

Pengembangan Aplikasi Pembeda Suara Laki-Laki dan Perempuan Berdasarkan Gender, Range Usia, Kelas Frekuensinya Berbasis FFT dan K-Means

Andi Sri Irtawaty¹, Maria Ulfah², Riche Sekar Fathmala³

¹ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

² Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

³ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

*andi.sri@poltekba.ac.id

INTISARI

Paduan suara merupakan suatu *set* dari penyanyi-penyanyi yang memiliki karakter suara yang berbeda-beda. Dalam membentuk tim paduan suara yang kompak, wajib melalui tahap penentuan jenis suara. Hal ini sangat penting agar diperoleh komposisi paduan suara yang terbaik. Melalui teknik digital audio *signal processing* berbasis metode FFT dengan analisa menggunakan metode K-Means, penelitian ini berhasil dilakukan terhadap 30 sampel kelompok paduan suara di Politeknik Negeri Balikpapan. Aplikasi dirancang menggunakan GUI Matlab, dan mampu mengklasifikasikan suara dari kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan berdasarkan *gender*, *range* usia dan kelas frekuensi suaranya. Hasil pengujiannya sangat akurat, pengujian 30 sampel suara terdapat 7 suara dewasa laki-laki (17 - 45 tahun), dan 23 jenis suara dewasa perempuan (17 - 45 tahun). Secara detail, diuraikan menjadi 6 orang jenis *bass* dan 1 orang jenis *baritone* untuk gender laki-laki. Sedangkan untuk gender perempuan meliputi 12 orang jenis *alto*, 2 orang jenis *mezzo-sopran* dan 9 orang jenis *sopran*. Keakuratan aplikasi tersebut sangat sempurna yaitu 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa *range* frekuensi suara laki-laki antara 80,037 Hz - 109,266 Hz. Sedangkan *range* frekuensi suara perempuan antara 108,459 Hz - 516,677 Hz. Hasil tersebut dianggap sempurna karena telah diuji dengan proses klasifikasi menggunakan perhitungan parameter *input* dengan metode K-Means, meskipun hasil analisa K-Means terdapat *error*, namun prosentase keakuratannya masih tergolong sempurna yaitu 97%. Berarti aplikasi GUI Matlab yang dirancang cocok dan sangat berguna bagi dunia industri musik dan dunia pendidikan untuk mata kuliah pengolahan sinyal.

Kata kunci: Frekuensi, FFT, K-Means, Klasifikasi, Suara

ABSTRACT

The choir is a set of singers who have different voice characters. In forming a compact choir team, it is mandatory to go through the stage of determining the type of sound. This is very important in order to obtain the best choral composition. Through the digital audio signal processing technique based on the FFT method with analysis using the K-Means method, this research was successfully carried out on 30 samples of choir groups at the Balikpapan State Polytechnic. The application is designed using the Matlab GUI, and is able to classify the voices of the Balikpapan State Polytechnic choir group based on gender, age range and sound frequency class. The test results are very accurate. From the test of 30 voice samples, there were 7 adult male voices (17 - 45 years), and 23 types of female adult voices (17 - 45 years). In detail, it is broken down into 6 bass types and 1 baritone type for male gender. As for the female gender, there are 12 alto types, 2 mezzo-soprano types and 9 soprano types. The accuracy of the application is very perfect, namely 100%, so it can be concluded that the frequency range of the male voice is between 80.037 Hz - 109.266 Hz. While the frequency range of women's voices is between 108.459 Hz - 516,677 Hz. These results are considered perfect because they have been tested by a classification process using the calculation of the input parameters using the K-Means method, although the results of the K-Means analysis have error, the percentage of accuracy is still quite perfect, namely 97%. This means that the Matlab GUI application is designed to be suitable and very useful for the world of the music industry and the world of education for signal processing courses.

