

ANALISIS EIGEN SINYAL SUARA

Anas Aminudin (L2F302561)

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
E-mail: eeundip@indosat.net.id

Abstrak

Upaya pengenalan suara secara otomatis saat ini telah diteliti dan dikembangkan sejak empat dekade terakhir. Bahkan sampai sekarang pun masih terus diteliti dan dikembangkan metode yang paling efektif untuk pengenalan suara. Supaya suara dapat dikenali, maka suara perlu dimodelkan atau dianalisa. Salah satu metode penganalisaan sinyal suara tersebut adalah dengan menggunakan parameter nilai eigen.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibuat program simulasi untuk menganalisa bunyi vokal (/a/, /e/, /i/, /o/, dan /u/) yang diucapkan dalam bahasa Indonesia dengan menggunakan metode eigen. Sinyal suara akan dibawa ke dalam bentuk persamaan matrik untuk selanjutnya akan dicari nilai eigennya. Selanjutnya dicari ciri dari tiap bunyi vokal dengan membuat sebaran antar nilai eigen. Untuk memperjelas ciri tersebut digunakan variabel panjang segmentasi.

Berdasarkan hasil analisa dari 100 data yang diucapkan oleh 10 orang pria dan 10 orang wanita, ciri sebaran nilai eigen yang paling bagus diperoleh pada sebaran nilai eigen ke-4 terhadap eigen ke-5 dengan panjang segmentasi 25 ms.

I. PENDAHULUAN

Suara manusia merupakan salah satu sarana komunikasi yang sangat efektif. Selain efektif manusia juga lebih familiar menggunakan suara dalam berkomunikasi. Oleh karena itu, para ilmuwan terus berusaha mengembangkan cara agar manusia dan perangkat elektronik (personal komputer) dapat berinteraksi menggunakan suara. Namun untuk mewujudkan hal ini masih terdapat banyak kendala dan keterbatasan, karena suara tidak dapat begitu saja bisa dikenali oleh komputer.

Upaya pengenalan suara secara otomatis saat ini telah diteliti dan dikembangkan sejak empat dekade terakhir. Bahkan sampai sekarang pun masih terus diteliti dan dikembangkan metode yang paling efisien untuk pengenalan suara. Supaya suara dapat dikenali, maka suara perlu dimodelkan atau dianalisa. Salah satu metode penganalisaan sinyal suara tersebut adalah dengan menggunakan parameter-parameter nilai eigen. Parameter ini merupakan besaran yang diperoleh dengan menggunakan persamaan matrik.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa sinyal suara berupa huruf vokal (/a/, /e/, /i/, /o/, dan /u/) yang diucapkan dalam bahasa Indonesia dengan menggunakan metode eigen. Sinyal suara akan dibawa ke dalam bentuk persamaan matrik untuk mencari nilai eigennya. Kemudian dicari ciri dari tiap bunyi vokal tersebut.

Pembatasan masalah pada Tugas Akhir pembuatan simulasi penganalisaan sinyal suara dengan metode eigen adalah :

- Data masukan berupa huruf vokal yang diucapkan dalam bahasa Indonesia oleh 10 orang pria dan 10 orang wanita.
- Derau (noise) yang ikut terekam diabaikan.
- Metode analisa yang dipakai adalah metode eigen dengan parameter nilai eigen dan panjang segmentasi sebesar 5 ms, 10 ms, 15 ms, 20 ms dan 25 ms.
- Program simulasi ditulis dengan menggunakan program bantu MATLAB versi 6.1.

