

APLIKASI SPECTRUM ANALYZER UNTUK MENGANALISA LOUDSPEAKER

Leo Willyanto Santoso¹, Resmana Lim², Rony Sulistio³

^{1,3} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya

² Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya
email : leow@petra.ac.id¹

Abstrak: Pada penelitian ini, penulis mengimplementasikan suatu aplikasi *Spectrum Analyzer* yang digunakan untuk meneliti respons frekuensi dari *loudspeaker*. Aplikasi ini dimulai dengan pembuatan fungsi *Fast Fourier Transform* yang menghitung nilai amplitudo dari sebuah file wave. Kemudian pembuatan proses *equalizer* dan normalisasi untuk mengatur nilai amplitudo tertinggi dari tiap-tiap spektrum agar lebih mudah diteliti. Aplikasi *Spectrum Analyzer* ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 7*. Dari hasil pengujian dan perbandingan aplikasi *Spectrum Analyzer* pada C.V. Sinar Badja Abadi dapat diambil kesimpulan bahwa mikrofon yang sederhana dapat dijadikan sensor pengganti yang ekonomis, meskipun ada beberapa tingkat frekuensi yang tidak dapat diterima secara optimal.

Keywords: *Spectrum Analyzer*, *Fast Fourier Transform*, frekuensi, *loudspeaker*.

1. PENDAHULUAN

Suara merupakan kompresi mekanikal atau gelombang yang merambat melalui medium. Bagi yang mempunyai pendengaran normal, hampir setiap saat kehidupannya selalu diwarnai oleh berbagai macam suara. Sebagai contoh mendengarkan suara musik melalui *sound system* yang dimiliki.

Saat ini dapat ditemukan berbagai macam *loudspeaker* dengan berbagai merek di pasar. Seseorang tidak dapat mengetahui kualitas *loudspeaker* yang akan dibeli dengan mudah, terlebih lagi definisi seseorang tentang kualitas dari *loudspeaker* yang berbeda, kualitas bisa berarti ketahanan fisik, bentuk desain, atau respons frekuensi dari suatu *loudspeaker*.

Respons frekuensi dari berbagai macam *loudspeaker* yang ada dapat diteliti secara sederhana dengan menggunakan indra pendengaran manusia yaitu telinga. Namun, cara ini belum tentu akurat disebabkan standar dari kualitas suara seseorang dengan orang yang lainnya belum tentu sama. Penelitian respons frekuensi dapat menggunakan suatu alat khusus untuk mengetes respons frekuensi dari *loudspeaker*, namun harga dari alat ini sangatlah mahal.

Melalui spektrum suara maka penulis ingin mengetahui apakah dapat dilakukan penelitian respons frekuensi dari suatu *loudspeaker* melalui spektrum suara.

Masalah yang ada dalam implementasi:

1. Untuk pengetesan *loudspeaker* masih banyak

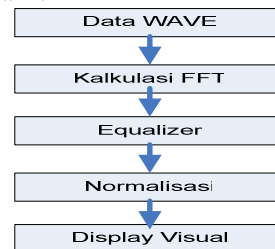
orang yang menggunakan cara primitif yaitu hanya dengan mengandalkan telinga, dimana standarisasi dari kualitas suara tiap-tiap orang berbeda

2. Harga dari *Spectrum Analyzer* yang tergolong sangat mahal.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi yang mengubah sinyal suara menjadi spektrum suara, dimana data yang diterima dapat dipelajari dan digunakan dalam hal-hal lainnya yang berhubungan dengan sinyal digital, dalam hal ini digunakan untuk mengecek respons frekuensi dari *loudspeaker*.

2. MODEL, ANALISA, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

Program *Spectrum Analyzer* dapat dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu bagian kalkulasi FFT, bagian *equalizer*, bagian normalisasi. Secara garis besar program *Spectrum Analyzer* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram Aplikasi

2.1. Kalkulasi FFT

Kalkulasi FFT yang dipakai pada aplikasi *Spectrum Analyzer* ini, menggunakan metode *FFT Butterfly radix-2* [1]. Proses kalkulasi FFT dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- Proses pengurutan data
- Proses penghitungan perkalian kompleks, dimana hasil dari perkalian ini adalah data bilangan kompleks dalam domain frekuensi
- Proses penghitungan yang mengubah bilangan imajiner yang diperoleh menjadi bilangan real.

