
Rekayasa Sistem Pengelompokan Suasana Hati Terhadap Musik Menggunakan Algoritma K- Nearest Neighbor

I Gede Harsemadi
STMIK STIKOM Bali
Program Studi Sistem Informasi
e-mail: gedeharsemadi@gmail.com

Abstrak

Musik erat kaitannya dengan psikologi manusia, kenyataan ini mengindikasikan bahwa musik dapat terkait dengan emosi dan *mood*/ suasana hati tertentu pada manusia. setiap musik yang telah tercipta memiliki energi emosi tersendiri yang terpancar maka dari itu mulai banyak penelitian yang telah dilakukan pada pengenalan emosi musik tersebut. Penelitian mengangkat rekayasa sistem pengelompokan suasana hati terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-NN*. Rekayasa sistem ini mendeskripsikan alur proses diawali dengan sistem menerima masukan (input data) berupa file musik format mono .wav, yang selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur menggunakan *Fast Fourier Transform* dan untuk *spectral analysis*, menggunakan *spectral centroid*, *spectral kurtosis*, *spectral slope*, *spectral skewness* dan *spectral rolloff*, seperangkat nilai *feature set* ini selanjutnya dilakukan proses pengelompokan terhadap musik dengan menggunakan klasifikasi *K-NN*, Kemudian sistem menghasilkan output berupa jenis mood yaitu *exuberance*/ gembira, *contentment*/ kepuasan, *anxious*/ cemas; kalut, dan *depression*/ depresi. Hasil klasifikasi secara umum mencapai 65% untuk $k=1$, 53,3% untuk $k=3$, dan 48,3% untuk $k=5$.

Kata kunci: Musik, Suasana Hati, KNN, Klasifikasi

Abstract

Music is closely related to human psychology, this fact indicates that the music can be linked to emotion and mood / certain mood in humans. any music that has been created has its own emotional energy that radiates therefore started a lot of research has been done on the introduction of the musical emotion. Systems engineering research grouping lifting the mood of the music using the K-NN algorithm. Describes systems engineering process flow begins with the system accepts input (input data) in the form of mono wav format music files, which further feature extraction using Fast Fourier Transform and for spectral analysis, using the spectral centroid, spectral kurtosis, spectral slope, spectral skewness and spectral rolloff, set the value of this feature set the grouping process is then performed to music by using a K-NN classification, then the system generates an output type of mood that Exuberance / joy, contentment / satisfaction, anxious / anxious; frantic, and depression / depression. Results of the general classification to 65% for $k = 1$, 53.3% for $k = 3$, and 48.3% for $k = 5$.

Keywords: Music, Mood, KNN, Classification

1. Pendahuluan

Musik erat kaitannya dengan psikologi manusia, kenyataan ini mengindikasikan bahwa musik dapat terkait dengan emosi dan *mood*/ suasana hati tertentu pada manusia. Berbagai penelitian yang telah dilakukan memperkuat pernyataan tersebut. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Song, Y.dkk. pada tahun 2012 [1] mengatakan “*Because music conveys and evokes feelings, a wealth of research has been performed on music emotion recognition*”. Melalui pernyataan tersebut dapat disimpulkan 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 tersebut. Dari sudut pandang psikologi musik, elemen yang paling penting dalam penggolongan musik itu sendiri adalah pada emosi apa yang tersirat dari musik tersebut.

Keterkaitan musik dengan suasana hati yang tersirat dalam musik juga sudah diperkuat dalam buku yang karangan Mayer, L.B. tahun 1956 berjudul *Emotion and Meaning in Music* [2], Mayer

menyatakan bahwa kata emosi bermakna sesuatu yang bersifat sementara dan cepat berlalu dari ingatan. Sementara *mood* atau suasana hati bermakna sesuatu yang relatif permanen dan stabil. Sehingga emosi serta suasana hati yang terkandung dalam suatu musik sangat mempengaruhi persepsi atau kesan seseorang terhadap musik. Huron mengemukakan bahwa fungsi utama dari musik adalah sosial dan psikologis, maka penggolongan musik yang paling penting adalah *style*, *emotion*, *genre*, dan *similarity* [3].

Banyak sekali upaya yang telah dilakukan oleh para penulis dan pemusik dalam mencoba menjelaskan hubungan antara musik dengan suasana hati, namun tidak menghasilkan suatu standar dan kesepakatan. Hal ini yang memicu ketertarikan dan semakin bertambahnya penelitian yang berkaitan seputar musik dan kaitannya dengan suasana hati. Hevner dalam penelitiannya berjudul *Experimental studies of the elements of expression in music* [4] melakukan eksperimen dimana pendengar musik diminta untuk menuliskan kata sifat yang muncul di pikiran mereka yang paling deskriptif terhadap musik yang didengarkan. Eksperimen ini dilakukan untuk memperkuat hipotesis bahwa musik benar-benar membawa arti emosional. Hevner menemukan adanya kluster kata sifat ke dalam delapan kata sifat utama yang ditempatkan dalam sebuah lingkaran. Dia juga menemukan dalam sebuah kelompok yang mempunyai latar belakang budaya yang sama memiliki pelabelan *mood* musik cenderung konsisten antar individunya.