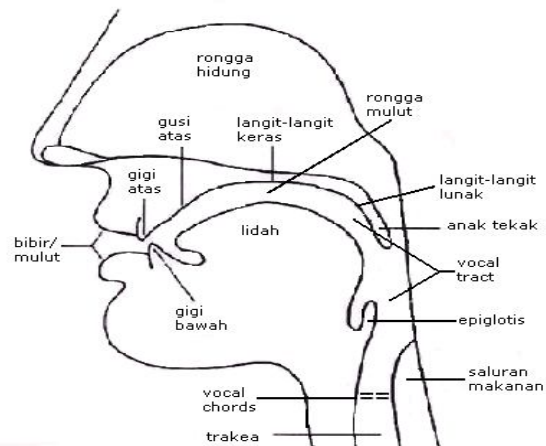
II. LANDASAN TEORI

A. Fonetik

Fonetik adalah bagian dari linguistik (ilmu bahasa) yang mempelajari bunyi bahasa tanpa memperhatikan apakah bunyi-bunyi tersebut mempunyai fungsi sebagai pembeda makna atau tidak^[2]. Menurut urutan proses terjadinya bunyi bahasa, fonetik dibedakan dalam tiga jenis. Pertama, *fonetik artikulatoris* (organik atau fisiologis), yang mempelajari mekanisme alat-alat ucap manusia bekerja dalam menghasilkan bunyi bahasa. Kedua, *fonetik akustik* yang mempelajari bunyi bahasa sebagai peristiwa fisis atau fenomena alam. Bunyi-bunyi itu diselidiki tentang frekuensi, amplitudo, intensitas dan timbrenya. Ketiga, *fonetik auditoris* yang mempelajari mekanisme penerimaan bunyi bahasa oleh telinga.

a. Teori Pembentukan Bunyi Bahasa

Dalam fonetik artikulatoris hal pertama yang harus dijelaskan adalah alat ucap manusia untuk menghasilkan bunyi bahasa. Pada Gambar 1 diperlihatkan alat ucap atau lazim disebut *artikulator* yang digunakan dalam pembentukan bunyi bahasa.



Gambar 1 Alat ucap untuk pembentukan bunyi bahasa

Pada proses pembentukan bunyi bahasa ada tiga faktor utama yang berperan yaitu sumber tenaga, alat ucap yang menimbulkan getaran, dan rongga pengubah getaran. Proses pembentukan bunyi bahasa dimulai dengan memanfaatkan pernafasan sebagai sumber tenaganya. Pada saat mengeluarkan nafas paru-paru akan menghembuskan tenaga berupa arus udara. Arus udara dari paru-paru akan membuka kedua pita suara yang terletak pada pangkal tenggorokan sehingga mengakibatkan corak bunyi bahasa tertentu.

Gerakan membuka dan menutup pita suara mengakibatkan arus udara dan udara di sekitar pita suara berubah tekanannya atau bergetar. Namun apabila udara yang keluar dari paru-paru tidak mendapat hambatan apa-apa, maka tidak akan terdengar bunyi apapun selain bunyi nafas. Hambatan terhadap udara atau arus udara terjadi mulai dari tempat paling dalam, yaitu pita suara sampai tempat paling luar, bibir atas dan bawah.

Perubahan bentuk saluran suara yang terdiri dari rongga faring, rongga mulut, dan rongga hidung menghasilkan bunyi bahasa yang berbeda-beda. Udara dari paru-paru dapat keluar dari rongga mulut, rongga hidung, atau keduanya sekaligus. Bunyi bahasa yang arus udaranya keluar lewat rongga mulut disebut bunyi oral, misalnya /p/, /g/ dan /f/; bunyi bahasa yang arus udaranya keluar dari hidung disebut bunyi sengau atau bunyi nasal, misalnya /m/ dan /n/. Sedangkan bunyi bahasa yang arus udaranya keluar lewat rongga hidung dan rongga mulut disebut bunyi yang disengaukan atau dinasalisasi.

b. Klasifikasi Bunyi dan Vokal.

Pada umumnya bunyi bahasa dibedakan atas vokal dan konsonan^[2]. Bunyi vokal dihasilkan oleh pita suara yang terbuka sedikit, menjadi bergetar saat dilalui arus udara dari paru-paru. Selanjutnya arus udara itu keluar melalui rongga mulut tanpa hambatan kecuali bentuk rongga mulut sesuai jenis vokal yang dihasilkan. Bunyi konsonan terjadi setelah arus udara melewati pita suara yang terbuka sedikit atau agak lebar diteruskan ke rongga mulut atau hidung dengan mendapat hambatan ditempat-tempat artikulasi tertentu.

Vokal adalah bunyi bahasa yang arus udaranya tidak mengalami rintangan dan kualitasnya ditentukan oleh tiga faktor yaitu: tinggi-rendahnya posisi lidah, bagian lidah yang dinaikkan, dan bentuk bibir pada pembentukan vokal tersebut. Pada saat vokal diucapkan, lidah dapat dinaikkan atau diturunkan bersama rahang. Bagian lidah yang dinaikkan atau diturunkan itu dapat di bagian depan, tengah, atau belakangnya. Dalam bahasa Indonesia terdapat lima vokal yaitu /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/. Pada Tabel 1 diperlihatkan kelima vokal bahasa Indonesia berdasarkan parameter tinggi-rendah dan posisi depan-belakang lidah dalam proses pembentukannya.

