

## PENERAPAN METODE INTERPOLASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SUARA ESOFAGUS

Suriyanto, Andy Noortjahja

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: ahmadyanto21@gmail.com

### Abstrak

Wicara/bicara merupakan nikmat yang diberikan Tuhan kepada manusia, dipergunakan untuk berkomunikasi dengan sesama bahkan dengan pencipta-Nya. Wicara merupakan gelombang analog longitudinal yang dapat dipandang sebagai sinyal atau sinyal wicara yang berubah lambat terhadap waktu *slowly time varying signal* dihasilkan oleh benda yang mengalami getaran, pada manusia yakni berasal dari getaran pita suara. Namun demikian, saat seseorang mengalami gangguan pada beberapa organ wicara, maka seseorang tersebut akan mengalami sulit berbicara, termasuk gangguan yang terjadi pada organ laring (pita suara). Kanker laring merupakan pertumbuhan sel-sel yang abnormal secara cepat sehingga penumpukan sel-sel abnormal tersebut akan merusak jaringan normal pada bagian laring (pita suara). Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan peningkatan kualitas wicara esofagus dengan menggunakan metode Interpolasi, Penelitian ini akan cenderung banyak dilakukan di dalam laboratorium komputer dengan menggunakan instrumens MATLAB setelah pengumpulan data wicara pasien esofagus di lapangan guna menyelidiki kerusakan dan selanjutnya mencoba memperbaiki kualitas wicara pasien esofagus melalui metode interpolasi. Sehingga didapatkan kualitas wicara pasien esofagus yang lebih meningkat dari suara awal. Pada proses utama didapatkan hasil seperti berikut : 1. Proses pemunculan data *sample* suara sebagai bahan acuan untuk interpolasi, 2. Proses Analisis hasil Interpolasi sebagai bentuk hasil perubahan suara hasil interpolasi dengan diperoleh data titik suara yang baru diantara data titik sampel suara serta 3. Diperoleh hasil perubahan peningkatan nilai MSE dan SNR sebesar MSE = 18808.83 dan MSE = 78495.83 dan nilai SNR sebesar SNR= 37.693 dan 47.6183.

**Kata Kunci :** Suara esofagus, Interpolasi, MSE dan SNR

### Abstract

Speech is gift from god to man, it use for communication with each other even with the creator. Speech is a longitudinal analog waveform that can be seen as a signal or speech signal is changing slowly with time produced by objects that experience vibration. In humans that is derived from the vibration of *vocal cords*. However, when someone is impaired in some organs of speech, then someone is going to have difficulty speaking, including disruption of the organ of the larynx (voice box). Laryngeal cancer is a growth of abnormal cells rapidly that accumulation of the abnormal cells will damage normal tissue in the larynx (voice box). The purpose of this study was to describe the speech quality enhancement esophagus by using the interpolation method. This research will tend to be much done in the computer lab using MATLAB Instrumens after collecting patients esophageal speech data in the field to investigate the damage and then try to improve the patient's quality of esophageal speech through interpolation method. So we get patients esophageal speech quality is further improved from the early sound. In the main process is obtained as follows: 1. Appearance process of voice sample data as a reference for the interpolation, 2. Analysis of the results interpolation process as a result of sound changes shape interpolation results with the data obtained new sound point between the data and the voice sample points and 3. The results obtained indicate changes in the value of MSE and SNR improvement of MSE = 18808.83 and MSE = 78495.83 and value of SNR i.e = 37.693 and 47.6183.

**Keywords:** *Esophageal speech, Interpolation, MSE dan SNR*

### PENDAHULUAN

Wicara/bicara merupakan nikmat yang diberikan Tuhan kepada manusia, dipergunakan untuk berkomunikasi dengan sesama bahkan dengan pencipta-Nya. Wicara merupakan produk akhir akustik dari suatu sistem yang lancar, seimbang, dinamis dan saling terkait yang melibatkan respirasi, fonasi, dan resonansi. Wicara merupakan gelombang analog longitudinal yang dihantarkan melalui media padat, cair dan gas. Suara

dihasilkan oleh benda yang mengalami getaran, pada manusia yakni berasal dari getaran pita suara. Organ-organ tubuh yang berpengaruh dalam proses produksi suara adalah paru-paru, tenggorokan trachea, larinks, farinks, rongga hidung *nasal cavity*, dan rongga mulut *oral cavity*. Pembangkitan sinyal wicara terletak pada bentuk lintasan vokalnya *vocal tract*. dimulai dari *vocal cords* dan berakhir pada mulut. *Vocal tract* terdiri dari *pharynx* (koneksi antara esofagus dengan mulut) dan mulut. (B. H. Juang , L. Rabiner , 1993).