Dalam berbagai penelitian yang berkaitan dengan pengelompokan emosi dan *mood* dalam musik permasalahan utama yang dihadapi adalah pelabelan emosi musik yang tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Pelabelan harus dilakukan secara hati-hati, mudah terjadi label klasifikasi yang saling berkaitan satu sama lainnya. Dalam psikologi musik pendekatan tradisional yang digunakan adalah dengan menggunakan label kata sifat, seperti senang, sedih, murung, bersemangat, dan lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Hevner tersebut yang menjadi dasar penelitian hingga saat ini. Hevner membagi klasifikasi emosi menjadi 64 kata sifat dan mengelompokkannya menjadi 8 kluster yaitu *sober*/memabukkan, *gloomy*/murung, *longing*/hasrat, *lyrical*/lirik, *sprightly*/lincah, *joyous*/gembira, *restless*/gelisah dan *robust*/kuat. Selanjutnya pengelompokan tersebut diperbaiki oleh penelitian Farnsworth tahun 1958 dimana beliau menyusun ulang emosi menjadi 10 kluster, diantaranya : *cheerful*/ceria, *fanciful*/fantastis, *delicate*/ halus, *leisurely*/ santai, *pathetic*/ mengenaskan, *depressing*/ depresi, *spiritual*/ rohani, *dramatic*/ dramatis, *exciting*/ menarik, dan *frustrated*/ frustrasi [5].

Dengan banyaknya kluster yang dibuat oleh Hevner dan Farnsworth, maka J. Skowronek, dkk., dalam penelitiannya lebih memakai sistem klasifikasi musik yang sederhana dan terdiri dari 5 kluster sehingga mudah untuk dibedakan, diantaranya : *aggressive*/ agresif, *upbeat*/ bersemangat, *happy*/ senang, *romantic*/ romantis, *mellow*/ sendu dan *sad*/sedih [6]. Pengelompokan yang lebih sederhana sebenarnya telah dilakukan pada tahun 1989-an, Thayer melakukan penelitian dengan judul *The biopsychology of mood and arousal*, muncul pendekatan lain terhadap kategorisasi pada suasana hati dalam musik. Thayer mengajukan model 2 dimensi yang memetakan suasana hati dalam musik, 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 kluster yaitu *exuberance*/ gembira, *contentment*/ kepuasan, *anxious*/ cemas;kalut, dan *depression*/ depresi [7].

Dengan berkembangnya era digital saat ini, diikuti juga dengan perkembangan industri musik yang sampai saat ini musik selalu hadir dalam keseharian manusia, di mobil, saat bekerja, berolahraga, di pusat pertokoan, televisi dan lain sebagainya. Pertumbuhan gemerlap dunia hiburan yang memanfaatkan permintaan musik sebagai media bisnis utamanya menyebabkan adanya metode baru dalam pendistribusian musik. Setiap orang hampir memiliki banyak koleksi lagu-lagu baru. Seiring dengan perkembangan ini juga berdampak pada permasalahan saat pengelompokan dan temu kembali informasi dalam musik (*Music Information Retrieval*), khususnya yang berkaitan dengan pengelompokan informasi berdasarkan artis penyanyi, album, *genre*/jenis musik, dan suasana hati atau *mood*. Sehingga dirasakan perlu adanya metode yang berguna secara otomatis dan terbaik untuk dapat menemukan kembali informasi yang tersembunyi dalam musik yang berasal dari database musik yang besar.

Music Information Retrieval (MIR) adalah salah satu bagian dalam *Data Mining* dimana informasi yang akan digali dari sumber data berupa musik. Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai *Music Information Retrieval* (MIR) khususnya pada klasifikasi emosi dan *mood* dalam bidang musik, psikologi, pemrosesan sinyal, *machine learning* maupun kombinasi dari beberapa model penelitian tersebut. MIR menggunakan berbagai macam metode untuk pengelompokan termasuk di dalamnya klasifikasi dan *clustering* data seperti C4.5, *decision tree*, *Support Vector Model* (SVM), *k-Nearest Neighbor* (K-NN), *Artificial Neural Network*, *Self Organization Map*, *k-Means clustering* dan

lain sebagainya. Dalam proses data mining, sebelum berbagai jenis musik tersebut dikelompokkan, maka harus melewati tahap awal pengolahan data (*preprocessing*). Dalam tahapan ini dipilih bagian musik yaitu bagian *refrain* dengan durasi maksimal 30 detik, sedangkan untuk bagian lainnya tidak digunakan. Tahapan *preprocessing* ini dikenal dengan *feature selection* [8]. Alasan mengapa bagian *refrain* yang digunakan untuk mendapatkan fitur pada sebuah file musik karena bagian tersebut merepresentasikan nada-nada, kata-kata yang diulang-ulang dalam musik, dan hal inilah yang menjadi warna dan ciri khas dari sebuah lagu untuk dikenali dan diteliti dalam menemukan jenis *mood* yang terkandung di dalamnya [9].

Dalam proses *feature extraction* atau ekstraksi ciri dari sebuah file musik untuk menemukan ciri yang untuk masuk ke tahapan pengolahan data berikutnya, perlu dilakukan pengolahan sinyal dengan menggunakan transformasi fourier yang berfungsi mengubah fungsi atau sinyal dalam domain waktu ke domain frekuensi. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Gunawan berjudul Penerapan Algoritma *Backpropagation* untuk Klasifikasi Musik dengan Solo Instrumen, di dalamnya terdapat proses *feature extraction* terdiri dari tiga proses, yaitu pengambilan sampel, penerapan *Fast Fourier Transform* dan *spectral analysis* untuk mendapatkan *spectral feature* yang menjadi dasar untuk dilakukannya klasifikasi [10]. Dalam berbagai penelitian lainnya yang telah dilakukan, terdapat model *feature selection* yang digunakan serta memberikan hasil yang cukup baik selain *Fast Fourier Transform* diantaranya adalah *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC), *Gaussian Model*, *Multivariate Autoregressive Model*, *Low Short-Time Energy Ratio* (LSTER), *High Zero-Crossing Rate Ratio* (HZCRR), *Beat Histogram*, *Beat Spectrum*, *Octave Based Spectral Contrast* (OSC), *Octave Based Modulation Spectral Contrast* (OMSC), serta berbagai fitur analisa *beat* dan *rhythm* lainnya. MIR memiliki bidang yang luas untuk diteliti mulai dari metode klasifikasi, *clustering*, *feature selection*, maupun kombinasi ketiganya.

Dalam proses klasifikasi, *K-Nearest Neighbor* (K-NN) merupakan suatu metode dengan supervisi (*supervised learning*) dimana hasil dari *query* yang baru diklasifikasikan berdasarkan kategori pada K-NN. Tujuan dari algoritma ini adalah mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan *training sample*. Pada berbagai penelitian dibidang lain dengan memanfaatkan K-NN misalnya pada pengolahan citra digital seperti pengenalan pola sidik jari, maupun identifikasi nomor polisi, K-NN bekerja dengan sangat baik.

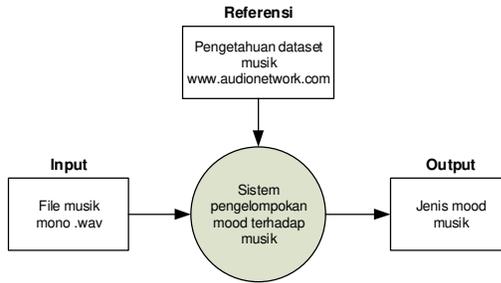
Dengan melihat keunggulan yang dimiliki oleh algoritma *K-NN* dalam proses klasifikasi data, serta kemampuan *Fast Fourier Transform* dalam pengolahan sinyal untuk keperluan ekstraksi fitur, maka dipandang perlu untuk meneliti dan menghasilkan suatu sistem yang dapat mengklasifikasikan dan *clustering mood/suasana* hati dengan terlebih dahulu mengolah informasi penting dari musik tersebut yang dihasilkan oleh proses ekstraksi fitur. Berdasarkan pemaparan penjelasan tersebut dan mengingat masih sedikitnya penelitian mengenai pengelompokan suasana hati terhadap musik menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*, maka pada penelitian ini penulis akan melakukan penelitian dengan merancang membangun sistem yang mampu mengklasifikasikan *mood/suasana* hati terhadap musik menggunakan metode K-NN.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk perancangan rekayasa sistem untuk mengelompokkan suasana hati/*mood* terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* dan ekstraksi fitur musik menggunakan *Fast Fourier Transform* dimana hasilnya selanjutnya diolah dengan *Spectral Analysis Features* untuk menghasilkan nilai *feature set* yang menjadi seperangkat nilai sebagai dasar klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor*. Nantinya hasil klasifikasi ini dibandingkan dengan hasil anotasi/*tag* sosial dengan metode evaluasi akurasi/*precision*.