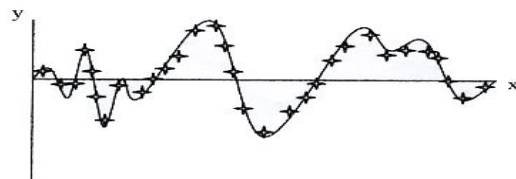
Tabel 1 Vokal bahasa Indonesia berdasarkan posisi lidah.

| Posisi Lidah | Depan | Tengah | Belakang |
|--------------|-------|--------|----------|
| Tinggi | /i/ | | /u/ |
| Sedang | /e/ | | /o/ |
| Rendah | | /a/ | |

Di samping parameter tinggi-rendah dan posisi depan-belakang lidah seperti ditunjukkan Tabel 2.1, kualitas vokal juga dipengaruhi oleh bentuk bibir. Untuk vokal tertentu, seperti /a/, bentuk bibir adalah normal, sedangkan untuk vokal /u/, bibir dimajukan sedikit dan bentuknya agak bundar. Untuk vokal /i/, bibir direntangkan ke kiri dan ke kanan sehingga bentuknya melebar. Dengan tiga faktor ini bunyi vokal dapat berciri **tinggi, depan** dan **bibir terentang**, untuk bunyi /i/, atau **tinggi, belakang** dan **bibir bundar**, untuk bunyi /u/.

B. Sinyal Suara

Definisi dari sinyal suara yaitu suatu sinyal yang mewakili dari suara. Sinyal suara dibentuk dari kombinasi berbagai frekuensi pada berbagai amplitudo dan fasa. Untuk dapat melakukan proses pengolahan sinyal suara langkah pertama yang dilakukan adalah penyamplingan. Dalam proses penyamplingan ini akan diukur besarnya masukan sinyal suara pada sela waktu tertentu, kemudian dikonversi ke dalam skala tersendiri, untuk selanjutnya disimpan. Contoh sinyal suara yang disampling pada frekuensi 8 KHz ditunjukkan pada Gambar 2. Ini berarti bahwa terjadi pengukuran masukan sinyal suara sebanyak 8000 kali selama 1 detik. Dengan demikian fungsi dari proses penyamplingan ini adalah agar sinyal suara dapat disimpan dalam bentuk digital.



Gambar 2 Sinyal suara yang disampling dengan frekuensi sampling 8 KHz.

Pada Gambar 3 ditunjukkan sinyal suara yang sudah ditampilkan dalam bentuk digital, dimana bentuk sinyal bukanlah sinyal kontinyu tetapi merupakan sinyal diskrit.



Gambar 3 Sinyal suara dalam bentuk diskrit.

Penganalisa suatu suara atau nada dapat diartikan menganalisa suara atau nada dalam komponen frekuensi dan waktu dari suara tersebut. Dimana besarnya frekuensi untuk menentukan tinggi rendahnya nada sedangkan komponen waktu sangat menentukan saat kapan nada dimainkan. Karena dengan mengetahui komponen-komponen tersebut sinyal suara dapat dianalisa dengan detail.

C. Matrik dan Sistem Persamaan Linear

Matrik adalah susunan bilangan-bilangan dalam bentuk persegi panjang. Dalam banyak hal, matrik akan membentuk koefisien transformasi linear atau muncul dalam sistem persamaan linear.

Matrik merupakan suatu susunan bilangan-bilangan (riil atau kompleks) dalam empat persegi panjang yang berbentuk^[8],

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

Bilangan mn ini dikatakan sebagai unsur atau elemen dari matrik **A**. Garis horisontal disebut sebagai baris atau vektor baris, sedangkan garis vertikal disebut kolom atau vektor kolom dari matrik **A**. Jadi matrik dengan m baris dan n kolom disebut sebagai matrik $m \times n$.

