

Analisis Frekuensi pada Suara Siulan dengan Teknik Siulan Bibir dan Siulan Lidah menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform

I Gusti Ngurah Bagus Arimbawa, I Made Widiartha

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹dosman10m5@gmail.com

²madedewidiartha@unud.ac.id

Abstract

Penelitian dilakukan untuk mendalami perbedaan nada (frekuensi) bunyi yang dihasilkan oleh 2 teknik bersiul, yaitu bersiul menggunakan lidah dan menggunakan bibir serta dalam keadaan menghembuskan nafas dan menhirup nafas. Ciri khas nada bunyi siulan ini ditentukan dengan mencari frekuensi dasar sampel data bunyi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan algoritma fast fourier transform. Penelitian menemukan bahwa teknik bibir lebih bagus daripada teknik lidah, dan bersiul dengan menghembuskan nafas lebih bagus dibandingkan bersiul dengan menhirup nafas.

Keywords: Pemrosesan suara, siulan, frekuensi, fast fourier transform, siulan bibir, siulan lidah

1. Pendahuluan

Siulan adalah bunyi yang dihasilkan oleh berbagai objek, pada umumnya merujuk pada bunyi yang dihasilkan beberapa hewan, misalnya burung dan manusia. Pada manusia, bunyi siulan timbul ketika udara mengalir dengan kecepatan yang cukup melalui mulut dengan bentuk tertentu. Aliran udara ini dapat diatur dengan bibir, lidah, atau jari tangan untuk menghasilkan aliran turbulens. Bentuk ruang mulut penyul membentuk ruang resonansi Helmholtz, yang memperkeras suara siulan. Dengan mengendalikan bentuk ruang mulut dengan gerakan bibir, lidah, jari tangan, dan epiglottis, berbagai suara siulan dapat dihasilkan.

Terdapat 3 teknik bersiul, yaitu dengan bibir, dengan lidah, dan dengan bantuan jari tangan. Bersiul juga bisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan menhirup nafas dan menghembuskan nafas. Setiap gabungan arah nafas dan teknik bersiul menghasilkan bunyi siulan yang berbeda.

Frekuensi bunyi merupakan dasar penting penyusun kualitas suatu bunyi. Nilsson dkk. telah mengembangkan metode deteksi dan pengenalan bunyi siulan manusia secara digital pada tahun 2008, yang menemukan bahwa frekuensi bunyi siulan manusia pada umumnya berkisar antara 500 - 5000 Hz[1]. Algoritma fast fourier transform bisa digunakan untuk mencari nada atau frekuensi dasar suatu bunyi.[2], [3] Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan algoritma fast fourier transform untuk mencari frekuensi unik yang dihasilkan 4 metode bersiul, yaitu teknik bersiul dengan bibir dan bersiul dengan lidah, masing masing dilakukan saat menhirup dan menghembuskan nafas.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode prototype sebagai alur penelitian, sebagaimana bisa dilihat pada gambar 1. Langkah pertama dalam metode ini adalah pengumpulan dataset suara. Langkah kedua adalah melakukan analisis terhadap dataset suara dengan menggunakan algoritma fast fourier transform. Langkah terakhir adalah menampilkan informasi hasil olahan algoritma fast fourier transform.

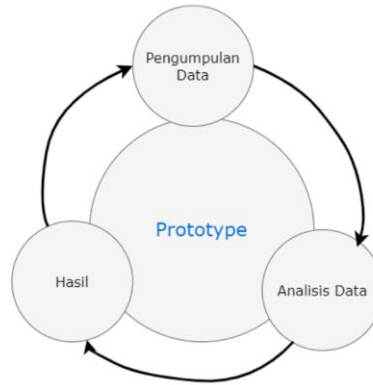


Figure 1. Alur prototype.

Table 1. Database's Characteristic

Database	Table Number	Field Number
MySQL	10	100
Oracle	15	130
Access	20	400

Data yang akan digunakan adalah rekaman siulan 7 nada skala solfege (skala do re mi) untuk setiap kombinasi teknik bersiul dan teknik bernafas, dengan total 4 dataset dan 28 datapoint. Data set ini akan dinamakan data BI (teknik bibir – tarik nafas), LI (teknik lidah – tarik nafas), BO (teknik bibir – menghembuskan nafas), dan LO (teknik lidah – menghembuskan nafas). Data berasal dari saya sendiri, dimana saya bersiul sedekat mungkin dengan nada skala solfege berdasarkan referensi [4]. Data direkam dengan sample rate 44100 Hz dengan bit depth 16 bit, dan disimpan dalam format file waveform (wav).

Proses ekstraksi fitur dari rekaman siulan ini dilakukan dengan algoritma fast fourier transform. Fast fourier Transform adalah algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Algoritma ini mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dan menghasilkan fitur yang bisa diolah menjadi frekuensi dasar. Fourier transform didefinisikan dengan rumus berikut[3]:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (1)$$

- $S(f)$ = sinyal dalam domain frekuensi (frequency domain)
- $s(t)$ = sinyal dalam domain waktu (time domain)
- $s(t)e^{-j2\pi ft}$ = konstanta nilai sebuah sinyal
- f = frekuensi
- t = waktu

Untuk menghitung frekuensi dasar, rekaman siulan diinput ke program komputasi, yang akan diterapkan proses windowing. Setelah itu, data diproses oleh program dengan menggunakan algoritma fast fourier transform yang ada dalam library scipy.fftpack. Hasil pemrosesan data adalah array berisi titik data amplitud pada tiap window frekuensi[5]. Frekuensi dengan amplitud tertinggi adalah frekuensi dasar data tersebut.

