

ANALISIS UCAPAN VOKAL BAHASA INDONESIA DENGAN ALIHRAGAM PAKET GELOMBANG SINGKAT

Herman Susilo
L2F 300 531

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Semarang

Abstrak

Alihragam dikenakan pada sinyal untuk memperoleh informasi lebih lanjut yang tidak terdapat pada data kawasan waktu. Alihragam gelombang singkat (wavelet) adalah salah satu alat dalam analisis sinyal. Alihragam gelombang singkat mampu memberikan informasi waktu dan frekuensi secara bersamaan yang artinya memberikan representasi waktu-frekuensi sebuah sinyal.

Pada aplikasi pengenalan vokal Bahasa Indonesia /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ rekaman suara manusia yang melafalkan hanya satu jenis suara vokal dalam format wav dialihragamkan menggunakan paket gelombang singkat. Dari alihragam tersebut didapatkan keluaran yang menggambarkan ciri dari data masukan yang berupa ucapan vokal /a/, /i/, /u/, /e/, atau /o/ dalam bentuk spektrum warna.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemrosesan sinyal suara merupakan proses kompleks. Dimulai dari proses analisis yaitu untuk mengetahui karakteristik atau ciri-ciri pola sinyal suara, proses sintesis yang merupakan kebalikan dari proses analisis yaitu untuk mengenali ciri-ciri hasil analisis, proses pengenalan (*recognition*), sampai kepada proses pemahaman suara yang diucapkan.

Pengenalan vokal adalah sub topik dalam bidang pengenalan pola. Dalam Bahasa Indonesia dikenal 5 macam bunyi vokal yaitu /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ yang pengucapannya untuk tiap bahasa berbeda-beda. Agar bisa dikenali, tiap vokal terlebih dahulu dicirikan sifat khasnya dengan menggunakan alihragam, dalam hal ini alihragam paket gelombang singkat (*wavelet packet*).

Masing-masing sinyal ucapan mempunyai ciri tersendiri yaitu bentuk sinyal antara ucapan yang satu berbeda dengan ucapan yang lain. Dalam tugas akhir ini akan dianalisis bentuk sinyal ucapan pada masing-masing vokal /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ yang diucapkan dalam Bahasa Indonesia dengan alihragam paket gelombang singkat.

Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah menganalisis sinyal ucapan huruf vokal dalam Bahasa Indonesia (/a/, /i/, /u/, /e/ dan /o/) dengan alihragam paket gelombang singkat.

Pembatasan Masalah

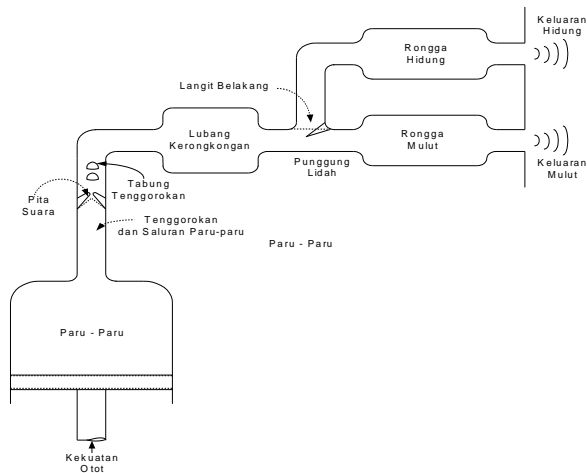
Dalam tugas akhir ini diberikan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Vokal diucapkan dalam Bahasa Indonesia.
2. Sampel suara terdiri atas suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan huruf vokal sebanyak 1 kali.
3. Gelombang singkat yang digunakan adalah gelombang singkat Daubechies dan gelombang singkat Symlet.
4. Simulasi dibuat dengan program bantu MATLAB 6.1 menggunakan *Wavelet Toolbox*

