

IMPLEMENTASI FAST FOURIER TRANSFORM PADA EKSTRAKSI FITUR MOOD DALAM MUSIK

IMPLEMENTATION OF FAST FOURIER TRANSFORM ON MOOD FEATURE EXTRACTION IN MUSIC

I Gede Harsemadi

Program Studi Sistem Informasi

STMIK STIKOM Bali, Jl. Raya Puputan No. 86 Renon Denpasar, Bali. Telp. 0361 244445

Email : gedeharsemadi@yahoo.com

Abstract

Music Information Retrieval (MIR) is a science to retrieve and process information from music files in the form of metadata or content. The studies included in this MIR field associated with the music genre classification, the identification of the artist, the introduction of the instrument, and the classification of mood music. The motivation for this study is based on the uniqueness of each of the music that has been created having its own mood that is implicit in the music. At the stage of pre-processing of data, feature extraction plays an important role to produce a set of value feature set that will be used in subsequent processing phases. This study uses a Fast Fourier Transform to extract the nine values of feature set for each music file, and is grouped on four categories of Thayer model's mood music. Based on the result of this study, it is discovered that the Fast Fourier Transform method can be used to get the value of the feature set based on extraction mood feature in music.

Keywords : FFT, Music, Mood, MIR

Abstrak

Music Information Retrieval (MIR) merupakan sebuah bidang ilmu untuk mengambil dan mengolah informasi dari file musik yang berupa metadata ataupun konten. Penelitian yang termasuk dalam bidang MIR ini berkaitan dengan klasifikasi genre musik, identifikasi artis, pengenalan instrumen, dan klasifikasi mood musik. Motivasi dalam penelitian ini adalah didasarkan pada keunikan setiap musik yang telah tercipta memiliki mood atau suasana hati tersendiri yang tersirat dalam musik tersebut. Pada tahapan pra-pengolahan data, ekstraksi fitur memegang peranan penting untuk menghasilkan seperangkat nilai feature set yang akan digunakan pada fase pengolahan selanjutnya. Penelitian ini menggunakan metode Fast Fourier Transform untuk mengekstrak sembilan nilai feature set untuk setiap file musik, dan dikelompokkan terhadap 4 kategori mood musik model Thayer. Hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa metode Fast Fourier Transform dapat digunakan untuk mendapatkan nilai feature set berdasarkan ekstraksi fitur mood dalam musik.

Keywords : FFT, Musik, Mood, MIR

1. PENDAHULUAN

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan algoritma dasar dan paling sering digunakan dalam proses analisis sinyal. FFT berfungsi mengubah sinyal dari domain waktu menjadi domain frekuensi yang akan sangat bermanfaat digunakan untuk mendapatkan informasi dari spektral sinyal yang dapat digunakan untuk proses analisa [1]. Penggunaan FFT juga sering digunakan untuk menganalisa dan mengekstrak fitur audio dalam bidang *Music Information Retrieval (MIR)*.

MIR adalah salah satu bagian dalam *data mining* dimana informasi yang akan digali dari sumber data berupa musik. MIR merupakan metode khusus yang menggabungkan komputasi numerik dengan penambangan data berupa fitur-fitur unik yang ada dalam file musik.

Musik erat kaitannya dengan psikologi manusia, fakta ini menunjukkan kenyataan bahwa musik memiliki keterkaitan dengan emosi dan *mood/suasana* hati tertentu pada manusia. Hingga saat ini telah banyak dilakukan penelitian yang dapat memperkuat pernyataan tersebut. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Song, dkk. Mereka menyatakan bahwa setiap musik yang telah tercipta memiliki energi emosi tersendiri yang terpancar, maka dari itu mulai banyak penelitian yang telah dilakukan pada pengenalan emosi musik

[2]. Dari sudut pandang psikologi musik, elemen yang paling penting dalam penggolongan musik itu sendiri adalah pada *mood*/suasana hati apa yang tersirat dari musik tersebut.

Dalam pengelompokan musik terhadap suasana hati, Thayer mengajukan model 2 dimensi yang memetakan suasana hati, pendekatan 2 dimensi ini mengangkat teori yang menyatakan bahwa emosi dan suasana hati disebabkan oleh dua faktor, yaitu *stress* (senang dan cemas) dan *energy* (santai dan energetik). Selanjutnya dari model 2 dimensi ini dibagi menjadi 4 *cluster* yaitu 1) *Contentment*/kepuasan/nyaman/relaksasi, 2) *Exuberance*/gembira/bersemangat/riuh/riang, 3) *Depression*/depresi/sedih/galau/lirih, dan 4) *Anxious*/marah/cemas/kalut/kacau [3].