Proses normal *speech production*, suara dimulai dengan formulasi pesan dalam otak pembicara. Pesan tersebut akan diubah menjadi perintah-perintah yang diberikan kepada alat-alat ucap manusia. Sehingga akhirnya dihasilkan ucapan yang sesuai dengan pesan yang ingin diucapkan. Sumber suara terdiri atas komponen fundamental dan harmonik yang dimodifikasi oleh jalur vokal untuk menghasilkan kualitas gaya suara. Ucapan manusia dihasilkan oleh suatu sistem produksi ucapan yang dibentuk oleh alat-alat ucap manusia. Pembentukan ucapan dimulai dengan adanya hembusan udara yang dihasilkan oleh paru-paru. Kerjanya mirip seperti piston atau pompa yang ditekan untuk menghasilkan tekanan udara. Ketika pita suara dalam keadaan berkontraksi (pembukaan dan penutupan yang cepat), gabungan kerja antara tegangan otot dan perubahan tekanan udara yang lewat dengan cepat membuatnya bergetar. Aliran udara tersebut dipotong-potong oleh gerakan pita atau disebut terjadinya vibrasi pada *vocal cord*, suara menjadi sinyal pulsa yang bersifat *quasi-periodik*. Sinyal pulsa tersebut kemudian mengalami modulasi frekuensi ketika melewati *pharynx*, lidah, gigi, bibir, rongga mulut ataupun pada rongga hidung, sehingga menghasilkan berbagai bunyi yang berbeda. (B. H. Juang, L. Rabiner, 1993)

Namun demikian, saat seseorang mengalami gangguan pada beberapa organ bicara, maka seseorang tersebut akan mengalami sulit berbicara, termasuk gangguan yang terjadi pada organ laring (pita suara) dikarenakan kanker yang disebut kanker laring. Kanker laring merupakan pertumbuhan sel-sel yang abnormal secara cepat sehingga penumpukan sel-sel abnormal tersebut akan merusak jaringan normal pada bagian laring (pita suara). Operasi pengangkatan laring dan pita suara secara total *laryngectomy* merupakan langkah terakhir untuk menghindari penyebaran kanker ke bagian tubuh lainnya. Operasi pengangkatan laring dan pita suara secara total pada penderita kanker laring akan menyebabkan pasien tidak mampu untuk berkomunikasi lagi. Salah satu alat bantu yang sangat bermanfaat adalah *electrolarynx*, yang dapat menghasilkan getaran. Tetapi alat ini masih terlalu mahal.

Untuk itulah diperlukan penelitian yang terkait dengan sistem yang mampu menghasilkan getaran dengan frekuensi tertentu *low cost electrolarynx*. Penderita berbicara tidak menggunakan pita suara lagi tapi dengan menggunakan saluran makanan (esofagus) yang disebut *esophageal speech* yang bisa memakan waktu 3-6 bulan bahkan bisa lebih. (Rym Haj Ali and Sofia Ben Jebara 2002)

Ketercapaian peningkatan kualitas *esophageal speech* tidak bisa dilakukan secara langsung, sehingga perlu dilakukan penelitian awal. Melalui pengolahan sinyal suara *speech processing data.wav* pasien *esophageal speech* dapat di analisis guna memperbaiki kualitas sinyal *esophageal speech*. Dengan pengenalan ciri ataupun *feature* pada *esophageal speech* secara langsung akan diketahui bentuk kerusakan sinyalnya bila dibandingkan dengan suara normal *speech*.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, Pada penelitian skripsi ini akan dibuat sebuah sistem atau program software aplikasi bicara. Dalam hal ini menggunakan pemrograman matlab GUI untuk membantu menampilkan dan mengolah bentuk sinyal bicara, yaitu yang berdasarkan frekuensi, time, amplitudo dan Magnitude. Dengan judul "PENERAPAN METODE INTERPOLASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SUARA ESOFAGUS"

## **METODE**

Penelitian ini akan dilakukan menggunakan desain *research and development (R & D model)* seperti yang dikembangkan oleh Arifianto, D. dan Sekartedjo. 2004. Subyek penelitian ini adalah: suara *esophagus* pasien kanker laring dan suara orang normal dengan kalimat yang sama. Suara normal digunakan untuk perbandingan bentuk sinyal suara normal, sedangkan suara *esophagus* digunakan sebagai subjek uji coba metode yang kami terapkan. Tempat pengambilan data suara *esophagus* penderita kanker laring dilakukan di RS. U.D. Dr Soetomo unit THT- KL (Telinga Hidung Tenggorokan-Kepala Leher) sebanyak 1 pasien dengan dua produk variabel ucapan yakni: suara "halo apa kabar" dan suara "saya suka baju yang berwarna merah tua" yang digunakan untuk uji coba penerapan metode.

Uji coba model atau produk merupakan bagian yang sangat penting dalam penelitian pengembangan, yang dilakukan setelah rancangan produk selesai. Uji coba model atau produk bertujuan untuk mengetahui apakah produk yang dibuat layak digunakan atau tidak. Uji coba model atau produk juga melihat sejauh mana produk yang dibuat dapat mencapai tujuan. Model atau produk pada penelitian ini adalah bentuk pengolahan software digital sinyal melalui pemrograman script penerapan metode interpolasi pada hasil desain Gui menggunakan Matlab 2013a.