2.2. Equalizer

Proses perhitungan pada algoritma FFT akan selalu menghasilkan frekuensi-frekuensi yang memiliki level amplitudo yang berbeda, dan bukan tidak mungkin perbedaan-perbedaan amplitudo antar frekuensi yang terjadi sangat besar. Akibatnya perubahan-perubahan yang terjadi pada frekuensi akan sangat sulit untuk dideteksi. Untuk itu dipakailah metode *equalizer* dimana pada pemakaiannya *equalizer* ini akan menciptakan frekuensi-frekuensi dengan level amplitudo yang seimbang [2, 3]. Perumusan *Equalizer*:

$$X'[n] = F[n] * X[n] \quad (1)$$

Keterangan:

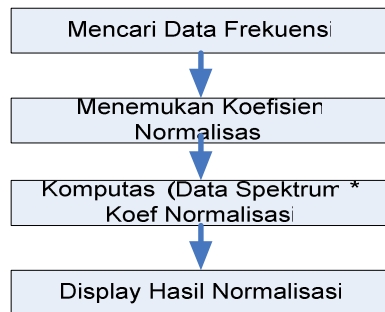
$X[n]$ = data frekuensi

$F[n]$ = Respons *equalizer*

2.3. Normalisasi

Dalam setiap penghitungan FFT akan diperoleh hasil dimana setiap spektrum akan mempunyai bentuk yang berbeda-beda dan level amplitudo yang berbeda-beda pula. Oleh karena itu untuk menyamakan nilai amplitudo tertinggi dari tiap-tiap spektrum maka digunakanlah proses normalisasi [2, 3].

Secara garis besar proses normalisasi dari *spectrum analyzer* ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram proses normalisasi

Dimana algoritma dari proses normalisasi adalah sebagai berikut:

- Mencari data frekuensi tertinggi dari sebuah spektrum.
- Mencari koefisien normalisasi:

$$K_n = 255 / X_{\text{highest}} \quad (2)$$

Dimana : K_n = koefisien normalisasi

X_{highest} = nilai data tertinggi

- Mengalikan semua data dari *spektrum* dengan koefisien normalisasi.

$$X_{\text{norm}}[n] = K_n \cdot X[n] \quad (3)$$

Dimana:

X_{norm} = data spektrum ternormalisasi

X = data spektrum

Data spektrum dari hasil proses normalisasi kemudian disimpan kedalam bentuk *array*, dan ditampilkan dalam bentuk grafis.

3. HASIL

Pada proses pengujian, dilakukan beberapa jenis pengujian, yaitu pengujian frekuensi, pengujian normalisasi, pengujian equalizer dan pengujian dengan loudspeaker.

Pada pengujian frekuensi, aplikasi yang telah dibuat digunakan untuk menganalisis beberapa frekuensi tunggal. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah frekuensi yang dihitung oleh aplikasi sesuai dengan frekuensi aslinya dan membuktikan kevalidan aplikasi dalam menghitung frekuensi [4, 5].

Metode dari pengujian ini adalah:

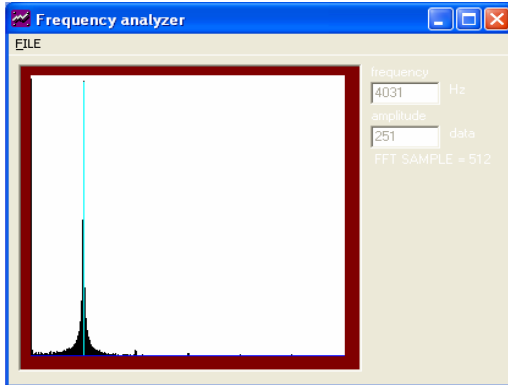
- Membuat beberapa file wave dengan frekuensi tunggal dengan menggunakan program *waveform creator*.
- File wave yang sudah dibuat akan dianalisis menggunakan aplikasi yang telah dibuat, kemudian data frekuensi yang diperoleh aplikasi akan dibandingkan dengan frekuensi sebenarnya yang dibuat oleh *waveform creator*. Hasil pengujian akan dikatakan valid apabila frekuensi yang diperoleh pada aplikasi sama dengan frekuensi yang dibuat oleh *waveform creator*.
- Pemilihan frekuensi dilakukan secara random.