Dalam tahapan proses *data mining* menggunakan MIR, maka harus melewati tahap awal pengolahan data (*preprocessing*) sebelum berbagai jenis musik dikelompokkan berdasarkan *mood*. Tahapan *preprocessing* ini dikenal dengan *feature selection* [4]. Tahapan selanjutnya dari *feature selection* adalah proses *feature extraction* atau ekstraksi ciri dari sebuah file musik untuk menemukan ciri yang untuk masuk ke tahapan pengolahan data berikutnya. Tahapan *feature extraction* terdiri dari tiga proses, yaitu pengambilan sampel lagu (bagian *refrain* dari musik), penerapan *fast fourier transform* dan penerapan *spectral analysis* untuk mendapatkan nilai *spectral feature* dalam musik yang menjadi atribut dasar untuk dilakukannya pengelompokan *mood*.

Penelitian ini menggunakan file musik berjenis instrumental musik saja, tanpa mengandung lirik vokal. Koleksi musik yang digunakan pada proses ekstraksi fitur ini diperoleh dari situs www.audionetwork.com yang telah memiliki label *mood*/suasana hati berdasarkan anotasi/tag dari pakar musik. Penelitian ini dikembangkan untuk mengimplementasikan FFT dalam tahapan ekstraksi fitur musik, untuk mendapatkan seperangkat nilai fitur pada musik tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fast Fourier Transform

Fast Fourier Transform (FFT) yang ditemukan tahun 1965 merupakan pengembangan dari *Fourier Transform* (FT). Penemu FT adalah J. Fourier pada tahun 1822. FT membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks. Definisi *Fast Fourier Transform* (FFT) adalah metode yang sangat efisien untuk menghitung koefisien dari Fourier diskrit ke suatu sekuen terbatas dari data yang kompleks. Karena substansi waktu yang tersimpan lebih daripada metode konvensional, *fast fourier transform* merupakan aplikasi temuan yang penting di dalam sejumlah bidang yang berbeda seperti analisis *spectrum*, *speech* and *optical signal processing*, dan *design filter digital*. Algoritma FFT berdasarkan atas prinsip pokok dekomposisi perhitungan *discrete fourier transform* dari suatu sekuen sepanjang N ke dalam transformasi diskrit Fourier secara berturut-turut lebih kecil. Cara perhitungan dengan prinsip ini diterapkan ke arah suatu variasi dari algoritma yang berbeda, di mana semuanya memperbandingkan peningkatan kecepatan perhitungan.

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Karena banyak sinyal-sinyal dalam sistem komunikasi yang bersifat kontinyu, sehingga untuk kasus sinyal kontinyu seperti sinyal suara dapat menggunakan transformasi fourier. Transformasi Fourier didefinisikan oleh persamaan (2.1):

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

Dimana $s(f)$ adalah sinyal dalam domain frekuensi (*frequency domain*), $s(t)$ adalah sinyal dalam domain waktu (*time domain*), dan $e^{-j2\pi ft}$ adalah konstanta dari nilai sebuah sinyal, f adalah frekuensi dan t adalah waktu.

FFT merupakan salah satu metode untuk transformasi sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi, artinya proses perekaman suara disimpan dalam bentuk digital berupa gelombang *spectrum* suara yang berbasis frekuensi sehingga lebih mudah dalam menganalisa *spectrum* frekuensi suara yang telah direkam. Disisi lain penerapan FFT ini juga membantu dalam proses memfilter sinyal input dengan baik menjadi sinyal [1].

2.2 Music Information Retrieval (MIR)

Music Information Retrieval (MIR) merupakan sebuah bidang ilmu untuk mengambil dan mengolah informasi dari file musik yang berupa metadata ataupun konten. Terdapat beberapa task dari penelitian di bidang *Music Information Retrieval* berdasarkan *The Music Information Retrieval Evaluation eXchange (MIREX)*, yaitu Klasifikasi Genre, Klasifikasi Mood, Identifikasi Artis, Pengenalan Instrumen, dan *Music Annotation* [5].

Chai merangkum penelitian dalam MIR dalam tiga bidang, yaitu *Music Searching and Query by Examples*, *Music Classification*, dan *Music Segmentation and Summarization* [6]. Dalam bidang *Music Searching and Query by Examples*, sistem MIR membantu pengguna mencari musik berdasarkan isinya, berdasarkan informasi dari referensi tertentu. *Music Classification* adalah salah satu topik populer dalam MIR. Klasifikasi yang dilakukan beragam, bisa berdasarkan genre musik, penyanyi, dan emosi/mood. *Music Summarization* bertujuan menemukan bagian yang paling representatif dalam musik, hal ini sering diasumsikan pada bagian *intro* maupun *refrain* sebagai bagian yang paling sering diulang dari sepotong musik.

2.3 Suasana Hati pada Musik

Suasana hati *atau mood* adalah keadaan emosi yang relatif tahan lama. *Mood* berbeda dari emosi yang sederhana dimana emosi lebih bersifat kurang spesifik, kurang intens, dan kurang mungkin dipicu oleh stimulus atau peristiwa tertentu [3].