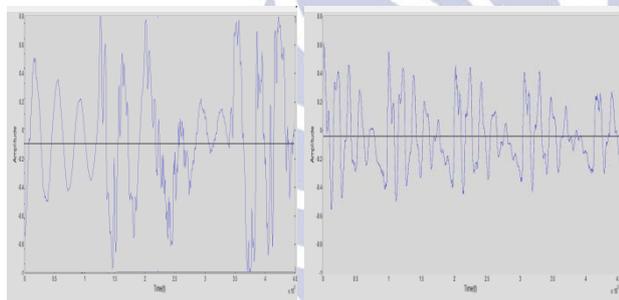
Responden penelitian adalah bentuk perubahan sinyal suara dalam bentuk *spectrum* sinyal suara pada domain frekuensi, baik respon dalam bentuk perubahan bentuk gambar, perubahan dalam satuan frekuensi dan hasil nilai kuantitatif perubahan nilai MSE dan SNR.

Penelitian yang merupakan Penelitian

Pengembangan dari penelitian- penelitian terdahulu, Penelitian skripsi ini akan cenderung dilakukan di dalam laboratorium computer *laboratorium research* dengan melakukan pengolahan data dari pengumpulan data suara esophagus penderita kanker laring dalam bentuk sinyal dengan menggunakan instrument Matlab 2013a untuk mencoba meningkatkan kualitas suara esophagus melalui penerapan metode interpolasi dilakukan untuk mencoba memperbaiki kualitas suara pasien wicara esofagus. Dalam hal ini, pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi langsung dari pasien wicara esofagus. Pengolahan data diawali dengan proses analisis bentuk sinyal suara melalui tahapan *sampling*, *frame blocking*, proses pengkodean, *windowing hamming*, diskrit *fourier transform*, kemudian menerapkan metode interpolasi. Setelah diperoleh data dari perlakuan metode interpolasi, selanjutnya akan dibandingkan dengan suara normal untuk dapat mengetahui kualitas data yang diperoleh untuk selanjutnya akan dianalisis kemudian diambil kesimpulan serta pemberian saran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

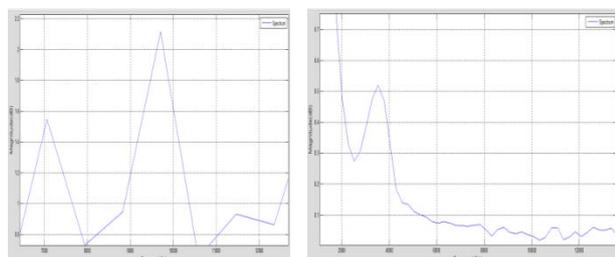
### 4.1 Hasil Proses *Frame blocking*



Gambar 4.1 & 4.2: *frame blocking* suara esophagus “saya suka baju yang berwarna merah tua” (kiri) dan “halo apa kabar”(kanan)

Proses *Frame blocking* suara esophagus, *waveform* berwarna biru sebagai hasil tahapan penelitian untuk melihat dan menganalisa secara lebih jelas bentuk sinyal suara esophagus. *Frame blocking* ini pada presentase sebesar 10% dari panjang *frame* keseluruhan sinyal, secara tampak bentuk gelombang sinyal suara esophagus “halo apa kabar” lebih teratur periodik daripada gelombang sinyal suara esophagus “saya suka baju yang berwarna merah tua”

### 4.2 Hasil Proses *Windowing*

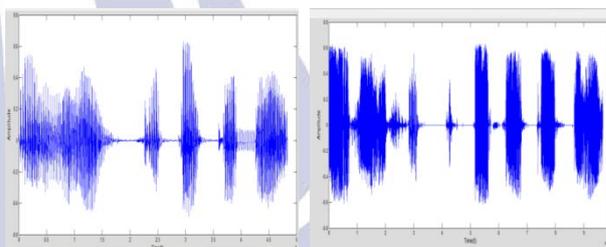


Gambar 4.3& 4.4 : *Windowing* suara esophagus “saya suka baju yang berwarna merah tua” (kiri) & “halo apa kabar”(kanan)

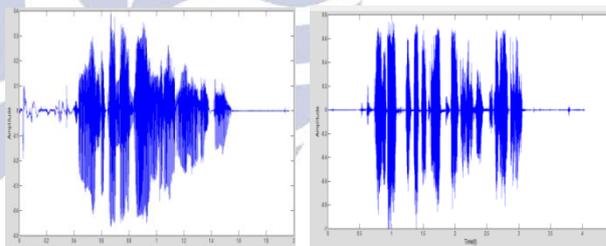
*Windowing* suara esophagus, sebagai hasil tahap penelitian untuk mendapatkan bentuk puncak gelombang yang lebih jelas dari sinyal yang akan jadi bahan penelitian dengan pengecilan *sampling* sebesar  $N=50$ . Terlihat bentuk sinyal suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” lebih jelas bentuknya daripada sinyal suara “halo apa kabar”

### 4.3 Hasil gambar *sampling* suara

Pada pencuplikan *sample* sinyal suara esophagus, kami menggunakan 2 sinyal suara normal & esophagus sebagai bahan perbandingan bentuk *sampling* penelitian, yakni suara normal & esophagus “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua” di bawah ini :



Gambar 4.5 & 4.6 : *Sample* sinyal suara “halo apa kabar” normal (kiri) & esophagus (kanan)



Gambar 4.7 & 4.8 : *Sample* sinyal suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” normal (kiri)& esophagus (kanan)

Pada *sample* suara diperoleh *waveform* berwarna biru yang mendeskripsikan sinyal suara direpresentasikan dalam besarnya amplitudo tiap satuan waktu. Dimana skala sumbu X (merepresentasikan *time*) dan sumbu Y (merepresentasikan amplitudo) pada Gambar 4.5, gambar 4.6, gambar 4.7 & Gambar 4.8 di atas. *Sample* ini merupakan *waveform* sinyal suara normal & esophagus “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua” masing masing berdurasi 1 detik, 2 detik, 9 detik dan 8 detik dalam format data.wav.