2.1 Model Konseptual Penelitian

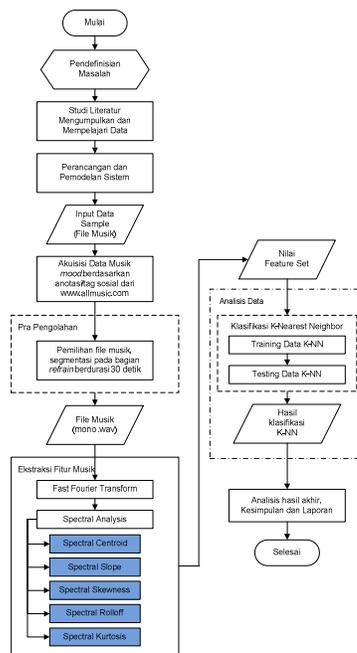
Perancangan sistem pengelompokan suasana hati terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-NN* ini memiliki 3 komponen utama yaitu komponen input, sistem pengelompokan *mood* musik (klasifikasi K-NN) dan komponen output yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Blok diagram sistem pengelompokan suasana hati terhadap music

Dari gambar 2.1 tersebut dapat dijelaskan dimana Sistem akan menerima masukan (input data) berupa file musik format mono .wav, yang selanjutnya melakukan proses pengelompokan terhadap musik dengan menggunakan klasifikasi *K-NN*. Kemudian sistem menghasilkan output berupa jenis *mood* yaitu *exuberance/* gembira, *contentment/* kepuasan, *anxious/* cemas; kalut, dan *depression/* depresi.

Selanjutnya alur sistem yang lebih detail dari pembuatan rekayasa sistem pengelompokan suasana hati terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* memiliki beberapa tahapan yang digambarkan pada gambar 2.2. Terdapat 5 proses penelitian yang sangat penting yaitu akuisisi data, proses pra pengolahan file musik, proses ekstraksi fitur, proses analisis data, dan hasil analisis. Proses penelitian dimulai dari akuisisi data hingga proses menampilkan informasi hasil pengelompokan *mood* terhadap musik berdasarkan hasil klasifikasi *K-NN*.



Gambar 2. 2 Alur Analisis Penelitian

2.2 Sistematika Penelitian

Berikut ini adalah penjabaran langkah-langkah pelaksanaan penelitian seperti yang telah digambarkan pada Gambar 2.2, sebagai berikut :

2.2.1 Pendefinisian Masalah

Pendefinisian masalah melingkupi penjabaran latar belakang dan masalah yang ditangani oleh sistem yaitu mengelompokkan suasana hati/*mood* terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-NN* sehingga mendapatkan output informasi berupa jenis suasana hati yang dimiliki oleh file musik yang dianalisa oleh sistem.

2.2.2 Studi Literatur

Studi literatur/kepastakaan 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 *K-Nearest Neighbor*. Tahapan selanjutnya yaitu perancangan dan pemodelan sistem yang diperlukan untuk mengetahui alur desain sistem dari sistem yang akan dibangun.

2.2.3 Akuisisi Data

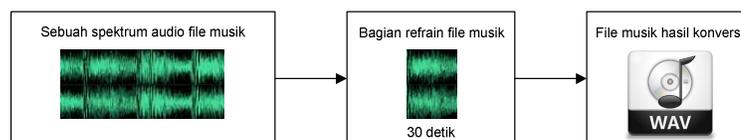
Penelitian ini menggunakan dataset suasana hati dari *Audio Network* (www.audionetwork.com). *Audio Network* adalah sebuah perusahaan musik yang menggunakan suasana hati untuk pengelompokan musik, perusahaan ini menggunakan 56 anotasi/*tag* sosial untuk pelabelan suasana hati, dan label ini telah ditentukan sebelumnya oleh lebih dari 600 komposer musik dunia dan merupakan spesialis bidang musik. Untuk membangun database musik yang juga digunakan sebagai data latih dalam proses klasifikasi *K-NN* dalam penelitian ini, maka penelitian ini menggunakan sebanyak 400 file musik sebagai data latih/*training* dan data uji yang dikelompokkan menjadi empat label *mood*/suasana hati yaitu *exuberance*/ gembira, *contentment*/kepuasan, *anxious*/cemas; kalut, dan *depression*/depresi.

Tabel 2.1 Dataset Pelatihan dan Pengujian Sistem (sumber : label *mood* www.audionetwork.com)

No	Label Mood	Jumlah Data Latih	Jumlah Data Uji
1	<i>Contentment</i> (kepuasan, ketenangan)	90	15
2	<i>Exuberance</i> (suka ria, gembira, bersemangat, riuh, bergairah)	90	15
3	<i>Depression</i> (depresi, sedih, pahit, pedih)	90	15
4	<i>Anxious</i> (cemas, kalut, bergejolak)	90	15

2.2.4 Pra-pengolahan File 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 yang dilakukan adalah segmentasi bagian *refrain* musik secara manual yaitu dengan mendengarkan sebuah file musik kemudian dicari bagian *refrain* dari musik tersebut.