Thayer mengusulkan sebuah model *mood* atau suasana hati secara dua dimensi, model yang diusulkan tersebut menawarkan cara sederhana namun efektif untuk mewakili suasana hati. Model Thayer menyatakan suasana hati tergantung pada dua faktor, dapat dilihat pada Gambar 1, terdiri dari: stress (*happines/kebahagiaan* dan *anxiety/kecemasan*) dan energi (*calm/tenang* dan *energy/berenergi*) dikombinasikan dalam sumbu dua dimensi yang membentuk empat kuadran yang berbeda yaitu : *contentment*, mewakili jenis *mood* musik yang tenang dan bahagia; *depression*, mewakili jenis *mood* musik yang galau, lirih dan depresi; *exuberance* mewakili jenis *mood* musik yang mengacu pada bahagia dan energik; dan *anxiety* mewakili jenis musik yang panik, cemas, dan kalut.



Gambar 1: Model dimensi emosi Thayer
(Sumber : Thayer, 1989)

2.3 Feature Extraction

Ekstraksi fitur/*Feature Extraction* adalah proses yang dilakukan untuk mengambil ciri-ciri dari sebuah data input baik data analog maupun data digital dengan menggunakan metode *spectral analysis* [7]. Ciri-ciri ini kemudian akan menjadi dasar untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu pada tahap yang berbeda. Fitur-fitur yang dihasilkan ini akan menentukan kelas dari sinyal input yang masuk. Ekstraksi fitur melibatkan analisis input dari sinyal audio. Dalam *Music Information Retrieval*, beberapa peneliti sepakat

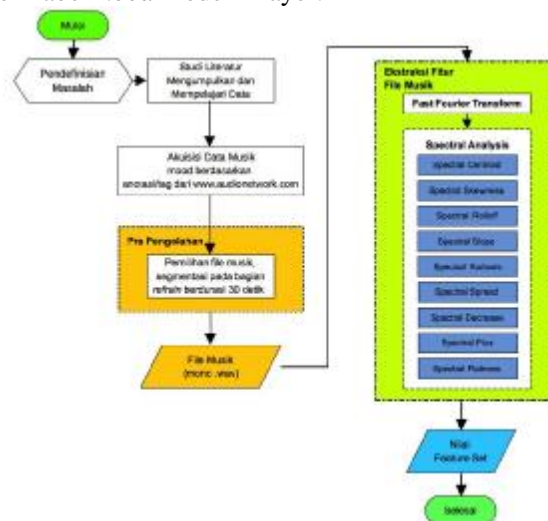
bahwa ekstraksi fitur memegang peranan yang lebih penting daripada fase lainnya baik untuk tujuan klasifikasi musik maupun untuk tujuan pengenalan musik.

Beberapa metode *spectral analysis* yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya [8], pertama berdasarkan pada properti statistik (*statistical property*) dari sinyal audio, dimana fitur audio yang dianalisis berdasarkan panjang blok sinyal audio dan tingkat nada yang diperoleh dari proses ekstraksi. Dalam hal ini nilai fitur audio diperoleh dengan menggunakan analisis *spectral skewness* dan *kurtosis*. Kedua, fitur audio diperoleh berdasarkan bentuk spektral (*spectral shape*) hal ini dapat diketahui berdasarkan *timbre* (warna suara/audio), *pitch* (tinggi-rendah nada) dan *loudness* (kuat-lemah suara). Untuk mendapatkan nilai fitur audio pada *spectral shape* ini diperoleh dengan *spectral centroid*, *rolloff*, *slope*, *spread*, *decrease*, dan *flux*. Ketiga, fitur audio diperoleh berdasarkan properti sinyal (*signal properties*) audio, dimana fitur audio yang dianalisis berdasarkan nada disepanjang sinyal audio, hal ini menggambarkan keharmonisan dalam musik. Untuk mendapatkan nilai fitur audio berdasarkan *signal properties* ini dengan menggunakan *spectral flatness*.

III. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sebuah sistem untuk memperoleh seperangkat nilai *feature set* dalam tahapan *preprocessing* sinyal audio yang diperoleh melalui proses ekstraksi fitur *mood* dalam musik menggunakan metode *Fast Fourier Transform*. Selanjutnya alur sistem yang lebih detail dari implementasi *FFT* pada ekstraksi fitur *mood* musik dapat dilihat pada Gambar 3.

Pendefinisian masalah melingkupi penjabaran latar belakang dan masalah yang ditangani oleh sistem yaitu bagaimana membangun sistem untuk mengekstraksi fitur *mood* dalam musik dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform*. Sehingga mendapatkan output data berupa seperangkat nilai *feature set* dari file musik sesuai dengan kategori label *mood* model Thayer.



