

Penerapan Algoritma Boyer Moore untuk Penentuan Score pada Mesin Karaoke

Taufik Hidayat 13511078¹

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganessa 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13511078@std.stei.itb.ac.id

Musik adalah bunyi yang diatur sedemikian rupa sehingga mengandung irama, melodi, dan keharmonisan suara yang dihasilkan dari alat-alat yang bisa menghasilkan bunyi. Seiring dengan perkembangan teknologi, musik saat ini bisa disimpan ke dalam bentuk digital sehingga bisa dimainkan ulang kapan saja dan dimana saja oleh mesin pemutar musik. Kemudian, pada tahun 1980, sebuah hiburan baru muncul dalam dunia musik yang dinamakan karaoke. Karaoke adalah sebuah bentuk hiburan dimana seseorang menyanyi diiringi dengan musik dan teks lirik yang ditujukan pada sebuah layar televisi. Selain itu, karaoke juga bisa menjadi sarana untuk seseorang berlatih menyanyi atau meningkatkan kualitas vokalnya. Banyak mesin karaoke yang memberikan evaluasi untuk penyanyi dengan menampilkan score pada saat sebuah musik selesai dimainkan. Pada makalah ini, penulis akan mengajukan salah satu metode penentuan score pada mesin karaoke dengan menggunakan salah satu algoritma pencocokan string, yaitu algoritma Boyer Moore.

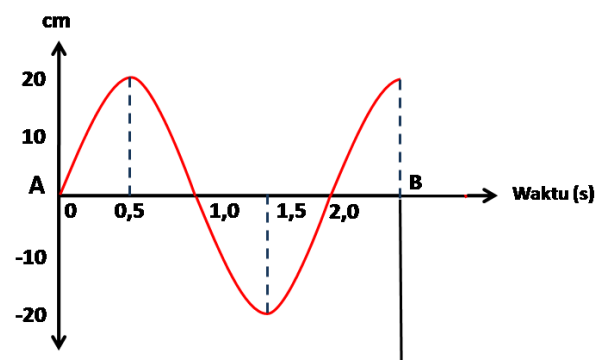
Kata Kunci : Mesin Karaoke, Ekstraksi Musik, Analog Digital Converter, Algoritma Boyer Moore

I. INTRODUCTION

Dewasa ini, musik sudah sangat dikenal dan digemari oleh banyak orang. Selain menghibur karena suaranya yang enak didengar, musik juga bisa menjadi sarana untuk mencurahkan isi perasaan seseorang, mencerdaskan manusia, bahkan bisa menjadi terapi kesehatan untuk mengobati stress. Musik tidak hanya dapat didengar melalui radio atau walkman seperti jaman dahulu tetapi sekarang, hampir semua orang mempunyai *music-player* mereka sendiri. Bahkan, hampir di setiap area umum, misal mall, toko, rumah makan pasti ada musik yang diperdengarkan oleh pemiliknya untuk membuat pengunjung betah dan merasa nyaman di tempat tersebut. Musik sendiri kini memiliki beberapa jenis atau yang disebut sebagai genre musik. Sebuah genre dapat didefinisikan oleh teknik musik, gaya, konteks, dan tema musik. Musik juga dapat dikelompokkan sesuai dengan kriteria lain, misalnya geografi.

Dunia musik kini semakin berkembang seiring perkembangan teknologi. Musik-musik yang diciptakan oleh seorang composer, seorang penyanyi, maupun sebuah band kini dapat direkam dan disimpan dalam sebuah penyimpanan media elektronik. Pada saat proses

rekaman, musik yang dihasilkan dari alat musik biasanya akan dikonversi ke bentuk digital. Sebelumnya, musik hanyalah kumpulan bunyi yang memiliki frekuensi tertentu. Karena bunyi ini merupakan gelombang longitudinal, gelombang ini kemudian akan ditangkap oleh alat perekam suara, seperti microphone dan dikenali sebagai sinyal analog. Setelah itu, microphone ini akan menghasilkan suatu sinyal listrik yang merepresentasikan amplitudo suara sebagai fungsi dari waktu. Contoh grafik dari gelombang suara yang didapatkan adalah seperti gambar berikut :



Gambar 1.a Contoh Gelombang Bunyi (sumber : <http://sukasains.com/wp-content/uploads/2011/09/gelombang.png?w=300>)

Gelombang bunyi ini dapat dikonversi ke dalam bentuk digital dengan menggunakan ADC atau Analog Digital Converter. Sebuah ADC akan menerima input dalam bentuk tegangan listrik dan akan menghasilkan suatu bilangan biner atau *binary number* sebagai output. Secara umum, ada tiga langkah untuk mengubah sebuah gelombang analog ke dalam bentuk digital.

