

KLASIFIKASI SUARA ANAK-ANAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAST FOURIER TRANSFORM

CLASSIFICATION OF CHILDREN'S VOICES USING FAST FOURIER TRANSFORM

Rizka Nugra Annisa¹, Drs. Suprayogi, M.T.², Hertiana Bethaningtyas D.K, M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

nugrarizka8@gmail.com¹, email@telkomuniversity.ac.id², bethaningtyas23@gmail.com³

Abstrak

Suara pada setiap manusia memiliki tipe yang berbeda-beda. Tipe suara adalah berbagai jenis suara yang diklasifikasikan berdasarkan frekuensi suara yang dihasilkan. Terdapat 6 tipe suara manusia, yaitu untuk tenor, bariton, dan bass, sopran, mezosopran dan alto. Jika dibandingkan dengan suara pria dan wanita dewasa, wilayah suara anak - anak memiliki kondisi berubah - ubah. Pada anak-anak jangkauan suara yang dimiliki masih dapat berubah, kondisi tersebut dikarenakan organ pembentuk suara yang masih terus berkembang. Dengan demikian akan dilakukan penelitian untuk tugas akhir dengan mengidentifikasi suara anak - anak serta mengklasifikasikan suara tersebut kedalam jenis tipe suara manusia berdasarkan frekuensi dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform*. yang dapat mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. dengan menggunakan metode FFT, laju komputasi dari perhitungan transformasi fourier dapat ditingkatkan. Dimana suara anak-anak akan direkam dengan mengucapkan nada dasar suara, kemudian hasil rekaman suara tersebut akan diolah menggunakan *software* MATLAB R2015b dengan menggunakan metode Fast Fourier Transform untuk melihat frekuensi yang dihasilkan oleh suara anak tersebut kemudian diklasifikasikan dengan tipe suara.

Kata kunci: suara manusia; tipe suara; anak-anak; FFT; Matlab.

Abstract

Every human being has a different type of voice. The type of voice is various types of sound that are classified according to the frequency of sound produced. There are 6 types of human sounds, namely for tenor, baritone, and bass, soprano, mezosopran and alto. When compared with the voice of adult men and women, the children's voice area has changing conditions. In children the range of sound they have can still change, this condition is due to the sound-forming organs that are still developing. Thus, research will be carried out for the final project by identifying the voices of children and classifying the sounds into types of human voice based on frequency using the Fast Fourier Transform method. which can change signals from the time domain to the frequency domain. by using the FFT method, the computational rate of the fourier transformation calculation can be increased. Where the voices of children will be recorded by saying the basic tone of sound, then the sound recording results will be processed using MATLAB R2015b software using the Fast Fourier Transform method to see the frequency produced by the child's voice then classified by the type of sound.

Keywords: human voice; sound type; children; FFT; Matlab.

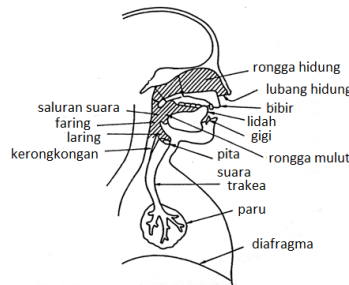
1. Pendahuluan

Suara manusia dihasilkan oleh pita suara. Kondisi patologi pita suara dapat berkembang sesuai dengan usia manusia. Suara pada setiap manusia memiliki tipe yang berbeda-beda. Terdapat 6 pembagian pada suara wanita dan pria dewasa, yaitu tenor, bariton, dan bass, sopran, mezosopran dan alto. Jika dibandingkan dengan suara pria dan perempuan dewasa, wilayah suara anak-anak memiliki kondisi berubah-ubah. Kondisi tersebut dikarenakan organ pembentuk suara yang masih terus berkembang. Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian untuk tugas akhir dengan tujuan mengidentifikasi suara anak-anak serta mengklasifikasikan suara tersebut kedalam jenis tipe suara manusia berdasarkan frekuensi dengan menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*). Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah mempermudah ahli musik atau ahli vokal untuk menentukan jenis tipe suara pada anak-anak berdasarkan frekuensinya.