Matrik dilambangkan oleh huruf besar cetak tebal **A**, **B** dan sebagainya. Matrik **A** juga dapat dinyatakan dengan $[a_{jk}]$, indeks pertama (j) menyatakan baris dan indeks kedua (k) menyatakan kolom. Misalkan a_{23} menyatakan unsur dalam baris kedua dan kolom ketiga dari matrik **A**.

Matrik dapat juga diubah ukurannya, yang semula berukuran $(m \times n)$ menjadi $(n \times m)$ dengan menggunakan **transpos** dari suatu matrik (transpos dari matrik **A** = **A^T**). Jadi dapat pula dikatakan bahwa **A^T** = $[a_{kj}]$, dimana baris ke- j dari matrik **A**, untuk $j = 1, 2, 3, \dots, m$ sebagai kolom ke- j dari **A^T**. Demikian juga untuk kolom ke- k sebagai baris ke- k dari **A^T**.

Suatu sistem dari m persamaan linear dalam n tak diketahui x_1, x_2, \dots, x_n adalah suatu himpunan persamaan yang berbentuk:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ \dots & \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned} \dots\dots\dots(2)$$

a_{jk} adalah bilangan-bilangan yang diketahui yang disebut koefisien dari sistem, b_i juga merupakan bilangan-bilangan yang diketahui. Jika semua $b_i = 0$, maka persamaan 2 disebut sistem homogen. Jika paling sedikit ada satu $b_i \neq 0$, maka disebut sistem tak homogen.

Penyelesaian dari persamaan 2 adalah suatu himpunan bilangan x_1, \dots, x_n yang memenuhi semua m persamaan tersebut. Jika sistem homogen, maka sistem ini paling sedikit mempunyai penyelesaian trivial berupa $x_1 = 0, \dots, x_n = 0$. Dengan menggunakan sistem perkalian maka persamaan 2 dapat ditulis sebagai persamaan vektor tunggal:

$$Ax = b \dots\dots\dots(3)$$

dengan matrik koefisien **A** = $[a_{jk}]$ adalah matrik $m \times n$.

D. Kovarian

Varian adalah rata-rata kuadrat deviasi dari rata-rata gugus dari ukuran^[7]. Varian dari sub gugus X adalah

$$V_x = \sum x^2 / N \dots\dots\dots(4)$$

dan varian sub gugus Y adalah

$$V_y = \sum y^2 / N \dots\dots\dots(5)$$

dimana x dan y adalah deviasi rata-rata dari X dan Y.

Kovarian adalah varian dari interseksi sub gugus atau $X \cap Y$ ^[7]. Hal ini dapat diselesaikan dengan menghitung aritmatika rata-rata dari perkalian silang.

$$Cov_{xy} = \sum xy / N \dots\dots\dots(6)$$

dimana N adalah jumlah data. Kovarian menggambarkan hubungan diantara X dan Y dengan cara lain.

Untuk pengolahan data diperlukan ringkasan angka yang disebut statistik deskriptif^[6]. Misalkan rata-rata adalah ukuran pusat dan variansi merupakan ukuran sebaran, maka untuk $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$ merupakan jumlah n pengamatan pada variabel ke-1.

Variansi sampel untuk variabel ke- i adalah

$$S_i^2 = S_n = \frac{1}{n} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \dots\dots\dots(7)$$

untuk $i = 1, 2, \dots, p$.

Kovariansi sampel untuk variabel ke- i dan ke- k adalah:

$$S_{ik} = \frac{1}{n} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_k) \dots\dots\dots(8)$$

Variansi dan Kovariansi sampel :

$$(S_n) = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_{pp} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(9)$$

E. Masalah Nilai Eigen

Dari segi penerapan rekayasa, masalah nilai eigen merupakan masalah yang penting dalam kaitannya dengan matrik. Konsep dasarnya adalah sebagai berikut. Andaikan **A** = $[a_{jk}]$ adalah suatu matrik $n \times n$, perhatikan persamaan 10.

$$Ax = \lambda x \dots\dots\dots(10)$$

dimana λ suatu besaran skalar.