Setelah data frekuensi dasar setiap dataset telah didapat, hasilnya akan dibandingkan antar teknik dan dibandingkan dengan nada referensi berikut:

Table 1. Referensi Nada

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)
1	Do	523.25
2	Re	586.04
3	Mi	656.36
4	Fa	735.13
5	Sol	823.34
6	La	922.14
7	Si	1032.80
8	Do	1156.74
9	Re	1295.55
10	Mi	1451.01

3. Hasil

3.1. Frekuensi Dasar

Setelah melalui pemrosesan sinyal menggunakan algoritma fast fourier transform, nada dasar dari setiap dataset siulan telah ditemukan.

Table 2. Dataset BO

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)
1	Do	540.87
2	Re	609.41
3	Mi	682.68
4	Fa	730.33
5	Sol	833.21
6	La	934.20
7	Si	1033.92

Table 3. Dataset LO

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)
1	Do	732.12
2	Re	839.79
3	Mi	964.03
4	Fa	1060.98
5	Sol	1142.96
6	La	1283.86
7	Si	1447.49

Table 4. Dataset BI

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)
1	Do	530.20
2	Re	603.80
3	Mi	668.01
4	Fa	715.27
5	Sol	788.17
6	La	913.11
7	Si	1031.50

Table 5. Dataset LI

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)
1	Do	742.27
2	Re	859.39
3	Mi	978.35
4	Fa	1092.78
5	Sol	1165.46
6	La	1327.49
7	Si	1471.36

3.2. Analisis Frekuensi

Analisis terhadap frekuensi dari dataset bunyi siulan dilakukan secara berpasangan, berdasarkan frekuensi dasar teknik yang sama.

Table 6. Analisis Frekuensi Teknik Siulan Bibir

No.	Menghembus nafas	Menarik nafas	Selisih
1	540.87	530.20	10.67
2	609.41	603.80	5.61
3	682.68	668.01	14.67
4	730.33	715.27	15.06
5	833.21	788.17	45.04
6	934.20	913.11	21.09
7	1033.92	1031.50	2.42

Table 7. Analisis Frekuensi Teknik Siulan Lidah

No.	Menghembus nafas	Menarik nafas	Selisih
1	732.12	742.27	10.15
2	839.79	859.39	19.6
3	964.03	978.35	14.32
4	1060.98	1092.78	31.8
5	1142.96	1165.46	22.5
6	1283.86	1327.49	43.63
7	1447.49	1471.36	23.87

Analisis juga dilakukan dengan membandingkan hasil tiap teknik dengan nada referensi:

Table 8. Perbandingan Dengan Referensi Nada

No.	Solfege	Frekuensi (Hz)	BO	BI	LO	LI
1	Do	523.25	17.62	6.95		
2	Re	586.04	23.37	17.76		
3	Mi	656.36	26.32	11.65		
4	Fa	735.13	4.79	19.86	3.01	7.14
5	Sol	823.34	9.87	35.17	16.45	36.05

6	La	922.14	12.05	9.04	41.88	56.20
7	Si	1032.80	1.12	1.30	28.18	59.98
8	Do	1156.74			13.78	8.72
9	Re	1295.55			11.69	31.94
10	Mi	1451.01			3.52	20.35

4. Conclusion

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka bisa ditarik kesimpulan bahwa teknik bersiul menggunakan lidah cenderung menghasilkan nada yang lebih tinggi daripada teknik bersiul dengan bibir. Bersiul pada saat menghembuskan nafas menghasilkan nada bunyi yang lebih tinggi untuk teknik bibir, dan sebaliknya untuk teknik lidah. Bersiul dengan teknik bibir menghasilkan nada skala solfege yang lebih tepat dibandingkan bersiul dengan teknik lidah. Bersiul dengan menghembuskan nafas, dalam kedua teknik, menghasilkan nada skala solfege yang lebih tepat dibandingkan bersiul dengan menarik nafas.

Dari pernyataan-pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa teknik bersiul terbaik adalah teknik bibir dengan menghembuskan nafas, diikuti oleh teknik bibir dengan menghirup nafas, kemudian teknik lidah dengan menghembuskan nafas, dan terakhir teknik lidah dengan menghirup nafas.

References

- [1] M. Nilsson, J. S. Bartůněk, J. Nordberg, and I. Claesson, "Human whistle detection and frequency estimation," *Proc. - 1st Int. Congr. Image Signal Process. CISP 2008*, vol. 5, pp. 737–741, 2008, doi: 10.1109/CISP.2008.415.
- [2] I. P. Bayu, E. Pratama, G. Ayu, V. Mastrika, I. G. Agung, and G. Arya, "Analisis Frekuensi pada Gamolan Pekhing Menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform," pp. 120–127, 2022.
- [3] D. T. Kusuma, "Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik," *Petir*, vol. 14, no. 1, pp. 28–35, 2020, doi: 10.33322/petir.v14i1.1022.
- [4] "Do Re Mi - Sound of Music' song letter notes." <https://noobnotes.net/do-re-mi-sound-of-music/?solfege=true>.
- [5] The SciPy community, "scipy.fftpack.fft @ Docs.SciPy.Org," *Scipy.Optimize.Curve_Fit*. 2019, [Online]. Available: <http://docs.scipy.org/doc/scipy-0.16.0/reference/generated/scipy.optimize.fminbound.html>.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong