripada skala yang rendah.
3. Dengan menggunakan Neural Network proses pengenalan dapat mencapai 89,7%

Daftar Pustaka

- [1] Orion F Reyes-Galavis dan Alberto Reyes-Garcia, "A System for the Processing of Infant Cry to Recognize Pathologies in Recently Born Babies with Neural Network", SPECOM 2004: 9th, Conference Speech and Computer St. Petersburg, September 20-22, 2004: Russia
- [2] Carlos A. Reyes-Garcia dan Sandra E. Barajas-Montiel, "Identifying Pain and Hunger in Infant Cry with Classifiers Ensembles", CIMCA-IAWTIC'05
- [3] Arry A. Arman, "Proses Pembentukan dan Karakteristik Sinyal Ucapan", ITB
- [4] Jose Orozco Garcia dan Carlos A. Reyes-Garcia, "Acoustic features Analysis for Recognition of Normal and Hypoacoustic Infant Cry Based on Neural Networks", Instituto Nacional de Astrofisica Optica y Electronica(INAOE)
- [5] Orion Fausto Reyes-Galaviz, Sergio Daniel Cano-Ortiz dan Carlos Alberto Reyes-Garcia, "Evolutionary-Neural System to Classify Infant Cry Units for Pathologies Identification in Recently Born Babies", 2008 Seventh Mexican International Conference On Artificial Intelligence, 2008
- [6] Polikar, R., 1996, "The Wavelet Tutorial Part I-IV", sumber dari Internet dengan alamat web site

[http://users.rowan.edu/~rpolikar/WAVEL
ETS/WTutorial.html](http://users.rowan.edu/~rpolikar/WAVEL
ETS/WTutorial.html)

- [7] Edi Satriyanto, "Modul Ajar Kuliah: Bab 8 Jaringan Syaraf Tiruan", PENS-ITS
- [8] Mauridhi Hery P dan Agus Kurniawan, "*SUPERVISED NEURAL NETWORKS dan aplikasinya*", Graha Ilmu, Yogyakarta: 2006