II. DASAR TEORI

Mekanisme Terbentuknya Suara Manusia

Secara fisik proses terbentuknya suara meliputi proses pembangkitan suara, kerja alat penghasil suara (artikulator) dan perambatan gelombang suara didalam jalur vokal. Organ ini terdiri atas paru-paru, tenggorokan, rongga hidung, dan rongga mulut. Mekanisme terbentuknya sinyal bicara dapat dilihat pada Gambar 2.1. Paru-paru dan otot diibaratkan sebagai penghasil mekanisme vokal. Otot akan mendorong udara keluar dari paru-paru, kemudian mengalir melalui tenggorokan. Ketika celah pita suara menegang aliran udara yang ada akan menggetarkannya sehingga menghasilkan suara yang disebut suara berbunyi (*voiced sound*). Jika celah pita suara mengendur maka aliran udara akan mengalami *turbulensi* (pusaran udara) yang menghasilkan suara tak berbunyi (*unvoiced sound*). Disini dapat diamati bahwa saat berbicara, suara yang dihasilkan dapat berubah-ubah disebabkan karena kondisi celah pita suara yang seperti halnya posisi, ukuran, dan bentuk artikulator dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu tergantung suara yang akan dihasilkan.



Gambar 2.1 Mekanisme terbentuknya sinyal bicara

Pengucapan Huruf Vokal

Supaya suara yang dikeluarkan menjadi jelas dan indah, maka cara pengucapan huruf hidup /a/, /i/, /u/, /e/, /o/ dengan bentuk mulut yang benar, salah satunya dengan melakukan sikap jika:

- Pengucapan /a/ : Mulut dibuka kurang lebih selebar dua jari. Lidah ditarik ke dalam dan suara didukung dengan getaran dalam rongga mulut sehingga terdengar utuh.
- Pengucapan /e/ : Mulut dibuka lebih kecil dari pengucapan /a/, dan setelah dilebarkan ke kiri dan ke kanan. Pengucapan /e/ dibunyikan menggema.
- Pengucapan /i/ : Bentuk mulut pengucapan /i/ hampir sama dengan pengucapan /e/. Perbedaannya ialah bibir atas dan bibir bawah lebih dirapatkan dan dibunyikan dengan menggema.
- Pengucapan /o/ : Mulut dibuka agak lebar, bibir dibentuk bulat dan rongga mulut dibuka cekung. Lidah ditarik ke dalam.
- Pengucapan /u/ : Untuk mengucapkan /u/ mulut dibuka lebih kecil dari pengucapan /o/.

Gelombang Singkat (Wavelet)

Gelombang biasanya didefinisikan sebagai osilasi fungsi waktu atau ruang seperti halnya gelombang sinus. Gelombang singkat (*wavelet*) adalah suatu bentuk gelombang dengan durasinya terbatas dengan energi terpusat pada saat tertentu.^[1] Gambar 2.2 memperlihatkan perbedaan bentuk gelombang sinus dan salah satu bentuk gelombang singkat yaitu gelombang singkat Daubechies 10 (db10).



a. Gelombang sinus b. Gelombang singkat (db10)

Gambar 2.2 Perbedaan gelombang sinus dan gelombang singkat

2.3.1 Multiresolusi Sistem Gelombang Singkat

Analisa multiresolusi adalah suatu analisa terhadap suatu benda (dalam tugas akhir ini yang dianalisa adalah sinyal suara) dengan resolusi atau ketajaman yang lebih dari satu. Sebagai contoh sederhana adalah suatu persegi panjang atau suatu prisma segiempat. Suatu persegi panjang dapat dianalisa dengan menghasilkan data panjang dan lebar dari persegi panjang tersebut. Sedangkan suatu prisma segiempat dapat dianalisa dengan menghasilkan data panjang, lebar dan tinggi dari prisma tersebut. Dari contoh sederhana tersebut dapat dipahami pengertian dari multiresolusi. Bahwa analisa multiresolusi merupakan suatu analisa suatu benda dengan resolusi yang lebih dari satu, sehingga dengan resolusi semakin banyak dapat semakin menjelaskan tentang gambaran benda yang dianalisa.