Gambar 3: Alur Analisis Penelitian

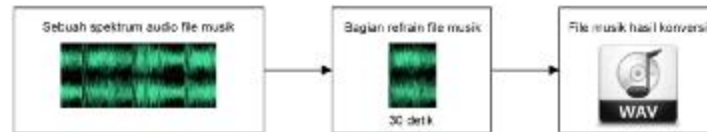
Studi literatur/kepuustakaan merupakan tahapan awal yang penting dalam memulai penelitian, karena tahap ini berhubungan dengan pengumpulan teori dan merangkum penelitian-penelitian sebelumnya yang akan menjadi dasar penelitian ini. Studi literatur dapat menunjukkan sejauh mana penelitian akan dibuat dan dalam bidang atau topik penelitian apa yang akan diambil. Dalam penelitian ini, literatur didapat melalui jurnal, artikel laporan penelitian, dan buku-buku yang berhubungan dengan *Music Information Retrieval*, *Music Mood Classification*, *Fast Fourier Transform*, dan *Spectral Analysis*.

3.1 Akuisisi Data Musik

Dari sejumlah kelompok suasana hati yang didapat berasal dari anotasi/tag sosial dari situs www.audionetwork.com, selanjutnya dilakukan proses pra-pengolahan file musik, seperti yang terlihat pada Gambar 4 diawali dengan sebuah file musik yang diedit menggunakan aplikasi pengolahan audio yang

mengubah tampilan file menjadi spektrum audio, selanjutnya mengambil potongan klip musik yang dilakukan secara manual dengan mendengarkan sebuah file musik secara berulang-ulang kemudian mendapatkan posisi *refrain* dari musik tersebut.

Bagian *refrain* ini biasanya diulang-ulang saat lagu dimainkan, dan merupakan bagian yang paling sering menunjukkan suasana hati/*mood* yang tersirat di dalam musik. Durasi *refrain* klip musik ditentukan hanya 30 detik saja [9]. Hasil klip file musik tersebut disimpan dengan format .wav dengan *mono audio channel*.



Gambar 4: Tahapan prapengolahan file musik

3.2 Ekstraksi Fitur Musik

Pada tahap ini, sekumpulan file musik dengan format mono .wav berdurasi 30 detik, yang kemudian ditransformasi menjadi domain frekuensi menggunakan *FFT*. File musik hasil *FFT* ini selanjutnya memasuki tahapan ekstraksi fitur dengan menggunakan *spectral analysis*. Hasil dari *spectral analysis* (*spectral centroid*, *spectral skewness*, *spectral rolloff*, *spectral slope*, *spectral kurtosis*, *spectral spread*, *spectral decrease*, *spectral flux*, dan *spectral flatness*) berupa seperangkat nilai *feature set* terdiri dari 9 nilai atribut untuk setiap file musik. 9 nilai atribut ini merupakan nilai yang menjadi ciri khusus dari file musik yang digunakan sebagai data latih, yang selanjutnya diberikan label jenis *mood* sesuai dengan label *mood* pada situs www.audionetwork.com. Berikut ini Tabel 1 merupakan contoh pembagian kategori file musik terhadap *mood*.

Tabel 1: Pembagian kategori *mood* musik untuk training dataset

No.	Kategori <i>mood</i> musik	<i>Spectral Analysis</i>	Jml. file musik
1.	<i>Contentment</i> / kepuasan, tenang, relaksasi	<i>spectral centroid</i> , <i>spectral skewness</i> , <i>spectral rolloff</i> , <i>spectral slope</i> , <i>spectral kurtosis</i> , <i>spectral spread</i> , <i>spectral decrease</i> , <i>spectral flux</i> , dan <i>spectral flatness</i>	100
2.	<i>Exuberance</i> / gembira, riuh, bersemangat	<i>spectral centroid</i> , <i>spectral skewness</i> , <i>spectral rolloff</i> , <i>spectral slope</i> , <i>spectral kurtosis</i> , <i>spectral spread</i> , <i>spectral decrease</i> , <i>spectral flux</i> , dan <i>spectral flatness</i>	100
3.	<i>Depression</i> / depresi, sedih, galau	<i>spectral centroid</i> , <i>spectral skewness</i> , <i>spectral rolloff</i> , <i>spectral slope</i> , <i>spectral kurtosis</i> , <i>spectral spread</i> , <i>spectral decrease</i> , <i>spectral flux</i> , dan <i>spectral flatness</i>	100
4.	<i>Anxious</i> / cemas, kalut, kacau, marah	<i>spectral centroid</i> , <i>spectral skewness</i> , <i>spectral rolloff</i> , <i>spectral slope</i> , <i>spectral kurtosis</i> , <i>spectral spread</i> , <i>spectral decrease</i> , <i>spectral flux</i> , dan <i>spectral flatness</i>	100

Hasil akhir dari proses penyusunan dataset ini berupa sebuah file dataset yang selanjutnya dapat digunakan sebagai acuan data latih dan data uji pada data mining.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melihat proses ekstraksi fitur *mood* dalam musik, telah dibangun sebuah antarmuka sistem yang berfungsi untuk memasukkan file audio dengan format mono .wav 16 bit yang diperoleh dari potongan klip pada bagian *refrain* musik berdurasi 30 detik.