2. Dasar Teori

2.1. Proses Produksi Suara Manusia

Organ tubuh yang terlibat dalam proses produksi suara adalah paru-paru, tenggorokan (*trachea*), laring (*larynx*), pita suara (*vocal cord*), rongga mulut (*oral cavity*), rongga hidung (*nasal cavity*), lidah (*tongue*), dan bibir (*lips*).



Gambar 2.1. Organ pembentuk suara [1].

Gambar 2.1. merupakan gambar organ yang digunakan untuk proses pembentuk suara. Proses pembentukan suara adalah paru-paru mengembang dan mengempis untuk menyedot dan mengeluarkan udara. Udara yang dihembuskan oleh paru-paru keluar melewati suatu daerah yang dinamakan daerah glotal. Pita suara pada keadaan ini bervibrasi menghasilkan berbagai jenis gelombang suara. Udara kemudian melewati lorong yang dinamakan faring. Lalu dari faring, udara melewati dua lintasan, yaitu melalui hidung dan melewati rongga mulut. Lidah, gigi, dan hidung bertindak sebagai modulator untuk menghasilkan berbagai bunyi yang berbeda. Ketika pita suara bervibrasi secara periodik, udara bergerak ke kerongkongan melalui mekanisme akustik sampai keluar mulut dan menghasilkan sinyal suara, proses ini dinamakan sinyal *voiced*, contoh huruf untuk sinyal *voiced* adalah a, b, d, g, h, j, l, m, n, o, r. Namun apabila pita suara dalam keadaan relaksasi, maka aliran udara akan berusaha melewati celah sempit sehingga alirannya menjadi turbulen yang akan menghasilkan sinyal *unvoiced*, contoh huruf untuk sinyal *unvoiced* adalah c, ch, f, k, p, q, s, sh. Terdapat juga sinyal *silence* yaitu keadaan pada saat pita suara tidak memproduksi sinyal suara [2].

2.2. Parameter Karakterisasi Suara

Terdapat dua parameter karakterisasi suara, yaitu frekuensi dan amplitudo. Frekuensi suara adalah ukuran jumlah gelombang yang terjadi pada setiap detik dengan satuan Hertz (Hz). Amplitudo adalah jarak terjauh simpangan dari titik keseimbangan. Amplitudo juga merupakan keras lemahnya bunyi dengan satuan desibel (dB). Berikut adalah persamaan (1) frekuensi nada, yaitu:

$$f = \frac{n}{t} \tag{1}$$

Dengan :

f = Frekuensi (Hz)

n = Jumlah Getaran

T = Waktu (sekon)

Tipe suara adalah berbagai jenis suara yang diklasifikasikan dengan menggunakan kriteria tertentu. Tipe suara manusia dibedakan menjadi enam tipe berdasarkan gender pria dan wanita yang mempunyai sifat dan karakter yang berbeda, yaitu alto, mezzosopran, sopran, bass, bariton, tenor. Setiap tipe suara manusia memiliki wilayah jangkauan suara masing – masing. Wilayah jangkauan suara manusia adalah jarak antara frekuensi nada terendah ke nada tertinggi yang dapat dijangkau oleh suara seseorang. Peneliti menggunakan acuan yang berasal dari ketentuan yang disepakati oleh *European classical music* untuk menentukan tipe suara dan wilayah jangkauan nada manusia. Dengan menggunakan piano sebagai referensi, pada gambar 2.2. merupakan daftar not pada piano dan representasinya dalam frekuensi berdasarkan *scientific pitch notation* [3] :

NOT	OKTAF (Hz)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	32.70	65.41	130.81	261.63	523.25	1046.50	2093.00	4186.00	8372.00
D	36.71	73.42	146.83	293.66	587.33	1174.70	2349.30	4698.60	9397.30
E	41.20	82.41	164.81	329.63	659.26	1318.50	2637.00	5274.00	10548.00
F	43.65	87.31	174.61	349.23	698.46	1396.90	2793.80	5587.70	11175.00
G	49.00	98.00	196.00	392.00	783.99	1568.00	3136.00	6271.90	12544.00
A	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00	1760.00	3520.00	7040.00	14080.00
B	61.74	123.47	246.94	493.88	987.77	1975.50	3951.10	7902.10	15804.00

Gambar 2.2. Not pada piano dan representasinya dalam frekuensi.