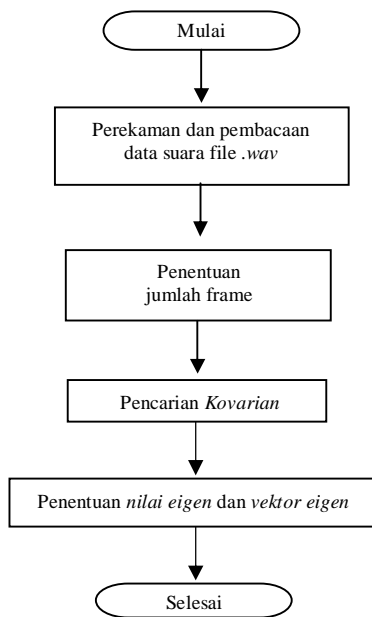
Jelaslah bahwa vektor nol, $x = 0$ adalah penyelesaian dari persamaan 10 untuk sembarang nilai λ . Suatu nilai λ yang memberikan penyelesaian $x \neq 0$ disebut nilai eigen atau nilai karakteristik dari matrik **A**^[8]. Penyelesaian padanannya, yaitu untuk $x \neq 0$ dari persamaan 10 disebut vektor eigen atau vektor karakteristik dari **A** yang berpadanan dengan nilai λ . Himpunan nilai-nilai eigen disebut spektrum dari **A**. Nilai mutlak terbesar dari nilai eigen **A** disebut radius spektral dari **A**.

Himpunan semua vektor eigen yang berkaitan dengan nilai eigen **A**, bersama-sama dengan vektor nol, membentuk suatu ruang yang dinamakan ruang eigen **A** yang berkaitan dengan nilai eigen. Masalah untuk menentukan nilai eigen dan vektor eigen dari suatu matrik disebut masalah nilai eigen. Masalah dari tipe ini muncul dalam kaitannya dengan penerapan fisika dan rekayasa.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Dalam pembuatan program simulasi analisa eigen sinyal suara vokal dalam bahasa Indonesia ini, tahap perancangan sistem merupakan tahapan yang sangat penting. Perancangan bertujuan agar di dalam pembuatan sistem dapat berjalan secara sistematis dan terstruktur rapi sehingga hasil program dapat optimal dan berjalan sesuai dengan tujuan. Aspek-aspek dalam proses perancangan yang perlu diperhatikan meliputi: pengembangan di masa depan, kemampuan program, efektivitas, efisiensi dan kemudahan pemahaman bagi pengguna (*user friendly*) yang diwujudkan dalam tampilan grafis.

Secara umum diagram alir perancangan program simulasi ini ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir pembuatan program simulasi analisa vokal dengan Eigen

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

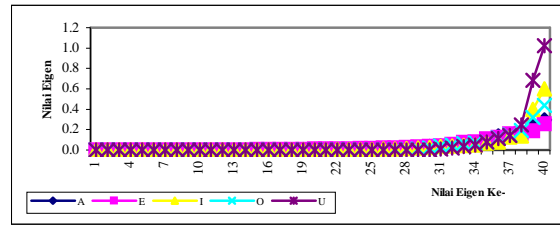
Dalam bab ini akan dilakukan analisa dan pembahasan hasil guna mencari ciri dari bunyi vokal dalam bahasa Indonesia berdasarkan nilai eigen dari program simulasi yang telah dibuat. Variabel yang digunakan adalah panjang segmentasi yang dapat diubah mulai dari 5 mS yang paling rendah sampai 25 mS yang paling tinggi dengan kelipatan 5 mS. Seluruh data akan dianalisa untuk memperoleh ciri nilai eigen dari masing-masing bunyi vokal, sehingga dihasilkan ciri pengelompokan dari sebaran nilai eigen. Penganalisaan juga dilakukan dengan panjang segmentasi yang berbeda-beda untuk membandingkan sebaran nilai eigen agar didapatkan pencirian yang paling bagus.

Penganalisaan sejenis yang pernah dikembangkan adalah pencirian bunyi vokal dalam kawasan waktu, yaitu dengan sebaran frekuensi forman. Dimana frekuensi forman yang dihasilkan akan mengelompok pada daerah frekuensi tertentu^[14].

A. Pengamatan Nilai Eigen

Data yang diperoleh dari program simulasi di atas berupa nilai eigen dan vektor eigen. Namun dalam penganalisaan hanya akan dibahas tentang nilai eigennya saja. Nilai eigen yang diperoleh dari tiap masukan bunyi vokal berupa matrik diagonal dengan *ordo n* tergantung panjang segmentasi yang digunakan. Untuk kemudahan dalam pengamatan, maka nilai eigen disusun dalam bentuk matrik kolom tunggal dengan mengambil nilai diagonalnya saja dan diperoleh matrik baru berukuran satu kolom ($n \times 1$).