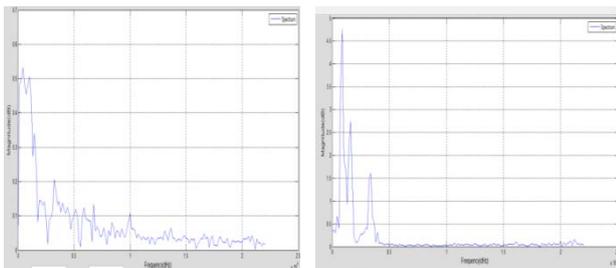
Dari *waveform sampling* yang muncul sesuai teori dapat dibaca menjadi tiga jenis *segment* suara yakni *segment voiced*, *unvoiced* dan *silenced* (Smith,S. W. 1999). Baik pada sinyal suara esophagus “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua”

dibandingkan suara normalnya kita dapatkan *segment unvoiced* yang lebih besar sedangkan *segment voiced* sangat kecil sekali. Bisa kita lihat pada *waveform* sinyal suara yang lebih rapat Hal ini menunjukkan bahwa sinyal suara esophagus memang benar benar sinyal suara yang rusak (Liu H, L. N Manwa. 2007).

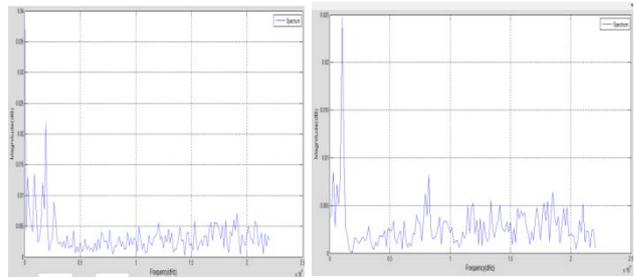
Kita dapatkan *waveform* sinyal suara esophagus “halo apa kabar” nilai amplitudo tertingginya 0.6 dan waktu durasi 2 detik menjadi 9.6710 *times* waktu *sampling*, ini berarti dalam 1 detik sinyal terdapat 48355 *times* waktu titik *sampling*. Pada sinyal suara esophagus “saya suka baju yang berwarna merah tua” didapatkan Amplitudo tertinggi berbeda antara -1 dan 0.8 dan dalam durasi waktu 9 detik menjadi 402600 *times* waktu *sampling*, ini berarti dalam 1 detik sinyal terdapat 44733 *times* waktu titik *sampling*. Namun demikian, bentuk ini masih kurang informatif karena kita tidak bisa mengetahui besarnya nilai *magnitude* dan frekuensinya. Sehingga sulit mengamati dan mengolah tiap komponen sinyal tersebut. Untuk itu diperlukan sebuah *Transformasi* yang mampu mengubah *waveform* menjadi *spectrum*, dimana tiap komponen frekuensi akan terlihat lebih jelas. Proses ini akan kita lakukan pada langkah berikutnya.

#### 4.4 Hasil Proses Diskrit Fourier Transform

Bentuk *sampling* suara normal & esophagus yang masih kurang informatif karena tidak bisa mengetahui besarnya nilai *magnitude* dan frekuensinya. Sehingga sulit untuk dapat mengamati dan mengolah komponen sinyal tersebut. Untuk itu diperlukan sebuah *Transformasi* yang mampu mengubah *waveform* menjadi *spectrum*, dimana tiap komponen frekuensi akan terlihat lebih jelas. Maka waktu *sampling* akan menjadi lebih cepat sehingga memudahkan analisa sinyal suara. Disini kami menggunakan Diskrit *Fourier Transform* merupakan tranformasi yang dapat melakukan hal ini. Output dari DFT berupa *spectrum* yang menunjukkan besarnya *magnitude* tiap satuan frekuensi, dimana sumbu-x merepresentasikan frekuensi dan sumbu-y merepresentasikan *magnitude*. seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.9 & 4.10 : *spectrum* sinyal suara ” halo apa kabar” normal (kiri) & esophagus (kanan)



Gambar 4.11&4.12 : *Spectrum* sinyal suara “saya suka baju yang berwarna merah tua”normal (kiri) & esophagus (kanan)

Dari *spectrum* sinyal suara yang muncul baik pada *spectrum* sinyal suara esophagus “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua” dibandingkan suara normalnya kita mendapatkan bentuk frekuensi *spectrum* yang lebih sempit. Bisa kita lihat pada *spectrum* sinyal suara yang lebih rapat Hal ini menunjukkan bahwa sinyal suara esophagus memang benar benar sinyal suara yang rusak (Liu H, L. N Manwa. 2007).

Pada *spectrum* sinyal suara esophagus “halo apa kabar” seperti gambar 4.10 di atas, kita mendapatkan nilai frekuensi *sampling*nya mulai dari Frekuensi 0 Hz pada *magnitude* 0.03371 dB hingga Frekuensi 2.200 Hz pada *magnitude* 0.02383dB. Nilai *magnitude* tertinggi yakni 4.757dB pada frekuensi 882 Hz, kita mendapatkan juga nilai *magnitude* yang semakin mengecil dimulai pada nilai *magnitude* 0.06716 (dB) pada frekuensi 412 Hz

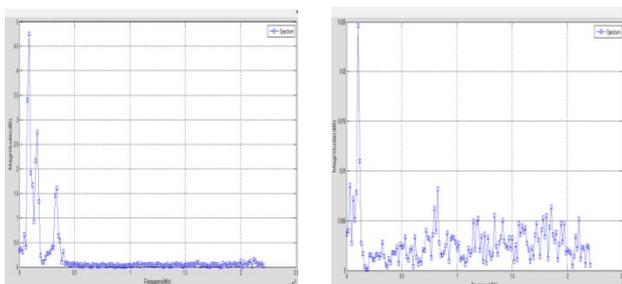
Pada *Spectrum* sinyal suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” pada gambar 4.12 di atas. Kita mendapatkan nilai Frekuensi *sampling*nya mulai dari frekuensi minimum 0 Hz pada nilai *magnitude* 0.003661 dB hingga Frekuensi maksimum 2200 Hz pada nilai *magnitude* 0.0005478 dB. Kita mendapatkan nilai *magnitude* terbesarnya sebesar 0.0246 dB pada nilai frekuensi 102 Hz, Namun demikian, Agar *spectrum* sinyal suara esophagus dapat diinterpolasi sesuai teori kita harus memunculkan nilai data penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus seperti langkah selanjutnya (Kientzle, Tim. 1998).

#### 4.5 Analisis Data penyusun sinyal suara

Bentuk *spectrum* sinyal suara esophagus masih kurang informatif karena kita tidak bisa mengetahui nilai data titik sampel penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus tersebut. Sesuai teori agar kualitas suara esophagus meningkat dengan merenggangkan *spectrum* sinyal suara esophagus (Liu H, L. N Manwa. 2007) melalui metode interpolasi. Supaya *spectrum* sinyal suara esophagus dapat diinterpolasi diperlukan untuk memunculkan data titik penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus tersebut. Maka perlu ada program selanjutnya

untuk memunculkan data titik sampel penyusun spectrum sinyal suara esophagus.

Dari program di atas, maka didapatkan nilai data sample point penyusun spectrum sinyal suara esophagus yang bisa dilihat persebaran nilai titik data tersebut seperti gambar 4.13 dan gambar 4.14 di bawah. Dimana data titik tersebut akan menjadi data acuan interpolasi spectrum yang akan meningkatkan kualitas sinyal suara esophagus. (Kientzle, Tim. 1998).



Gambar 4.13 & 4.14: gambar sebaran data *sample point spectrum* sinyal suara esophagus “halo apa kabar”(kiri)& “saya suka baju yang berwarna merah tua”(kanan)

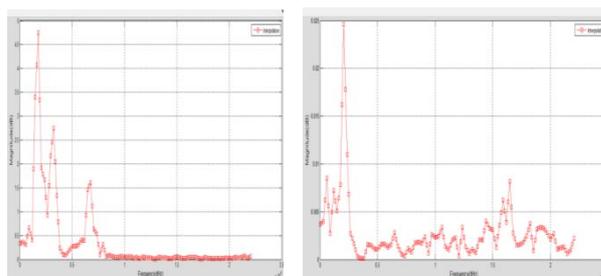
Kotak kecil kecil biru yang muncul pada gambar 4.13 dan gambar 4.14 merupakan data *sample point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus. Data ini menyebar dari data frekuensi nol hingga frekuensi akhir 2200 Hz. Pada kedua gambar tersebut data *sample point* penyusun sinyal suara esophagus menyebar sepanjang *spectrum* sinyal suara esophagus. Dimana semakin kecil nilai *magnitudenya* maka semakin rapat data titik sampel penyusunnya yang menghubungkan antar titik satu ke titik yang lain menjadi garis lurus.

Karena data *sample point* tersebut belum bisa muncul nilai koordinatnya dalam sebuah gambar, maka data *sample point* spectrogram sinyal suara esophagus kotak biru dalam gambar 4.13 dan 4.14 diambil secara manual dan ditampilkan serta diolah dalam data tabel. Sehingga dapat kita lihat nilai data *sample point* sebarannya pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 sebagaimana terlampir.