Panel “Music File Processing” ini merupakan panel untuk mengelola data masukan, di dalamnya terdapat tombol “Masukan File .wav” untuk memasukkan file audio format mono .wav 16-bit. Tombol “Play” digunakan untuk memainkan file audio masukan. Tombol “Ekstraksi FFT” untuk mentransformasi sinyal audio input dari domain waktu ke domain frekuensi. Tombol “Play FFT” digunakan untuk memainkan file audio masukan yang telah mengalami transformasi FFT.

Tombol “*Spectral Analysis*” untuk mengekstraksi fitur-fitur yang terdapat pada file audio yang telah ditransformasi FFT, yang selanjutnya melewati tahapan *spectral analysis*, menggunakan 9 jenis yaitu *spectral centroid*, *spectral skewness*, *spectral rolloff*, *spectral slope*, *spectral kurtosis*, *spectral spread*, *spectral decrease*, *spectral flux* dan *spectral flatness*.



Gambar 6: Antarmuka Sistem Pemrosesan Fitur Mood Musik.

Panel kategori *Mood/Suasana Hati* merupakan penjelasan singkat mengenai kategori dari kelas data audio yang terkandung dalam sebuah file musik yang dilatih. Pengguna memasukkan nilai 1-4 ke dalam *textbox* kode kategori mood musik, dan tombol “Simpan Data” untuk menyimpan *feature set* ini.

4.1 Karakteristik Fitur Dataset

Terdapat 400 file audio bersumber dari anotasi/tag para ahli bidang musik pada situs www.audionetwork.com yang digunakan dalam penelitian ini sebagai data latih, yang tersebar menjadi 100 file audio kategori 1 (*Contentment*), 100 file audio kategori 2 (*Exuberance*), 100 file audio kategori 3 (*Depression*), dan 100 file audio kategori 4 (*Anxious*). Setiap file musik yang digunakan dalam tahapan ekstraksi fitur menggunakan *Fast Fourier Transform* ini memiliki durasi klip 30 detik. Pada tahap pra-pengolahan dilakukan dengan mengkonversi file musik ke dalam format .WAV dengan jenis mono, dengan tingkat sampel 44,1 kHz. Antarmuka sistem ekstraksi fitur *mood* musik telah dikembangkan. Secara umum dalam sebuah file audio yang digunakan dalam pembentukan dataset ini memiliki 10 nilai atribut (9 dari *spectral analysis* dan 1 sebagai kode kategori *mood* musik).

Berikut pada Tabel (2; 3; 4; 5) adalah dataset fitur audio untuk masing-masing kategori *mood* musik, namun data yang ditampilkan hanya 20 baris data untuk setiap jenis kategori *mood*.

Tabel 1: *Feature set mood musik kategori 1) Contentment*

No.	Nama File	Nilai Spectral Analysis									Ktgr
		Centroid	Skewness	Roll Off	Slope	Kurtosis	Spread	Decrease	Flux	Flatness	
1	C-01	4073.2	29.808	10374	-1.27E-07	953.41	2988	0.14463	0.00014336	0.11385	1
2	C-02	1538.4	28.692	3400.6	-6.08E-07	915.05	954.66	0.096774	0.00012711	0.047206	1
3	C-03	2602.9	29.415	11493	-1.14E-07	923.1	2783.2	0.091045	0.00012063	0.13927	1
4	C-04	1184.6	22.86	10073	-3.28E-07	620.58	1868.4	0.081259	0.00011634	0.088511	1
5	C-05	10745	30.017	18639	-1.79E-11	978.98	6357.2	0.11864	0.00014202	0.84807	1
6	C-06	2042.6	22.389	10557	-1.84E-07	643.32	2876.8	0.12536	0.00014298	0.16284	1
7	C-07	11282	22.068	18897	9.56E-12	592.56	6525.3	0.057769	0.00013172	0.85114	1
8	C-08	3468.1	32.449	18725	-3.12E-11	1202.5	6214.2	0.088561	0.00011678	0.81143	1
9	C-09	956.27	30.269	3970.9	-2.42E-08	999.32	783.08	0.15224	0.00014431	0.13428	1
10	C-10	7028.6	27.717	12236	-4.31E-07	862.34	4614.7	0.083294	0.00012994	0.12201	1
11	C-11	11059	28.791	18703	3.96E-12	926.43	6334.8	0.11913	0.00011304	0.85154	1
12	C-12	3549.3	29.13	12655	-3.81E-07	918.27	4849.1	0.13165	0.00016128	0.13508	1
13	C-13	2941.6	23.603	11762	-3.60E-07	660.12	4142.4	0.077017	0.00013421	0.28197	1
14	C-14	4086.2	29.973	11902	-2.47E-07	972.25	4072.5	0.086662	0.00011335	0.2865	1
15	C-15	1520.3	28.213	7737.4	-7.49E-08	866.21	1341.4	0.10398	0.00013617	0.10691	1
16	C-16	1561.5	30.482	12612	-2.87E-08	1007.4	1553.2	0.1335	0.00014991	0.19615	1