Batasan-batasan dari pengujian:

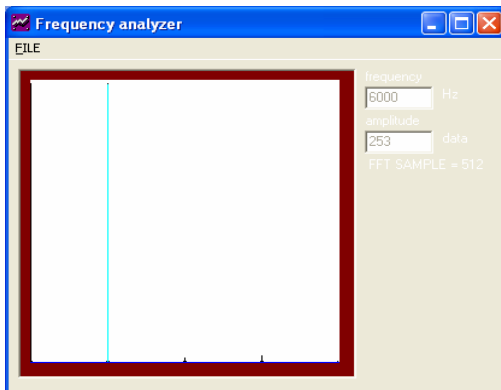
- Frekuensi sampling yang dipakai adalah sebesar 48000 Hz, dimana pemakaian frekuensi sampling sebesar 48000 Hz bertujuan untuk membatasi frekuensi sinyal audio sebesar 24000Hz, sehingga frekuensi yang akan dipakai dalam percobaan

mempunyai frekuensi yang berkisar antara 0 – 24000 Hz.

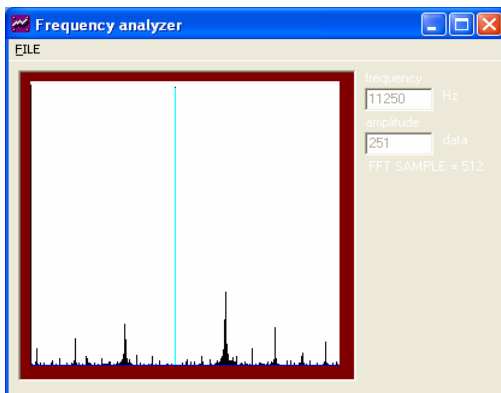
Hasil pengujian frekuensi, pada frekuensi 4000Hz, 6000Hz dan 11.250Hz dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 secara berurutan.



Gambar 3. Pengujian Frekuensi pada 4000Hz



Gambar 4. Pengujian Frekuensi pada 6000Hz



Gambar 5. Pengujian Frekuensi pada 11.250Hz

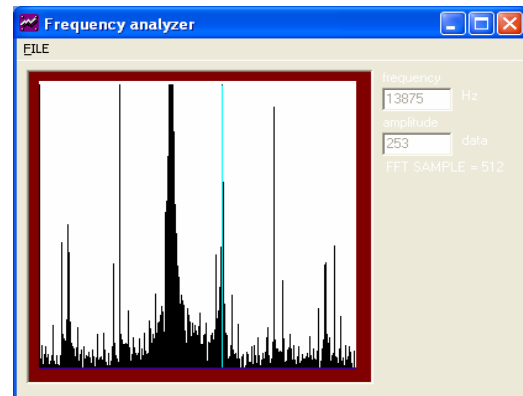
Pada pengujian normalisasi, aplikasi yang telah dibuat akan menguji bentuk spektrum dari

sinyal suara sebelum dan sesudah proses normalisasi.

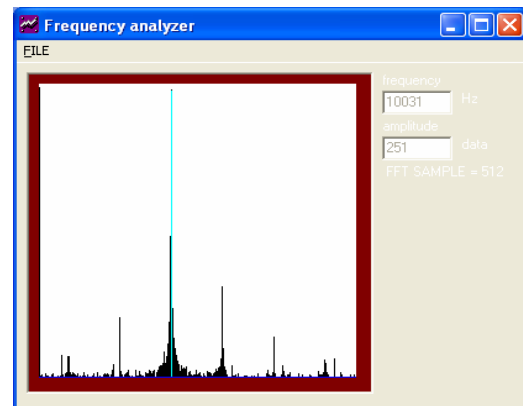
Metode dari pengujian:

- Menentukan nilai koefisien normalisasi tertinggi.
- Setelah program dijalankan, dilakukan penghitungan nilai skala amplitudo dari beberapa frekuensi secara random yang mewakili semua frekuensi yang bersangkutan.

Hasil pengujian normalisasi pada frekuensi 10.000Hz, dapat dilihat pada Gambar 6a. (sebelum) dan Gambar 6b (sesudah).