Alto merupakan suara terendah untuk wanita, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara F3-F5 dengan frekuensi 174.614-698.456 Hz. Mezzopran merupakan suara wanita yang lebih rendah dari sopran namun lebih tinggi daripada alto, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara A3-A5 dengan frekuensi 220-880 Hz. Sopran merupakan suara tertinggi pada wanita, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara C4-C5 dengan frekuensi 261.626-1046.50 Hz. Bass merupakan suara terendah untuk pria, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara E2-E4 dengan frekuensi 82.407-329.628 Hz. Bariton merupakan suara pria yang lebih rendah dari tenor namun lebih tinggi daripada bass, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara F2-F4 dengan frekuensi 87.3071-349.228 Hz. Tenor merupakan suara tertinggi pria, memiliki wilayah jangkauan nada suara antara C3-C5 dengan frekuensi 130.813-523.251 Hz.

2.3. Transformasi Fourier

Transformasi Fourier merupakan model transformasi yang mengubah domain waktu menjadi domain frekuensi. Analisis- analisis dalam domain frekuensi banyak digunakan seperti *filtering*. Dengan menggunakan Transformasi Fourier, sinyal dapat dilihat sebagai objek dalam domain frekuensi. Transformasi Fourier didefinisikan dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i2\pi ft} dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cos(2\pi ft) dt - i \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \sin(2\pi ft) dt \end{aligned} \quad (2)$$

Dengan:

$x(t)$ = fungsi atau sinyal dalam domain waktu

$e^{-i2\pi ft}$ = fungsi kernel

$X(f)$ = fungsi dalam domain frekuensi

f = frekuensi

Fungsi dari persamaan (2) digunakan untuk mentransformasikan sinyal dari domain waktu ke dalam domain frekuensi. Karena keterbatasan eksekusi komputer, maka persamaan (2), khususnya pada bagian real, didekati dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cos(2\pi ft) dt &\rightarrow \sum_n x(n\Delta t) \cos(2\pi fn\Delta t) \Delta t \\ &= \sum_n x(n\Delta t) \cos(2\pi nm\Delta t \Delta f) \Delta t \\ &= \sum_n x(n\Delta t) \cos(2\pi \frac{nm}{N}) \Delta t \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan m dan n bilangan bulat.

Domain waktu periode suatu sinyal dinyatakan sebagai $T = N\Delta t$, sedangkan pada domain frekuensi $\Delta f = \frac{f_s}{N}$ dengan Δf menyatakan interval antara frekuensi dan $f_s = \frac{1}{\Delta t} = N\Delta f$. Dengan demikian, dalam persamaan (4) $\Delta t \Delta f = \frac{1}{N}$, yang merupakan penghubung antara domain waktu dengan domain frekuensi. Sesuai dengan persamaan *Nyquist*, dimana frekuensi sampling (F_s) minimum adalah 2 kali frekuensi sinyal analog yang akan dikonversikan ($F_{in\ max}$) untuk menghindari efek aliasing frekuensi. Aliasing merupakan munculnya frekuensi yang sama dari hasil transformasi dimana tidak dapat membedakan antara frekuensi yang asli dengan frekuensi bayangan.

2.3.1 Discrete Fourier Transform (DFT)

Discrete Fourier Transform (DFT) adalah deretan yang terdefinisi pada domain frekuensi-diskrit yang merepresentasikan Transformasi Fourier terhadap suatu deretan terhingga. DFT merupakan cara mengubah suatu atau sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Sinyal diskrit dapat digunakan dengan menggunakan metode lain yaitu *discrete fourier transform*. Dalam pengolahan sinyal digital, *discrete fourier transform* digunakan untuk mengubah data diskrit dari daerah waktu (*time domain*) menjadi daerah frekuensi (*frequency domain*). Sinyal diskrit dihasilkan dari sinyal analog yang didefinisikan pada persamaan (4):

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (4)$$

Dengan:

$X(f)$ = sinyal domain frekuensi

$x(t)$ = sinyal domain waktu.

Kemudian fungsi waktu kontinu $x(t)$ diubah menjadi fungsi diskrit $x(n)$ (TF menjadi DFT), maka persamaan (4) fungsi domain frekuensi dimana t (waktu) diubah menjadi n (diskrit) dan $x(t)$ diubah ke $x(n)$.