1. Menerima gelombang

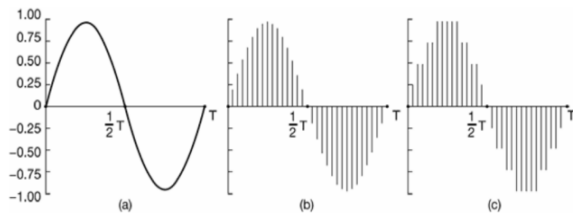
Misalkan saja gelombang yang diterima seperti pada gambar (1.a)

2. Melakukan sampling

Pada tahap ini, akan dilakukan suatu digitalisasi gelombang analog. Hal ini dilakukan dengan cara mengambil suatu selang waktu, misal Δt . Selanjutnya, setiap Δt , akan dilakukan sampling atau pengambilan nilai. Yang selanjutnya akan merubah nilai analog menjadi digital.

3. Melakukan Kuantisasi

Kuantisasi atau *quantization* adalah metode untuk memotong-motong dan mengelompokkan nilai, dalam contoh ini dari rentang -1 hingga 1, ke dalam beberapa jenis nilai. Pada gambar (1.b), kuantisasi dilakukan setiap 0.25, dan akan memperoleh 8 buah nilai berbeda. Oleh karenanya, dibutuhkan 3 bits memori. Kita juga bisa melakukan kuantisasi dengan lebih detail, misal dengan menggunakan 8 bit yang akan menghasilkan nilai berbeda sebanyak buah atau 16 bit untuk memperoleh nilai berbeda. Semakin besar bit yang digunakan, maka telinga kita makin sulit mendeteksi perbedaan analog dan digital. Namun, hal ini juga makin besar pula memori yang digunakan.



Gambar 1.b Konversi Sinyal Analog ke Sinyal Digital

Kebanyakan file musik yang ada sekarang, mengambil sampel sebanyak 44.100 sampel per detik dengan 16 bit untuk melakukan kuantisasi. Sehingga, memerlukan bandwidth sebesar atau sebesar 705.5 Kbps untuk mono dan 1.411Mbps untuk stereo.

Karena cukup besar, maka biasanya file musik seperti ini disimpan dalam bentuk kompresinya. Kompresi yang populer digunakan adalah MPEG layer 3 atau MP3 dengan kompresi hingga 10 kali. Bentuk file MP3 inilah yang biasanya digunakan untuk menyimpan file-file musik kesayangan kita.

II. DASAR TEORI

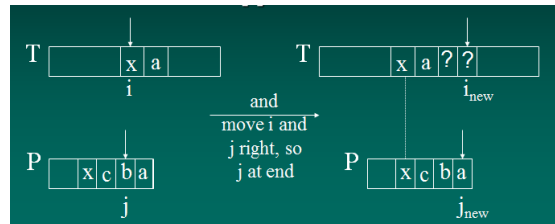
Algoritma pencarian string atau sering disebut juga pencocokan string adalah algoritma untuk melakukan pencarian semua kemunculan string pendek atau yang disebut pattern di string yang lebih panjang yang disebut teks. Pencocokan string merupakan permasalahan paling sederhana dari semua permasalahan string lainnya, dan dianggap sebagai bagian dari pemrosesan data, pengompresian data, analisis leksikal, dan temu balik informasi. Teknik untuk menyelesaikan permasalahan pencocokan string biasanya akan menghasilkan implikasi langsung ke aplikasi string lainnya. Salah satu algoritma pencocokan string yang biasa digunakan dan menjadi dasar dari konsep pada makalah ini adalah algoritma Boyer Moore.

A. Algoritma Boyer Moore

Algoritma pencocokan string Boyer Moore memiliki dua teknik utama. Pertama adalah teknik *looking-glass* yaitu teknik pencarian pattern P pada teks T dengan pencocokan dimulai dari akhir string P ke depan. Kedua adalah teknik *character-jump* yaitu teknik menggeser pattern ketika terjadi ketidakcocokan atau *mismatch*

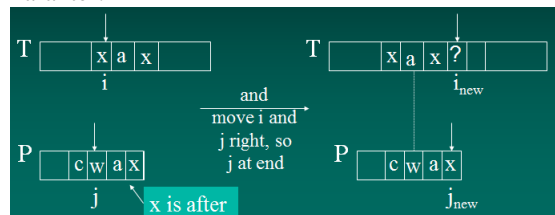
sejauh panjang karakter tertentu bergantung pada kondisi ketidakcocokan yang terjadi. Misalkan karakter x adalah karakter pada teks T yang menyebabkan terjadinya ketidakcocokan seperti pada gambar di bawah ini, maka terdapat 3 kondisi ketidakcocokan yang mungkin terjadi, yaitu :

1. Jika pattern P mengandung x di suatu tempat maka geser P ke kanan sampai ke tempat kemunculan terakhir x di P.



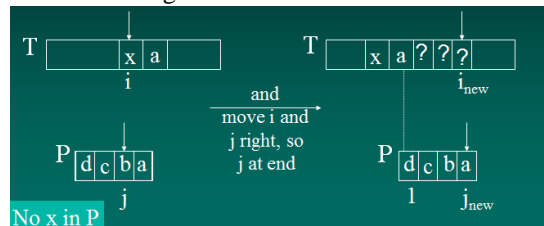
Gambar 2.1 Kasus 1 ketidakcocokan

2. Jika pattern P mengandung x tetapi kemunculan terakhirnya berada di kanan dari tempat terjadinya ketidakcocokan maka geser P ke kanan sejauh satu karakter.



Gambar 2.2n Kasus 2 Ketidakcocokan

3. Jika pattern P tidak mengandung x maka geser P ke kanan sejauh tempat terjadinya ketidakcocokan dari awal string P.



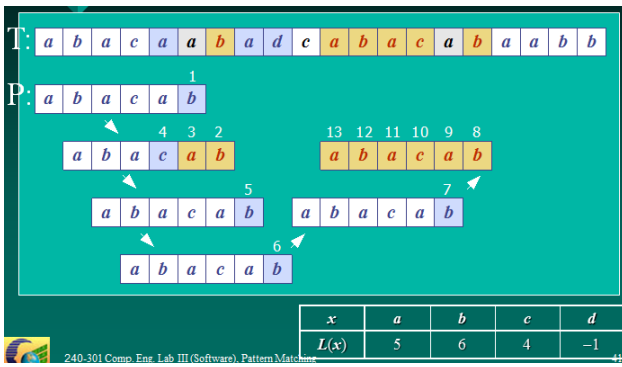
Gambar 2.3 Kasus 3 Ketidakcocokan

Sebelum algoritma ini dieksekusi, pattern P diproses terlebih dahulu untuk ditentukan dimana kemunculan terakhir atau *last-occurrence* dari setiap karakter yang muncul di P. fungsi penentuan kemunculan terakhir ini biasanya kemudian disimpan pada sebuah array. Misalkan pattern P adalah "abacab" maka fungsi penentuan kemunculan terakhir akan menghasilkan tabel seperti gambar di bawah ini :

<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>L(x)</i>	5	6	4	-1

Gambar 2.4 Fungsi Kemunculan Terakhir

Berikut ini adalah gambaran salah satu contoh alur pencocokan pattern dengan suatu string dengan menggunakan algoritma Boyer Moore :



Gambar 2.5 Contoh Pencocokan String dengan Boyer Moore

Algoritma Boyer Moore memiliki kompleksitas waktu dalam kasus terburuknya adalah $O(nm+A)$ dengan A adalah panjang string yang digunakan. Tetapi Boyer Moore sangat cepat digunakan untuk string yang panjang bila dibandingkan dengan algoritma pencocokan string yang lain.

Selanjutnya algoritma ini akan digunakan tetapi dengan sedikit modifikasi yaitu pattern dan teks yang dicocokkan bukan merupakan string tetapi data biner hasil dari digitalisasi nada atau musik seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

B. Teori Musik

B.1 Musik

Teori musik menjelaskan bagaimana suara dinotasikan atau dituliskan dan bagaimana suara tersebut ditangkap dalam benak pendengarnya. Dalam musik, gelombang suara biasanya dibahas tidak dalam panjang gelombangnya maupun periodenya, melainkan dalam frekuensinya. Aspek-aspek dasar suara dalam musik biasanya dijelaskan dalam tala (Inggris: pitch, yaitu tinggi nada), durasi (berapa lama suara ada), intensitas, dan timbre (warna bunyi).

B.2 Nada

Suara dapat dibagi-bagi ke dalam nada yang memiliki tinggi nada atau tala tertentu menurut frekuensinya ataupun menurut jarak relatif tinggi nada tersebut terhadap tinggi nada patokan. Perbedaan tala antara dua nada disebut sebagai interval. Nada dapat diatur dalam tangga nada yang berbeda-beda. Tangga nada yang paling lazim adalah tangga nada mayor, tangga nada minor, dan tangga nada pentatonik. Nada dasar suatu karya musik menentukan frekuensi tiap nada dalam karya tersebut. Nada dalam teori musik diatonis barat diidentifikasi menjadi 12 nada yang masing-masing diberi nama yaitu nada C,D,E,F,G,A dan B. Serta nada-nada kromatis yaitu Cis/Des, Dis/Es, Fis/Ges, Gis/As, dan Ais/Bes.

Tangga nada memiliki dua varian yaitu yang biasa disebut "Tangga Nada Dasar" dan ada yang disebut dengan "Tangga Nada # (baca: krus/kres) atau b (baca: mol). Simbol mol berbentuk seperti huruf 'b'. Tangga nada kres atau mol mulai dari 1 kres/mol sampai 7

kres/mol. Tangga Nada Dasar adalah tangga nada dengan nada dasar 1 (baca: do) = C. Pada tangga nada ini tidak ada kres/mol. Dan dari tangga nada inilah semua perhitungan kres/mol dimulai.

Tangga nada 1=C bila ditulis menjadi : C-D-E-F-G-A-B-ke C lagi (1 oktaf). Dengan menulis tangga nada yg ditulis "do sama dengan" bisa diartikan sebagai tangga nada mayor. Tangga nada minor ditulis bukan dengan "do sama dengan", melainkan umumnya "la sama dengan". Bagaimana sebuah tangga nada disebut mayor atau minor? Setiap tangga nada memiliki hukum yang namanya hukum jarak. Pada tangga nada mayor berlaku hukum jarak yaitu :

satu-satu-setengah-satu-satu-satu-setengah
Bila dijabarkan menjadi
jarak C ke D = 1, D ke E = 1, E ke F = 1/2, F ke G = 1, G ke A = 1, A ke B = 1, dan B ke C lagi = 1/2.

Yang berjarak setengah di tangga nada ini adalah dari E ke F dan B ke C. Tangga nada minor berlaku hukum jarak yaitu :

satu-setengah-satu-satu-setengah-satu-satu
Sehingga di tangga nada dasar minornya adalah : A-B-C-D-E-F-G-A

Tentunya masih sangat kurang kalau tidak diterapkan pada alat musik, untuk itu mari kita coba. Pada gitar/bass gitar jarak dari satu fret ke fret berikutnya adalah setengah. Jadi bila ingin menaikkan satu nada, geser 2 fret. Pada organ, keyboard atau piano, jarak setengah adalah jarak dari tuts putih ke tuts hitam sesudah/sebelumnya, namun bila di antara 2 tuts putih tidak ada tuts hitam (B ke C dan E ke F) maka dihitung sebagai satu jarak.

Tangga nada mayor dan minor akan terdengar perbedaannya pada saat dimainkan dengan alat musik. Tangga nada mayor bila didengarkan akan terasa keceriaan, cerah dan segar. Berbeda dengan tangga nada minor yang bila didengarkan akan terasa suram dan kelam. Penggunaan masing masing tangga nada ini tergantung dari "rasa" musik atau lagu yang ingin disajikan.