17	C-17	3816	25.743	14775	-6.83E-10	755.49	4210.6	0.052378	0.00013478	0.66611	1
18	C-18	9784.2	30.373	14162	-2.36E-08	970.62	5076.9	0.03194	0.0001424	0.28141	1
19	C-19	1614.8	24.92	10632	-5.02E-07	701.96	2595.4	0.096404	0.00011187	0.1416	1
20	C-20	905.91	28.517	10858	-2.43E-07	906.88	2073.9	0.098032	0.00011776	0.196877	1

Tabel 2: Feature set mood musik kategori 2) Exuberance

No.	Nama File	Nilai Spectral Analysis									
		Centroid	Skewness	Roll Off	Slope	Kurtosis	Spread	Decrease	Flux	Flatness	Ktgr
1	E-01	3098.3	16.702	9416.2	-1.77E-06	414.92	3059.9	0.057931	0.00012605	0.078833	2
2	E-02	4485.5	27.575	13118	-5.02E-07	866.8	5183.4	0.070906	0.00015421	0.11747	2
3	E-03	1408.6	25.932	10256	-8.40E-07	754.85	2396	0.070485	0.00013687	0.20239	2
4	E-04	3153.7	17.838	9222.5	-8.48E-07	402.74	2718.2	0.059337	0.00014705	0.12391	2
5	E-05	6898.7	28.616	14388	-2.17E-07	917	4891.8	0.080382	0.0002008	0.13711	2
6	E-06	7468.7	27.682	13043	-1.45E-07	838.43	4145.7	0.13066	0.00014351	0.18035	2
7	E-07	4772.1	29.087	12666	-2.53E-08	970.31	5074.1	0.14266	0.00015959	0.13538	2
8	E-08	2434.9	16.674	9534.5	-1.76E-06	377.25	2996.9	0.037173	0.00011444	0.10923	2
9	E-09	1964.8	23.988	10987	-1.91E-06	698.21	2536.4	0.068811	0.00015719	0.094526	2
10	E-10	4716	23.924	13140	-6.12E-07	653.28	4691.4	0.081412	0.00013295	0.20482	2
11	E-11	1537.4	26.123	11784	-7.83E-07	772.14	2290.7	0.07675	0.00015604	0.1254	2
12	E-12	7831.5	27.861	13667	-4.07E-07	890.23	4865.6	0.1041	0.0001768	0.17215	2
13	E-13	2867.1	24.989	12397	-6.01E-07	756.25	3400.2	0.058932	0.00012516	0.18403	2
14	E-14	1818.5	16.484	8759.7	-2.49E-07	375.81	2143.3	0.064456	0.00014047	0.084997	2
15	E-15	3331.2	15.853	8221.7	-7.92E-07	317.91	2446.7	0.043438	0.00011701	0.1274	2
16	E-16	2419.4	17.883	11342	-7.20E-07	431.74	3254	0.040923	0.00011037	0.17465	2
17	E-17	2117.9	21.473	11472	-1.18E-06	585.95	2954.1	0.057498	0.00012918	0.11317	2
18	E-18	6604.5	27.795	11719	-3.72E-07	862.61	4117.1	0.077788	0.00011483	0.11637	2
19	E-19	4280.7	21.998	12946	-1.49E-06	617.63	4889.1	0.043177	0.00014093	0.095216	2
20	E-20	3406.1	29.177	11612	-6.98E-07	936.91	4091.9	0.11224	0.00017023	0.22498	2

Tabel 3: Feature set mood musik kategori 3) Depression

No.	Nama File	Nilai Spectral Analysis									
		Centroid	Skewness	Roll Off	Slope	Kurtosis	Spread	Decrease	Flux	Flatness	Ktgr
1	D-01	1316.2	27.958	8060.2	-5.25E-08	878.66	1626.2	0.11	0.00014245	0.073075	3
2	D-02	942	21.903	4186.2	-9.60E-07	597.5	870.07	0.16725	0.00012038	0.041157	3
3	D-03	858.98	29.39	2098.5	-7.00E-08	932.66	572.71	0.047736	0.00015712	0.04961	3
4	D-04	3249.5	26.621	11848	-4.63E-07	793.65	3949.4	0.12695	0.00017632	0.01428	3
5	D-05	1367.1	28.07	13236	-6.37E-07	856.3	3325.9	0.080783	0.00018148	0.010534	3
6	D-06	977.46	27.976	5423.7	-2.89E-07	899.27	1346	0.14017	7.50E-05	0.068264	3
7	D-07	793.15	28.174	3820.3	-2.26E-08	872.42	792.71	0.085486	8.29E-05	0.010473	3
8	D-08	2120.4	22.21	8103.3	-6.67E-07	606.22	2328.8	0.062971	0.00014164	0.073025	3
9	D-09	1101.8	25.54	3325.3	-3.15E-07	737.45	800.3	0.075856	5.28E-05	0.031463	3
10	D-10	1017.3	30.351	2991.7	-2.15E-07	990.76	563.55	0.03041	0.00016056	0.058299	3
11	D-11	1728.6	28.334	9201	-2.35E-07	893.21	1743.4	0.028815	0.00013297	0.068469	3
12	D-12	791.53	29.417	12128	-7.24E-07	960.42	1313	0.23716	0.00015575	0.092309	3
13	D-13	1484.2	23.723	4326.1	-5.30E-07	675.56	1083.2	0.05024	8.64E-05	0.052726	3
14	D-14	1377.9	20.79	4455.2	-8.22E-07	526.83	998.32	0.11454	0.00010865	0.053889	3
15	D-15	10876	26.483	18725	-7.17E-12	805.96	6492.3	0.032612	0.00011515	0.084135	3
16	D-16	3585.6	29.676	12591	-7.14E-08	926.89	3711.3	0.052811	9.28E-05	0.016448	3
17	D-17	2260.3	25.971	13581	-3.16E-09	748.81	4277.6	0.033719	0.00012554	0.052112	3
18	D-18	1391.1	22.765	5391.4	-1.07E-06	615.19	1067.2	0.058974	8.29E-05	0.054113	3
19	D-19	914.71	23.432	2846.3	-6.13E-08	671.04	630.51	0.092461	0.00012479	0.095356	3
20	D-20	798.21	30.798	10686	-1.21E-07	1045.6	1861.2	0.12291	0.00012329	0.013355	3