Gambar 2. 3 Tahapan pra-pengolahan file music

Bagian *refrain* ini merupakan bagian yang biasanya paling sering diulang saat musik dimainkan, dan dapat menunjukkan suasana hati/*mood* yang tersirat di dalamnya. Bagian ini diambil secara manual dengan bantuan aplikasi *Audacity*, dan durasi *refrain* klip musik ditentukan hanya 30 detik saja. Hasil klip file musik tersebut disimpan dengan format *.wav* dengan *mono audio channel* 44100 Hz 16-bit.

2.2.5 Ekstraksi Fitur

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* [11]. 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):

$$s(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (2.1)$$

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 (*Fast Fourier Transform*) 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 frekuensi.

Pada tahap ekstraksi fitur ini, *file* musik yang telah diinput akan diproses untuk mendapatkan ciri-ciri khusus yang disebut dengan ekstraksi fitur. Proses ekstraksi dimulai dengan mengubah sinyal *file* musik yang diinput (*file .wav*) menjadi domain frekuensi menggunakan metode *Fast Fourier Transform*. Selanjutnya, sinyal tadi akan diolah dengan menggunakan *spectral analysis* untuk mendapatkan nilai fitur khusus dari masing-masing sinyal.

Spectral Analysis adalah sebuah metode atau perangkat yang digunakan untuk meneliti beberapa hal seperti komposisi listrik, suara, atau sinar. *Spectral Analysis* itu dapat juga mengukur daya spektrum. Ada dua macam *spectral analysis*, yaitu analisa spektral analog dan analisa spektral digital, pada proses analisa frekuensi digunakan sebuah alat untuk menangkap suara atau frekuensi yang ada dan kemudian digambarkan dengan menggunakan alat yang dinamakan *oscillator*.

Untuk digital, analisa dilakukan untuk file musik digital, dilakukan oleh komputer dengan melakukan transformasi tertentu untuk melakukan perubahan dari gelombang dalam domain waktu menjadi domain frekuensi [12]. Dari bentuk domain frekuensi ini bisa dilakukan untuk berbagai keperluan. Dalam penelitian ini digunakan beberapa digital *spectral analysis*, yaitu *spectral centroid*, *spectral kurtosis*, *spectral slope*, *spectral skewness* dan *spectral rolloff*. Dalam penelitian ini digunakan beberapa digital *spectral analysis*, yaitu *spectral centroid*, *spectral kurtosis*, *spectral slope*, *spectral skewness* dan *spectral rolloff*.

a. Spectral Centroid

Spectral centroid merupakan titik pusat dari spektrum. *Spectral centroid* menunjukkan tingkat kejernihan suara. *Spectral centroid* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2), persamaan (2.3) dan persamaan (2.4).

$$\mu = \int x.p(f)dx \quad (2.2)$$

Dimana untuk menghitung $p(f)$:

$$p(f) = \frac{A(f)}{\sum A(f)} \quad (2.3)$$

dan untuk menghitung $A(f)$:

$$A(f) = |f[x(t)]| \quad (2.4)$$

Variabel x adalah merupakan frekuensi dari sample yang diambil. Sedangkan variabel $p(f)$ merupakan probabilitas untuk mengamati f .

b. Spectral Kurtosis

Spectral Kurtosis memberikan nilai *flatness* dari distribusi spectrum. Dihitung pada iterasi keempat. Untuk menghitung *spectral kurtosis* menggunakan persamaan (2.5) dan persamaan (2.6):

$$m_4 = \int (f - \mu)^4 \cdot p(f) dx \quad (2.5)$$

dan nilai kurtosis :

$$\mu = \frac{m_4}{\sigma^4} \quad (2.6)$$

dimana, μ = mean dan σ = standar deviasi.

Nilai yang di dapat dari spectral kurtosis mempunyai indikasi sebagai berikut :

- Spectral kurtosis* = 3, indikasi distribusi normal
- Spectral kurtosis* < 3, indikasi flatter normal
- Spectral kurtosis* > 3, indikasi peaker normal

c. Spectral Slope

Spectral Slope memberikan indikasi dari pengurangan amplitude. *Spectral slope* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Spectral Slope} = \frac{1}{\sum_k A(f_k)} \frac{N \sum_f f \cdot A(f) - \sum_f f \cdot \sum_f A(f)}{N \sum_f f^2 - (\sum_f f)^2} \quad (2.7)$$

Untuk menghitung $A(f)$ menggunakan persamaan (2.4)

d. Spectral Skewness

Memberikan ukuran dari distribusi asimetris dari nilai rata-rata spektrum. Dihitung pada iterasi ketiga. Untuk menghitung *spectral skewness* digunakan persamaan (2.8) :

$$\text{Spectral Skewness} = m_3 = \int (f - \mu)^3 \cdot p(f) dx \quad (2.8)$$

dan untuk mendapatkan nilai skewness :

$$\mu = \frac{m_3}{\sigma^3} \quad (2.9)$$

dimana, μ = mean dan σ = standar deviasi.

e. Spectral Roll Off

Spectral Roll Off merupakan frekwensi yang sinyal energinya berada di bawah 95% dari normal. *Spectral rolloff* dihitung dengan persamaan (3.9):

$$\text{Spectral Roll off} = \sum_{f=0}^{f_c} A^2(f) - 0,95 \sum_{f=0}^{f_{ny}} A^2(f) \quad (2.10)$$

Untuk menghitung $A(f)$ menggunakan persamaan (2.4)

Hasil yang diperoleh dari 5 tahapan ekstraksi fitur ini adalah seperangkat nilai atau *feature set* yang terdiri dari 5 atribut data untuk setiap file lagu. Dan nilai-nilai tersebut yang selanjutnya akan dimasukkan ke proses analisis data, yaitu sebagai nilai masukkan pada proses klasifikasi *K-NN*.

2.2.6 Analisis Data

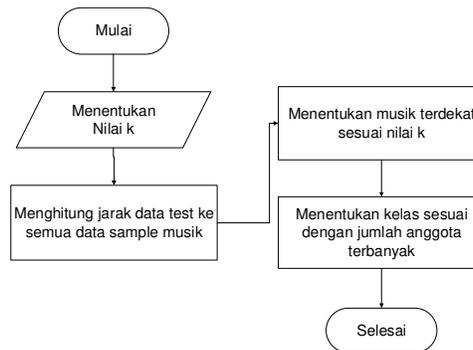
Tahapan analisis data dilakukan dengan analisa klasifikasi *K-NN*. Hasil dari *spectral analysis* adalah seperangkat nilai *feature set* yang merupakan ciri khusus dari file yang akan diklasifikasi.

A. Klasifikasi menggunakan K-Nearest Neighbor

Pada tahap analisis ini, nilai-nilai dari ekstraksi fitur sebelumnya akan dijadikan dasar untuk melakukan proses klasifikasi yang dikerjakan oleh algoritma *K-Nearest Neighbor*. Pada klasifikasi *K-NN* ini terdiri dari beberapa tahap antara lain :

1. Menentukan nilai *k* dengan bilangan ganjil seperti nilai 1, 3, dan 5.
2. Menghitung jarak antara data uji dengan seluruh data musik dalam data sample menggunakan rumus jarak *Euclidean* dan menentukan musik terdekat dengan data uji berdasarkan nilai *k*.
3. Menentukan hasil klasifikasi berdasarkan kelas yang memiliki anggota terbanyak.
4. Jika terjadi konflik atau keadaan seimbang pada kelas dengan jumlah anggota yang sama maka digunakan pemecahan konflik.

Berikut ini adalah diagram proses klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Jika terjadi konflik, maka pada proses terakhir akan dihitung jarak antara tiap kelas yang terjadi konflik, lalu akan ditentukan kelas dengan jarak rata-rata yang paling kecil.



Gambar 2. 4 Diagram alir proses klasifikasi K-NN

B. Pengujian Precision untuk Kinerja Sistem

Dalam bidang *music information retrieval* tahapan pengujian adalah hal yang penting untuk mengetahui seberapa besar kinerja dari algoritma klasifikasi dan clustering yang digunakan untuk mengelompokkan musik berdasarkan *mood/suasana* hati yang terdapat dalam musik itu sendiri. Pada penelitian ini menggunakan teknik pengujian *precision*. *Precision* adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Secara umum *precision* dapat dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Perbandingan nilai sebenarnya dengan nilai prediksi

		Nilai sebenarnya	
		TRUE	FALSE
Nilai prediksi	TRUE	TP (True Positive) Correct result	FP (False Positive) Unexpected result
	FALSE	FN False Negative Missing result	TN (True Negative) Correct absence of result

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.11)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Antarmuka Sistem

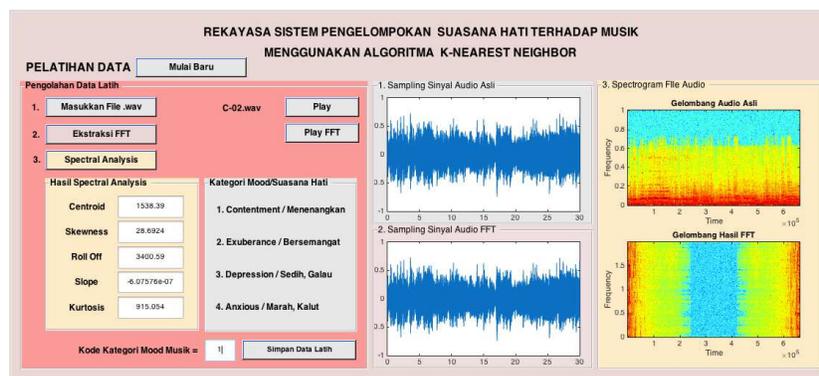
Antarmuka sistem atau yang sering dikenal dengan *interface* berfungsi sebagai penghubung antara sistem dan pengguna. Antarmuka sistem tentu dibuat untuk memudahkan pengguna dalam menjalankan sebuah tugas atau fungsi tertentu. Dalam penelitian ini, terdapat dua antar muka yang digunakan yaitu : antarmuka untuk proses pelatihan (*training*) dan antarmuka untuk proses klasifikasi (*testing*).

3.1.1 Antarmuka Pelatihan Data

Antarmuka pelatihan data berfungsi sebagai antar muka bagi pengguna untuk memasukkan data latih/*training* yang akan digunakan dalam proses klasifikasi menggunakan metode K-NN nantinya. Data latih/*training* yang di-*input* adalah data audio dengan format mono.wav yang telah dikumpulkan dan diberikan label *mood* dari dataset (Audio Network), untuk selanjutnya dijadikan potongan klip pada bagian *reference* musik dengan berdurasi 30 detik per-klip musik. Berikut adalah bentuk dari antarmuka *Training Data* pada Gambar 3.1.

Dalam antarmuka *training*, terdapat 2 panel utama dan 3 plot untuk menampilkan grafik dari audio yang dimasukkan. Panel pertama yaitu Pengolahan Data Latih, dimana pada panel ini disiapkan beberapa tombol yang digunakan untuk proses pelatihan/*training* data. Tombol yang pertama adalah “Masukkan File .wav” yang digunakan untuk mengambil data *training* dari folder musik. Saat tombol ini dipilih, maka akan muncul *window* baru untuk memilih file audio yang akan diinput sebagai data *training*. Setiap file audio yang dipilih kemudian akan diolah ke tahap berikutnya dan dieksekusi melalui tombol “Ekstraksi FFT”. Proses ekstraksi dimulai dengan mengubah sinyal *file* audio mono .wav yang diinput menjadi domain frekuensi menggunakan metode *Fast Fourier Transform*, hal ini bertujuan agar sinyal awal yang berdomain waktu dapat berubah menjadi sinyal domain frekuensi untuk dapat diolah dengan menggunakan *spectral analysis* untuk mendapatkan fitur khusus dari masing-masing audio.

File audio hasil FFT ini selanjutnya diolah menggunakan beberapa *digital spectral analysis*, diantaranya *spectral centroid*, *spectral kurtosis*, *spectral slope*, *spectral skewness* dan *spectral rolloff*. Pada Gambar 3.2 terlihat bahwa saat tombol *Spectral Analysis* dipilih, maka sistem akan mengolah audio hasil *FFT* dan selanjutnya melakukan ekstraksi fitur audio sesuai 5 teknik *spectral analysis* dan menghasilkan seperangkat nilai *feature-set*. Selanjutnya dari perolehan nilai *feature set* tersebut, dilakukan proses menyimpan data latih yaitu dengan memasukkan kode kategori *mood* dan menekan “Simpan Data Latih”. Hasil proses pelatihan data seperti pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3. 1 Antarmuka Sistem Pelatihan Data

Gambar 3. 2 Proses *Spectral Analysis* hingga menyimpan data sesuai kategori *mood*

3.1.2 Antarmuka Sistem Klasifikasi

Antarmuka Klasifikasi berfungsi sebagai antar muka bagi pengguna untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan metode K-NN dengan menggunakan data latihan/*training* yang telah diinput sebelumnya pada proses pelatihan data. Data input pada antarmuka ini adalah data uji berupa audio dengan format mono .wav 44100 Hz 16-Bit. Data uji terdiri dari semua kategori *mood*/suasana hati, dan akan digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi dalam proses klasifikasi *mood* terhadap musik. Berikut ini adalah tampilan untuk antarmuka klasifikasi pada Gambar 3.3.

Gambar 3. 3 Antarmuka Sistem Klasifikasi

Pada perancangan antarmuka ini, terdapat beberapa fungsi dan navigasi yang sama dengan antarmuka proses pelatihan/*training* data. Terdapat tombol untuk memasukkan file musik, gambar hasil *sampling* dan *spectrogram* sinyal audio sebelum dan sesudah FFT. Yang membedakan antara antarmuka ini dengan antarmuka proses *training* adalah adanya sebuah proses untuk mengambil data latihan/*training* yang sudah dibuat sebelumnya. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi fitur menggunakan FFT dan hasil ekstraksi ini dianalisa menggunakan *spectral analysis*, hasilnya berupa nilai *feature set* tersebut dilakukan klasifikasi dengan pengambilan data latihan/*training* yang sudah dibuat pada proses pelatihan data sebelumnya. Terdapat tombol klasifikasi *mood* musik dan sebuah inputan nilai k (nilai k yang digunakan 1, 3, 5) yang akan ikut diolah sebagai variabel k dalam proses klasifikasi dengan menggunakan metode K-NN. Pada antarmuka proses klasifikasi ini, terdapat juga panel keempat yang berfungsi untuk menampilkan jenis *mood* hasil klasifikasi serta waktu pemrosesan klasifikasi.

3.2 Pengujian Sistem

Untuk tahapan pengujian sistem yang telah dibangun, menggunakan 15 data uji dari masing-masing *mood* terhadap musik dan proses ini dilakukan dalam 3 tahapan penggunaan nilai k untuk menemukan hasil terbaik pada nilai k yaitu $k=1$, $k=3$, dan $k=5$.

Tabel 3.1 Persentasi keberhasilan klasifikasi *mood* musik berdasarkan ketetapan nilai k

Jumlah k	Jenis <i>Mood</i> terhadap musik				Persentase Total
	1. <i>Contentment</i>	2. <i>Exuberance</i>	3. <i>Depression</i>	4. <i>Anxious</i>	
Pengujian $k = 1$	66,7%	73,3%	66,7%	53,3%	65%
Pengujian $k = 3$	53,3%	60%	60%	40%	53,3%
Pengujian $k = 5$	40%	60%	60%	33,3%	48,3%

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan sistem yang telah dibuat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah diperoleh pengetahuan mengenai alur proses serta membangun sistem klasifikasi *mood*/suasana hati terhadap musik dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*.
2. Sistem yang telah dibangun ini memiliki kemampuan untuk mengenali *mood* terhadap musik menggunakan metode klasifikasi *K-NN* dan ekstraksi fitur menggunakan FFT, serta menghasilkan nilai fitur menggunakan *spectral analysis* yang menjadi dasar untuk perhitungan klasifikasi *mood*.
3. Hasil klasifikasi secara umum mencapai 65% untuk $k=1$, 53,3% untuk $k=3$, dan 48,3% untuk $k=5$. Kurang presisinya presentasi hasil klasifikasi pada sistem ini dikarenakan jenis musik yang ada pada *dataset* memiliki kemiripan nilai fitur yang hampir sama. Hal ini bisa diatasi dengan menambah jumlah data latih untuk jenis *mood* musik yang bersangkutan.

4.2 Saran

Penelitian ini menggunakan *Fast Fourier Transform* dan algoritma *K-NN* dalam proses ekstraksi fitur dan klasifikasi. Terdapat beberapa teknik lain yang dapat dicoba untuk pengembangan sistem lebih lanjut, misalnya dengan menggunakan algoritma klasifikasi lainnya dan menggunakan *dataset* lain yang sudah pernah digunakan oleh penelitian sebelumnya. Dapat pula dilakukan optimasi pada metode klasifikasi untuk mencapai hasil klasifikasi yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] 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. 8-12 Oktober 2012.
- [2] Mayer, L.B. 1956. *Emotion and Meaning in Music*. Chicago, IL : Chicago University Press.
- [3] Huron, D. 1992. The ramp archetype and the maintenance of auditory attention. *Music Perception*, 10(1)83-92.
- [4] Hevner, K. 1936. *Experimental studies of the elements of expression in music*. American Journal of Psychology, 48:246-268.
- [5] Tao Li. 2003. *Detecting Emotion in Music*. International Symposium on Music Information Retrieval 2003
- [6] J. Skowronek, M.E. McKinney, S. van de Par. 2006. *Ground Truth for Automatic Music Mood Classification*. International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR) 2006.
- [7] Thayer. 1989. *The biopsychology of mood and arousal*. Oxford University Press.
- [8] Samira Pouyanfar, Hossein Sameti. 2014. *Music Emotion Recognition Using Two Level Classification*. International Conference on Intelligent System (ICIS) 2014.
- [9] Seungwon Oh, Minsoo Hahn, Jinsul Kim. 2013. *Music Mood Classification Using Intro and Refrain Parts of Lyrics* (ICISA) 2013.
- [10] Gunawan, Agus Djaja Gunawan, Stefanus Nico Soenardjo. 2009. *Penerapan Algoritma Backpropagation Untuk Klasifikasi Musik dengan Solo Instrume*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2009.
- [11] Reonaldo Y. S. 2014. *Simulasi Sistem Pengacak Sinyal dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)*. E-Journal Teknok Elektro dan Komputer 2014 ISSN 2301-8402.
- [12] Kirss, P. 2007. Audio Based Genre Classification of Electronic Music. Music, Mind, and Technology. University of Jyviskyla, Juni 2007.