#### 4.6 Analisa Data hasil Interpolasi

Berdasarkan teble nilai data *sample point* yang didapat dari program “data *point*” pada sub bab 4.5 sebelumnya, dimana data titik tersebut akan menjadi bahan data acuan yang menghubungkan antar titik satu ke titik yang lain dan dimungkinkan muncul titik-titik perantaranya dari setiap pasang koordinat ke pasang koordinat pada proses penginterpolasian menjadi garis lurus dan menjadi persamaan fungsi linear yang baru. sehingga dapat membentuk hasil interpolasi *spectrum*

sinyal suara esophagus dengan nilai data penyusunnya seperti bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



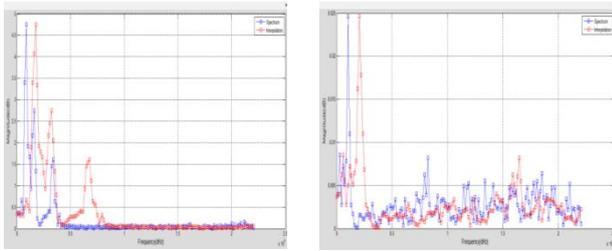
Gambar 4.15 & 4.16 : hasil interpolasi dan data penyusun suara “halo apa kabar”(kiri) “saya suka baju yang berwarna merah tua”(kanan)

Kotak kecil kecil merah yang muncul pada Gambar 4.15 & gambar 4.16 merupakan data *point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus yang telah terinterpolasi. Menyebar dari data frekuensi nol hingga frekuensi akhir 2200 Hz. Pada kedua gambar tersebut data *point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus yang telah terinterpolasi menyebar sepanjang *spectrum* sinyal suara esophagus, yang menghubungkan antar titik satu ke titik yang lain menjadi garis lurus.

Karena data *point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus yang telah terinterpolasi tersebut belum bisa muncul nilai koordinatnya dalam sebuah gambar, maka data *point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus yang telah terinterpolasi tersebut diambil secara manual dan ditampilkan serta diolah dalam data tabel. Sehingga dapat kita lihat nilai data *point* penyusun *spectrum* sinyal suara esophagus yang telah terinterpolasi sebarannya pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 sebagaimana terlampir.

Berdasarkan tabel 4.3 dan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa peningkatan kualitas suara dengan menggunakan metode interpolasi linear pada titik titik data sampel *spectrum* sinyal suara esophagus akan memunculkan titik data baru ditengah tengah antar titik sebagai perantara yang menyambungkan antar titik koordinat satu ke titik koordinat yang lain menjadi garis lurus *spectrum* sinyal suara baru yang telah diinterpolasi sesuai teori yakni Metode Interpolasi adalah memperkirakan lokasi titik ketiga di antara kedua titik yang diberikan untuk pengepasan sebuah fungsi baru yang lebih meningkat (Kientzle, Tim. 1998)

Selain bentuk data, peneliti juga dapat menampilkan hasil Bentuk data dan gambar perbandingan perubahan antara *spectrum* sinyal suara esophagus awal dengan *spectrum* sinyal suara esophagus hasil interolasi sebagai peningkatan kualitas suara esophagus bisa dilihat pada Gambar berikut ini



Gambar 4. 17 & 4.18 : Perbandingan perubahan suara “halo apa kabar”(kiri) “saya suka baju yang berwarna merah tua”(kanan)

Pada gambar 4.17 & gambar 4.18 menunjukkan gambar perubahan sinyal suara, sinyal berwarna biru merepresentasikan sinyal suara esophagus awal, dan sinyal berwarna merah merepresentasikan sinyal suara esophagus hasil interpolasi. Berdasarkan gambar 4.17 & gambar 4.18 dapat diketahui bahwa Metode Interpolasi ini telah menunjukkan bagaimana bentuk perubahan data dan persamaan fungsi penyusunnya serta bentuk *spectrum* sinyal suara esophagus, yakni peningkatan nilai frekuensi yang sempit menjadi lebih renggang dan lebih jelas dengan tidak merubah nilai *magnitude* aslinya. Sehingga meningkatkan kualitas suara esophagus. Secara teori peregangan bentuk sinyal suara akan memperbesar *segment voiced* dari sinyal suara, dimana Semakin besar *segment voiced* akan semakin bagus kualitas sinyal suaranya (Liu H, L. N Manwa. 2007) Peningkatan nilai frekuensi yang terbatas skala koordinat Frekuensi sampel awal yakni 2200 Hz ini membuat sinyal suara yang terinterpolasikan ada yang terhapus

Hasil interpolasi linear ini cukup akurat untuk meningkatkan kualitas suara esophagus. Namun, demikian sebagai parameter kuantitatif yang menunjukkan nilai keberhasilan/hasil perubahan peningkatan *spectrum* sinyal suara esophagus dengan pendekatan metode interpolasi untuk tujuan peningkatan kualitas suara esophagus kita gunakan parameter baku MSE dan SNR yang akan kita bahas pada subbab selanjutnya.