Tangga Nada Mayor 1# - 5#									
Tanda Mula	Nada Dasar	Susunan Nada							
Natural	C	C	D	E	F	G	A	B	C
1#	G	G	A	B	C	D	E	Fis	G
2#	D	D	E	Fis	G	A	B	Cis	D
3#	A	A	B	Cis	D	E	Fis	Gis	A
4#	E	E	Fis	Gis	A	B	Cis	Dis	E
5#	B	B	Cis	Dis	E	Fis	Gis	Ais	B
Jarak nada		1	1	1/2	1	1	1	1	1/2
Notasi Angka		1	2	3	4	5	6	7	1
Solmisasi		Do	Re	Mi	Fa	So	La	Si	Do

Gambar 2.6 Tangga Nada Mayor

Relatif Minor 1 [#] - 5 [#] (minor biasa)									
Tanda Mula	Nada Dasar	Susunan Nada							
Natural	Am	a	b	c	d	e	f	g	a
1 [#]	Em	e	fis	g	a	b	c	d	e
2 [#]	Bm	b	cis	d	e	fis	g	a	b
3 [#]	F#m	fis	gis	a	b	cis	d	e	fis
4 [#]	C#m	cis	dis	e	fis	gis	a	b	cis
5 [#]	G#m	gis	ais	b	cis	dis	e	fis	gis
Jarak nada		1		½		1		1	
Notasi Angka		6̇	7̇	1	2	3	4	5	6
Solmisasi		la	si	do	re	mi	fa	so	la

Gambar 2.7 Tangga Nada Minor

B.3 Ritme

Ritme adalah pengaturan bunyi dalam waktu. Birama merupakan pembagian kelompok ketukan dalam waktu. Tanda birama menunjukkan jumlah ketukan dalam birama dan not mana yang dihitung dan dianggap sebagai satu ketukan. Nada-nada tertentu dapat diaksentui dengan pemberian tekanan (dan perbedaan durasi).

B.4 Notasi Musik

Notasi musik merupakan penggambaran tertulis atas musik. Dalam notasi balok, tinggi nada digambarkan secara vertikal sedangkan waktu (ritme) digambarkan secara horisontal. Kedua unsur tersebut membentuk paranada, di samping petunjuk-petunjuk nada dasar, tempo, dinamika, dan sebagainya.

B.5 Melodi

Melodi adalah serangkaian nada dalam waktu. Rangkaian tersebut dapat dibunyikan sendirian, yaitu tanpa iringan, atau dapat merupakan bagian dari rangkaian akord dalam waktu (biasanya merupakan rangkaian nada tertinggi dalam akord-akord tersebut).

Melodi terbentuk dari sebuah rangkaian nada secara horisontal. Unit terkecil dari melodi adalah Motif. Motif adalah tiga nada atau lebih yang memiliki maksud atau makna musikal. Gabungan dari Motif adalah Semi Frase, dan gabungan dari Semi Frase adalah Frase (Kalimat). Sebuah Melodi yang paling umum biasanya terdiri dari dua Semi Frase yaitu kalimat tanya (Antisiden) dan kalimat jawab (Konsekuen).

B.6 Harmoni

Harmoni secara umum dapat dikatakan sebagai kejadian dua atau lebih nada dengan tinggi berbeda dibunyikan bersamaan, walaupun harmoni juga dapat terjadi bila nada-nada tersebut dibunyikan berurutan (seperti dalam arpeggio). Harmoni yang terdiri dari tiga atau lebih nada yang dibunyikan bersamaan biasanya disebut akord.

C. Ekstraksi Musik

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, musik bisa disimpan dalam sebuah file digital dengan format MP3. Tetapi terkadang kompresi dari format MP3 ini menyebabkan komponen-komponen yang ada pada

sebuah music melebur dan tidak bisa dibedakan satu sama lain. Sebagai contoh terdapat sebuah lagu berjudul "sweet child o' mind" karya grup band Gun N' Roses. Dalam lagu ini terdapat banyak suara yang berasal dari alat musik yang berbeda yang diharmonisasi menjadi satu kesatuan. Suara-suara ini adalah komponen utama pembentuk dari lagu itu sendiri. Lagu ini mengandung suara drum, suara bass, dua buah suara gitar elektrik, dan suara vocal.

Pada tahap rekaman lagu, satu file musik ini akan memiliki beberapa komponen tersebut yang masing-masing disimpan dalam sebuah *track*. Jika lagu ini dikompres ke format MP3 dengan nilai kompresi yang tinggi maka lagu tersebut tidak akan bisa diubah ke bentuk asalnya dimana seharusnya aka nada 5 buah *track* yang muncul. Oleh karena itu, Mesin Karaoke yang bagus biasanya akan memiliki daftar lagu yang akan dimainkan saat karaoke yang file lagunya masih memiliki kualitas yang tinggi atau dikompresi dengan nilai kompresi yang rendah sehingga masih bisa dibedakan satu *track* dengan *track* lainnya.

Pada sebuah mesin karaoke *track* untuk suara vocal akan otomatis dihilangkan atau memang dari awal file musik yang digunakan adalah file musik yang memang tanpa suara vocal atau disebut juga musik instrumental. Karena itu, metode yang akan digunakan pada makalah ini adalah dengan mencocokkan suara vocal yang diberikan oleh penyanyi karaoke dengan sejumlah nada yang ada pada sejumlah *track* pada lagu yang sedang dimainkan. Suara vocal dari penyanyi bisa dipandang sebagai pattern dan kumpulan suara dari music itu sendiri dapat dipandang sebagai string.

Untuk mendapatkan *track* asli dari sebuah musik bisa diambil dari file dengan format asli dari hasil rekaman atau dengan bantuan salah satu tools seperti Adobe Audition. Berikut ini adalah gambar aplikasi Adobe Audition yang telah menggenerate *track* dari sebuah file musik.



Gambar 2.8 Adobe Audition dalam Membagi Track Karaoke adalah hiburan populer bagi tua dan muda. Banyak mesin karaoke memiliki fungsi evaluasi bernyanyi. Namun skor yang diberikan oleh mesin karaoke tidak selalu cocok dengan evaluasi seperti yang manusia lakukan. Makalah ini mengusulkan sebuah metode scoring karaoke yang lebih presisi dengan menggunakan konsep *pattern matching*. Biasanya kinerja

mesin karaoke konvensional kurang baik karena hal berikut:

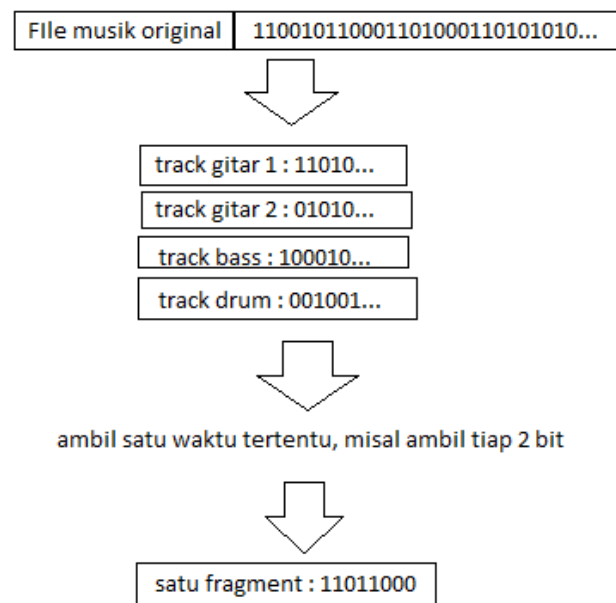
1. Resolusi frekuensi metode ekstraksi di mesin karaoke konvensional terlalu rendah sehingga kurang akurat untuk mengevaluasi suara penyanyi.
2. Ketepatan metode ekstraksi konvensional tergantung teknik ekstraksi yang ada dalam mesin karaoke.
3. Mesin karaoke konvensional biasanya menghitung kesamaan antara suara penyanyi dengan keseluruhan musik yang diputar yang dianggap sebagai satu kesatuan, bukan dengan membandingkan pada tiap *track* yang terdapat pada sebuah musik.

III. IMPLEMENTASI

Pada bagian ini akan dibahas bagaimana implementasi yang penulis ajukan untuk solusi dari permasalahan penentuan scoring pada mesin karaoke agar menjadi lebih efektif dengan menggunakan algoritma Boyer Moore. Pertama, kumpulan file musik yang sudah diekstraksi disimpan pada mesin karaoke. Kemudian lakukan konversi terhadap semua file musik tersebut dengan jumlah sample dan bit yang sama sesuai dengan yang dijelaskan pada bab pendahuluan dan simpan hasil konversinya di file terpisah dengan file musik aslinya. Selain dikonversi, prosedur yang dilakukan untuk membuat file biner dari file musik ini adalah sebagai berikut :

1. File musik dikonversi satu persatu setiap *track* yang ada
2. Untuk setiap *track*, pecah-pecah *track* sebesar Δt sesuai kebutuhan, semakin kecil nilai Δt maka akan semakin presisi hasil perhitungannya tetapi tentu akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk algoritma pencocokannya.
3. Untuk setiap pecahan *track* yang berada pada t yang sama, gabungkan *track* tersebut menjadi satu kesatuan yang mirip dengan string tetapi dalam bentuk biner. Kesatuan ini selanjutnya akan penulis sebut sebagai sebuah fragment.
4. Gabungkan semua fragment menjadi sebuah file yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk pencocokan suara..

Gambaran dari prosedur diatas adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Prosedur konversi File Musik dan Pembuatan Fragment

Mengapa musik harus dipecah tiap *track* kemudian digabungkan kembali tiap satuan waktu menjadi sebuah fragment? Hal ini dikarenakan sering kali penentuan score pada sebuah mesin karaoke yang hanya menyamakan suara vocal dengan keseluruhan music mengalami miss atau sebenarnya suara vocal tersebut sedang *in* atau sesuai dengan nada music yang keluar tetapi dianggap salah oleh mesin karena adanya noise dari suara pada *track* lain ketika pencocokan suara.

Pada kenyataannya, suatu potongan suara vocal tidak selamanya harus selalu sama dengan suara musik karena bisa aja ada noise pada suatu *track* lain sehingga suara penyanyi akan dianggap *miss* atau tidak cocok. Sehingga, alternative yang lebih baik adalah dengan melakukan pencocokan terhadap keseluruhan *track* secara satu persatu. Jika pattern berupa suara vocal pada satu waktu tertentu cocok dengan fragment pada waktu tersebut, meskipun suara vocal sebenarnya hanya cocok dengan sebuah *track* pada fragment, maka suara akan dinilai sebagai *in* dan diberikan point. Begitulah sebenarnya proses yang hamper sama dengan bagaimana telinga ketika mendengar suara dan menilai kecocokan nada. Suara penyanyi bisa saja tetap enak didengar meskipun nadanya hanya cocok dengan suara gitarnya saja misalnya, atau cocok dengan suara pianonya saja. Tidak harus cocok dengan keduanya.

File biner tadi adalah file yang sebenarnya akan digunakan ketika pencocokan suara musik dan vocal dari penyanyi sedangkan file musik yang asli hanya digunakan sebagai suara latar belakang yang memandu penyanyi untuk menyanyikan lagu yang dipilih seperti bagaimana pada mesin karaoke konvensional. Dengan menghitung jumlah pattern suara penyanyi yang cocok dengan fragment dan jumlah fragment seluruhnya maka akan didapatkan nilai atau score diakhir lagu setelah musik selesai yang lebih akurat dan efektif digunakan

dibandingkan dengan penilaian pada mesin karaoke konvensional.

IV. KESIMPULAN

Algoritma Boyer Moore ternyata tidak hanya digunakan untuk string matching saja tetapi bisa juga dikembangkan untuk kebutuhan di bidang lain seperti pencocokan suara atau nada pada bidang musik. Bahkan, algoritma ini bisa juga digunakan untuk penentuan score pada mesin karaoke. Karaoke yang merupakan kegiatan hiburan yang populer di masa kini masih memiliki kekurangan dalam hal penilaian atau scoring sistemnya sehingga metode yang diberikan pada makalah ini bisa dijadikan salah satu alternatif untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

REFERENCES

- Munir, Rinaldi, Strategi Algoritma, Program Studi Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2007.
- Lecroq, Thierry Charras, Christian. Handbook of Exact String Matching Algorithm. 2001.
- Apel, Willi, and Ralph T. Daniel. The Harvard Brief Dictionary of Music. New York: Simon & Schuster Inc, 1960.
- www.karaokekanta.net, diakses pada tanggal 18-12-2013 pukul 18.30 WIB
- http://toncar.cz/Tutorials/VoIP/VoIP_Basics_Converting_Voice_to_Digital.html, diakses pada tanggal 18-12-2013 pukul 18.48 WIB
- <http://fajartama.blogspot.com>, diakses pada tanggal 19-12-2013 pukul 10.04 WIB
- <http://audio-production.wonderhowto.com/how-to/extract-vocals-from-song-using-adobe-audition-163836/>, diakses pada tanggal 19-12-2013 pukul 10.23
- <http://edukasi.kompasiana.com/2011/12/07/mari-mengenal-musik-teori-dasar-tangga-nada-dasar-416779.html>, diakses pada tanggal 20-12-2013 pukul 11.30

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 29 April 2010



Taufik Hidayat 13511078