Nilai eigen tiap-tiap bunyi vokal berbeda-beda. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik nilai eigen bunyi vokal suara pria ke-1.

Dari grafik terlihat perbedaan antara nilai eigen dari tiap suara vokal berbeda. Perbedaan mulai terlihat jelas dan mudah diamati pada baris nilai eigen pada 10 nilai terakhir atau tertinggi, dimana nilai eigen mulai terpecah atau tidak menumpuk. Dengan demikian dalam penganalisaan hanya akan diambil 10 nilai tertinggi tersebut.

B. Ekstraksi Ciri Bunyi Vokal Bahasa Indonesia

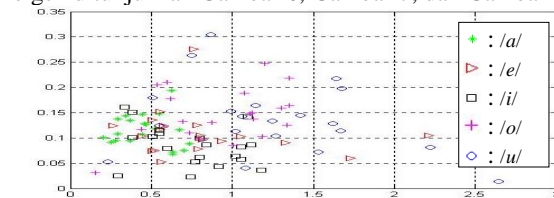
Laju bit data dalam pengiriman suara jarak jauh dapat ditekan menjadi cukup rendah dengan teknik kompresi dan penyandian. Penurunan laju bit yang lebih drastis akan diperoleh bila yang dikirim hanya berupa ciri suara. Selanjutnya penerima akan mensintesis suara yang serupa.

Ciri dari suara tersebut sangat membantu guna membedakan suara vokal yang satu dengan yang lain. Penganalisaan akan mencari parameter bunyi vokal dengan membuat grafik sebaran nilai yang terbentuk dari nilai-nilai eigen.

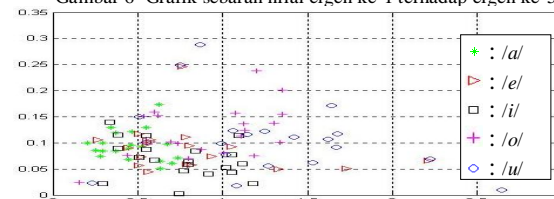
a. Ciri dari Sebaran Nilai Eigen

Cara penganalisaannya adalah dengan membuat plot grafik sebaran nilai eigen ke dalam sumbu x terhadap sumbu y. Sumbu x mewakili nilai eigen yang lebih tinggi, sedang sumbu y mewakili nilai eigen di bawahnya. Jika belum ditemukan grafik sebaran nilai yang menunjukkan ciri khusus dari bunyi vokal, maka dilanjutkan dengan memplot grafik sebaran nilai eigen yang lainnya, Demikian seterusnya sampai diperoleh penunjukan ciri khusus sebaran nilai yang terbaik dari bunyi vokal.

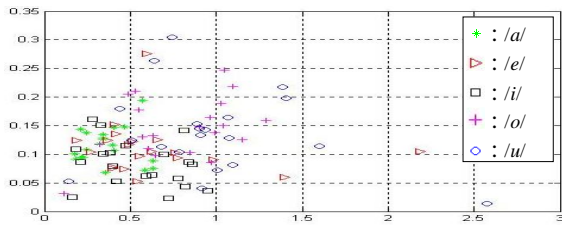
Dari pengamatan grafik nilai eigen di atas, hanya akan diambil 10 nilai eigen tertinggi. Penganalisaan dilakukan dengan memplot antara 2 nilai eigen, maka sesuai dengan kaidah permutasi dan kombinasi akan diperoleh kombinasi sebanyak 45 buah sebaran nilai eigen. Namun dalam analisa ini hanya akan dibahas sebaran-sebaran nilai yang terbaik. Grafik sebaran nilai eigen ditunjukkan Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 6 Grafik sebaran nilai eigen ke-1 terhadap eigen ke-5



Gambar 7 Grafik sebaran nilai eigen ke-4 terhadap eigen ke-5



Gambar 8 Grafik sebaran nilai eigen ke-2 terhadap eigen ke-5

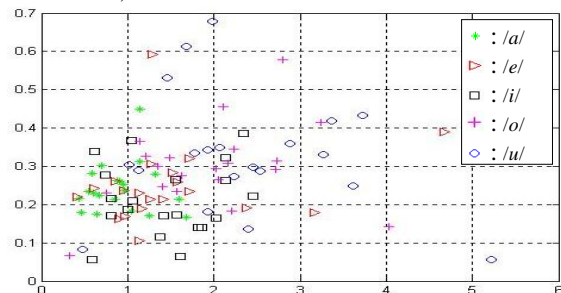
Dari hasil pengeplotan sebaran nilai eigen ini diperoleh sebaran nilai eigen terbaik pada kelompok sebaran nilai eigen ke-1 terhadap eigen ke-5, 1 terhadap 6 dan 2 terhadap 5.

b. Sebaran Nilai Eigen dengan Perubahan Panjang Segmentasi

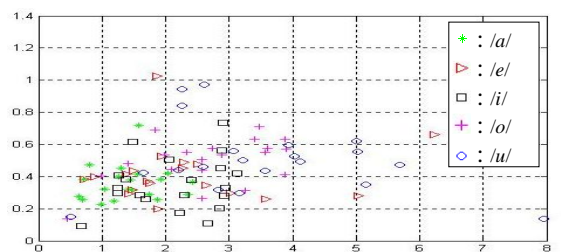
Dalam penganalisaan di atas, kelompok sebaran nilai eigen yang dianalisa masih berada dalam satu panjang segmentasi yaitu sebesar 5 mS. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kelompok sebaran nilai mana yang menunjukkan sebaran nilai pengaruh dari perubahan panjang segmentasi adalah semakin besar panjang segmentasi yang digunakan untuk menganalisa bunyi vokal maka sebaran nilai eigen yang diperoleh makin mengelompok dan terpusat pada nilai tertentu sehingga mempermudah dalam penunjukkan ciri penyebaran nilai dari metode eigen. Dari analisa di atas didapatkan kelompok sebaran nilai terbaik yaitu sebaran nilai antara nilai eigen ke-4 terhadap nilai eigen ke-5.

Dengan menggunakan hasil analisa tersebut, selanjutnya dipakai untuk menganalisa pengaruh perubahan panjang segmentasi terhadap pengelompokan sebaran nilai eigen. Perubahan panjang segmentasi yang digunakan adalah 5 mS, 10 mS, 15 mS, 20 mS dan 25 mS.

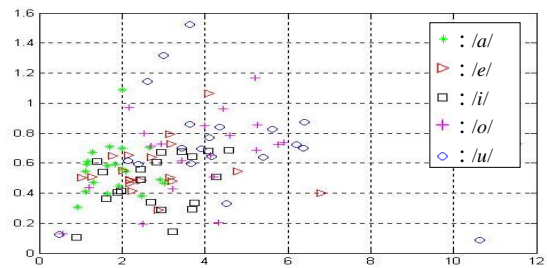
Kelompok sebaran nilai eigen dengan perubahan panjang segmentasi ditunjukkan Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.



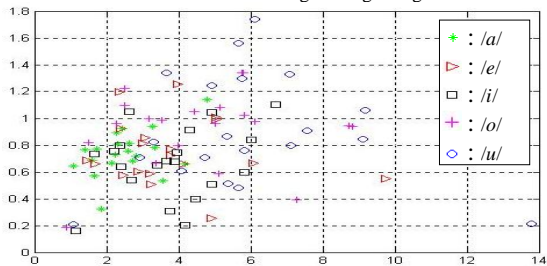
Gambar 9 Grafik sebaran nilai eigen dengan segmentasi 10 mS



Gambar 10 Grafik sebaran nilai eigen dengan segmentasi 15 mS



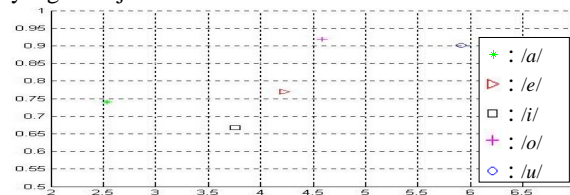
Gambar 11 Grafik sebaran nilai eigen dengan segmentasi 20 mS



Gambar 12 Grafik sebaran nilai eigen dengan segmentasi 25 mS

Dari hasil analisa, pengaruh dari perubahan panjang segmentasi adalah semakin besar panjang segmentasi yang digunakan untuk menganalisa bunyi vokal maka sebaran nilai eigen yang diperoleh makin mengelompok dan terpusat pada nilai tertentu sehingga mempermudah dalam penunjukkan ciri penyebaran nilai dari metode eigen.