Keywords : Frequency, FFT, K-Means, Classification, Voice

I. PENDAHULUAN

Secara umum suara manusia dapat diklasifikasikan ke dalam dua golongan besar, yaitu suara laki-laki dan suara perempuan. Masing-masing golongan memiliki kelas di antaranya suara tinggi perempuan (Sopran), suara sedang perempuan (Mezzo Sopran) dan suara rendah perempuan (Alto). Sedangkan untuk suara tinggi laki-laki (Tenor), suara sedang laki-laki (Bariton) dan suara rendah laki-laki disebut (Bass). Masing-masing kelas memiliki *range* frekuensi dan karakteristik yang berbeda-beda sehingga dapat membedakan ciri antara sampel suara satu dengan sampel suara lainnya. [1],[2]

Beberapa penelitian sebelumnya, tahun 2018 telah mengklasifikasikan 10 sampel suara secara semi otomatis berdasarkan gender dengan menggunakan metode FFT [3]. Kemudian tahun 2019 telah dirancang aplikasi otomatis berbasis GUI Matlab dan diujikan terhadap 20 sampel suara. Keakuratan aplikasi tersebut hanya 95% [4].

Pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi dari penelitian sebelumnya, yaitu menggunakan metode FFT dengan pengujian menggunakan metode K-Means, untuk 30 sampel suara dari kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan. Hasilnya klasifikasinya berdasarkan gender, *range* usia dan kelas frekuensinya dan hasilnya sangat akurat yaitu 100%.

II. LANDASAN TEORI

Matlab merupakan *software* yang mempunyai beberapa keunggulan dalam pengolahan grafik dan suara. Salah satu kelebihan Matlab yaitu mampu menampilkan dan mengolah grafik serta suara dengan *command* yang sederhana dan fleksibel. Bahkan dapat digunakan untuk perancangan simulasi *GUI* (*Graphical User Interface*) dalam mengklasifikasikan jenis suara secara otomatis berdasarkan *gender*, *range* usia dan kelas frekuensi suara [5].

Untuk memproses ekstraksi ciri sampel suara dalam proses dekomposisi diperlukan tahapan $\log_2 N$ (jumlah sampel *input*) menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT), dimana sinyal terurai melalui empat tahap yang terpisah. Dekomposisi digunakan setiap kali sinyal dipecah menjadi dua, yaitu sinyal dipisahkan menjadi sampel genap dan sampel ganjil. Setelah melakukan *transformasi* FFT, suara asli yang diperoleh dari hasil perekaman akan diubah ke

dalam bentuk pola suara yang merupakan hasil ekstraksi ciri suara. [6],[7]

Fast Fourier Transform disini diimplementasikan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu diskrit dan domain frekuensi. Domain frekuensi yang diartikan sebagai jumlah gelombang yang terjadi dalam 1 detik. Frekuensi didefinisikan secara sederhana sebagai kebalikan dari waktu. Sehingga waktu yang satuannya adalah detik akan menjadi Hertz (1 - per *second*) hanya akan memiliki tepat satu nilai spektrum yang dikenal dengan spektrum frekuensi [8].

Hasil klasifikasi suara akan dibandingkan dengan analisa secara teoritis menggunakan metode K-Means/*K-Means clustering* yaitu suatu metode penganalisaan data atau metode *Data Mining* yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (*unsupervised*) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi [9].

Suara manusia secara khusus merupakan bagian dari produksi suara manusia di mana pita suara adalah sumber suara utama. Secara umum, mekanisme untuk menghasilkan suara manusia dapat dibagi menjadi tiga bagian: paru-paru, pita suara dalam laring, dan artikulator.

Berdasarkan data literatur/teoritisnya, Tabel 1 menyajikan frekuensi suara manusia berdasarkan *range* usia, Tabel 2 menyajikan frekuensi suara manusia berdasarkan kelas frekuensinya dan Tabel 3 menyajikan kategori pengelompokan suara menurut usia [10].

Tabel 1. Frekuensi suara manusia berdasarkan *range* usia [8]

No.	Jenis suara (<i>range</i> umur)	Frekuensi <i>range</i>
1	Anak laki-laki	210 – 270 Hz
2	Anak perempuan	200 – 290 Hz
3	Dewasa laki-laki	120 – 150 Hz
4	Dewasa perempuan	200 – 280 Hz
5	Lansia laki-laki	100 – 140 Hz
6	Lansia perempuan	160 – 200 Hz

Sumber: Rahim W., Erwin E., dan Malik U. (2015)

Tabel 2. Frekuensi suara manusia berdasarkan kelas frekuensinya

No.	Jenis suara	Frekuensi <i>range</i>
1	Tenor	130,813 – 523,251 Hz
2	Bariton	87,302 – 349,228 Hz
3	Bass	82,407 – 329,628 Hz
4	Sopran	261,626 – 1046,50 Hz
5	Mezzo-sopran	220,000 – 880,000 Hz
6	Alto	174,614 – 698,456 Hz