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j\omega n} \quad (5)$$

Untuk $x(n)$ berhingga B ($n=0, \dots, N-1$), maka:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi fn} \quad (6)$$

2.3.2 Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform atau biasa disebut FFT merupakan realisasi dari bentuk DFT (*Discrete Fourier Transform*) yang mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. dengan menggunakan metode FFT, laju komputasi dari perhitungan transformasi fourier dapat ditingkatkan. Bentuk rumusnya didefinisikan pada persamaan (7):

$$X[k] = \sum_{n=1}^{N-1} x(n)W_N^{kn} \quad (7)$$

Dengan:

$X[k]$ = Merupakan *magnitude* frekuensi

$x(n)$ = Nilai sampel sinyal

W = $\frac{1}{N} \cos\left(2\pi k \frac{n}{N}\right) - j \sin\left(2\pi k \frac{n}{N}\right)$

N = Jumlah sinyal yang akan di proses

k = sinyal yang diproses

FFT dilakukan dengan membagi N buah titik pada transformasi fourier diskrit menjadi 2, masing – masing $(N/2)$ titik transformasi. Proses memecah menjadi 2 bagian ini diteruskan dengan membagi $(n/2)$ titik menjadi $(n/4)$ dan seterusnya hingga diperoleh titik minimum.

3. Perancangan Sistem

3.1. Pre - processing



Gambar 3.1. Diagram alir perekaman data suara anak - anak

Gambar 3.1 menggambarkan proses untuk pengambilan data suara anak-anak dengan usia 4-11 tahun. Sebelum proses pengambilan suara, anak-anak diberikan pengarahan tentang prosedur perekaman suara, seperti jarak antara mulut dengan *microphone* dan pelafalan nada yang digunakan dalam proses perekaman. Terdapat tiga pelafalan suara yang akan digunakan yaitu suara dari pengucapan a, suara dari pengucapan nada do re mi fa sol la si do' secara lengkap dan suara dari pengucapan nada do re mi fa sol la si do' secara bertahap. Pengambilan suara dilakukan dengan merekam suara anak-anak sampai suara tertinggi yang dapat dicapai oleh anak-anak tersebut untuk melihat frekuensi maksimum yang dihasilkan.

3.2. Processing

Pada tahapan ini suara anak-anak yang telah direkam dan disimpan akan dilakukan proses identifikasi frekuensi dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dan selanjutnya frekuensi tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan tipe suara.

3.2.1. Pengolahan Data Suara

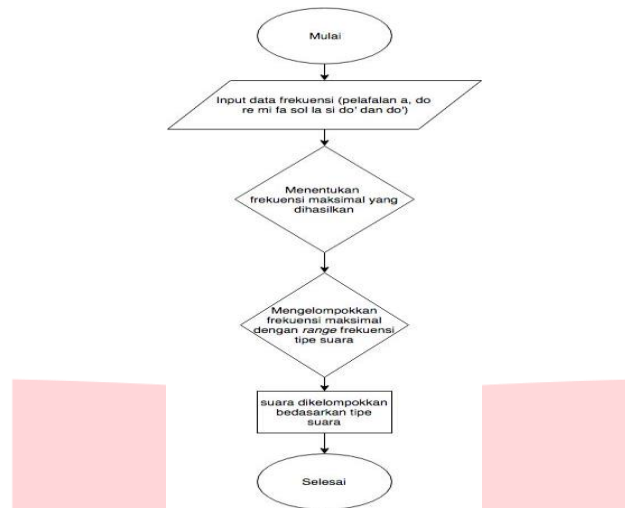


Gambar 3.2. Diagram alir pengolahan data untuk identifikasi tipe suara anak-anak.

Gambar 3.2. menggambarkan proses untuk mengidentifikasi suara anak-anak. Pada bagian ini sinyal input yang telah disimpan dalam format *.wav* akan dilakukan proses *Fast Fourier Transform* yaitu untuk mengetahui nilai frekuensi dasar. Pada awalnya *file* suara yang terbaca adalah sinyal sinusoidal, lalu dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* diubah ke dalam bentuk diskrit. Pada proses pengolahan data setiap anak yang telah direkam suaranya berupa do re mi fa sol la si do' secara lengkap, do re mi fa sol la si do' secara bertahap dan a dilakukan pemrosesan dengan menggunakan *Fast Fourier Transform*. Dari hasil pemrosesan tersebut akan menghasilkan beberapa macam frekuensi, sehingga dari hasil pemrosesan akan terlihat *range*

frekuensi setiap anak. Namun hanya frekuensi untuk pelafalan a, do re mi fa sol la si do' lengkap dan do' yang akan digunakan untuk mengelompokkan tipe suara anak-anak berdasarkan tipe suara.