2.3.2 Fungsi Skala

Yang dimaksud dengan fungsi skala yaitu suatu fungsi yang berguna untuk menentukan pada skala mana sebuah sinyal dianalisis. Jika suatu benda dianalisis pada suatu skala, akan terdapat ruang (rentang) yang didalamnya terdapat komponen-komponen sinyal yang dianalisis pada skala tersebut.

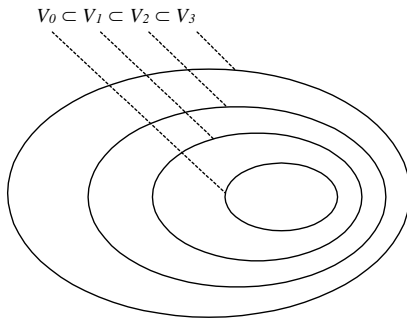
Dapat diibaratkan bila melihat seseorang pada jarak 100 m (pada skala A) maka orang tersebut akan terlihat samar-samar. Sedangkan bila orang tersebut dilihat pada jarak 10 m (pada skala B) maka detail orang itu akan tampak dengan jelas. Berdasarkan analogi tersebut dapat dikatakan bahwa hasil analisis dengan skala B lebih bagus dibandingkan dengan skala A karena komponen-komponen yang dianalisis pada skala B lebih mewakili bentuk aslinya. Atau bisa dikatakan rentang pada skala B mempunyai komponen yang lebih detail daripada rentang pada skala A.

Agar lebih mudah memahami tentang resolusi, dimisalkan bila melihat seseorang dari jarak 100 m, bisa dikatakan pengamatan bahwa tersebut, dilakukan dengan nilai skala resolusi $j = 0$. Dari jarak tersebut, orang hanya tampak samar-samar. Tapi setelah nilai skala j dinaikkan atau jarak penglihatan diperpendek, pengamatan orang tersebut dapat dilakukan secara lebih detail sehingga hidung, tangan, kaki, dan bagian yang lain dapat dilihat secara lebih utuh.

Pengaruh nilai j dapat dilihat pada persamaan (2.1)

$$\dots \subset V_{-2} \subset V_{-1} \subset V_0 \subset V_1 \subset V_2 \subset V_3 \subset \dots \quad (2.1)$$

Berdasarkan persamaan diatas dapat dikatakan bahwa untuk ruang yang mempunyai resolusi yang tinggi juga mempunyai informasi pada resolusi yang rendah. Artinya untuk ruang pada resolusi dengan nilai $j = 3$, pada ruang tersebut juga mempunyai informasi pada ruang dengan nilai resolusi $j = 2$. Untuk lebih mudah memahami hubungan besar kecilnya nilai skala j , dapat dilihat pada Gambar 2.3.

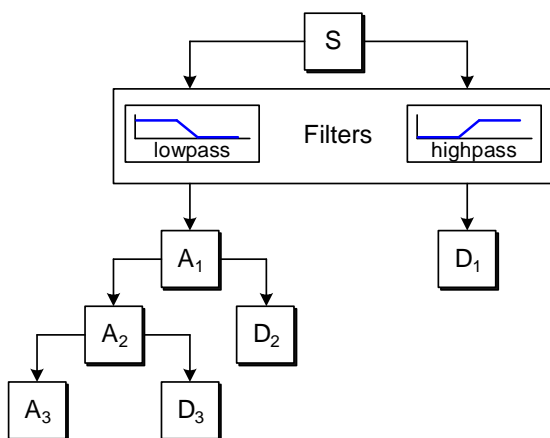


Gambar 2.3 Ruang pada tiap-tiap rentang

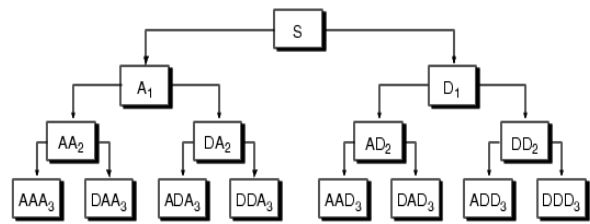
Pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa rentang skala $j = 0$ merupakan bagian pada rentang $j = 1$. Dan rentang pada $j = 1$, termasuk pada rentang $j = 2$, dan seterusnya. Semakin nilai j besar, tingkat resolusi semakin besar sehingga representasi sinyal menjadi lebih detail.