Gambar 6a. Hasil Pengujian Normalisasi



Gambar 6b. Hasil Pengujian Normalisasi

Pada pengujian equalizer ini dilakukan pengujian, dimana aplikasi yang telah dibuat akan menguji bentuk spektrum dari sinyal suara sebelum dan sesudah proses *equalizer* dilakukan [4, 5]. Tujuan dari pengujian adalah untuk menganalisa bentuk spektrum sebelum dan sesudah proses *equalizer*.

Metode dari pengujian:

- Membentuk sebuah file wave yang terdiri dari beberapa frekuensi secara acak dengan nilai amplitudo yang sama besar.

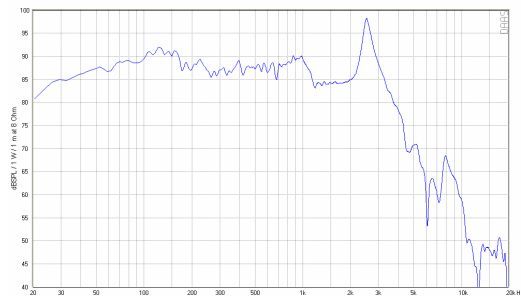
- Hasil yang didapat setelah proses *equalizer* dilakukan dibandingkan dengan grafik atau skala fiter yang digunakan.

Di C.V. Sinar Badja Abadi, dilakukan pengujian, dimana hasil spektrum yang dihasilkan oleh aplikasi, akan dibandingkan dengan hasil spektrum yang dihasilkan oleh spectrum analyzer yang digunakan oleh C.V. Sinar Badja Abadi.

Tujuan dari pengujian adalah untuk membandingkan bentuk spektrum yang dihasilkan oleh aplikasi dengan alat uji yang dimiliki oleh C.V. Sinar Badja Abadi

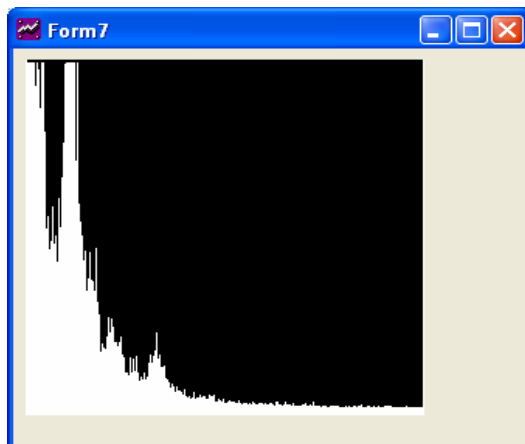
Metode dari pengujian:

- Menggunakan *pink noise* sebagai sinyal suara
- Pengujian menggunakan beberapa speaker sebagai sumber sinyal

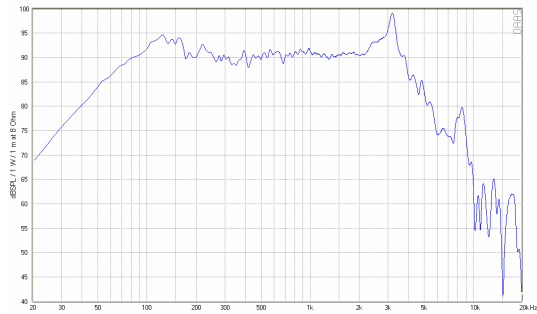


Gambar 7. Spektrum Analyzer Subwoofer Speaker

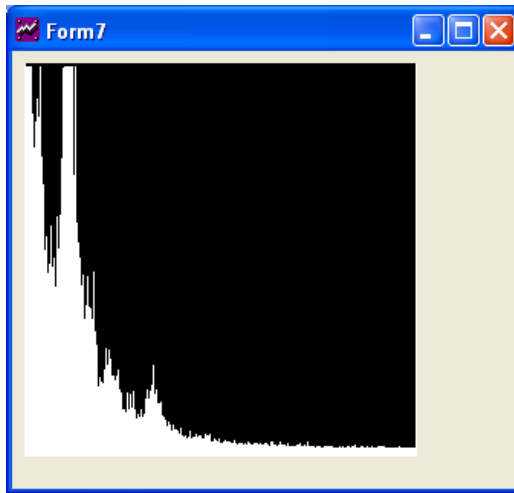
Gambar 7 dan Gambar 9. menunjukkan hasil dari proses pengujian respons frekuensi yang dilakukan pada C.V. Sinar Badja Abadi untuk subwoofer speaker dan middle speaker, sedangkan Gambar 8 dan Gambar 10 merupakan hasil pengujian dengan aplikasi yang sudah dibuat.