Tabel 3. Kategori usia menurut depkes RI [11]

No.	Kategori	Range umur
1	Balita	0 – 5 tahun
2	Anak-anak – remaja awal	6 – 16 tahun
3	Remaja akhir – dewasa awal	17 – 45 tahun
4	Dewasa akhir - lansia	45 – 65 tahun

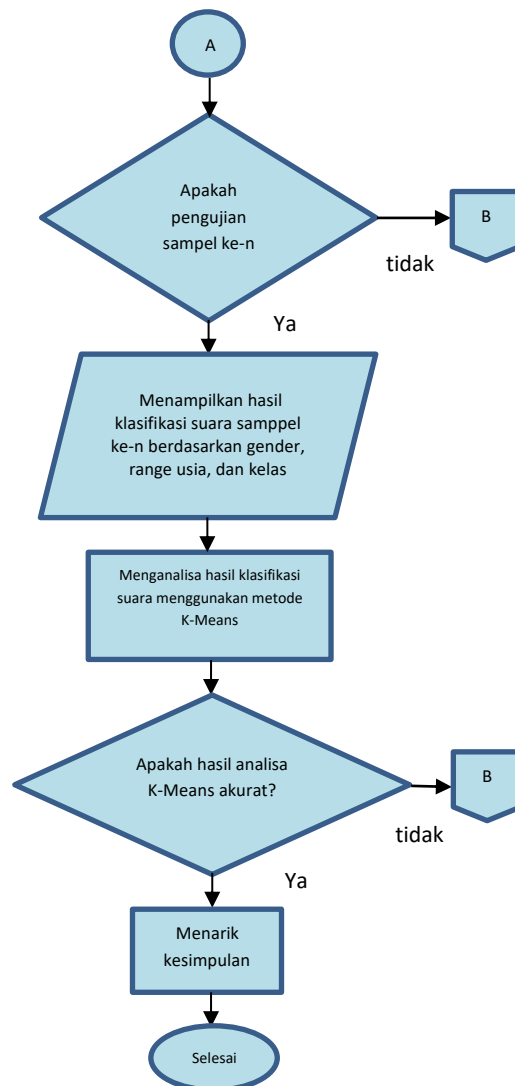
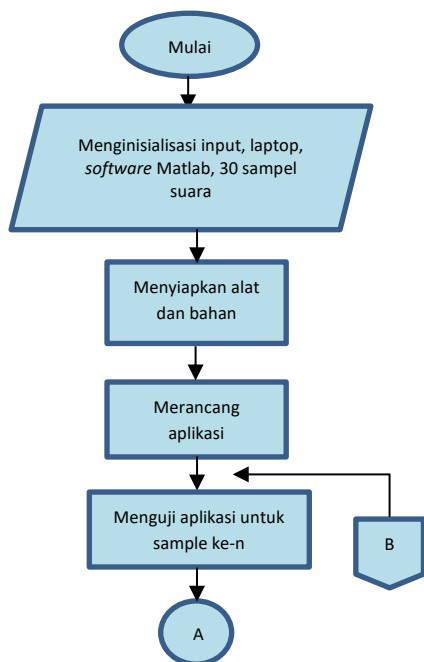
34

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Balikpapan. Mulai januari sampai juni 2021, berhasil dirancang pengembangan aplikasi pembeda suara laki-laki dan perempuan untuk 30 sampel kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan. Langkah-langkah detail dari metode penelitian meliputi ;

1. Melakukan studi literatur.
2. Menetapkan judul dan penyusunan proposal.
3. Merancang aplikasi pembeda suara manusi berdasarkan gender, range usia dan kelas frekuensinya.
4. Menguji aplikasi untuk 30 mahasiswa kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan.
5. Menganalisa hasil pengujian melalui perbandingan metode K-Means. Ternyata hasilnya juga akurat, yaitu 100%.
6. Mempublikasikan hasil penelitian dalam bentuk jurnal ilmiah.

Adapun diagram alir atau *flowchart* lengkap dari aplikasi yang dirancang disajikan pada Gambar 1.