2.3.3 Alihragam Paket Gelombang Singkat

Perancangan *filterbank* dengan metode analisis gelombang singkat meliputi iterasi penapisan lolos rendah-lolos tinggi dan pencuplikan turun hanya pada hasil dari cabang lolos rendah tahap sebelumnya, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4. Sedangkan pada Gambar 2.5 menunjukkan metode analisis gelombang singkat paket dimana proses iterasi dilakukan juga pada hasil dari cabang tapis lolos tinggi tahap sebelumnya. Coifman, Meyer, dan Wickerhauser telah memperkenalkan perluasan dekomposisi gelombang singkat menjadi sebuah pohon dekomposisi penuh.



Gambar 2.4 Dekomposisi gelombang singkat



Gambar 2.5 Dekomposisi paket gelombang singkat

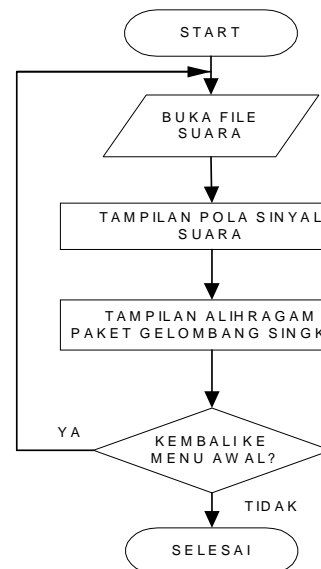
Jenis gelombang singkat yang digunakan pada tugas akhir ini adalah :

- gelombang singkat Daubechies, dan
- gelombang singkat Symlets

III. PERANCANGAN PROGRAM SIMULASI

Tampilan Utama Program Simulasi

Secara garis besar perancangan tampilan utama analisis ucapan vokal Bahasa Indonesia dengan alihragam paket gelombang singkat, disajikan dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir tampilan utama program simulasi alihragam paket gelombang singkat

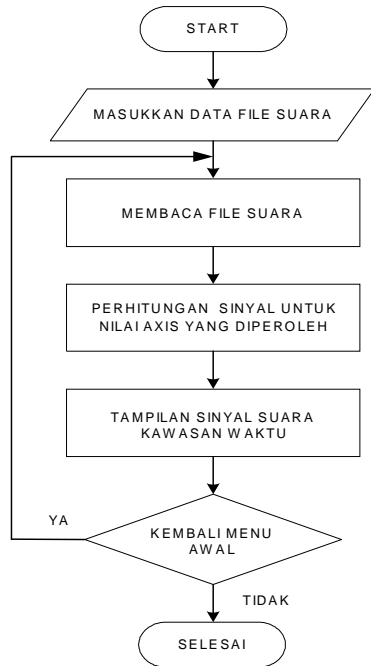
Dalam program simulasi ini tampilan utamanya dirancang menjadi 2 buah menu tampilan yaitu:

1. Tampilan Pola Sinyal Suara
Menampilkan bentuk sinyal suara dari masing-masing vokal suara manusia yang berada dalam kawasan waktu.
2. Tampilan Alihragam Paket Gelombang Singkat
Menampilkan hasil alihragam paket gelombang singkat berdasarkan jenis gelombang singkat yang dipilih.

Tampilan Pola Sinyal Suara

Pada Gambar 3.2 diperlihatkan diagram alir tampilan pola sinyal suara dalam kawasan waktu.