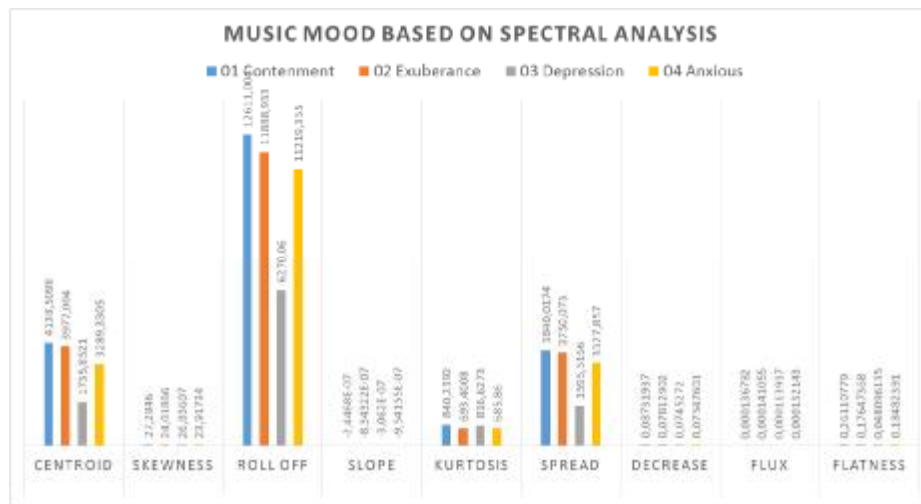
Tabel 4: Feature set mood musik kategori 4) Anxious

No.	Nama File	Nilai Spectral Analysis									
		Centroid	Skewness	Roll Off	Slope	Kurtosis	Spread	Decrease	Flux	Flatness	Ktgr
1	A-01	1904.8	26.857	6758.1	-6.43E-07	815.93	1703.3	0.063516	0.0001079	0.082729	4
2	A-02	3205.4	18.779	11375	-1.38E-06	407.25	4118.9	0.064084	0.00012322	0.09827	4
3	A-03	2119.9	24.457	13592	-1.08E-06	715.16	3273	0.097417	0.00012796	0.24331	4
4	A-04	10969	28.344	18628	-4.39E-12	870.9	6361.5	0.083638	0.00013916	0.86102	4
5	A-05	1606.7	27.646	11256	-5.17E-08	828.9	2887.8	0.10072	0.00013088	0.10209	4
6	A-06	9161.5	21.283	14409	-1.87E-07	566.35	4580.4	0.07246	0.00015711	0.18243	4
7	A-07	5114.8	24.385	12408	-9.02E-07	691.84	4312.6	0.064892	0.00012153	0.1243	4
8	A-08	8663.5	22.668	15679	-3.39E-10	603.92	5413.5	0.066651	0.00011598	0.74858	4
9	A-09	1274.5	23.158	11256	-1.27E-06	651.9	2213.5	0.077209	0.00013565	0.10499	4

10	A-10	1218.4	26.708	11418	-7.21E-07	811.06	2888	0.07298	0.00011969	0.11489	4
11	A-11	2056.2	20.245	9136.4	-4.50E-07	538.61	2911.5	0.093939	0.00010488	0.12164	4
12	A-12	1893.6	22.953	10116	-5.20E-07	608.75	2652	0.073398	0.00013447	0.10538	4
13	A-13	1338.2	22.88	9233.2	-8.51E-07	624.64	2110.1	0.15128	0.00012052	0.121288	4
14	A-14	1219.6	26.952	10858	-1.15E-07	821.05	2309.7	0.20672	9.05E-05	0.11082	4
15	A-15	2250.5	25.554	13280	-4.27E-07	749.02	3714.1	0.09452	0.00014029	0.12721	4
16	A-16	2684.8	28.627	12645	-6.20E-07	913.78	3169	0.10416	0.00013848	0.12131	4
17	A-17	746.85	30.411	10374	-6.67E-07	988.02	1961.3	0.18011	0.00010884	0.12857	4
18	A-18	2140.2	26.495	10664	-6.06E-07	843.9	3084.8	0.12274	0.00014906	0.11368	4
19	A-19	2309.6	22.051	12914	-1.60E-06	625.43	3082.9	0.063669	0.00011176	0.14177	4
20	A-20	2636.5	22.797	13506	-8.62E-07	627.93	3366.4	0.077397	0.00011874	0.11759	4