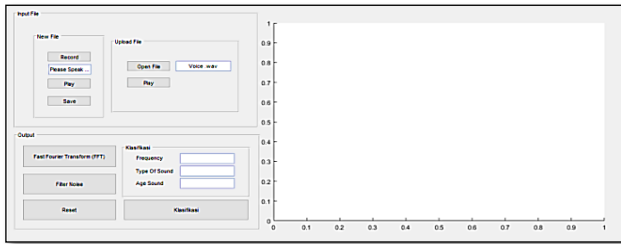


Gambar 1. Diagram alir

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Aplikasi Pembeda Suara Manusia

Aplikasi pembeda suara manusia dirancang menggunakan GUI Matlab. Berbasis metode FFT, tampilan aplikasi GUI Matlab tersaji pada Gambar 2.

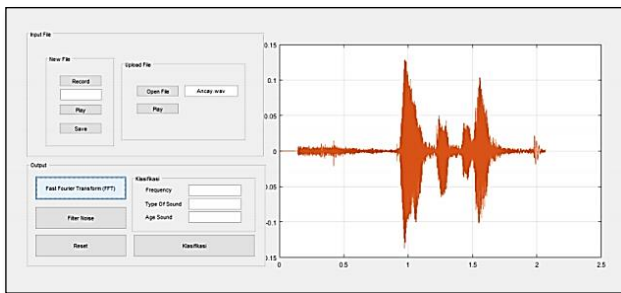


Gambar 2. Tampilan aplikasi pembeda suara manusia

B. Pengujian aplikasi pembeda suara manusia

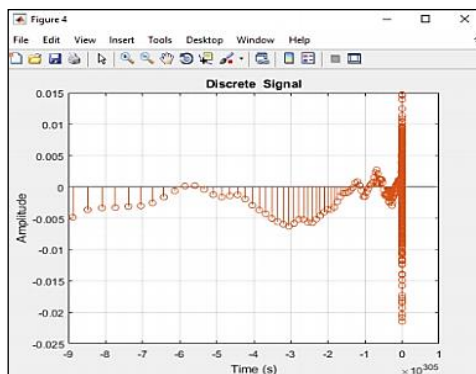
Pengujian dilakukan terhadap 30 sampel suara dari kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan. Langkah-langkah pengujian meliputi:

1. Pengambilan sampel suara 1 secara langsung melalui mikrofon laptop.
2. Menyimpan sampel suara pada *drive-D* laptop.
3. Mengklik tombol FFT dilanjutkan tombol *filter noise*. Hasilnya tersaji pada Gambar 3.



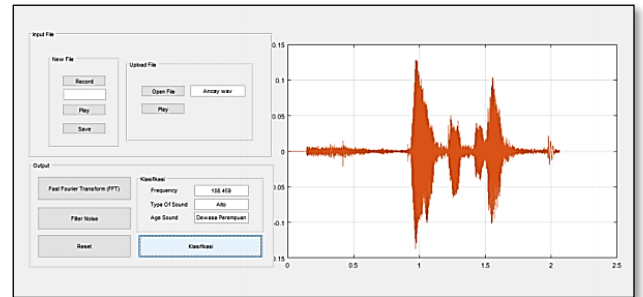
Gambar 3. Bentuk gelombang sampel suara-1

4. Setelah melalui proses *filter*, sinyal suara akan dikonversi menjadi sinyal diskrit. Seperti disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk sinyal diskrit sampel suara-1

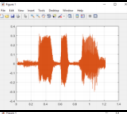
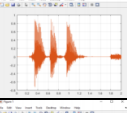
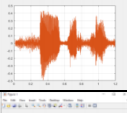
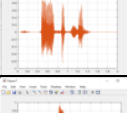
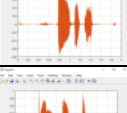
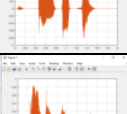
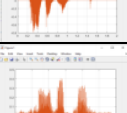
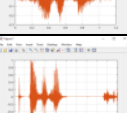
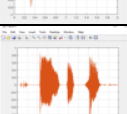
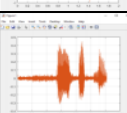
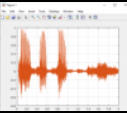
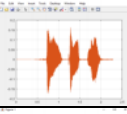
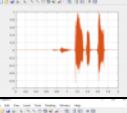
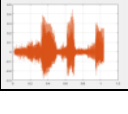
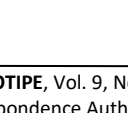
5. Mengklik tombol klasifikasi, sehingga hasilnya disajikan pada Gambar 5.