Gambar 8. Tampilan Frekuensi Response



Gambar 9. Spektrum Analyzer Middle Speaker



Gambar 10. Tampilan Frekuensi Response

Bentuk spektrum yang dihasilkan oleh aplikasi memiliki kemiripan dengan bentuk spektrum yang dihasilkan oleh alat uji spektrum yang dimiliki oleh C.V. Sinar Badja Abadi, dapat dikatakan hasil spektrum yang dihasilkan oleh aplikasi mendekati hasil spektrum dari alat uji yang dimiliki oleh C.V. Sinar Badja Abadi.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian frekuensi, dapat diketahui bahwa:

- Frekuensi-frekuensi yang dapat dihitung secara tepat oleh aplikasi adalah frekuensi kelipatan (24000/256) Hz.
- Frekuensi-frekuensi yang bukan kelipatan (24000/256) Hz tidak dapat dihitung secara tepat, namun dihitung dengan pembulatannya sehingga mempunyai nilai amplitudo tertinggi pada frekuensi yang mendekati frekuensi aslinya.
- Aplikasi dapat dikatakan valid karena, semua tujuan dapat terpenuhi.

Pada pengujian normalisasi, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- Data yang diperoleh sebelum dan sesudah proses normalisasi berbeda sangat sedikit, karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa bentuk spectrum sebelum dan sesudah proses normalisasi hampir serupa.
- Frekuensi-frekuensi yang mengganggu sebelum normalisasi telah berkurang, atau bahkan dihilangkan dari tampilan.

Pada pengujian equalizer, diketahui bahwa bentuk spektrum yang dihasilkan sesudah proses *equalizer* mempunyai bentuk yang serupa dengan bentuk respons *equalizer* yang digunakan sehingga proses *equalizer*isasi dapat dikatakan valid.

5. SIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Bentuk spektrum yang dihasilkan pada pengujian dengan menggunakan *pink noise* dan *swap sound* sebagai sinyal suara memiliki kemiripan, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan *swap sound* dapat dijadikan sebagai pilihan alternatif dalam pengujian spektrum suara pada *loudspeaker*.
- Faktor sensitivitas dari sebuah mikrofon juga sangat mempengaruhi hasil yang didapat dalam menganalisa sebuah *loudspeaker*.
- Selain untuk menganalisa response frekuensi dari sebuah *loudspeaker*, aplikasi dapat juga digunakan untuk mengukur tingkat penyebaran suara dari sebuah *loudspeaker*, dan membantu dalam tata letak *sound system*.
- Berdasarkan hasil perbandingan pengujian pada C.V Sinar Badja Abadi dapat diambil kesimpulan bahwa mikrofon yang sederhana dapat dijadikan alat sensor pengganti yang

ekonomis, meskipun ada beberapa tingkat frekuensi yang tidak dapat diterima secara optimal.

6. SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi adalah:

- Penambahan fasilitas untuk melakukan penganalisaan secara *real time*.
- Diharapkan untuk memperhatikan domain frekuensi rendah, agar dapat ditampilkan dengan lebih detail.
- Tidak menutup kemungkinan program dapat dikembangkan dalam aplikasi lain seperti pengenalan suara, dan aplikasi lainnya..

7. Daftar Pustaka

- [1] Prolaksis J.G. (1995) Pemrosesan Signal Digital. PT Prenhallindo.
- [2] Kunt M. (1995) Display Signal Processing. Norwood: Artech House.
- [3] Phillips C.L., Parr J., and Riskin E. (2007) Signals, Systems and Transforms. 4th Ed. Prentice Hall.
- [4] Ellis D. (1995) Audio Signal Processing [Online]. Available at: <http://columbia.edu/ee/E6820.pdf> [Accessed: 15 July 2011].
- [5] Ellis D. (1995) Spektograph [Online]. Available at: <http://columbia.edu/ee/E6820.pdf> [Accessed: 15 July 2011].