Dari sebaran nilai eigen terbaik yang dihasilkan dalam analisa di atas masih sulit untuk diamati cirinya. Untuk itu akan dicari titik pusat dari sebaran nilai eigen ke-1 terhadap eigen ke-5 untuk panjang segmentasi 25 mS yang ditunjukkan Gambar 13.



Gambar 13 Grafik titik pusat sebaran nilai eigen dengan panjang segmentasi 25 mS

Dari grafik titik pusat sebaran nilai eigen terlihat bahwa kecenderungan dari sebaran nilai eigen untuk bunyi vokal. Dan semakin besar panjang segmentasi yang digunakan, maka akan diperoleh ciri sebaran nilai eigen yang makin bagus.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter pencirian bunyi vokal dalam bahasa Indonesia dapat dilakukan dengan metode eigen, yaitu nilai eigen.
2. Pencirian bunyi vokal sangat baik direpresentasikan dengan sebaran nilai eigen, dari hasil analisa diperoleh sebaran nilai terbaik pada sebaran nilai eigen ke-1 terhadap eigen ke-5, eigen ke-1 terhadap eigen ke-6 dan eigen ke-2 terhadap eigen ke-5 dari nilai tertinggi.
3. Semakin besar panjang segmentasi yang digunakan maka pencirian bunyi vokal akan semakin baik dan jelas.

VI. SARAN

1. Sebaiknya analisa lebih lanjut tentang pencirian suara disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang sebenarnya dengan memperhatikan derau (*noise*) dan jenis suara orang yang mengucapkan.
2. Penelitian bisa dikembangkan untuk penganalisaan ciri sebaran eigen untuk bunyi konsonan dan kata.
3. Untuk meningkatkan akurasi dalam penganalisaan perlu adanya suatu sistem yang dapat menekan derau seminimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anton. Howard, *Aljabar Linear Elementer*, Edisi kelima, Erlangga, Jakarta, 2000.
2. Chaer. Abdul, *Linguistik Umum*, Rineka Cipta, Jakarta, 1994.
3. Duane. Hanselman, *Mastering Matlab 5*, Prentice Hall inc., Upper Saddle River, New Jersey, 07458
4. Gere. James M., and Weaver. William Jr., *Aljabar Matriks untuk Para Insinyur*, Erlangga, Jakarta, 1987.
5. Gold. Ben, and Morgan. Nelson, *Speech Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music*, John Wiley and Sons, USA, 2000
6. Kartiko. Sri H., *Metode Statistika Multivariat*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Universitas Terbuka, 1998.
7. Kerlinger. Fred N., *Korelasi dan Analisis Regresi Ganda*, Nur Cahaya, Yogyakarta, 1987.
8. Kreyszig. Erwin, *Matematika Teknik Lanjutan*, Jilid 1, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta, 1993.
9. Little. N.J, dan Shure. L, *Signals Processing Toolbox: for use with MATLAB*, the MATH WORKS inc.
10. May. Ignatius Leo, *Pengenalan Vokal Bahasa Indonesia dengan Jaringan Saraf Tiruan Melalui Transformasi Wavelet Diskrit*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, Semarang, 2002.
11. Rabiner. Lawrence, and Juang. Biing-Hwang, *Fundamentals of Speech Recognition*, PTR Prentice Hall, 1993.
12. Robins. R.H., *Linguistik Umum: Sebuah Pengantar*, Kanisius, Yogyakarta, 1992
13. Surjadi. P.A., *Pendahuluan Teori Kemungkinan dan Statistika*, ITB, Bandung, 1976.
14. Tjambolang. Wim T., dan Herdjunto. Samiadji, "Ekstraksi Ciri Bunyi Vokal Indonesia", Forum Teknik : Jilid 19, No. 2, Agustus 1995, hal. 261 – 269.

AnasAminudin, terlahir di kota wali Demak Jawa Tengah Saat ini sedang menyelesaikan Studi pada Teknik Elektro dengan bidang pendalaman Telekomunikasi angkatan 2002 Program Extension Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Wahyudi, ST, MT
NIP. 132 086 662

Dosen Pembimbing II,

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP. 132 137 933