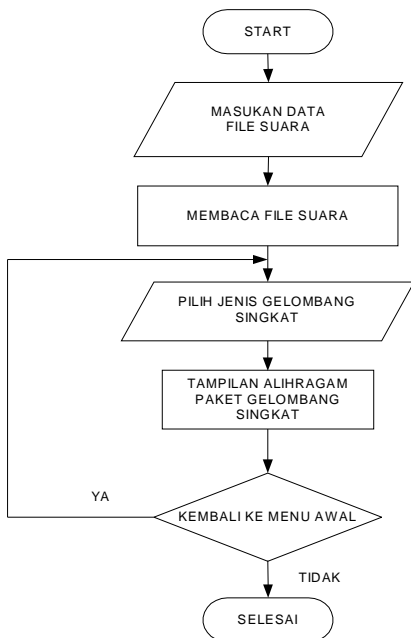
Sebagai inputnya yaitu dengan membuka *file* suara yang dipilih terlebih dahulu.



Gambar 3.2 Diagram alir tampilan pola sinyal suara

Tampilan Alihragam Paket Gelombang Singkat

Tampilan kedua dari tampilan utama program simulasi adalah tampilan alihragam paket gelombang singkat. Proses tampilan alihragam paket gelombang singkat dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir tampilan alihragam paket gelombang singkat

Setelah *file* suara dibaca, pilihlah jenis gelombang singkat yang diinginkan untuk menampilkan gambar alihragamnya. Ada 2 jenis gelombang singkat yang digunakan yaitu:

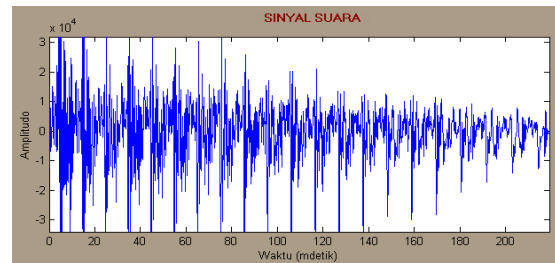
1. Daubechies (db1, db2, db3, db4, db5)
2. Symlet (sym1, sym2, sym3, sym4, sym5)

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dari tugas akhir ini menggunakan sampel suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan huruf vokal /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ dalam Bahasa Indonesia sebanyak 1 kali. Pada laporan ini akan ditampilkan bagaimana pola sinyal suara dalam kawasan waktu yang kemudian dianalisis dengan alihragam paket gelombang singkat sehingga didapatkan ciri-ciri khususnya.

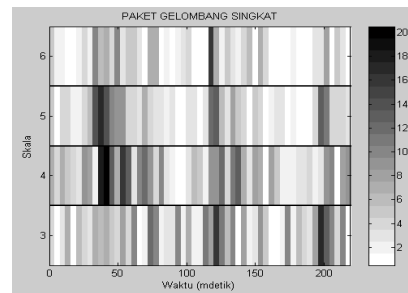
Analisis Paket Gelombang Singkat untuk Vokal /a/

Pada Gambar 4.1 terlihat tampilan sinyal suara dalam kawasan waktu untuk vokal /a/ dari sampel suara pria (ma1.wav).

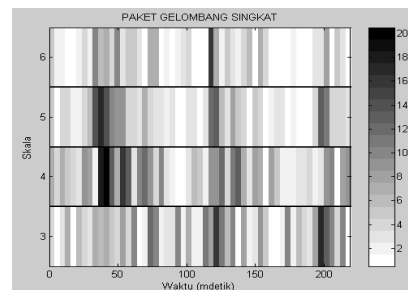


Gambar 4.1 Sinyal suara pria (ma1.wav)

Sedangkan untuk bentuk spektrum warna vokal /a/ dari sampel suara pria (ma1.wav) dengan jenis gelombang singkat yang berbeda yaitu Daubechies (db) dan Symlets (sym) dapat dilihat pada Gambar 4.2.



a. gelombang singkat db1



b. gelombang singkat sym1

Gambar 4.2 Hasil alihragam paket gelombang singkat *file* ma1.wav

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hasil analisis paket gelombang singkat berupa tampilan spektrum warna dalam skala-waktu. Warna-warna tersebut menunjukkan nilai koefisiennya yaitu warna yang gelap berarti nilai koefisien yang terbesar sedangkan warna yang semakin terang menunjukkan nilai koefisien yang semakin kecil.