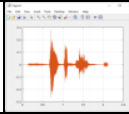
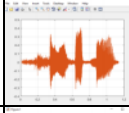
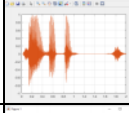
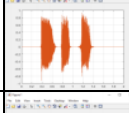
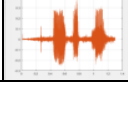


Gambar 5. Tampilan hasil klasifikasi suara-1
 Hasil klasifikasi untuk 30 sampel suara kelompok paduan suara disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil klasifikasi 30 sampel suara

Nama sampel	Bentuk sinyal suara	Frekuensi (hertz)	Gender	Range usia (tahun)	Kelas frekuensi
Agung		88,4	Laki-laki	Dewasa 17-45	Bass
Ancay		108,5	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Andri		93	Laki-laki	Dewasa 17-45	Bass
Anisa		372,6	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Anriani		302,8	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
April		143,5	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Cece		288,07	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Eliz		320,66	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Evi		206,94	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto

Farah		371,71	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Fikri		80,04	Laki-laki	Dewasa 17-45	Bass
Hanisah		437,1	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Irfan		102,3	Laki-laki	Dewasa 17-45	
Juwita		204,6	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Khairani		157	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Lina		138,2	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Malina		258	Perempuan	Dewasa 17-45	Mezzo sopran
Maulana		93,7	Laki-laki	Dewasa 17-45	Bass
Melisa		117,6	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Nailil		383	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran
Nala		174	Laki-laki	Dewasa 17-45	Tenor
Sabrina		167,5	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Mulina		122,9	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Putri		516,6	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran

Regina		129,8	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Retno		257,1	Perempuan	Dewasa 17-45	Mezzo sopran
Reza		97,9	Laki-laki	Dewasa 17-45	Bass
Safina		164,8	Perempuan	Dewasa 17-45	Alto
Syifa		393,7	Perempuan	Dewasa 17-45	Sopran

Untuk analisa perbandingan, digunakan metode kmeans. Dengan 2 parameter *input* yaitu frekuensi dan *delay*, maka hasil perhitungan teoritis menggunakan K-Means, menggunakan rumus jarak terpendek nilai *input* dari *centroid* atau pusatnya. Standar nilai kelas frekuensi suara, disajikan pada Tabel 2. Sedangkan standar *range* usia disajikan pada Tabel 3. Adapun contoh perhitungannya sebagai berikut:

Misalkan sampel 1 (agung), memiliki frekuensi suara untuk pengucapan kata 'poltekba' dalam waktu 2 *second* = 88,4 Hertz. *Delay* yang terukur saat pengucapan kata tersebut sebesar 0,2726 *second*, maka:

$$r_n = \sqrt{((selisih\ delay)^2 + (selisih\ frekuensi)^2)}$$

- Standar *delay* suara laki-laki; [2]
 Tenor = 0,372
 Baritone = 0,333
 Bass = 0,286
- Standar frekuensi suara laki-laki (tabel 2);
 Tenor = 130,813 Hertz
 Baritone = 87,3021 Hertz
 Bass = 82,4069 Hertz
- Standar *delay* suara perempuan ; [2]
 Sopran = 0,292
 Mezzo-sopran = 0,255
 Alto = 0,123
- Standar frekuensi suara perempuan (tabel 2);
 Sopran = 261,626
 Mezzo-sopran = 220
 Alto = 174,614
- Standar *range* usia kelompok paduan suara

Laki-Laki	Dewasa (17-45 tahun)	BASS
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	SOPRAN
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	BASS
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	MEZZO SOPRAN
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	SOPRAN
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	MEZZO SOPRAN
Laki-Laki	Dewasa (17-45 tahun)	BARITON
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	MEZZO SOPRAN
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	MEZZO SOPRAN
Laki-Laki	Dewasa (17-45 tahun)	TENOR
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	SOPRAN
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	MEZZO-SOPRAN
Laki-Laki	Dewasa (17-45 tahun)	BASS
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	ALTO
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	SOPRAN

Berdasarkan tabel analisa perhitungan nilai-nilai *input* dari 30 sampel suara manusia/kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan menggunakan metode K-Means, seperti yang tersaji pada Tabel 5 dan Tabel 6, diperoleh hasil klasifikasi suara berdasarkan gender, usia dan kelas frekuensi dengan prosentase keakuratan 97%. Karena terdapat 1 sampel yang terklasifikasi suara perempuan dewasa (17-45 tahun), dan termasuk kelas frekuensi Bariton, padahal sampel suara tersebut adalah laki-laki, atas nama irfan. Berarti terdapat 1 *error*, dari perhitungan menggunakan metode K-Means. Sedangkan hasil klasifikasi menggunakan aplikasi GUI Matlab yang telah dirancang, menunjukkan prosentase keakuratan sebesar 98.5%, seperti yang diuraikan pada Tabel 4. Adapun kesimpulan dari klasifikasi 30 sampel suara berdasarkan gender, *range* usia dan kelas frekuensi mulai dari rendah sampai kelas frekuensi tinggi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil klasifikasi 30 sampel suara

Gender	Range usia	Kelas frekuensi	Jumlah sampel
Laki-laki	Dewasa (17-45 tahun)	Bass	6
Laki-laki	Dewasa (17-45 tahun)	Baritone	1
Laki-laki	Dewasa (17-45 tahun)	Tenor	0
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	Alto	12
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	Mezzo Sopran	2
Perempuan	Dewasa (17-45 tahun)	Sopran	9

Berdasarkan hasil klasifikasi pada Tabel 6, tidak terdapat suara kelas frekuensi tenor untuk kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan. Hanya ada 7 suara laki-laki *range* usia dewasa antara 17-45 tahun (6 bass dan 1 bariton), dan 23 suara perempuan laki *range* usia dewasa antara 17-45 tahun (12 alto, 2 mezzo sopran dan 9 sopran).

V. KESIMPULAN

Hasil klasifikasi menggunakan aplikasi GUI Matlab untuk 30 untuk kelompok paduan suara Politeknik Negeri Balikpapan. Hanya ada 7 suara laki-laki *range* usia dewasa antara 17-45 tahun (6 bass dan 1 bariton), dan 23 suara perempuan laki *range* usia dewasa antara 17-45 tahun (12 alto, 2 mezzo sopran dan 9 sopran). Prosentase keakuratan aplikasi tersebut adalah 98%. Jika dibandingkan dengan analisa perhitungan menggunakan metode K-Means, hasilnya terdapat 29 Sampel data akurat hasilnya dari 30 sampel suara yang diujikan. Berarti prosentase keakuratan hasil analisa perhitungan hanya 97%. Aplikasi gui matlab yang dirancang sangat berguna bagi dunia industri musik dan juga berguna dalam dunia pendidikan yaitu mendukung praktikum pada mata kuliah pengolahan sinyal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andreas, "Klasifikasi Suara Manusia ke Dalam Sopran, Mezzo Sopran, Alto, Tenor, Bariton, Bass dengan Self Organizing Map", *Jurnal Informatika*, 11(1), 2015.
- [2] S. B. Bhaskoro, "Aplikasi Pengenalan Gender Menggunakan Suara", *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi / Snat 2012*. Jogjakarta.
- [3] A. S. Irtawaty, "Implementasi Metode Fast Fourier Transform / FFT Dalam

Mengklasifikasikan Suara Pria dan Wanita di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Poltekba", *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 70-75, 2019.

- [4] A. S. Irtawaty, "Peningkatan Performansi Aplikasi Pembeda Suara Laki-Laki dan Perempuan Berdasarkan Frekuensi dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic", *JurnalEcotipe*, 7(1), 1-6, 2020.
- [5] J. F. Dadang Gunawan, "Pengolahan Sinyal Digital dengan Pemrograman Matlab 1st Ed., *Jogjakarta: Graha Ilmu*, 2012.
- [6] Ade Royani, "Mengidentifikasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode FFT Berbasis Matian", *Journal of Information, Information System, Software Engineering and Applications*, Volume 1 Nomor 2. pp 042-050, 2019.
- [7] Y. S. Ronaldo, "Simulasi Sistem Pengacau Sinyal Dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)", *e-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 2014. 38
- [8] W. Rahim, "*Analisis Spektrum Suara Manusia Berdasarkan Jenis*".
- [9] Nailul Sudah, "Katering Suara Berdasarkan Gender Menggunakan Algoritma K-Means Dari Hasil Ekstradisi FFT (Fast Fourier Transform)", *Journal Ilmiah : SOULMATH*, Volume 6 Nomor 1. Hal. 47-58, 2018.
- [10] B. W. Prasetya, "Identifikasi Suara Pria Dan Wanita Berdasarkan Frekuensi Suara", 2011.