#### 4.7 Analisa Hasil nilai MSE dan SNR

Parameter-parameter yang digunakan untuk mengetahui kinerja peningkatan kualitas suara esophagus yang dirancang adalah Signal-to-Noise Ratio (SNR), dan Mean-Square Error (MSE). Perhitungan tersebut dilakukan dengan melakukan perbandingan nilai MSE dan SNR sinyal suara esophagus asli dengan nilai MSE dan SNR sinyal suara esophagus hasil interpolasi. Hasil perhitungan ditunjukkan dalam tabel 4.7 dan tabel 4.8

Kita mendapatkan hasil perhitungan SNR nilainya semakin meningkat pada saat setelah sinyal suara esophagus diinterpolasi dibandingkan nilai SNR sinyal suara esophagus awal yang masih rusak peningkatan pada suara “halo apa kabar” sebesar = 37.693 dan pada suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” sebesar =

47.6183 sedangkan untuk hasil perhitungan MSE didapatkan nilai semakin rendah setelah sinyal suara esophagus diinterpolasi yakni pada suara “halo apa kabar” sebesar = 18808.83 dan pada suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” sebesar = 78495.83 didapatkan nilai error yang semakin menurun dan nilai SNR yang semakin meningkat.

Dimana kualitas suatu metode interpolasi dapat dikatakan baik, Secara teori kualitas sinyal merujuk pada sejauh mana sinyal asli telah terdistorsi oleh suatu sebab tertentu. Makin banyak distorsi yang terjadi maka kualitas sinyal makin jelek bila, hal ini bisa didapatkan nilai kuantitatifnya dari nilai SNR yang semakin besar menunjukkan bahwa kualitas system peningkatan suara esophagus semakin baik dan nilai MSE semakin mendekati nilai 0 maka error pada sinyal suara hasil interpolasi terhadap sinyal suara asli semakin kecil, yang berarti suara hasil pengolahan sinyal suara yang tanpa loss data. ( Hugeng1, Endah Setyaningsih2, Meirista Wulandari, 2013 )

Hasil nilai MSE dan SNR interpolasi suara esophagus dibandingkan nilai MSE dan SNR suara normal “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua” hampir mendekati. Hal ini semakin menunjukkan bahwa perubahan peningkatan hasil interpolasi suara esophagus berubah meningkat lebih baik dari suara sebelum proses interpolasi. Seperti bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5 : Data nilai MSE dan SNR suara normal “halo apa kabar” dan “saya suka baju yang berwarna merah tua”

No	MSE	SNR
“halo apa kabar”	0.0091685	93.9481
“saya suka baju yang berwarna merah tua”	0,146334	92.6251

Tabel 4.6 : Data nilai MSE dan SNR suara esophagus “halo apa kabar”

No	MSE	SNR
Sebelum	1.88094 X 10 <sup>14</sup>	43.034
Sesudah	0.573087	80.7253

Tabel 4.7 : Data nilai MSE dan SNR suara esophagus “saya suka baju yang berwarna merah tua”

No	MSE	SNR
Sebelum	7.84964 X 10 <sup>14</sup>	36.8292
Sesudah	0.784232	84.4475

## PENUTUP

### Simpulan

Dari data dan analisis yang kita bahas dapat disimpulkan bahwa salah satu cara metode untuk meningkatkan kualitas suara esophagus adalah dengan penerapan metode Interpolasi terbukti dari gambar hasil perubahan interpolasi yang semakin meregang dan nilai parameter kualitas suaranya yakni MSE dan SNR yang meningkat menjadi lebih baik dari data suara esophagus awal yang masih rusak dan sulit didengar walau masih adanya kekurangan dan ketidak akuratan yakni sebesar pada suara “halo apa kabar” sebesar = 37.693 dan pada suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” sebesar = 47.6183 sedangkan untuk hasil perhitungan MSE didapatkan nilai semakin rendah setelah sinyal suara esophagus diinterpolasi yakni pada suara “halo apa kabar” sebesar = 18808.83 dan pada suara “saya suka baju yang berwarna merah tua” sebesar = 78495.83

### Saran

1. Saran untuk mencoba mengembangkan menganalisis interpolasi dengan jenis yang lain interpolasi polynomial atau cubic
2. Memperbaiki Formula rumus nilai MSE dan SNR agar didapatkan parameter yang jauh lebih akurat
3. Melanjutkan penelitian ini hingga didapatkan suara
4. Melanjutkan hingga bisa digunakan/ difungsikan pada program hardware

### DAFTAR PUSTAKA

- A Hisada and H Sawada. 2007. Real-Time Clarification of Esophageal Speech Using a Comb Filter Department of Intelligent Mechanical Systems Engineering, Faculty of Engineering, Kagawa University, vol. 137: p.352-8.
- A.E. Rosenberg, R.W. Schaver and L. R. Rabiner. 1971. Effect to smoothing and quantizing the parameters of formants odded voiced speech, J. A. Coust, soc Amer., vol 55 pp 1532-1538
- Arifianto, D., H. Setiono and Sekartedjo. 2002. ‘Readability improvement for time frequency analysis of pathological speech’.
- B. Bank and H.-M. Lehtonen, 2010. *Perception of longitudinal components in piano string vibrations*, J. Acoust. Soc. Am. Vol. 128: pp.117–1123
- B. H. Juang , L. Rabiner. 1993. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice- Hall, Englewood Cli\_s, NJ.
- Bradie, Brian. 2006. A Friendly Introduction To Numerical Analysis. Prentice Hall,
- Handler EB, Quinn K, Wen A, Greenhow T, Gottschall J. 2012. Pediatric Laryngeal Tuberculosis: A Case With Significant Diagnostic Challenges. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology Extra, vol. 7 p.36-8.
- Hermani B, Kartosoediro S. 2003. Suara Parau. Dalam: Soepardi EA, Iskandar HN (editors). Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala Leher Edisi ke V. Jakarta: Balai Penerbit FK UI;. 190-94
- J. Van Fleet, Patrick. 2008." Discrete Wavelet Transformations, An Elementary Approach With Applications". John Wiley & Sons, Inc,
- Jorge Miquélez, Rocío Sesma, and Yolanda Blanco. 2006. Analysis And Treatment Of Esophageal Speech For The Enhancement Of Its Comprehension Department of Electrical and Electronic Engineering ETSII & T, Public University of Navarr.
- Kenji Matsui<sup>1</sup>, Noriyo Haral<sup>1</sup>, Noriko Kobayashi<sup>2</sup> and Hajime Hirose<sup>2</sup>. 2001. Enhancement of esophageal speech using formant synthesis. Technology Research Laboratories, Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.
- Kientzle, Tim. 1998. A Programmer’s Guide to Sound. Addison-Wesley,
- Kroemer, K.H.E. and E. Grandjean. 1997. Fitting the Task to the Human. London :Taylor & Francis Inc
- Lyn, Paul A., Wolfgang Fuerst. 1989. Introductory Digital Signal Processing with Computer Applications. England: John Willey and Sons Ltd.
- Mantilla-Caeiros, A., Nakano-Miyatake, M., Perez-Meana, H. 2010. A pattern recognition based esophageal speech enhancement system. Journal of Applied Research and Technology, Vol. 8: p.541-3
- Massimiliana, Carello<sup>1</sup> and Mauro Magnano. 2008. A First Comparative Study of esophageal and Voice Prosthesis *Speech production* Pinerolo. Torino, Italy Correspondence should be addressed to Massimiliana Carello.
- Mulyarjo. 2002. Diagnosis dan penatalaksanaan karsinoma nasofaring. Di dalam: Fakultas Kedokteran UNAIR, Mulyarjo S. Soedjak, Wisnubroto S, Harmadji R. Hasanusi & Artono (ed). Perkembangan terkini diagnosis dan penatalaksanaan tumor ganas THT-KL. Surabaya: PERHATI.
- N. Wiener. 2006. Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series: With Engineering Applications, ser. Principles of

- Electrical Engineering Series. Cambridge, MA: MIT Press, vol. 7, no. 2, pp. 126–137,
- Nakamura, K. 2010. Speaking-Aid Systems Using Statistical Voice Conversion for Electrolaryngeal Speech,” Nara Institute of Science and Technology. Japan, vol 122: p.378–82.
- Nasri, Sjahrul M. 2007. Kebisingan dan Getaran. Bahan Kuliah Manajemen Kebisingan dan Getaran. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia,
- Niu H, Wan MX, Wang SP, Liu H. 2003. “Enhancement of electrolarynx speech using adaptive noise cancelling based on independent component analysis. *Med Biol Eng Comput*, vol. 6: p. 670–678,
- Qazi II, Masoodi AI, I Derwesh. 2011. Tuberculosis of Larynx. *SAARC Journal of Tuberculosis, Lung Disease And HIV/AIDS*, vol. 8 no.(1): p.41-3.
- R. Martin, 2005. “Speech enhancement based on minimum mean-square error estimation and supergaussian priors,” *IEEE Trans. Speech Audio Process.*, vol. 13, no. 5, pp. 845–856,
- Rosen CA, Anderson D, Murry. 2009. Evaluating Hoarseness: Keeping Your Patient's Voice Healthy. <http://www.aafp.org/afp/980600ap/rosen.html> [diakses 23 September 2014]
- Rym, Haj Ali and Sofia Ben Jebara. 2002. Esophageal Speech Enhancement Using Excitation Source Synthesis and Formant Structure Modification. Research UnitTECHTRA Ecole Sup'erieure des Communications de Tunis [rym.elhadjali@gmail.com](mailto:rym.elhadjali@gmail.com)[sofia.benjebara@supcom.rnu.tn](mailto:sofia.benjebara@supcom.rnu.tn)
- S. Furui, 1989. *Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition*. Marcel Dekker Incorporation, New York.
- Smith, S. W. 1999. “The Scientist and Engineer’s Guide to Digital Signal Processing,” 2nd ed. California Technical Publishing,
- Soedjak, S.1997. *Analisa Suara Penyakit Pada Pita Suara*. PhD thesis, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga.
- Sulica L. 2009. Normal Voice Function. [http://www.voicemedicine.com/normal\\_voice\\_functioning.htm](http://www.voicemedicine.com/normal_voice_functioning.htm) [diakses 25 September 2014]
- Hugeng1, Endah Setyaningsih2, Meirista Wulandari, 18 *ULTIMA Computing*, V 18 ol. V, No. 1 | September 2013 ISSN 2355-3286