Berikut ini pada Gambar 7 menunjukkan keterkaitan antara 4 kategori *mood* model Thayer dengan 9 nilai *spectral analysis* yang telah diperoleh pada proses pengolahan file musik. Gambar tersebut menunjukkan bahwa dalam dataset fitur musik yang dibentuk memiliki nilai rata-rata fitur tertinggi secara berurut-urut terdapat pada *spectral rolloff*, *spectral centroid*, *spectral spread* dan *spectral kurtosis*.

Nilai rata-rata fitur hasil *spectral analysis* yang ada pada setiap *mood* menunjukkan bahwa pada *mood contentment*, *exuberance*, dan *anxious* adalah yang tertinggi, sedangkan nilai rata-rata fitur terendah terdapat pada *mood depression*. Pengecualiannya ada pada *spectral kurtosis* dimana nilai rata-rata fitur tertinggi berurut-urut ada pada *mood contentment*, *depression*, dan *anxious*, sedangkan terendah pada *mood exuberance*. Trend dari grafik perbandingan nilai rata-rata *spectral feature* ini tidak sepenuhnya akan seperti ini, tentunya akan menghasilkan nilai yang berbeda-beda, apabila menggunakan jenis dataset *mood* musik yang berbeda pula.



Gambar 7: Perbandingan 9 nilai *spectral feature* terhadap 4 kategori *mood*

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menerapkan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) dalam sebuah antarmuka sistem ekstraksi fitur suasana hati/*mood* pada file musik. Telah dilakukan penerapan 9 jenis *spectral analysis* (*spectral centroid*, *spectral skewness*, *spectral rolloff*, *spectral slope*, *spectral kurtosis*, *spectral spread*, *spectral decrease*, *spectral flux*, dan *spectral flatness*) yang telah menghasilkan seperangkat nilai *feature set*, terdiri dari 9 nilai atribut untuk setiap file musik. 9 nilai atribut ini merupakan nilai yang menjadi ciri khusus dari file musik, yang selanjutnya diberikan label jenis *mood* sesuai dengan label *mood* model Thayer (*contentment*/menenangkan;bahagia, *exuberance*/bersemangat;riuh, *depression*/sedih;depresi, dan *anxious*/panik;kalut;cemas).

Untuk kelanjutan penelitian selanjutnya akan dilakukan pengembangan dari sisi penerapan dataset yang telah dihasilkan dalam penelitian ini sebagai data training dan data uji untuk proses data mining dengan menerapkan berbagai algoritma klasifikasi dan *clustering*. Serta dapat juga dilakukan dengan

mengimplementasikan algoritma pemrosesan sinyal lainnya seperti *Short Time Fourier Transform* (STFT), *Discrete Fourier Transform* (DFT), *Wavelet*, dan lainnya.

REFERENSI

- [1] Reonaldo Y. S. (2014). *Simulasi Sistem Pengacak Sinyal dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)*. E-Journal Teknok Elektro dan Komputer ISSN 2301-8402.
- [2] Song, Y. et al. (2012). Evaluation of Musical Features for Emotion Classification. *Proceedings of the 13th International Society for Music Information Retrieval Conference*. Porto, Portugal.
- [3] Thayer. (1989). *The biopsychology of mood and arousal*. Oxford University Press.
- [4] Samira Pouyanfar, Hossein Sameti. (2014). *Music Emotion Recognition Using Two Level Classification*. International Conference on Intelligent System (ICIS).
- [5] Fu, Z., Lu, G., Ting, K.M., and Zhang, D. 2011. A Survey of Audio-Based Music Classification and Annotation. *IEEE Transactions on Multimedia*. Vol 13 No. 2 Pages 303-318.
- [6] Chai, W. (2005). Automated Analysis of Musical Structure. *Master of Science in Media Arts and Sciences*. Massachusetts Institute of Technology.
- [7] Ricky Aurelius N.D., IKG Darma Putra, NMAE Dewi W. 2014. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Vol. 13 No. 2, pages : 36-39.
- [8] Lerch, Alexander. 2012. *An introduction to Audio Content Analysis – Applications in Signal Processing and Music Informatics*. IEEE Press.
- [9] Seungwon, Oh., Minsoo Hahn, Jinsul Kim. (2013). *Music Mood Classification Using Intro and Refrain Parts of Lyrics (ICISA)*.