3.2.2. Klasifikasi



Gambar 3.3. Diagram alir proses klasifikasi suara anak-anak.

Pada Gambar 3.3. merupakan penggambaran proses klasifikasi suara anak-anak berdasarkan tipe suara manusia. Proses klasifikasi bertujuan untuk menentukan tipe suara anak-anak berdasarkan frekuensi. Frekuensi suara yang dihasilkan nantinya akan disesuaikan dengan tipe suara dengan *range* tertentu suara anak tersudut akan dikelompokkan.

3.3. Post Processing

Post processing merupakan proses akhir dari perancangan sistem merancang *Graphical User Interface* (GUI) pada Matlab. GUI merupakan sebuah aplikasi display dari Matlab yang mengandung tugas, perintah yang dapat memudahkan pengguna dalam menjalankan Matlab. Hasil akhir dari perancangan sistem akan menampilkan hasil dari analisis sinyal suara dengan menggunakan FFT serta hasil pengelompokan tipe suara.

4. Pembahasan

4.1. Perekaman Data Suara Anak-Anak

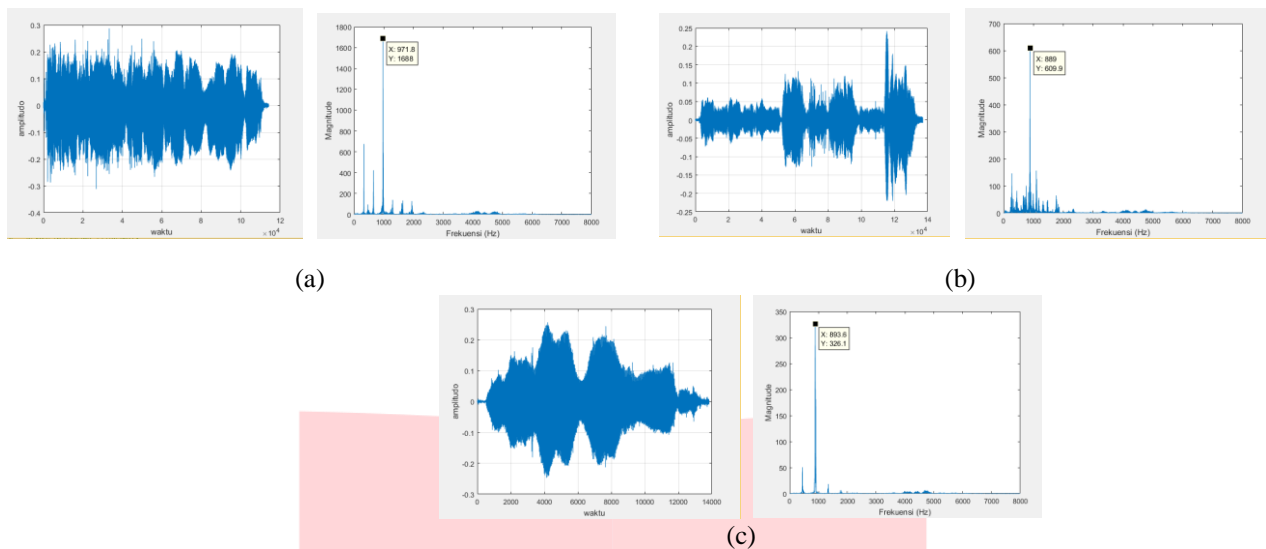
Perekaman data suara anak-anak sebagai partisipan dilakukan pada beberapa tempat kursus vokal dan taman bermain di daerah Bandung. Setelah melakukan prosedur administrasi terkait proses pengambilan data suara, kemudian dilakukan pendekatan kepada partisipan untuk memberikan penjelasan agar bersedia dilakukan perekaman suara. Sebelum perekaman dimulai, partisipan terlebih dahulu melakukan pemanasan vokal yang dipandu oleh guru vokal dengan menggunakan piano. Selanjutnya, dijelaskan mengenai prosedur pengambilan data. Partisipan diminta untuk melafalkan suara dari pengucapan a, do re mi fa sol la si do' secara lengkap dan suara dari pengucapan nada do re mi fa sol la si do' secara bertahap. Pengambilan suara hingga suara tertinggi yang dapat dicapai oleh partisipan tersebut untuk melihat frekuensi maksimum yang dihasilkan.

4.2. Identifikasi Suara dengan *Fast Fourier Transform*

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk perhitungan nilai frekuensi suara yang dihasilkan pada saat perekaman. Proses pengambilan data suara dilakukan sebanyak 3 kali perekaman agar mendapatkan suara tertinggi yang dapat dihasilkan oleh partisipan tersebut. Terdapat 80 data suara yang terdiri dari 40 data suara perempuan dan 40 data suara laki-laki, dengan 5 data partisipan untuk setiap tahunnya dengan rentang usia 4-11 tahun.

Proses pengolahan data suara akan dihasilkan beberapa macam frekuensi suara, yaitu frekuensi untuk pelafalan suara a, pelafalan do re mi fa sol la si do' lengkap dan pelafalan do re mi fa sol la si do' secara bertahap. Namun hanya frekuensi pada suara a, suara do re mi fa sol la si do' lengkap dan do' yang akan digunakan untuk proses pengolahan suara, dikarenakan untuk suara a untuk mendeteksi frekuensi nada dasar, suara do re mi fa sol la si do' digunakan untuk mendeteksi *range* frekuensi rata-rata suara dan suara do' digunakan untuk mendeteksi suara tertinggi yang dapat dijangkau. Dari hasil data frekuensi tersebut akan dilihat

jangkauan frekuensi yang dihasilkan, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan tipe suara. Berikut merupakan contoh grafik hasil pemrosesan suara dengan menggunakan FFT:



Gambar 4.1. Gelombang sinyal sebelum proses FFT dan grafik hasil metode FFT suara partisipan pada pelafalan (a) suara a, (b) suara do re mi fa sol la si do', dan (c) suara do'.

Gambar 4.1. merupakan beberapa contoh grafik FFT yang dihasilkan oleh suara partisipan saat pengambilan data suara A, do re mi fa sol la si do' dan do'. Sumbu horizontal merupakan nilai frekuensi yang dihasilkan oleh suara dan sumbu vertikal merupakan magnitude. Pada gambar (a) nilai frekuensi yang dihasilkan adalah 971.8 Hz. Sedangkan pada gambar (b) nilai frekuensi yang dihasilkan adalah 889 Hz. Dan untuk gambar (c) nilai frekuensi yang dihasilkan adalah 888.5 Hz. Nilai frekuensi yang dihasilkan tersebut nantinya akan digunakan untuk klasifikasi tipe suara manusia.

4.3. Pengklasifikasian Suara Anak

Pada bagian ini hasil data frekuensi suara partisipan akan diklasifikasikan berdasarkan tipe suara. Terdapat enam tipe suara, yaitu Alto merupakan suara terendah untuk wanita dengan *range* 174.614-698.456 Hz. Mezzopran merupakan suara wanita yang lebih rendah dari sopran namun lebih tinggi daripada alto dengan *range* 220.000-880.000 Hz. Sopran merupakan suara tertinggi pada wanita dengan *range* 261.626-1046.50 Hz. Bass merupakan suara terendah untuk pria dengan *range* 82.4069-329.628 Hz. Bariton merupakan suara pria yang lebih rendah dari tenor namun lebih tinggi daripada bass dengan *range* 87.3071-349.228 Hz. Tenor merupakan suara tertinggi pria dengan *range* 130.813-523.251 Hz.

Terdapat 80 data suara, terdiri dari 40 data suara partisipan perempuan dan 40 data suara partisipan laki-laki dengan usia antara 4 sampai 11 tahun. Hasil pengklasifikasian tipe suara dapat dilihat dari jangkauan frekuensi yang dihasilkan oleh partisipan. Sebagai contoh diperoleh sebuah sampel data suara, pada saat perekaman didapatkan *vocal range* 706.5 - 871 Hz, maka sampel data suara tersebut mampu menjangkau nada terendah pada frekuensi 706.5 Hz dan mampu menjangkau suara tertinggi pada frekuensi 871 Hz. Namun jika dilihat dari sisi nilai frekuensi rata-rata dapat juga dikelompokkan dengan tipe suara yang telah ditentukan dari jangkauan frekuensi.

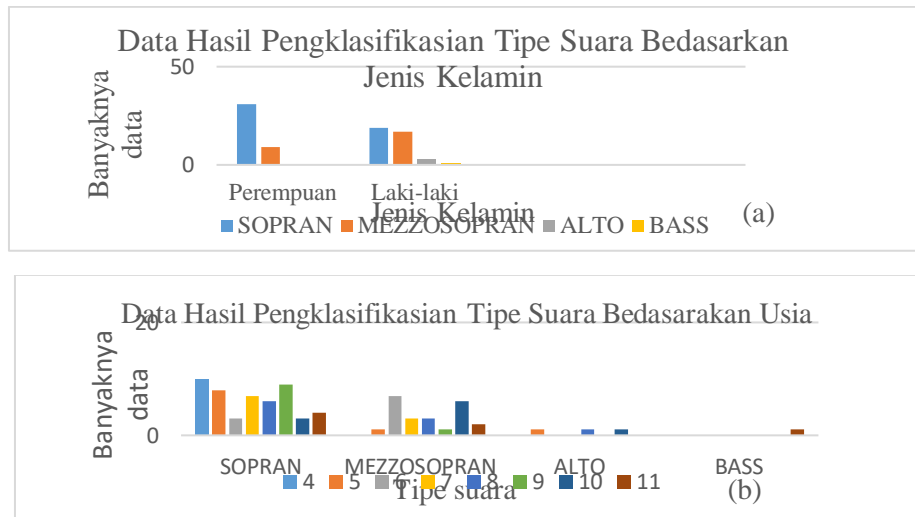
Untuk mengetahui akurasi hasil pengolahan data suara menggunakan metode FFT maka peneliti melakukan perbandingan antara hasil pengklasifikasian suara partisipan dengan hasil pengklasifikasian dengan data referensi. Dari 30 sampel data partisipan, terdapat 6 data referensi yang berbeda dengan klasifikasi menggunakan metode FFT. Dari data perbedaan klasifikasi ini dapat dihitung nilai akurasi dari pengolahan data suara. Dengan akurasinya [4]:

$$akurasi = \frac{\text{jumlah data yang sama}}{\text{jumlah data}} \times 100 \%$$

$$akurasi = \frac{24}{30} \times 100\%$$

akurasi = 80%

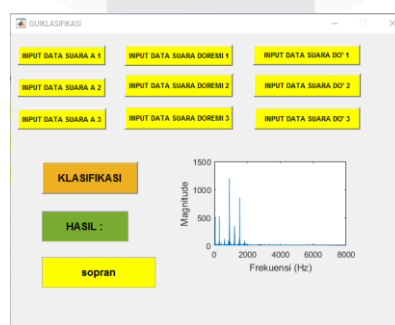
Kemudian data tersebut dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin dan usia untuk melihat pengaruh tipe suara berdasarkan jenis kelamin dan usia partisipan. Berikut merupakan grafik hasil pengklasifikasian tipe suara manusia:



Gambar 4.2. Grafik data hasil pengklasifikasian tipe suara (a) berdasarkan jenis kelamin, (b) berdasarkan usia.

Gambar 4.2. merupakan grafik data hasil pengklasifikasian tipe suara manusia. Pada grafik (a) menunjukkan hasil pengklasifikasian tipe suara berdasarkan jenis kelamin. Untuk perempuan dari 40 data suara dihasilkan 31 data tipe suara sopran dan 9 data tipe mezzosopran. Sedangkan untuk laki-laki dari 40 data suara dihasilkan 19 data tipe suara sopran, 17 data tipe suara mezzosopran, 3 data tipe suara alto dan 1 data tipe suara bass. Dapat disimpulkan bahwa hasil data suara yang diperoleh didominasi dengan tipe suara sopran pada jenis kelamin perempuan begitupun pada jenis kelamin laki-laki didominasi dengan tipe suara sopran diikuti dengan tipe suara mezzosopran. Hal ini dikarenakan suara anak-anak memiliki frekuensi yang lebih tinggi daripada suara wanita dan pria dewasa. Pada grafik (b), menunjukkan hasil pengklasifikasian tipe suara berdasarkan usia. Dari 80 data suara, hasil klasifikasi didominasi oleh tipe suara sopran pada rentang usia 4 – 11 tahun, diikuti dengan tipe suara mezzosopran, alto dan bass. Mayoritas perubahan tipe suara untuk partisipan perempuan terjadi pada rentang usia 10-11 tahun, dengan perolehan tipe suara sopran dan tipe suara mezzosopran seimbang, yang pada awalnya didominasi oleh tipe suara sopran. Sedangkan untuk partisipan laki-laki terlihat bahwa mayoritas perubahan tipe suara terjadi pada rentang usia 6-7 tahun, dengan perolehan tipe suara didominasi oleh tipe suara mezzopran, yang pada awalnya didominasi oleh tipe suara sopran.

Untuk memudahkan pemrosesan data suara saat mengklasifikasikan tipe suara, maka dibuat sebuah GUI untuk mempermudah pengguna. Berikut merupakan gambar *display* yang digunakan untuk mengklasifikasikan tipe suara partisipan:



Gambar 4.3. Tampilan GUI untuk klasifikasi suara anak-anak.

Gambar 4.2. merupakan tampilan GUI untuk klasifikasi suara partisipan. Pada tampilan GUI diatas terdapat 9 tombol untuk input data suara, dikarenakan terdapat 9 data suara yang akan diolah untuk menentukan *range*

vocal dari partisipan. *Range vocal* tersebut nantinya akan digunakan untuk proses klasifikasi tipe suara manusia. Untuk cara pengoperasian GUI, pertama klik tombol input data, digunakan untuk memasukkan data suara yaitu untuk suara a, suara do re mi fa sol la si do' lengkap dan do' dengan masing-masing 3 data suara. Kemudian setelah 9 data dimasukkan, klik tombol klasifikasi untuk melihat tipe suara yang dihasilkan. Tampilan GUI diatas merupakan contoh hasil pengolahan data suara yang telah diklasifikasikan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Pada data suara anak perempuan, *range* frekuensi yang paling besar yaitu antara 464.843– 1,062.453 Hz, sementara pada data suara anak laki-laki, *range* frekuensi yang paling besar yaitu antara 493.812 – 983.901 Hz.
2. Pada data suara anak perempuan tipe suara yang diperoleh didominasi oleh tipe suara sopran dan diikuti dengan tipe suara mezzosopran, sementara pada data suara anak laki-laki tipe suara yang diperoleh juga didominasi dengan tipe suara sopran, diikuti dengan tipe suara mezzosopran, alto dan bass. dengan akurasi data sebesar 80% dengan menggunakan metode FFT setelah dibandingkan dengan pengklasifikasian menggunakan piano.

Daftar Pustaka

- [1] I. Wijayanto, "Jenis Tipe Jangkauan Suara pada Pria dan Wanita Menggunakan Metode Mel - Frequency Cepstral Coefficient dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," p. 1.
- [2] I. Dewantara, "Pengenalan Suara Berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin Menggunakan Algoritme Support Vector Machine," p. 4, 2013.
- [3] R. Mulyani, "Pemetaan dan Analisis Tipe Suara Manusia Menggunakan Fast Fourier Transform," p. 1, 2017.
- [4] J. Yen, "Wavelet for Acoustics," Technical Report R98942097, 2009.
- [5] S. Furui dan M. D. Inc, Digital Speech Processing, Synthesis and Recognition, New York: Marcel Dekker Inc., 2001.
- [6] J. Picone, Fundamental of Speech Recognition, Mississippi: Institute for Signal and Information Processing Department of Electrical and Computer Engineering Mississippi State University, 1996.
- [7] G. K. W. Kusuma, A. Novianty dan A. B. Osmon, "IMPLEMENTASI SISTEM PESAN VIA SUARA : KONVERSI SUARA KE TEKS PADA APLIKASI PENGIRIMAN PESAN BERBAHASA INDONESIA".
- [8] R. Wulandari, "Karakteristik Lagu yang Sesuai untuk Anak Ditinjau dari Segi Ambitus," p. 181, 2008.
- [9] K. A. Nugraha, W. Hapsari dan N. A. Haryono, "Analisis Tekstur pada Citra Motif Batik Untuk Klasisifikasi Menggunakan K-NN," p. 137, 2014.