Dalam analisis tugas akhir ini penulis hanya mengamati bagian warna yang gelap yang menunjukkan nilai koefisien yang terbesar untuk mendapatkan ciri-ciri khusus dari sampel-sampel vokal yang diambil.

Sedangkan untuk hasil lengkap pengujian vokal /a/ dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Pengujian vokal /a/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
db2	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
db3	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
db4	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
db5	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
sym1	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
sym2	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
sym3	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
sym4	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
sym5	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$

Tabel 4.2 Pengujian vokal /a/ sampel suara wanita

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$

Analisis Paket Gelombang Singkat untuk Vokal /i/

Hasil lengkap alihragam paket gelombang singkat dengan sampel suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan vokal /i/ dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Pengujian vokal /i/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
db5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$

Tabel 4.3(lanjutan) Pengujian vokal /i/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
sym1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
sym5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$

Tabel 4.4 Pengujian vokal /i/ sampel suara wanita

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
db2	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
db3	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
db4	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
db5	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
sym1	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
sym2	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
sym3	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
sym4	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
sym5	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$

Analisis Paket Gelombang Singkat untuk Vokal /u/

Hasil lengkap alihragam paket gelombang singkat dengan sampel suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan vokal /u/ dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Pengujian vokal /u/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
db2	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
db3	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
db4	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
db5	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
sym1	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
sym2	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
sym3	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
sym4	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
sym5	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$

Tabel 4.6 Pengujian vokal /u/ sampel suara wanita

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db2	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db3	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db4	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db5	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym1	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym2	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym3	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym4	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym5	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$

Analisis Paket Gelombang Singkat untuk Vokal /e/

Hasil lengkap alihragam paket gelombang singkat dengan sampel suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan vokal /e/ dapat dilihat pada Tabel 4.7 sampai dengan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Pengujian vokal /e/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$

Tabel 4.8 Pengujian vokal /e/ sampel suara wanita

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
db2	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
db3	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
db4	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
db5	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
sym1	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
sym2	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
sym3	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
sym4	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
sym5	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$

Analisis Paket Gelombang Singkat untuk Vokal /o/

Hasil lengkap alihragam paket gelombang singkat dengan sampel suara 10 orang pria dan 10 orang wanita yang mengucapkan vokal /o/ dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Pengujian vokal /o/ sampel suara pria

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
db2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
db3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
db4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
db5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
sym1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
sym2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
sym3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
sym4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$
sym5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$

Tabel 4.10 Pengujian vokal /o/ sampel suara wanita

Gel. singkat	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
db1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
db5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym1	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym2	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym3	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym4	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
sym5	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$

Pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.10 diperlihatkan hasil pengujian semua sampel suara baik suara pria maupun suara wanita. Adapun secara ringkasnya dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Hasil analisis paket gelombang singkat untuk sampel suara pria

Jenis vokal	Sampel suara pria			
	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
/a/	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 50 - 150$
/i/	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
/u/	5	$\pm 0 - 50$	6	$\pm 100 - 150$
/e/	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
/o/	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 50 - 100$

Tabel 4.12 Hasil analisis paket gelombang singkat untuk sampel suara wanita

Jenis vokal	Sampel suara wanita			
	Skala ke	Interval waktu (ms)	Skala ke	Interval waktu (ms)
/a/	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 100 - 150$
/i/	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 150 - 200$
/u/	5	$\pm 0 - 100$	6	$\pm 150 - 200$
/e/	5	$\pm 100 - 150$	6	$\pm 200 - 250$
/o/	5	$\pm 50 - 100$	6	$\pm 150 - 200$

V. PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembuatan dan pengujian program simulasi sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan analisis paket gelombang singkat pada vokal /a/, /i/, /u/, /e/ dan /o/, bisa dikenali adanya suatu ciri pada bentuk spektrum warnanya. Ciri khusus yang diambil sebagai pengenalan yaitu dengan mengamati bagian warna yang gelap yang menunjukkan nilai koefisien yang terbesar.
2. Bentuk spektum warna yang dihasilkan vokal suara manusia antara yang satu dengan yang lain akan berbeda karena perbedaan dalam pengucapan.
3. Dari pengujian terhadap vokal suara pria dan suara wanita, letak ciri khusus pada vokal /a/, /i/, /u/, /e/

dan /o/ untuk sampel suara pria lebih rendah daripada sampel suara wanita.

Saran

Saran yang bisa disampaikan sebagai bahan pertimbangan dan pengembangan dari tujuan penelitian selanjutnya antara lain :

1. Analisis paket gelombang singkat tidak hanya digunakan untuk menganalisis sinyal suara saja akan tetapi bisa digunakan untuk menganalisis hal yang lain misalnya *image processing*. Untuk itu diharapkan bisa diterapkan untuk aplikasi yang lain.
2. Perlu dianalisis lebih lanjut penerapan selain pada vokal dalam Bahasa Indonesia, misalnya pada konsonan.
3. Dengan ditemukan adanya ciri dalam analisis ini, diharapkan pengembangan lebih lanjut yang menerapkan ciri tersebut ke dalam aplikasi yang lain sebagai parameter.

DAFTAR PUSTAKA

1. Burrus, C. Sidney, Gopinath, Ramesh A, dan Guo, Haitao, *Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms*, Prentice-Hall International Inc, New Jersey, 1998.
2. Hanselman, Duane, dan Littlefield, Bruce, *Matlab Bahasa Komputasi Teknis*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2000.
3. K. Chui, Charles, *Wavelet : A Tutorial in Theory and Application*, Academic Press Inc, London, 1992.
4. Kuc, Roman, *Introduction To Digital signal Processing*, Mc.Graw-Hill Book Company, 1998.
5. Martin, Michael B dan Bell, Amy E, *Multiwavelet Packet Image Compression: Theory and Results*, DSP Workshop, 15-18 Oktober, 2000.
6. Oppenheim, Alan V., *Digital Signal Processing*, Prentice-Hall of India, 1998.
7. Proakis, John G., dan Manolakis, Dimitris G., *Pemrosesan Sinyal Digital : Prinsip, algoritma dan Aplikasi*, Jilid 1, PT.Prehalindo-Jakarta, 1997.
8. Stollnitz, Eric J, Deroose, Tony D, Salesin, David H, *Wavelet for Computer Graphics Theory And Application*, Morgan Kaufmann Publishers Inc, San Fransisco, California, 1996.
9. Sudjasmo, *Pemampatan Data Citra Digital dengan Alihragam Wavelet Paket melalui Penyandian Aritmetika*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2002.
10. Utomo, Satriyo Kresno, *Kompresi Sinyal Suara Diskrit dengan Metoda Wavelet*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
11. Wismono, R. Yudhi, *Identifikasi Jenis Tingkatan Suara Manusia dengan Metode Real Cepstrum*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2002.

12., *MATLAB The Language Technical of Computing*, Version 6.1, The Mathworks Inc.



Herman Susilo lahir di Semarang. Lulus dari SDN Karangrejo I-II Semarang tahun 1990 kemudian dilanjutkan ke SMPN 5 Semarang lulus tahun 1993. Tahun 1996 penulis lulus dari SMAN I Semarang dan pada tahun 1999 lulus dari D III Teknik Elektro Undip. Saat ini penulis sedang menyelesaikan pendidikan strata 1 di jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang.