

SUARA UNTUK DIGITAL MULTIMEDIA

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satunya Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika



Disusun Oleh :

Nama : Sugeng
No.Mahasiswa : 04 523 215

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

SUARA UNTUK DIGITAL MULTIMEDIA

LAPORAN TUGAS AKHIR



Disusun oleh

Nama : Sugeng

No. Mahasiswa : 04 523 215

Yogyakarta, 21 September 2011

Telah Diterima Dan Disetujui Dengan Baik Oleh :

Dosen pembimbing

(Ami Fauziah, ST., MT.)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Sugeng

No. Mahasiswa : 04 523 215

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Yogyakarta, 21 September 2011

(Sugeng)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

SUARA UNTUK DIGITAL MULTIMEDIA TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : Sugeng

No.Mahasiswa : 04 523 215

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
Yogyakarta, September 2011

Tim Penguji

Ami Fauziah, ST., MT.

Ketua

Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.

Anggota I

Affan Mahtarami, S.Kom., MT.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Universitas Islam Indonesia



Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.

PERSEMBAHAN



Aku beserta kerendahan hatiku mempersembahkan selembar perjalanan hidupku untuk...

Kehadirat Allah SWT atas lembaran-lembaran yang Engkau berikan kepada ku, atas pena yang Engkau titipkan kepadaku, atas Ridho dan Karunia yang Engkau Sertakan di tiap lembaran Hidupku,,,Sungguh,Aku Bersyukur Kepada-Mu.

Yang TerCinta Bapakku Tardjono & Ibuku Asiyati,

Terima kasih atas segalanya, doa, dukungan, didikan, kasih sayang yang tak terhingga, serta warna warni tinta yang selalu kalian tunjukan untukku .

Semoga kebaikan & keselamatan di dunia & akhirat akan Allah SWT berikan, karena aku tidak akan pernah sanggup untuk membalas semua kebaikan kalian.

Yang TerSayang Kakakku Lukma Kurniawan, Lutfi Nurhidayat dan Lia Nurhajati

Terima kasih atas perhatiannya, semangatnya, dan sarannya, yang selalu membuatku tersenyum dan berdiri kembali.

Yang Terindah Noerma Ismayucha, sebagai seseorang yang memberikan inspirasi, semangat dan nasehat yang sangat membangun dalam penyelesaian tugas akhir ini. Terima

Kasih,,Terima Terima Kasih atas Rasa cinta yang begitu besar, atas Inspirasi yang begitu Brilliant, atas Niat yang begitu Suci, atas perjuangan yang begitu Keras, atas mimpi yang begitu Indah, Kita Jangan pernah lelah Berusaha dan Berdoa untuk Wujudkan Tujuan kita.

Teman-teman eXpLoit, Terima Kasih atas semua perjalanan yang kita lalui dari awal hingga akhir kita menjadi apa yang kita inginkan sekarang, semoga persahabatan kita kekal untuk selamanya.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Kalian yang menjadi inspirasi karya terbaikkku yang membuat aku memahami bahwa cinta bukan sentuhan yang menyakitkan tapi cinta berarti sentuhan dalam kebahagiaan.



MOTTO

" Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ; Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain "

(Q.S. Alam Nasyrah ayat 6 dan7).

"Jangan pernah berpikir dan berucap bahwa usaha yang kita lakukan sia-sia,, Karena, Sekecil apapun usaha yang kita lakukan Pasti ada Manfaatnya, sedikitnya kita dapat mengenal diri kita. "

(Lembaran Hidup...).

" Jadilah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar".

(Q.S. Al Baqarah ayat 153).

"... Allah akan meninggikan orang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat "

(QS.Al-Mujaadilah ayat 11).

" Raihlah lima perkara sebelum datangnya lima yang lain : 1. hidupmu sebelum matimu, 2. sehatmu sebelum sakitmu, 3. kesempatan sebelum sibukmu, 4. mudamu sebelum tuamu, 5. kayamu sebelum miskinmu".

(Shahih jami'ush shaghir Al Albani dari Ibnu Abbas ra).

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir, dengan judul “ Suara Untuk Digital Multimedia ”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW, para kerabat, serta pengikutnya hingga hari kiamat nanti.

Penyusunan tugas akhir merupakan sebagian upaya untuk memenuhi syarat kelulusan studi serta syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT , Tuhan bagi seluruh alam yang melimpahkan rahmat dan karuniannya sehingga penulis selalu diberi kesehatan dan kemudahan selama pembuatan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, yang telah memberikan seluruh do'a dan restu, serta dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
3. Bapak Ir. Gumbolo HS,. M.Sc selaku Dekan Fakultas Tehnik Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Yudi Prayudi, S.Si.,M.kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Ami Fauziah, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan tugas akhir dan penulisan laporan.

6. Seluruh keluarga terima kasih atas semangatnya yang telah diberikan.

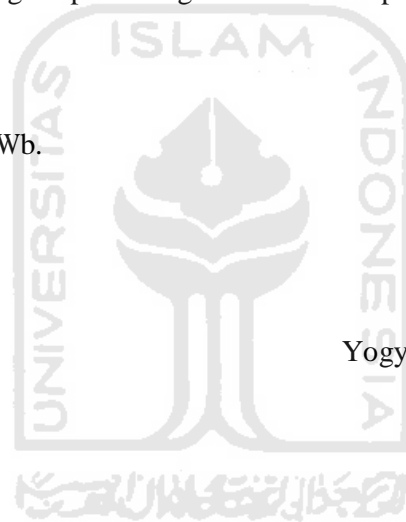
Semoga dengan segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, akan mendapat pahala yang setimpal dari ALLAH SWT. Amin

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan dimasa mendatang.

Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Yogyakarta, September 2011

Sugeng

INTISARI

Multimedia digunakan untuk menjelaskan satu sistem yang terdiri dari beberapa media, dimana sudah digunakan media komunikasi dan informasi lebih dari satu cara. Multimedia memungkinkan pemakaian komputer untuk mendapatkan output dalam bentuk yang lebih banyak dari media grafis. Pemakai dapat memperoleh informasi dalam bentuk teks, gambar, video, animasi, dan suara. Suara adalah gelombang energi (getaran) yang merambat melalui media kenyal sampai pada ke telinga dan menggetarkan gendang telinga sehingga terjadi proses pendengaran.

Kompresi merupakan pengurangan ukuran suatu berkas menjadi ukuran yang lebih kecil dari aslinya. Pengompresian berkas ini sangat menguntungkan manakala terdapat suatu berkas yang berukuran besar dan data di dalamnya mengandung banyak pengulangan karakter.

Perekaman suara untuk digital multimedia dengan menggunakan teknologi komputer mampu menciptakan jenis-jenis file suara. Dari berbagai jenis-jenis format file audio juga terdapat banyak proses penyimpanan perekaman suara dan dapat disimpan dalam bentuk format suara yang diinginkan. Berdasarkan eksplorasi yang telah dilakukan dengan menggunakan 4 software yaitu Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro, dan Mixpad Audio Mixer, maka diperoleh suatu kesimpulan bahwa proses perekaman suara dan penggabungan suara rekaman dengan musik dapat dilakukan dengan mudah dan tanpa merubah kualitas suara.

Dari pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh suatu kesimpulan bahwa proses penggabungan antara suara dengan musik dapat dilakukan dengan mudah.

Kata kunci :

Sound, Audacity, Wavepad Cool Edit Pro, Mixpad Audio Mixer.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I DIGITALISASI SUARA.....	1
A. Suara.....	1
B. Digitalisasi Suara	5
C. File Audio Digital.....	11
D. Memproses Suara.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	16
BAB II KOMPRESI AUDIO.....	17
A. Kompresi	17
B. Kompresi Audio.....	17
C. Metode Kompresi Data.....	26
D. Teknik Kompresi Audio	28
E. File Audio Digital.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	41
BAB III SOFTWARE AUDIO.....	42
A. Pengertian Software.....	42
B. MIDI Software	42
C. Membuat File Audio dengan Software	47
D. Merekam Suara.....	58
E. Langkah-langkah Proses Perekaman dan Proses Penggabungan antara Suara dan Musik	59
F. Hasil Proses Suara dan Proses Penggabungan antara Suara Rekaman dengan File Masuk	74
DAFTAR PUSTAKA.....	79

BAB IV PENUTUP	80
A. Kesimpulan	80
B. Saran	81



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemampuan kompresi MPEG3.....	30
Tabel 2.2.	Perkembangan format audio.....	36
Tabel 3.1.	Ukuran format file rekaman menjadi wav dengan menggunakan Headset Gboy A-840.....	74
Tabel 3.2.	Ukuran format file rekaman menjadi mp3 dengan menggunakan Headset Gboy A-840.....	75
Tabel 3.3.	Ukuran format file rekaman menjadi wav dengan menggunakan Headset Sturdy HT-300.....	76
Tabel 3.4.	Ukuran format file rekaman menjadi mp3 dengan menggunakan Headset sturdy HT-300.....	77
Tabel 3.5.	Analisis kelebihan dan kekurangan software.....	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gelombang suara.....	2
Gambar 1.2. Fourier analys.....	3
Gambar 1.3. Proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital.....	6
Gambar 1.4. Sampel sinyal.....	8
Gambar 1.5. Undersampling gelombang sinus murni.....	9
Gambar 1.6. Dithering.....	9
Gambar 1.7. Spektrum frekuensi audio menunjukkan efek samping dan Dithering.....	10
Gambar 1.8. Clipping.....	13
Gambar 2.1 Perbandingan Teknik Kompresi Standar ITU-T.....	22
Gambar 2.2 Perhitungan G.723.1.....	22
Gambar 2.3 Sinusoid frekuensi dari 500Hz, 2000Hz dan 2500 Hz.....	25
Gambar 2.4 Spektrum frekuensi gelombang wave.....	25
Gambar 2.5 Langkah-langkah algoritma MPEG.....	30
Gambar 2.6 Masking.....	31
Gambar 2.7 Critical.....	32
Gambar 2.8 MPEG/Audio encorder.....	39
Gambar 2.9 MPEG/Audio decorder.....	39
Gambar 3.1. Tampilan software audacity.....	47
Gambar 3.2. Tampilan software wavepad.....	48
Gambar 3.3. Tampilan awal program wavepad.....	49
Gambar 3.4. Tampilan dialog sample rate.....	50
Gambar 3.5. Tampilan awal halaman FAE.....	50
Gambar 3.6. Tampilan new record.....	51
Gambar 3.7. Tampilan sinyal suara.....	51
Gambar 3.8. Tampilan dialog mix volume.....	52
Gambar 3.9. Tampilan softwareCool edit pro 2.1.....	54
Gambar 3.10. Tampilan kode rekaman.....	54
Gambar 3.11. Tampilan proses rekaman.....	55

Gambar 3.12. Tampilan hasil rekaman.....	56
Gambar 3.13. Tampilan dialog efek suara.....	56
Gambar 3.14. Tampilan utama software Mixpad.....	57
Gambar 3.15. Tampilan utama software audacity.....	59
Gambar 3.16. Tampilan audacity preference.....	59
Gambar 3.17. Tampilan project rate.....	60
Gambar 3.18. Mengatur format waktu.....	60
Gambar 3.19. Hasil suara rekaman.....	61
Gambar 3.20. Proses Import Audio.....	62
Gambar 3.21. Dialog file Audio.....	62
Gambar 3.22. Hasil Import Audio.....	63
Gambar 3.23. tampilan Utama Software WavePad.....	64
Gambar 3.24. Proses Perekaman.....	65
Gambar 3.25. Hasil Rekaman.....	65
Gambar 3.26. Dialog Proses Mix File Audio.....	66
Gambar 3.27. Hasil Rekaman.....	66
Gambar 3.28. Tampilan Utama SoftwareCool Edit Pro.....	67
Gambar 3.29. Hasil Rekaman.....	68
Gambar 3.30. Proses Insert Audio.....	68
Gambar 3.31. Dialog Insert File Audio.....	69
Gambar 3.32. Tampilan Hasil Insert File Audio.....	69
Gambar 3.33. Kotak dialog Penyimpanan.....	70
Gambar 3.34. Tampilan Utama Software MixPad.....	71
Gambar 3.35. Tampilan Hasil Rekaman.....	71
Gambar 3.36. Kotak Dialog Load Clip.....	72
Gambar 3.37. Hasil Load ClipFile Audio.....	72
Gambar 3.38. Tampilan Cara Menyimpan File Audio.....	73
Gambar 3.39. Kotak Dialog Setting Penyimpanan File.....	73

BAB I

DIGITALISASI SUARA

I. Suara

Suara adalah gelombang energi (getaran) yang merambat melalui media kenyal sampai pada ke telinga dan menggetarkan gendang telinga sehingga terjadi proses pendengaran. Tiga unsur dari suara antara lain: nyaringnya suara, tingginya suara dan nada suara.

Sebagai ukuran fisik dari "kenyaringan", ada amplitude dan tingkat tekanan suara. Untuk "tingginya" suara adalah frekwensi. Tentang nada, ada sejumlah besar ukuran fisik, kecenderungan jaman sekarang adalah menggabungkan segala yang merupakan sifat dari suara, termasuk tingginya, nyaringnya dan distribusi spektral sebagai "nada".[IRA11]

Suara adalah fenomena fisik yang dihasilkan oleh getaran benda. Getaran suatu benda yang berupa sinyal analog dengan amplitudo yang berubah secara kontinyu terhadap waktu.

Suara berhubungan erat dengan rasa "mendengar". Suara/bunyi biasanya merambat melalui udara. Suara/bunyi tidak bisa merambat melalui ruang hampa.[ADM11]

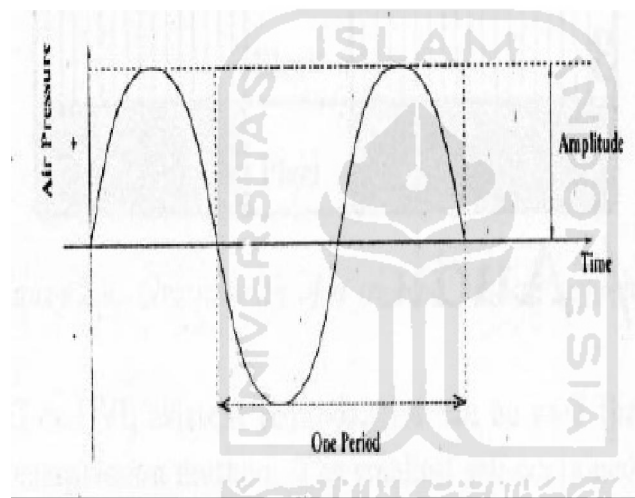
Suara adalah getaran mekanis biasa yang bergerak melalui materi sebagai suatu bentuk gelombang. Gelombang suara memiliki karakteristik yang sama seperti jenis lain dari bentuk gelombang. Memiliki panjang gelombang, frekuensi, kecepatan dan amplitudo. Panjang gelombang adalah jarak dari satu puncak lain dari gelombang. Karena suara adalah gelombang kompresi, panjang gelombang adalah jarak antara kompresi maksimum. Gelombang suara bergerak di sekitar 344 meter / detik, 1.130 kaki / detik. atau 770 mil per jam di ruang suhu 20 o C (70 o F). Frekuensi suara adalah tingkat di mana gelombang melewati suatu titik tertentu. Hal ini juga tingkat di mana suatu string gitar atau penguas suara bergetar. Hubungan antara kecepatan, panjang gelombang dan frekuensi adalah: $velocity = wavelength \times frequency$. Karena

suara adalah gelombang kompresi, amplitudonya sesuai dengan berapa banyak gelombang dikompresi, dibandingkan dengan daerah kompresi sedikit. Oleh karena itu, kadang-kadang disebut amplitudo tekanan.[HNF10]

Suara dihasilkan oleh getaran suatu benda. Selama bergetar, perbedaan tekanan terjadi di udara sekitarnya. Pola osilasi yang terjadi dinamakan sebagai “GELOMBANG”. Gelombang mempunyai pola sama yang berulang pada interval tertentu yang disebut sebagai “PERIODE”.[IRA11]

Contoh suara periodik: instrument musik, nyanyian burung, dll.

Contoh suara nonperiodik: batuk, percikan ombak, dll.



Gambar 1.1 Gelombang Suara

Suara berkaitan erat dengan:

a. Frekuensi

- 1) Banyaknya periode dalam satu detik.
- 2) Satuan : Hertz (Hz) atau cycles per second (cps) .
- 3) Panjang gelombang suara (wavelength) dirumuskan $= c/f$.
Dimana c = kecepatan rambat bunyi.
Dimana f = frekuensi.

Contoh:

Berapakah panjang gelombang untuk gelombang suara yang memiliki kecepatan rambat 343m/s dan frekuensi 20kHz?

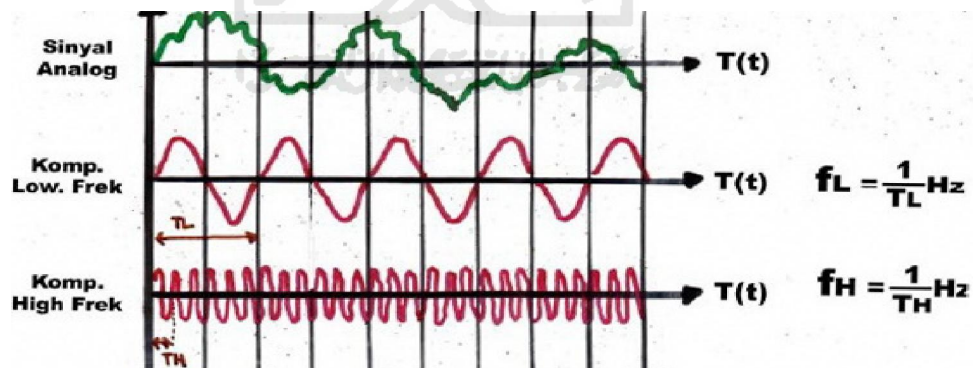
Jawab:

$$\text{Wavelength} = c/f = 343/20 = 17,15 \text{ mm.}$$

Berdasarkan frekuensi, suara dibagi menjadi:

- Infrasound = 0Hz – 20 Hz.
- Pendengaran manusia = 20Hz – 20 KHz.
- Ultrasound = 20KHz – 1 GHz.
- Hypersound = 1GHz – 10 THz.

Manusia membuat suara dengan frekuensi 50Hz - 10KHz. Sinyal suara musik memiliki frekuensi 20Hz - 20KHz. Sistem multimedia menggunakan suara yang berada dalam range pendengaran manusia. Suara yang berada pada range pendengaran manusia sebagai “audio”, dan gelombangnya sebagai “accoustic signals”. Suara diluar range pendengaran manusia dapat dikatakan sebagai “noise” (getaran yang tidak teratur dan tidak berurutan dalam berbagai frekuensi, tidak dapat didengar manusia).



Gambar 1.2 Fourier analysis

Fourier analysis adalah suatu sinyal analog yang terdiri dari sebuah frekuensi sinusoidal dimana amplitudonya serta fasanya berubah secara “relatif” antara satu dengan yang lainnya.

b. Amplitudo

- 1) Keras lemahnya bunyi atau tinggi rendahnya gelombang.
- 2) Satuan amplitudo adalah decibel (db).
- 3) Bunyi mulai dapat merusak telinga jika tingkat volumenya lebih besar dari 85dB dan pada ukuran 130dB akan mampu membuat hancur gendang telinga.

c. Velocity

- 1) Kecepatan perambatan gelombang bunyi sampai ke telinga pendengar.
- 2) Satuan yang digunakan: m/s.
- 3) Pada udara kering dengan suhu 20°C (68°F) kecepatan rambat suara sekitar 343 m/s.

Jenis-jenis suara/sound

a) Suara Analog

Suara/signal analog disebut juga signal kontinyu karena bentuknya berupa gelombang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Ciri signal analog: memiliki amplitudo dan frekuensi. Jika dikaitkan dengan suara, amplitudo menentukan keras tidaknya suara, dan frekuensi menentukan pada kenyaringan suara (melengking atau tidak). Periode ($T=1/f$): waktu yang diperlukan oleh sebuah gelombang (satu lembah satu puncak).[]
Contoh : suara alam, suara manusia, hewan, kendaraan, tape recorder dll.

b) Suara Digital

Suara/signal digital disebut juga signal diskret. Signal ini tersusun atas dua keadaan yang dikenal dengan bit yaitu keadaan 0 dan keadaan 1. Pertukaran signal analog dan digital menggunakan alat bernama Modem (modulator/demodulator). Ini terjadi pada jaringan komputer yang berkomunikasi jarak jauh dengan melibatkan jaringan telepon. Komputer pertama mengirim signal digital dan kemudian modem mengubahnya menjadi analog. Signal analog inilah yang mengalir

pada jaringan telepon. Selanjutnya signal analog diubah oleh modem menjadi digital pada bagian komputer penerima.

Contoh : digital audio, cd audio, midi dll.

c) Perbedaan Suara analog dan Suara digital

Suara Analog: - Punya Noise / desis yang besar.

- Tidak dapat di edit, hanya dapat dimainkan.
- Frekuensi yg dapat didengar 11.050khz (mono).

Suara Digital: - Tidak punya noise.

- Dapat di edit.
- Frekuensi tertinggi yang dapat didengar 22.100khz (stereo) , 44.1 khz (stereo) dan surround sound.[ANO11]

II. Digitalisasi Suara

Digitalisasi (bahasa Inggris: digitizing) merupakan sebuah terminologi untuk menjelaskan proses alih media dari bentuk tercetak, audio, maupun video menjadi bentuk digital. Digitalisasi memerlukan peralatan seperti: komputer, scanner, operator media sumber dan software pendukung. Dokumen audio dapat dialihkan ke dalam bentuk digital dengan bantuan program pengolah audio seperti CoolEdit dan JetAudio.[WKP11]

Proses Digitalisasi Suara:

- Proses Analog to Digital Converter (ADC)

Adalah proses mengubah amplitudo gelombang bunyi ke dalam waktu interval tertentu (disebut juga sampling), sehingga menghasilkan representasi digital dari suara.

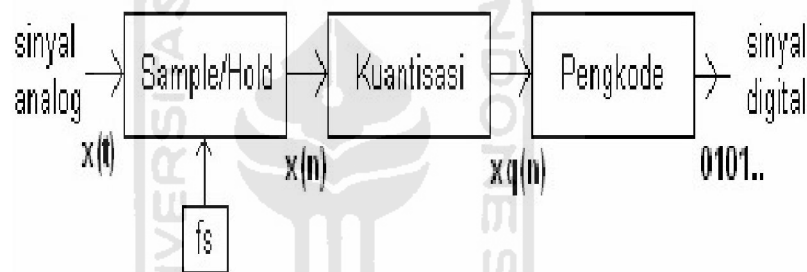
Sampling rate : beberapa gelombang yang diambil dalam satu detik.

Contoh : jika kualitas CD Audio dikatakan memiliki frekuensi sebesar 44100Hz, berarti jumlah sample sebesar 44100 per detik.

Untuk pengolah sinyal analog dengan perangkat digital, yang

pertama dilakukan adalah mengubah sinyal analog menjadi sederetan angka yang mempunyai keakuratan tertentu. Langkah ini disebut konversi analog ke digital, menggunakan alat yang disebut ADC (Analog to Digital Converter). Supaya sinyal digital ini cukup akurat untuk dikembalikan lagi menjadi sinyal analog maka perlu diperhatikan masalah jumlah sampling yang dipilih oleh ADC dan besarnya angka yang dipakai untuk mewakili tiap sampling. Teori sampling membantu untuk menentukan jumlah sampling yang diperlukan untuk menghasilkan kembali sinyal analog berdasarkan frekuensi maksimum pada sinyal analog yang diolah.[HRY11]

Blok diagram dasar dari sebuah ADC ditunjukkan oleh gambar 1.3



Gambar 1.3 Proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital.

- Proses Digital to Analog Converter (DAC)

Adalah proses mengubah digital audio menjadi sinyal analog. DAC biasanya hanya menerima sinyal digital Pulse Code Modulation (PCM). PCM adalah representasi digital dari sinyal analog, dimana gelombang disample secara beraturan berdasarkan interval waktu tertentu, yang kemudian akan diubah ke biner. Proses perubahan ke biner disebut Kuantisasi. PCM ditemukan oleh insinyur dari Inggris, bernama Alec Revees pada tahun 1937.

Contoh DAC adalah: soundcard, CDPlayer, IPod, mp3player.

Pemrosesan digitalisasi sinyal suara meliputi mekanisme sampling, kuantisasi, encoding, dan decoding. Sampling merupakan proses yang mengubah sinyal kontinu menjadi sinyal diskrit. Sinyal suara yang kontinu akan di-sampling pada domain waktu dengan kecepatan sampling tertentu kemudian diambil nilai amplitudanya. Keluaran dari proses sampling yaitu sinyal diskrit pada domain waktu dan sinyal kontinu pada domain amplituda. Mekanisme selanjutnya adalah kuantisasi. Pada mekanisme kuantisasi, sinyal diskrit keluaran dari proses sampling dipetakan berdasarkan amplituda tertentu. Jika pada proses sampling sinyal didiskritkan pada domain waktu maka pada proses kuantisasi sinyal didiskritkan pada domain amplituda. Keluaran dari proses kuantisasi berupa sinyal yang diskrit pada domain waktu dan amplituda. Sinyal keluaran dari proses kuantisasi didigitalisasi dengan mekanisme encoding. Suatu deretan bit keluaran hasil kuantisasi akan dipetakan menjadi suatu codeword bit tertentu. Keluaran dari encoder ini adalah sinyal digital. Teknik yang melakukan proses sinyal suara ini biasa dikenal dengan istilah codec. [HRY11]

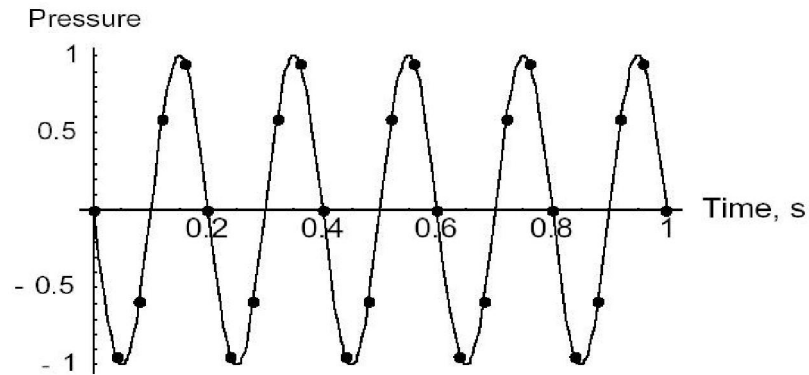
Gelombang audio bersifat kontinu. Ada 3 langkah yang dilakukan dalam proses ADC:

a. Sampling

Proses perubahan waktu yang berjalan diubah kedalam bentuk diskrit disebut dengan sampling. Frekuensi dari waktu biasanya disebut dengan sampling rate atau frekuensi sampling.

Sampling adalah suatu proses untuk membagi-bagi suatu sinyal kontinu dalam interval waktu yang telah ditentukan. Sampling ini dilakukan dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dalam fungsi waktu. Pengubahan bentuk sinyal ini bertujuan untuk mempermudah memproses sinyal masukan yang berupa analog karena sinyal analog memiliki kepekaan terhadap noise yang rendah, sehingga sulit untuk memproses sinyal tersebut. Proses sampling berbeda-beda untuk setiap suara. Bila sampling terhadap suatu sinyal suara tidak akurat maka dapat terjadi misleading atau hasil yang tidak sesuai dengan aslinya.

Aliasing merupakan hasil dari sampling secara diskrit pada suatu sinyal yang terlalu rendah sehingga memberikan resolusi yang rendah pula.



Gambar 1.4 Sampel sinyal

Gambar 1.4 menunjukkan sampel sinyal 10 Hz yang nampak menjadi sinyal 5 Hz. Ini menunjukkan sebuah contoh terjadinya aliasing. Nyquist rate adalah rata-rata sampel minimum yang harus dipakai untuk mencegah timbulnya aliasing informasi frekuensi. Besarnya Nyquist rate harus dua kali frekuensi tertinggi dalam sinyal. Dalam hal ini frekuensi sampling yang digunakan untuk merubah masukan menjadi sinyal digital adalah 8000 Hz disesuaikan dengan getaran suara paru-paru yang ketika pengambilan data menggunakan frekuensi sampling yang sama. Besarnya frekuensi sampling diatas jauh lebih tinggi dari dua kali frekuensi tertinggi dalam sinyal masukan.[ANE10]

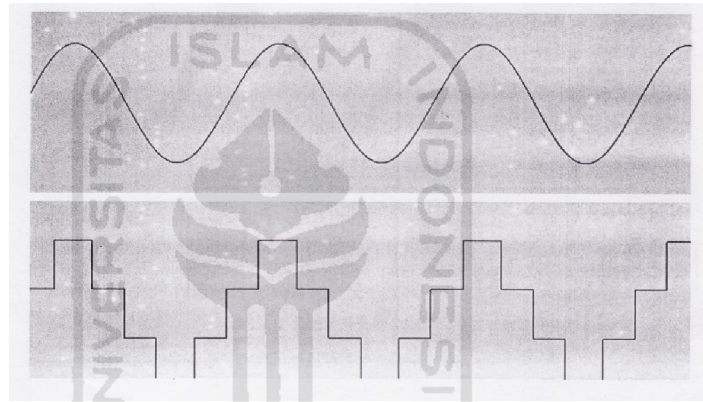
b. Kuantisasi

Proses perubahan bentuk sample yang berkelanjutan kedalam bentuk diskrit disebut dengan kuantisasi. Dalam proses ini dilakukan pembagian range sinyal kedalam bentuk interval angka yang disepakati. Ukuran dari interval kuantisasi disebut dengan langkah kuantisasi.

Jumlah level kuantisasi untuk konversi analog ke digital dalam media apapun biasanya dipilih untuk masuk ke sejumlah bit yang aman. Untuk suara, pilihan yang paling umum ukuran sampel adalah 16 bit, seperti yang digunakan untuk audio CD, memberikan 65.536 tingkat

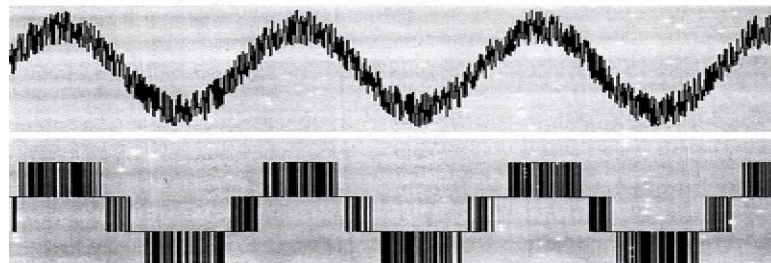
kuantisasi. Hal ini umumnya cukup untuk menghilangkan kebisingan kuantisasi. Minimal suara yang dapat diterima adalah 8-bit, dan telah terdengar kebisingan kuantisasi, sehingga hanya dapat digunakan untuk aplikasi seperti komunikasi suara, dimana distorsi dapat ditoleransi. Dalam pencarian untuk hasil yang lebih tinggi, sebanyak 24 bit digunakan untuk merekam audio sampel, tetapi ini cukup membebankan tuntutan pada keakuratan sirkuit ADC.

Secara ekstrim, ketika amplitudonya sebanding dengan perbedaan antara tingkat kuantisasi, sinyal analog diperkirakan akan kasar.



Gambar 1.5 Undersampling gelombang sinus murni

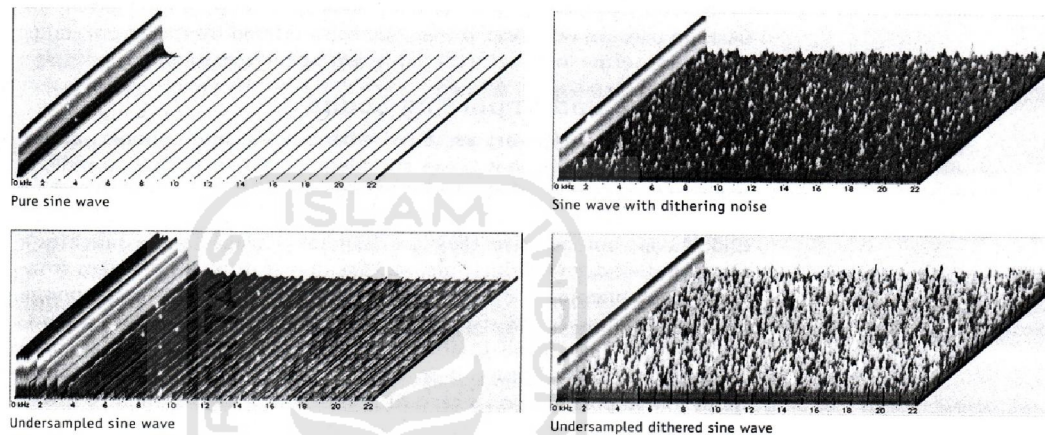
Pada gambar 1.5 Gelombang atas adalah gelombang sinus murni dan bawah adalah versi digital, dimana hanya empat level yang tersedia untuk mengakomodasi berbagai amplitudo sinyal asli.



Gambar 1.6 Dithering

Efek pada sampling diilustrasikan pada gambar 1.6, bentuk gelombang sinus atas adalah gelombang asli yang padat, dimana gelombang sebuah sampel dari versi ini masih belum jelas. Para transisi

yang kasar menjadi lembut dengan kesalahan kuantisasi terjadi secara acak. Nilai yang harus diberikan untuk menghasilkan peningkatan kualitas suara adalah dengan ditambahkan random noise yang telah diketahui. Dari kebisingan kuantisasi yang telah dieliminasi maka nilai yang diperoleh kurang intrusif.



Gambar 1.7 Spektrum frekuensi Audio menunjukkan efek sampling dan dithering

Gambar.1.7 menggambarkan efek sampling dan dithering pada spektrum frekuensi sinyal. Dalam gambar, horizontal-sumbu x mewakili frekuensi, sedangkan amplitudo diwakili vertikal y-sumbu, dengan warna yang digunakan sebagai indikasi visual tambahan intensitas, dan sumbu z merupakan waktu. Spektrum pertama adalah gelombang sinus murni yang konstan dari waktu ke waktu. Di bawah gelombang sinus murni adalah spektrum dari versi yang belum diketahui.

c. Pengkodean

Proses merepresentasikan isi digital kuantisasi disebut dengan coding. Ini dapat terjadi pada saat menggunakan digital to analog converter (DAC) untuk melakukan rekonstruksi kembali sinyal analog yang berasal dari data digital.

III. File Audio Digital

Setiap bentuk file audio memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Format file audio tersebut dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan. Format file audio bermacam-macam, diantaranya:

- a. WAV, format file ini merupakan dasar dari format audiofile yang memiliki kualitas suara terbaik, hanya saja file ini membutuhkan tempat penyimpanan yang besar. Pemilihan format ini sangat tepat apabila membutuhkan kualitas audio yang baik dan memiliki tempat penyimpanan yang besar. Format file ini mendukung untuk mono atau stereo.
- b. Amiga IFF-8SVX (.IFF, .SVX), format Amiga 8SVX adalah 8-bit mono, format ini dihasilkan oleh the Commodore Amiga computer, format ini juga dapat dikompres menjadi 4-bit Fibonacci delta encoded format.
- c. Apple AIFF (.AIF, .SND), format ini adalah format audio standar milik Apple Computer. Seperti WAV milik Windows, AIFF mendukung untuk fasilitas mono atau stereo, 16-bit atau 8-bit.
- d. Dialogic ADPCM (.VOX), format Dialogic ADPCM ini biasanya ditemui pada aplikasi telepon. Format ini hanya dapat menyimpan audio mono 16-bit, dan seperti format ADPCM lainnya file ini dapat dikompres hingga 4-bit.
- e. DiamondWare Digitized (.DWD), ini adalah format audio yang digunakan oleh perangkat DiamondWare's Sound, biasanya format ini digunakan oleh para programmer untuk menghasilkan audio interaktif yang diaplikasikan pada game dan multimedia. Format ini juga mendukung baik mono maupun stereo.
- f. MPEG Layer 3 (.MP3), ini merupakan format audio file yang banyak diminati oleh para pengguna komputer, karena disamping kualitas yang dihasilkan baik, file ini juga tidak memerlukan tempat penyimpanan yang besar.
- g. Next/Sun (.AU, .SND), adalah format standar yang dapat ditemukan pada NeXT dan Sun computer.

- h. Real Media (.RM), format audio ini biasanya dapat ditemukan pada jaringan internet.
- i. Sound Blaster (.VOC), ini adalah format audio file dari Sound Blaster dan format file suara dari Sound Blaster Pro. Format ini hanya mendukung 8-bit audio, mono hingga 44.1 KHz, dan stereo hingga 22 KHz.

PCM Raw Data (.PCM), PCM (Pulse Code Modulation) adalah format audio yang sangat sederhana. Format ini adalah format file standar yang belum dikompres seperti halnya file .WAV pada Windows atau AIFF pada Apple. [RPJ09]

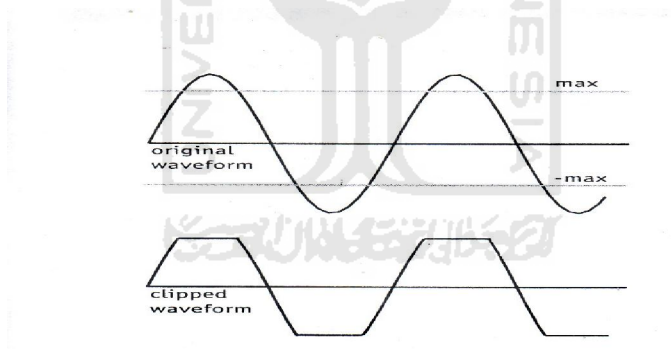
IV. Memproses Suara

a) Perekaman Suara dan Impor Suara

Banyak komputer desktop dilengkapi dengan built-in mikrofon, dan memacu untuk berpikir bahwa ini adalah cukup untuk merekam suara. Hal ini hampir tidak mungkin untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Bukan hanya karena mikrofon itu kecil dan murah yang berarti akan mengambil suara dari komponen-komponen ini. Dengan menggunakan mikrofon profesional, dan menangkap perekaman dalam operasi terpisah, maka sebuah konektor mikrofon eksternal ke soundcard harus dilakukan perekaman ke DAT (atau tape analog kualitas baik). Dimana kualitas suara yang penting, atau untuk rekaman musik dengan standar yang tinggi, maka perlu menggunakan studio yang dilengkapi dengan benar. Walaupun komputer dapat membentuk dasar dari studio, komputer tersebut harus ditambah dengan mikrofon dan peralatan lainnya yang sesuai, sehingga tidak benar-benar praktis untuk produsen multimedia dalam mendirikan salah satu studio rekaman.

Tingkat sampling dan ukuran sampel harus dipilih pada saat sebelum merekam. Yang mana suara berasal dalam bentuk analog dan pilihan akan ditentukan oleh pertimbangan ukuran file. Sebagai aturan umum, yang mungkin kecepatan sampling tertinggi dan ukuran sampel yang harus digunakan untuk meminimalisasi kerusakan sinyal ketika diproses.

Sebuah perhitungan sederhana sudah cukup untuk menunjukkan ukuran audio digital. Tingkat pengambilan sampel adalah jumlah sampel yang dihasilkan setiap detik, jadi jika angka ini r Hz dan ukuran sampel s bit, setiap detik suara digital akan menempati $rs / 8$ byte. Oleh karena itu, untuk CD berkualitas $r = 44.1 \times 10^3$ dan $s = 16$, sehingga setiap detik menempati lebih dari 86 kbytes atau sekitar 5 Mbytes. Perhitungan ini didasarkan pada satu saluran, namun hampir setiap audio selalu direkam dalam stereo, sehingga diperkirakan harus dua kali lipat. Aplikasi suara profesional akan merekam langsung ke CD, sehingga kemungkinan panjang rekaman hanya dibatasi oleh kapasitas CD yang tersedia dan setiap keterbatasan ukuran file dibangun ke dalam sistem operasi. Banyak yang lebih rendah tingkat program merekam ke RAM dan direkam dalam sebuah memori. Meskipun lebih efisien, tapi proses ini termasuk memaksakan pembatasan pada panjang suara yang dapat dikelola.



Gambar 1.8 Clipping

Aspek perekaman yang paling sulit adalah mendapatkan tingkat yang tepat. Jika tingkat sinyal yang masuk terlalu rendah, rekaman yang dihasilkan akan tenang, dan lebih rentan terhadap kebisingan. Jika tingkat terlalu tinggi, kliping akan terjadi di beberapa titik. Amplitudo dari sinyal yang masuk akan melebihi nilai maksimum yang dapat direkam. Nilai dari sampel terkait akan diatur ke nilai maksimum, sehingga gelombang dicatat dan akan dipotong langsung. (Gambar. 1.8 menunjukkan efek pada gelombang sinus murni).

Idealnya, sinyal harus direkam pada tingkat yang tertinggi yang menghindari kliping. Aplikasi suara biasanya menyediakan level meter, sehingga tingkat sinyal dapat dimonitor dengan potongan sinyal yang didukung dengan soundcard. Keuntungan dari kontrol dapat digunakan untuk mengubah tingkat. Beberapa soundcard tidak menyediakan fungsi ini, sehingga satu-satunya pilihan adalah untuk menyesuaikan tingkat output yang berasal dari sinyal tersebut. Untuk menjaga jangkauan dinamis rekaman, keuntungan yang sama harus digunakan pada semua sinyal. Akan tetapi nilai maksimal hanya dapat ditentukan pada titik paling keras. Bila suara sudah hidup, maka tidak dapat diketahui sinyal sebelumnya.

b) Editing Suara dan Efek Suara

Untuk dapat mengidentifikasi beberapa bagian yang mungkin ingin digunakan untuk rekaman suara. Mengedit yaitu menggabungkan dan mengatur ulang klip. Berdasarkan sifat dasarnya suara alamiah cocok untuk sebuah interface pengeditan berdasarkan kerangka waktu. Pengeditan suara yang khas dibagi menjadi trek, mengcopy dari pita trek yang terpisah yang digunakan pada peralatan rekaman tradisional serta menyediakan representasi grafis suara yang jelas melalui waktu. Suara dalam setiap lagu biasanya dapat ditampilkan sebagai sebuah gelombang, dan amplitudo sumbu waktu dapat ditingkatkan, sehingga suara dapat diketahui dalam berbagai tingkat detail. Editing dilakukan dengan pemotongan dan paste, atau menyeret dan menjatuhkan bagian yang dipilih dari lagu. Setiap perekaman stereo akan menempati dua lagu. Selama proses editing banyak cara yang dapat digunakan untuk menggabungkan suara dari rekaman terpisah. Selanjutnya, suara ini akan digabungkan ke dalam satu atau dua lagu, untuk mono akhir atau output stereo. Saat penggabungan, tingkat dari masing-masing track relatif dapat disesuaikan untuk menghasilkan keseimbangan yang diinginkan antara instrumen yang berbeda.

Edit jenis khusus telah menjadi umum di audio (pembuatan loop). Loop yang sangat pendek diperlukan untuk membuat suara untuk instrumen musik

elektronik yang dikenal sebagai samplers (fungsi yang biasa digunakan oleh perangkat lunak).

Efek audio adalah salah satu bagian dari proses editing. Memberi efek pada audio adalah hal yang paling menyenangkan dalam penggunaan Cool Edit Pro 2.0.



DAFTAR PUSTAKA

- [IRA11] Irwan, Asep, 20 Agustus 2011, Definisi Suara Available at <http://irwankl3.blogspot.com/2011/03/definisi-suara-secara-umum.html>.
- [ADM11] Admin, 11 April 2011, Suara dan Audio Available at <http://www.scribd.com/doc/29155552/03-Data-Multimedia-Audio>.
- [HNF10] Hanafi, 26 Agustus 2011, Pengertian Suara Available at <http://hanafi.blog.uns.ac.id/2010/06/28/suara-adalah-getaran-mekanis/#more-112>.
- [ANO11] Anonymous, 26 Agustus 2011, Perbedaan Suara analog dan Suara digital Available at <http://dc312.4shared.com/doc/IuemBsmF/preview.html>.
- [WKP11] Wikipedia, 28 Agustus 2011, Digitalisasi Suara Available at <http://id.wikipedia.org/wiki/Digitalisasi>.
- [HRY11] Hary, 28 Agustus 2011, Sampling dan Kuantisasi Available at http://student.eepis-its.edu/~ty2n/modul%20pengolahan%20sinyal/ps2_codec_sampling.pdf.
- [ANE10] Andriani, Evi, 22 Agustus 2011, Sampling Available at <http://eviandrianimosy.blogspot.com/2010/04/voice-recognition.html>.
- [RPJ09] Raharjo, Puji, 29 Agustus 2011, File Audio Digital Available at <http://www.scribd.com/doc/16169832/Modul-Pembuatan-Audio>.

BAB II

KOMPRESI AUDIO

A. Kompresi

Kompresi merupakan pengurangan ukuran suatu berkas menjadi ukuran yang lebih kecil dari aslinya. Pengompresian berkas ini sangat menguntungkan manakala terdapat suatu berkas yang berukuran besar dan data di dalamnya mengandung banyak pengulangan karakter. Adapun teknik dari kompresi ini adalah dengan mengganti karakter yang berulang-ulang tersebut dengan suatu pola tertentu sehingga berkas tersebut dapat meminimalisasi ukurannya.

Saat ini terdapat berbagai tipe algoritma kompresi, antara lain : Huffman, LIFO, LZHUF, LZ77 dan variannya (LZ78, LZW, GZIP), Dynamic Markov Compression (DMC), Block-Sorting Lossless, Run-Length, Shannon-Fano, Arithmetic, PPM (Prediction by Partial Matching), Burrows-Wheeler Block Sorting dan Half Byte.

Dalam kaitannya dengan multimedia, kompresi sangat menguntungkan karena dapat menghemat tempat penyimpanan serta dapat mempercepat proses pengiriman data kepada klien, sebab pengiriman berkas dengan ukuran yang lebih kecil lebih cepat daripada berkas yang memiliki ukuran besar.

B. Kompresi Audio

Kompresi audio dibagi kedalam dua himpunan besar. Yang pertama adalah kompresi audio yang umum yaitu yang memiliki bandwidth suara yang audible (bisa didengar oleh telinga manusia) yaitu dari 20 Hz sampai dengan 20 kHz, seperti yang digunakan untuk musik dan HiFi audio. Yang kedua adalah kompresi suara (speech), suara manusia terbatas pada bandwidth antar 300 sampai 4000 Hz. Teknik kompresi yang digunakan berbeda karena pendekatan yang digunakan untuk kedua jenis sinyal audio tersebut berbeda. Untuk kompresi audio yang hanya berisi suara manusia (seperti yang digunakan untuk komunikasi telepon) digunakan pendekatan pemodelan sistem reproduksi suara manusia (source modelling) sementara pendekatan yang digunakan untuk sinyal audio adalah

pemodelan sistem pendengaran manusia (perceptual model) karena beraneka ragamnya sumber (source) suara sehingga tidak mungkin untuk membuat model setiap source.

1. Kompresi Suara (Speech compression)

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa kompresi suara memanfaatkan proses reproduksi suara manusia. Paru-paru menghasilkan pulsa-pulsa udara dan kemudian melewati saluran reproduksi suara (vocal tract), yaitu terdiri dari pita suara, pharynx, rongga mulut, dan rongga hidung, dan akhirnya dapat dihasilkan suara. Jadi bila dibuat pemodelannya ada tiga komponen utama yaitu eksitasi (pulsa-pulsa udara), filter (vocal tract). Prinsip utama kompresi suara adalah mengekstrak parameter-parameter tersebut dari sinyal suara yang sudah didigitalkan dan kemudian mengirimkannya ke bagian decoder untuk direkonstruksi. Teknik yang biasa digunakan untuk mengekstrak koefisien filtervocal tract adalah Linear Predictive Coding. Biasanya eksitasi ditabulasi dalam sebuah tabel eksitasi yang biasa disebut sebagai code book. Teknik kompresi suara yang cukup terkenal dan menjadi dasar dari banyak standar kompresi suara adalah CELP (Code Excitation Linear Predictive). Saat ini terdapat beberapa standar untuk kompresi suara yang banyak digunakan dalam sistem-sistem telekomunikasi.

ITU-T (International Telecommunication Union) mengeluarkan beberapa standar yang umumnya memiliki kode berawalan G (G series).

Untuk sistem seluler saat ini yang menggunakan sistem GSM teknik kompresi yang digunakan adalah RPE-LTP yang bisa mengkompresi sinyal suara dan menghasilkan bit rate sampai 13 kbps, dibandingkan dengan hasil dari PCM (Pulse Code Modulation), yang digunakan saat ini untuk komunikasi telepon biasa, yang membutuhkan 64 kbps. Pada sistem telekomunikasi yang ada di Indonesia saat ini, khususnya di kota-kota besar, dari rumah pelanggan ke sentral telepon menggunakan kabel biasa (twisted pairs) tapi hubungan antar sentral sudah digital dan menggunakan media kabel serat optik.

Sebelum mengetahui lebih jauh apa itu G.711 sebelumnya diberikan sedikit gambaran singkat fungsi dari kompresi. Sebuah kanal video yang baik tanpa dikompresi akan mengambil bandwidth sekitar 9Mbps. Sebuah kanal suara (audio) yang baik tanpa di kompresi akan mengambil bandwidth sekitar 64Kbps. Dengan adanya teknik kompresi, maka fungsi ini dapat menghemat sebuah kanal video menjadi sekitar 30Kbps dan kanal suara menjadi 6Kbps (half-duplex), artinya sebuah saluran Internet yang tidak terlalu cepat sebetulnya dapat digunakan untuk menyalurkan video dan audio sekaligus. Tentunya untuk kebutuhan konferensi dua arah dibutuhkan double bandwidth, artinya minimal sekali harus menggunakan kanal 64Kbps ke Internet. Dengan begitu suara akan memakan bandwidth jauh lebih sedikit di banding pengiriman gambar/video.

G.711 adalah suatu standar Internasional untuk kompresi audio dengan menggunakan teknik Pulse Code Modulation (PCM) dalam pengiriman suara. Standar ini banyak digunakan oleh operator Telekomunikasi termasuk PT. Telkom sebagai penyedia jaringan telepon terbesar di Indonesia. PCM mengkonversikan sinyal analog ke bentuk digital dengan melakukan sampling sinyal analog tersebut 8000 kali/detik dan dikodekan dalam kode angka. Jarak antar sampel adalah 125μ detik. Sinyal analog pada suatu percakapan diasumsikan berfrekuensi 300 Hz – 3400 Hz. Sinyal tersampel lalu dikonversikan ke bentuk diskrit. Sinyal diskrit ini direpresentasikan dengan kode yang disesuaikan dengan amplitudo dari sinyal sampel. Format PCM menggunakan 8 bit untuk pengkodeannya. Laju transmisi diperoleh dengan mengkalikan 8000 sampel/detik dengan 8bit/sampel, menghasilkan 64.000 bit/detik . Bit rate 64 kbps ini merupakan standar transmisi untuk satu kanal telepon digital. Percakapan berupa sinyal analog yang melalui jaringan PSTN mengalami kompresi dan pengkodean menjadi sinyal digital oleh PCM G.711 sebelum memasuki VoIP gateway. Pada VoIP gateway, dibagian terminal, terdapat audio codec yang melakukan proses framing (pembentukan frame datagram IP yang dikompresi) dari sinyal suara terdigitasi (hasil PCM G.711) dan juga melakukan rekonstruksi pada sisi receiver. Frame-frame yang merupakan paket-paket informasi ini lalu di transmisikan melalui jaringan IP dengan suatu standar komunikasi jaringan packet-based.

Standar G.711 merupakan teknik kompresi yang tidak efisien, karena akan memakan bandwidth 64Kbps untuk kanal pembicaraan. Agar bandwidth yang digunakan tidak besar dan tidak mengesampingkan kualitas suara, maka solusi yang digunakan untuk pengkompresi digunakan standar G.723.1.

Sinyal suara dari masing-masing pelanggan diubah ke bentuk digital, dikompresi, misalnya menggunakan ADPCM yang menghasilkan kualitas tinggi (toll quality), kemudian dikirimkan ke sentral lainnya secara digital melalui jaringan kabel optik. Dengan kompresi ini kemampuan kabel serat optik untuk menampung percakapan bisa meningkat menjadi 2 sampai 4 kali lipat. Untuk koneksi ke satelit kompresi juga digunakan untuk menghemat bandwidth dan menampung sebanyak mungkin saluran percakapan. Encoder dan decoder yang digunakan disebut juga transcoder. Standar G.729 merupakan kompresi yang menjanjikan bit rate 8 kbps dengan kualitas (toll quality) sebanding dengan G.726 (ADPCM 32 kbps). Selain itu G.729 memiliki tingkat kekebalan (robustness) terhadap error transmisi yang membuatnya sangat cocok untuk menjadi transcoder yang digunakan pada transmisi satelit atau komunikasi wireless. Standar G.723.1 menghasilkan bit rate sampai 5.3 kbps dan masih memiliki kualitas yang baik, sehingga sangat cocok untuk aplikasi komunikasi multimedia menggunakan bit rate rendah. Salah satu standar dari ITU-T untuk terminal multimedia dengan bitrate rendah adalah H.324 yang dapat digunakan untuk aplikasi videophone menggunakan infrastruktur telepon biasa (PSTN) menggunakan G.723.1 untuk melakukan kompresi suara.

Pengkode sinyal suara G.723.1 adalah jenis pengkode suara yang direkomendasikan untuk terminal multimedia dengan bit rate rendah. G.723.1 memiliki dual rate speech coder yang dapat di-switch pada batas 5.3 kbit/s dan 6.3 kbit/s. Dengan memiliki dual rate speech coder ini, maka G.723.1 memiliki fleksibilitas dalam beradaptasi terhadap informasi yang dikandung oleh sinyal suara. G.723.1 dilengkapi dengan fasilitas untuk memperbaiki sinyal suara hasil sintesis. Pada bagian encoder G.723.1 dilengkapi dengan format perceptual weighting filter dan harmonic noise shaping filter sementara di bagian decoder-nya G.723.1 memiliki pitch postfilter dan format postfilter sehingga sinyal suara

hasil rekonstruksi menjadi sangat mirip dengan aslinya. Sinyal eksitasi untuk bit rate rendah dikodekan dengan Algebraic Code Excited Linier Prediction (ACELP) sedangkan untuk rate tinggi dikodekan dengan menggunakan Multipulse Maximum Likelihood Quantization (MP-MLQ). Rate yang lebih tinggi menghasilkan kualitas yang lebih baik. Masukan bagi G.723.1 adalah sinyal suara digital yang di-sampling dengan frekuensi sampling 8.000 Hz dan dikuantisasi dengan PCM 16 bit. Delay algoritmik dari G.723.1 adalah 37.5 msec (panjang frame ditambah look ahead), delay pemrosesannya sangat ditentukan oleh prosesor yang mengerjakan perhitungan-perhitungan pada algoritma G.723.1. Dengan menggunakan DSP prosesor maka delay pemrosesan dapat diperkecil. Selain itu kompresi data suara yang direkomendasikan ITU adalah G .726, merupakan teknik pengkodean suara ADPCM dengan hasil pengkodean pada 40, 32, 24, dan 16 kbps. Biasanya juga digunakan pada pengiriman paket data pada telepon umum maupun peralatan PBX yang mendukung ADPCM. G .728, merupakan teknik pengkodean suara CELP dengan hasil pengkodean 16 kbps. G .729 merupakan pengkodean suara jenis CELP dengan hasil kompresi pada 8 kbps.

Berikut ini adalah tabel perbandingan beberapa teknik kompresi standar ITU-T.

Teknik Kompresi	Bit Rate (Kbps)	Sample size (ms)	MOS
G.711 PCM	64	0,125	4,1
G.726 ADPCM	32	0,125	3,85
G.728 LD-CELP	16	0,625	3,61
G.729 CS-ACELP	8	10	3,92
G.723.1 MP-MLQ	6,3	30	3,9
G.723.1 ACELP	5,3	30	3,65

Sumber : Cisco Labs

Gambar 2.1 Perbandingan teknik kompresi standar ITU-T

Perhitungan besar datagram IP yaitu menghitung kebutuhan bandwidth minimum untuk transmisi paket-paket data VoIP pada jaringan packet-switch seperti jaringan IP. Pembahasan perhitungan kebutuhan bandwidth pada perancangan kali ini menggunakan teknik kompresi G.723.1. Dua mode bit rate G.723.1 adalah 6,3 Kbps dan 5,3 Kbps. Bit rate tersebut adalah angka keluaran dari coder dan belum termasuk overhead transpor seperti header RTP/UDP/IP sebesar 40byte. Durasi sampling G.723.1 adalah 30 ms. Berdasarkan referensi, bit rate keluaran G.723.1 dapat dihitung sebagai berikut:

Compression Method	Bit Rate(kbps)	Sample Size (ms)	MOS Score
G.711 PCM	64	0.125	4.1
G.726 ADPCM	32	0.125	3.85
G.728 LD-CELP	15	0.625	3.61
G.729 CS-ACELP	8	10	3.92
G.729a CS-ACELP	8	10	3.7
G.723.1 MP-MLQ	6.3	30	3.9
G.723.1 ACELP	5.3	30	3.65

Gambar 2.2 Perhitungan G.723.1

- a. Sedang pada bit rate 5,3 Kbps, besar payload data adalah $(5300 \text{ bit} \times 0,03 \text{ detik}) = 159 \text{ bit} = 19,875 \text{ byte}$. Untuk mempermudah perhitungan dibulatkan menjadi 20byte. Dalam setiap paket IP dapat membawa

4frame data payload. Jadi besar total data payload dalam satu paket IP adalah 80 byte.

- b. Perhitungan besar payload data dengan bit rate 6,3 Kbps dengan durasi sampling 30 ms adalah $(6300 \text{ bit} \times 0,03 \text{ detik}) = 189 \text{ bit} = 23,625 \text{ byte}$. Untuk mempermudah perhitungan dibulatkan menjadi 24 byte. Dalam setiap paket IP terdapat 4frame data payload. Jadi besar total data payload dalam satu paket IP adalah 96 byte.
- c. Pada sebuah datagram IP terdapat header overhead (IPv4+UDP+IP) sebesar 40 byte.
- d. Sebelum datagram IP ditransmisikan melalui physical layer akan dienkapsulasi pada Ethernet dan ditambahkan header sejumlah 26 byte (berdasarkan model frame IEEE 802.3).
- e. Total overhead header dalam setiap datagram yang telah dikodekan dan dienkapsulasi adalah 66 byte.
- f. Dapat dihitung besar sebuah paket IP berisi data suara yang telah dikodekan G.723.1 dengan bitrate 5,3 Kbps adalah 146 byte atau 162 byte dengan bit rate 6,3 Kbps.

2. Kompresi Audio (Audio compression)

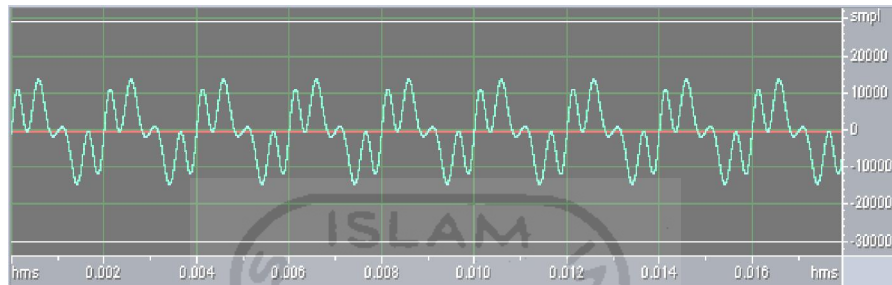
Sinyal audio memiliki rentang frekuensi (bandwidth) yang jauh lebih besar bila dibandingkan sinyal suara (speech), yaitu 20 – 20 kHz. Teknologi dibidang kompresi audio ini terbilang baru bila dibandingkan dengan kompresi suara. Kompresi audio tidak mengandalkan pemodelan sumber (source) karena sangat sulit memodelkan sedemikian banyak sumber alat musik sehingga yang dieksploitasi adalah system pendengaran manusia (perceptual model). Jadi kompresi audio diinginkan untuk bisa menghasilkan kualitas suara HiFi dan biasanya kualitas audio digital selalu dibandingkan dengan kualitas audio CD yang menggunakan sampling 44.1 kHz dan dikuantisasi 16 bit. Terdapat banyak kompresi audio yang ada saat ini, tapi yang paling terkenal adalah standarisasi dari ISO (International Standarization Organization) yang lebih sering dikenal dengan MPEG

audio. MPEG (Motion Picture Expert Group) merupakan sekumpulan ahli dibidang kompresi multimedia dengan kualitas tinggi. Salah satu group dari MPEG adalah MPEG Audio yang bekerja memfokuskan diri untuk menghasilkan kompresi audio dengan kualitas tinggi tapi dengan bit rate yang rendah. Selain MPEG Audio terdapat juga tim lain yang bekerja dibagian video dan sistem integrasi. Kualitas audio CD, yang merupakan digital audio, sangatlah bagus dan tidak bisa dibedakan dengan yang aslinya (analog). Dengan samplingrate 44.1 kHz dan 16 bit maka untuk menyimpan 1 detik musik stereo dibutuhkan $44100 * 16 * 2 = 1.4$ Mbit. Jadi satu CD audio dengan kapasitas 650 Mbyte hanya bisa menampung musik dengan durasi sekitar 4 menit sebanyak 15 lagu, bandingkan dengan jenis musik MP3 (hasil kompresi MPEG I Layer 3) yang bisa simpan dalam CD yang sama tapi dengan jumlah 10 kali (120 – 150 lagu).

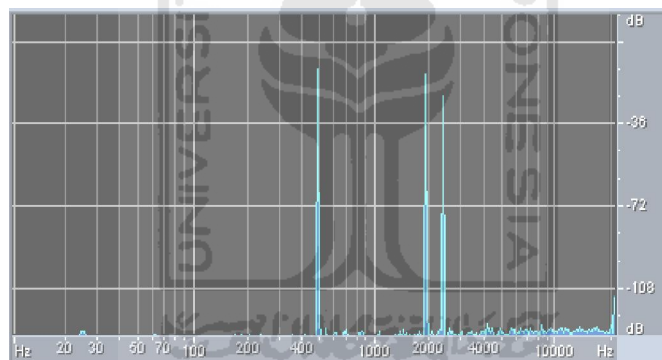
Kompresi audio atau dikenal juga sebagai pengkodean perseptual (perceptual coding) memanfaatkan keterbatasan sistem pendengaran manusia yang tidak bisa mendengarkan dua buah sinyal dengan frekuensi berdekatan. Sinyal dengan amplituda lebih besar akan menutupi (masking) sinyal dengan amplituda yang lebih kecil. Masking effect ini dieksploitasi untuk membuang informasi redundan, sinyal yang ter-masking, dan dihasilkan informasi yang lebih sedikit secara kuantitas sambil menjaga kualitas yang sangat bagus. Hasil pengujian menghasilkan bahwa pendengar yang bertelinga “emas” sekalipun tidak bisa membedakan mana hasil kompresi dan mana sinyal aslinya. Berikut adalah perbandingan bit rate dari masing-masing layer pada MPEG Audio dibandingkan dengan bit rate yang digunakan untuk merekam CD audio (1.4 Mbps) untuk mode stereo.

Isyarat audio dapat diwakili sebagai spektrum dari frekuensi (suatu spektrum frekuensi). Frequency/Frekuensi komponen dari spektrum adalah sinus getaran wave (yang disebut nada murni), kebanyakan orang menyetujui getaran wave ini memiliki amplitudo dan frekuensi. Getaran yang sangat kompleks (sebagai contoh, suara manusia atau musik), dapat diwakili oleh penjumlahan dari sinus dasar getaran wave dengan amplitudo

dan frekuensi yang tertentu. Dan sebaliknya, setelah dihasilkan berbagai getaran (gelombang/getaran) sinus (dengan amplitudo dan frekuensi yang berbeda) dan setelah dijumlahkan (setelah dicampur secara bersama-sama) untuk kombinasi berbagai isyarat audio. Sebagai contoh, pertimbangan suatu gelombang akustik yang diperoleh dari tiga sinusoids dengan frekuensi dari 500 Hz, 2000 Hz dan 2500 Hz.



Gambar 2.3 Sinusoid frekuensi dari 500Hz, 2000 Hz dan 2500 Hz



Gambar 2.4 Spektrum frekuensi gelombang wave

Spektrum frekuensi dari gelombang wave (lihat gambar 2.4), spektrum berisi puncak frekuensi yang sesuai dengan sinusoids dan lengkap "silence" dalam poin-poin lain dari suatu spektrum. Ketinggian dari tiap huruf pika menunjukkan amplitudo dari bersesuaian sinusoid.

C. Metode Kompresi Data

1. Berdasarkan tipe peta kode yang digunakan untuk mengubah pesan awal (isi file input) menjadi sekumpulan codeword, metode kompresi terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:
 - a. Metode static: menggunakan peta kode yang selalu sama. Metode ini membutuhkan dua fase (two-pass): fase pertama untuk menghitung probabilitas kemunculan tiap simbol/karakter dan menentukan peta kodenya dan fase kedua untuk mengubah pesan menjadi kumpulan kode yang akan ditransmisikan. Contoh : algoritma Huffman static.
 - b. Metode dinamik (adaptif) : menggunakan peta kode yang dapat berubah dari waktu ke waktu. Metode ini disebut adaptif karena peta kode mampu beradaptasi terhadap karakteristik isi file selama proses kompresi berlangsung. Metode ini bersifat onepass, karena isi file selama dikompres hanya diperlukan satu kali pembacaan terhadap isi file. Contoh: algoritma LZW dan DMC.
2. Berdasarkan teknik pengkodean/pengubahan simbol yang digunakan, metode kompresi dapat dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu :
 - a. Metode simbolwise : menghitung peluang kemunculan dari tiap simbol dalam file input, lalu mengkodekan satu simbol dalam satu waktu, dimana simbol yang lebih sering muncul diberi kode lebih pendek dibandingkan simbol yang lebih jarang muncul, contoh: algoritma Huffman.
 - b. Metode dictionary : menggantikan karakter/fragmen dalam file input dengan indeks lokasi dari karakter/fragmen tersebut dalam sebuah kamus (dictionary), contoh: algoritma LZW.
 - c. Metode predictive : menggunakan model finite-context atau finite-state untuk memprediksi distribusi probabilitas dari simbol-simbol selanjutnya, contoh: algoritma DMC.

Algoritma kompresi diklasifikasikan menjadi dua buah, yaitu:

1. Algoritma kompresi lossy

Keuntungan dari algoritma ini adalah bahwa rasio kompresi (perbandingan antara ukuran berkas yang telah dikompresi dengan berkas sebelum dikompresi) cukup tinggi. Namun algoritma ini dapat menyebabkan data pada suatu berkas yang dikompresi hilang ketika didekompresi. Hal ini dikarenakan cara kerja algoritma lossy adalah dengan mengeliminasi beberapa data dari suatu berkas. Namun data yang dieliminasi biasanya adalah data yang kurang diperhatikan atau diluar jangkauan manusia, sehingga pengeliminasian data tersebut kemungkinan besar tidak akan mempengaruhi manusia yang berinteraksi dengan berkas tersebut. Contohnya pada pengkompresian berkas audio, kompresi lossy akan mengeliminasi data dari berkas audio yang memiliki frekuensi sangat tinggi/rendah yang berada diluar jangkauan manusia. Beberapa jenis data yang biasanya masih dapat mentoleransi algoritma lossy adalah gambar, audio, dan video.

2. Algoritma kompresi lossless

Berbeda dengan algoritma kompresi lossy, pada algoritma kompresi lossless, tidak terdapat perubahan data ketika mendekompresi berkas yang telah dikompresi dengan kompresi lossless ini. Algoritma ini biasanya diimplementasikan pada kompresi berkas teks, seperti program komputer (berkas zip, rar, gzip, dan lain-lain).

Ada beberapa parameter yang digunakan untuk menilai kehandalan suatu kompresi. Diantara masing-masing parameter tersebut terdapat hubungan yang erat dan saling mempengaruhi.

1. Faktor kompresi

Faktor kompresi adalah perbandingan jumlah data yang belum dikompresi terhadap jumlah data hasil kompresi. Semakin bagus suatu kompresi maka faktor kompresinya semakin tinggi. Akan tetapi faktor kompresi yang tinggi akan mengakibatkan kualitas yang menurun.

Dalam kompresi data, terdapat 4 (empat) faktor penting yang perlu diperhatikan, yaitu: Time Process (waktu yang dibutuhkan dalam

menjalankan proses), Completeness (kelengkapan data setelah file-file tersebut dikompres), Ratio Compress (ukuran data setelah dilakukan kompresi), Optimaly (perbandingan apakah ukuran file sebelum dikompres sama atau tidak sama dengan file yang telah dikompres). Tidak ada metode kompresi yang paling efektif untuk semua jenis file.

2. Kualitas

Suatu teknik kompresi dikatakan baik apabila kualitas data hasil decoding sangatlah mirip apabila dibandingkan dengan aslinya. Faktor kualitas ini sangat erat dengan faktor kompresi.

3. Kompleksitas

Kompleksitas dari suatu teknik kompresi menentukan sulit atau tidaknya implementasi teknik kompresi tersebut.

4. Interactivity

Pengguna dapat bebas untuk berinteraksi dengan informasi multimedia untuk mengubah, mencari informasi yang diinginkan atau membuang informasi yang tidak diinginkan.

D. Teknik Kompresi Audio

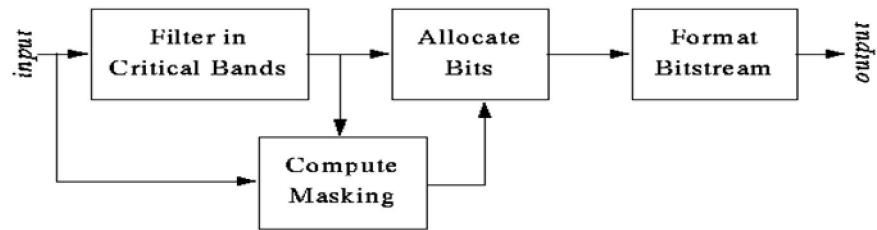
1. Teknik Kompresi Audio dengan format MPEG

- a. Beberapa fakta yang terjadi pada format MPEG;
- b. MPEG-1: 1,5 Mbits/sec untuk audio dan video, dimana 1,2 Mbits/sec digunakan untuk video dan 0,3 Mbits/sec digunakan untuk audio, nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan CD audio yang belum dikompresi sebesar $44,100 \text{ samples/sec} * 16 \text{ bits/sample} * 2 \text{ channel}$ lebih dari 1,4 Mbits/ sec.
- c. Jangkauan Faktor kompresi dari MPEG-1 adalah dari 2,7 s/d 24.
- d. Sehingga dengan kompresi rasio sebesar 6:1 untuk 16 bit stereo dan frekuensi 48 Khz didapatkan kapasitas rate data sebesar 256 kbit/sec, ini merupakan suara yang sangat baik didengar oleh telinga manusia.
- e. MPEG audio mendukung frekuensi sebesar 32 kHz, 44,1 kHz dan 48 kHz.

- f. Mampu bekerja pada satu atau dua buah kanal, dari empat jenis suara, antara lain:
- Monophonic (single audio channel).
 - Dual Monophonic, dua buah channel yang berbeda dan tidak ada kaitan satu sama lain.
 - Stereo, untuk kanal stereo adalah dua buah kanal adalah penggabungan beberapa bit, tapi tidak menggunakan coding joint stereo.
 - Joint stereo, mengambil nilai yang paling baik dari jenis suara stereo, biasanya lebih dari dua buah kanal (channel).

1.1 Algoritma MPEG Audio

- a. Menggunakan filter untuk membagi sinyal audio: misalnya pada 48 kHz, suara dibagi menjadi 32 subband frekuensi.
- b. Memberikan pembatas pada masing-masing frekuensi yang telah dibagi-bagi, jika tidak akan terjadi intermodulasi (tabrakan frekuensi).
- c. Jika sinyal suara terlalu rendah, maka tidak dilakukan encode pada sinyal suara tersebut.
- d. Diberikan bit parity yang digunakan untuk mengecek apakah data tersebut rusak atau tidak (yang mungkin disebabkan oleh gangguan/noise), apabila rusak, maka bit tersebut akan digantikan bit yang jenisnya sama dengan bit terdekatnya.



Gambar 2.5 Langkah-langka algoritma MPEG.

1.2 Kompresi Audio MP3

- a. Asal-usul MP3 dimulai dari penelitian IIS-FHG (Institut Integrierte Schaltungen-Fraunhofer Gesellschaft), sebuah lembaga penelitian terapan di Munich, Jerman dalam penelitian coding audio perceptual.
- b. Penelitian tersebut menghasilkan suatu algoritma yang menjadi standard sebagai ISO-MPEG Audio Layer-3 (MP3).

sound quality	bandwith	mode	bitrate	reduction ratio
telephone sound	2.5 kHz	mono	8 kbps	96 : 1
better than shortwave	4.5 kHz	mono	16 kbps	48 : 1
better than AM radio	7.5 kHz	mono	32 kbps	24 : 1
similar to FM radio	11 kHz	stereo	56..54 kbps	26..24 : 1
near CD	15 kHz	stereo	96 kbps	16 : 1
CD	>15kHz	stereo	112..128 kbps	14..12 : 1

Tabel 2.1 Kemampuan kompresi MPEG Layer 3

1.2.1 Format Header MP3

File MP3 terdiri atas 2 bagian data:

- Header : berfungsi sebagai tanda pengenal bagi file MP3 agar dapat dibaca oleh MP3 player yang berukuran 4 byte. Beberapa karakteristik yang dibaca komputer adalah bit ID, bit layer, bit sampling frequency dan bit mode.
- Data audio : berisi data file mp3.

1.2.2 Teknik kompresi MP3

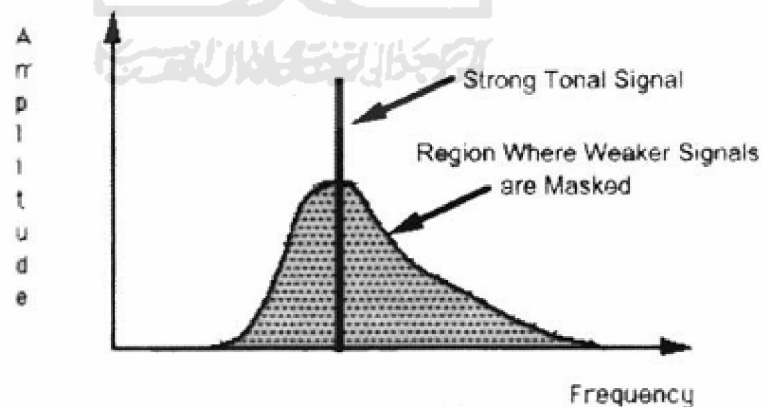
Beberapa karakteristik dari MP3 memanfaatkan kelemahan pendengaran manusia:

a. Model psikoakustik

1. Model psikoakustik adalah model yang menggambarkan karakteristik pendengaran manusia.
2. Salah satu karakteristik pendengaran manusia adalah memiliki batas frekuensi 20 Hz s/d 20 kHz, dimana suara yang memiliki frekuensi yang berada di bawah ambang batas ini tidak dapat didengar oleh manusia, sehingga suara seperti itu tidak perlu dikodekan.

b. Auditory masking

Manusia tidak mampu mendengarkan suara pada frekuensi tertentu dengan amplitudo tertentu jika pada frekuensi di dekatnya terdapat suara dengan amplitudo yang jauh lebih tinggi.

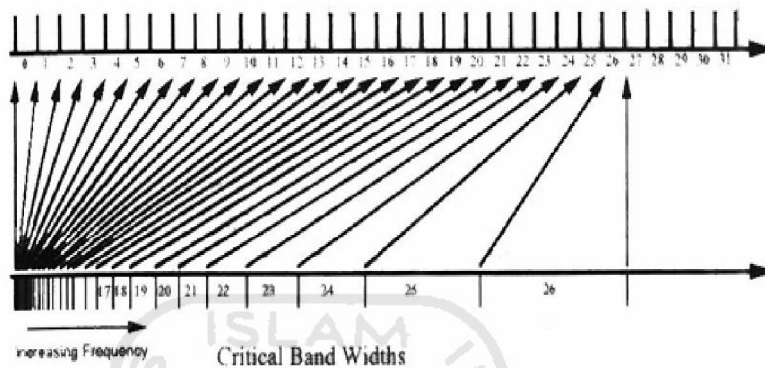


Gambar 2.6 Masking

c. Critical band

Critical band merupakan daerah frekuensi tertentu dimana pendengaran manusia lebih peka pada frekuensi-frekuensi

rendah, sehingga alokasi bit dan alokasi sub-band pada filter critical band lebih banyak dibandingkan frekuensi lebih tinggi.



Gambar 2.7 Critical band

d. Joint stereo

Terkadang dual channel stereo mengirimkan informasi yang sama. Dengan menggunakan joint stereo, informasi yang sama ini cukup ditempatkan dalam salah satu channel dan ditambah dengan informasi tertentu. Dengan teknik ini bitrate dapat diperkecil.

2. Teknik coding kompresi

Model pertama yang muncul untuk kompresi sinyal digital adalah Shannon-Fano Coding. Shannon dan Fano (1948), mengembangkan algoritma ini yang menghasilkan codeword biner untuk setiap simbol unik yang terdapat pada data file.

Huffman coding (1952) memakai hampir semua karakteristik dari Shannon-Fano coding. Huffman coding dapat menghasilkan kompresi data yang efektif dengan mengurangi jumlah redundansi dalam mengkodekan simbol. Telah dibuktikan bahwa Huffman Coding merupakan metode fixed-length yang paling efisien.

Pada lima belas tahun terakhir, Huffman Coding telah digantikan oleh arithmetic coding. Arithmetic coding melewati ide untuk menggantikan sebuah simbol masukan dengan kode yang spesifik. Algoritma ini menggantikan sebuah aliran simbol masukan dengan sebuah angka keluaran single floating-point. Lebih banyak bit dibutuhkan dalam angka keluaran, maka semakin rumit pesan yang diterima.

Algoritma Dictionary-based compression menggunakan metode yang sangat berbeda dalam mengkompres data. Algoritma ini menggantikan string variable-length dari simbol menjadi sebuah token. Token merupakan sebuah indeks dalam susunan kata di kamus. Apabila token lebih kecil dari susunan kata, maka token akan menggantikan prase tersebut dan terjadi kompresi.

a. Algoritma Shannon-Fano Encoding

Teknik coding Shannon Fano merupakan salah satu algoritma pertama yang tujuannya adalah membuat codeword dengan redundansi minimum. Ide dasar dari membuat codeword dengan variable-code length, seperti Huffman code, yang ditemukan beberapa tahun kemudian. Seperti yang disebutkan di atas, Shannon Fano coding didasarkan pada variable length-word, yang berarti beberapa simbol pada pesan akan dikodekan/direpresentasikan dengan codeword yang lebih pendek dari simbol yang ada di pesan. Semakin tinggi probabilitasnya, maka codeword semakin pendek. Dalam memperkirakan panjang setiap codeword maka dapat ditentukan dari probabilitas setiap simbol yang direpresentasikan oleh codeword tersebut. Shannon Fano coding menghasilkan codeword yang tidak panjang, sehingga kode tersebut bersifat unik dan dapat didekodekan. Cara efisien lainnya dalam variable-length coding adalah Shannon-Fano encoding. Prosedur dalam Shannon-Fano encoding adalah :

1. Menyusun probabilitas simbol dari sumber dari yang paling tinggi ke yang paling rendah.

2. Membagi menjadi 2 bagian yang sama besar, dan memberikan nilai 0 untuk bagian atas dan 1 untuk bagian bawah.
3. Ulangi langkah ke 2, setiap pembagian dengan probabilitas yang sama sampai dengan tidak mungkin dibagi lagi
4. Encode setiap simbol asli dari sumber menjadi urutan biner yang dibangkitkan oleh setiap proses pembagian tersebut.

b. Algoritma Huffman Coding

Dalam Huffman Coding, panjang blok dari keluaran sumber dipetakan dalam blok biner berdasarkan panjang variable. Cara seperti ini disebut sebagai fixed to variable-length coding. Ide dasar dari cara Huffman ini adalah memetakan mulai simbol yang paling banyak terdapat pada sebuah urutan sumber sampai dengan yang jarang muncul menjadi urutan biner. Dalam variable-length coding, sinkronisasi merupakan suatu masalah. Ini berarti harus terdapat satu cara untuk memecahkan urutan biner yang diterima kedalam suatu codeword. Seperti yang disebutkan diatas, bahwa ide dari Huffman Coding adalah memilih panjang codeword dari yang paling besar probabilitasnya sampai dengan urutan codeword yang paling kecil probabilitasnya. Apabila kita dapat memetakan setiap keluaran sumber dari probabilitas p_i ke sebuah codeword dengan panjang $1/p_i$ dan pada saat yang bersamaan dapat memastikan bahwa dapat didekodekan secara unik, kita dapat mencari rata-rata panjang kode $H(x)$. Huffman Code dapat men-dekodekan secara unik dengan $H(x)$ minimum, dan optimum pada keunikan dari kode-kode tersebut.

Algoritma dari Huffman encoding adalah :

1. Pengurutan keluaran sumber dimulai dari probabilitas paling tinggi.

2. Menggabungkan 2 keluaran yang sama dekat, kedalam satu keluaran yang probabilitasnya merupakan jumlah dari probabilitas sebelumnya.
3. Jika setelah dibagi masih terdapat 2 keluaran, maka lanjut kelangkah berikutnya, namun apabila masih terdapat lebih dari 2, kembali ke langkah pertama.
4. Memberikan nilai 0 dan 1 untuk kedua keluaran
5. Apabila sebuah keluaran merupakan hasil dari penggabungan 2 keluaran dari langkah sebelumnya, maka berikan tanda 0 dan 1 untuk codeword-nya, ulangi sampai keluaran merupakan satu keluaran yang berdiri sendiri.

E. File Audio Digital

Setiap bentuk file audio memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Format file audio tersebut dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan. Format file audio bermacam-macam, diantaranya:

- j. WAV, format file ini merupakan dasar dari format audiofile yang memiliki kualitas suara terbaik, hanya saja file ini membutuhkan tempat penyimpanan yang besar. Pemilihan format ini sangat tepat apabila membutuhkan kualitas audio yang baik dan memiliki tempat penyimpanan yang besar. Format file ini mendukung untuk mono atau stereo.
- k. Amiga IFF-8SVX (.IFF, .SVX), format Amiga 8SVX adalah 8-bitmono, format ini dihasilkan oleh the Commodore Amiga computer, format ini juga dapat dikompres menjadi 4-bit Fibonacci delta encoded format.
- l. Apple AIFF (.AIF, .SND), format ini adalah format audio standar milik Apple Computer. Seperti WAV milik Windows, AIFF mendukung untuk fasilitas mono atau stereo, 16-bit atau 8-bit.
- m. Dialogic ADPCM (.VOX), format Dialogic ADPCM ini biasanya ditemui pada aplikasi telepon. Format ini hanya dapat menyimpan audio mono 16-bit, dan seperti format ADPCM lainnya file ini dapat dikompres hingga 4-bit.

- n. DiamondWare Digitized (.DWD), ini adalah format audio yang digunakan oleh perangkat DiamondWare's Sound, biasanya format ini digunakan oleh para programmer untuk menghasilkan audio interaktif yang diaplikasikan pada game dan multimedia. Format ini juga mendukung baik mono maupun stereo.
- o. MPEG Layer 3 (.MP3), ini merupakan format audio file yang banyak diminati oleh para pengguna komputer, karena disamping kualitas yang dihasilkan baik, file ini juga tidak memerlukan tempat penyimpanan yang besar.
- p. Next/Sun (.AU, .SND), adalah format standar yang dapat ditemukan pada NeXT dan Sun Computer.
- q. Real Media (.RM), format audio ini biasanya dapat ditemukan pada jaringan internet.
- r. Sound Blaster (.VOC), ini adalah format audio file dari Sound Blaster dan format file suara dari Sound Blaster Pro. Format ini hanya mendukung 8-bit audio, mono hingga 44.1 KHz, dan stereo hingga 22 KHz.
- s. PCM Raw Data (.PCM), PCM (Pulse Code Modulation) adalah format audio yang sangat sederhana. Format ini adalah format file standar yang belum dikompres seperti halnya file .WAV pada Windows atau AIFF pada Apple.

1. Perkembangan Format Audio

YEAR	PHYSICAL FORMAT	CONTENT FORMAT
1979	Compact Disc (CD)	
1985		Audio Interchange File Format (AIFF)
1987	Digital audio tape (DAT)	
1990	Digital Compact Cassette	
1991	MiniDisc	ATRAC
1992		WAVEform (WAV) Dolby Digital surround cinema sound
1993		Digital Theatre System (DTS)
1995		MP3

1996	DVD	
1999	Super Audio CD (SACD)	Windows Media Audio (WMA)
2000		Free Lossless Audio Codec (FLAC)
2001		Advanced audio coding (AAC)
2002		Ogg Vorbis
2003	DualDisc	

Tabel 2.2 Perkembangan format audio

2. Berbagai Format Audio

a. AAC (Advanced Audio Coding) [.m4a]

- AAC bersifat lossy compression (data hasil kompresi tidak bias dikembalikan lagi ke data sebelum dikompres secara sempurna, karena setelah dikompres terdapat data-data yang hilang).
- AAC merupakan audio codec yang menyempurnakan MP3 dalam hal medium dan high bit rates.

1. Cara kerja:

- a) Bagian-bagian sinyal yang tidak relevan dibuang.
- b) Menghilangkan bagian-bagian sinyal yang redundan.
- c) Dilakukan proses MDCT (Modified Discret Cosine Transform) berdasarkan tingkat kekompleksitasan sinyal.
- d) Adanya penambahan Internal Error Correction.
- e) Kemudian, sinyal disimpan atau dipancarkan.

2. Kelebihan AAC dari MP3:

- a) Sample ratenya antara 8 Hz – 96 kHz, sedangkan MP3 16 Hz – 48 kHz.
- b) Memiliki 48 channel.
- c) Suara lebih bagus untuk kualitas bit yang rendah (dibawah 16 Hz).

b. WAVEFORM AUDIO [.WAV]

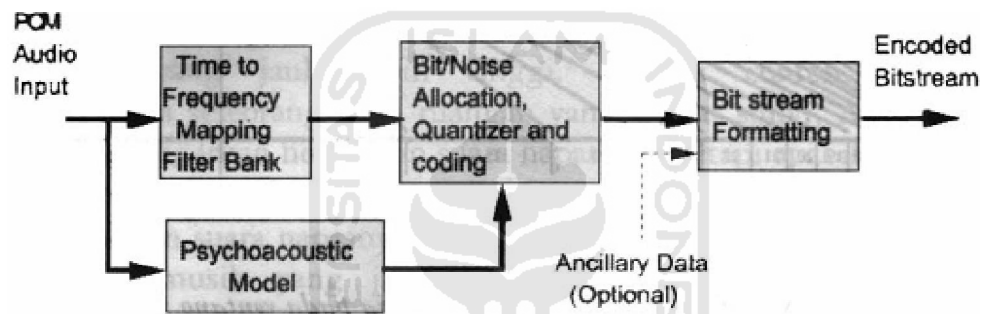
- 1) WAV adalah format audio standar Microsoft dan IBM untuk PC.

- 2) WAV biasanya menggunakan coding PCM (Pulse Code Modulation).
 - 3) WAV adalah data tidak terkompres sehingga seluruh sampel audio disimpan semuanya di harddisk.
 - 4) Software yang dapat menciptakan WAV dari Analog Sound misalnya adalah Windows Sound Recorder.
 - 5) WAV jarang sekali digunakan di internet karena ukurannya yang relatif besar.
 - 6) Maksimal ukuran file WAV adalah 2GB.
- c. Audio Interchange File Format [.AIF]
- 1) Merupakan format standar Macintosh.
 - 2) Software pendukung: Apple QuickTime.
- d. Audio CD [.cda]
- 1) Format untuk mendengarkan CD Audio.
 - 2) CD Audio stereo berkualitas sama dengan PCM/WAV yang memiliki sampling rate 44100 Hz, 2 Channel (stereo) pada 16 bit.
 - 3) Durasi = 75 menit dan dynamic range = 95 dB.
- e. Mpeg Audio Layer 3 [.mp3]
- 1) Merupakan file dengan lossy compression.
 - 2) Sering digunakan di internet karena ukurannya yang cukup kecil dibandingkan ukuran audio file yang tidak terkompresi.
 - 3) Distandarisasi pada tahun 1991.
 - 4) Kompresi dilakukan dengan menghilangkan bagian-bagian bunyi yang kurang berguna bagi pendengaran manusia.
 - 5) Kompresi mp3 dengan kualitas 128 bits 44000 Hz biasanya akan menghasilkan file berukuran 3-4 MB, tetapi unsur panjang pendeknya lagu juga akan berpengaruh.
 - 6) Software pemutar file mp3 : Winamp.
 - 7) Software encoder : LAME (Lame ain't MP3 Encoder), sebuah encoder mp3 open source dan freeware yang dibuat oleh Mike Cheng pada awal tahun 1998.

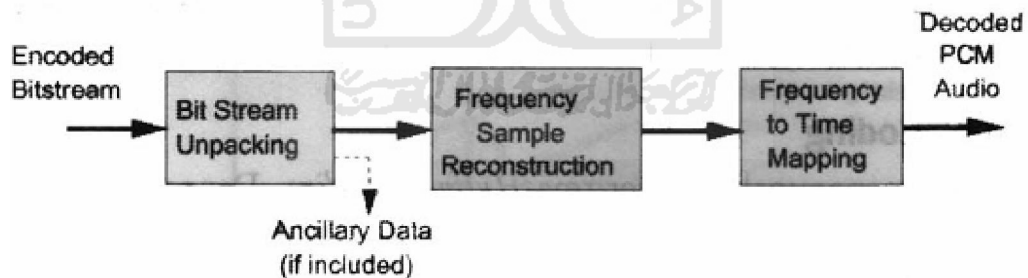
8) Macam-macam bit rate: 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 160, 192, 224, 256 and 320 kbit/s.

Beberapa persyaratan dari suatu encoder/decoder MP3:

- Ukuran file terkompresi harus sekecil mungkin.
- Kualitas suara file yang telah terkompresi haruslah sedekat mungkin dengan file asli yang belum dikompresi.
- Tingkat kesulitan rendah, sehingga dapat direalisasikan dengan aplikasi yang mudah dibuat dan perangkat keras yang 'sederhana' dengan konsumsi daya yang rendah.



Gambar 2.8 MPEG/Audio encoder



Gambar 2.9 MPEG/Audio decoder

Filter Bank

Adalah kumpulan filter yang berfungsi memfilter masukan pada frekuensi tertentu, sesuai dengan critical band yang telah didefinisikan. Filter yang dipakai adalah gabungan dari filter bank polyphase dan Modified Discrete Cosine Transform (MDCT).

Perceptual Model

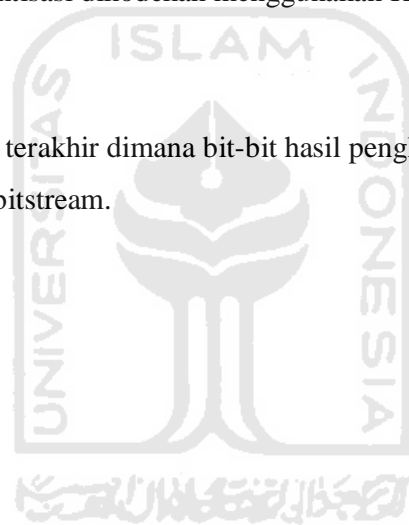
Dapat menggunakan filter bank terpisah atau penggabungan antara perhitungan nilai energi dan filter bank utama. Keluaran model ini adalah nilai masking treshold. Apabila noise berada dibawah masking treshold, maka hasil kompresi tidak akan dapat dibedakan dari sinyal aslinya.

Quantization/Coding

Merupakan proses kuantisasi setelah sinyal disampling. Proses ini dilakukan oleh power-law quantizer, yang memiliki sifat mengkodekan amplitudo besar dengan ketepatan rendah, dan dimasukkannya proses noise shaping. Setelah itu nilai yang telah dikuantisasi dikodekan menggunakan Huffman Coding.

Encoding Bitstream

Merupakan tahap terakhir dimana bit-bit hasil pengkodean sampling sinyal disusun menjadi sebuah bitstream.



DAFTAR PUSTAKA

- [AZN11] Azizah, Nor, 5 Juni 2011, Kompresi Audio Available at <http://elib.unikom.ac.id/download.php?id=6877>.
- [ADM11] Admin, 3 Juni 2011, Standar Kompresi Data Suara Available at <http://www.scribd.com/doc/23038443/contoh-kliping-TIK>.
- [SHN11] Saylhendra , 11 Mei 2011, Langkah-langkah Algoritma MPEG Available at saylhendra.files.wordpress.com/2009/06/chapter-7.ppt.
- [ANT11] Anton, 12 Mei 2011, Teknik Kompresi Audio Available at <http://lecturer.ukdw.ac.id/anton/download/multimedia8.pdf>.



BAB III

Software Audio

A. Pengertian Software

Nama lain dari software adalah perangkat lunak. Seperti nama lainnya itu, yaitu perangkat lunak, sifatnya pun berbeda dengan hardware atau perangkat keras, jika perangkat keras adalah komponen yang nyata yang dapat dilihat dan disentuh oleh manusia, maka software atau Perangkat lunak tidak dapat disentuh dan dilihat secara fisik, software memang tidak tampak secara fisik dan tidak berwujud benda tapi bisa dioperasikan. Pengertian software komputer adalah sekumpulan data elektronik yang disimpan dan diatur oleh komputer, data elektronik yang disimpan oleh komputer itu dapat berupa program atau instruksi yang akan menjalankan suatu perintah. Melalui software atau perangkat lunak inilah suatu komputer dapat menjalankan suatu perintah. Software atau perangkat lunak komputer berdasarkan distribusinya dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu software berbayar, software gratis (Freeware, free software, shareware, adware). [JAU11]

B. MIDI Software

1. Sejarah MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

Pada tahun 1981 seorang audio engineer bernama Dave Smith mengajukan sebuah gagasan mengenai MIDI standart kepada kalangan audio engineer. Gagasan tersebut ditanggapi dengan antusias oleh kalangan industri. Pada bulan agustus 1984 MIDI spesificattion 1.0 diterbitkan. Saat itu Dave Smith diberi gelar “THE FATHER OF MIDI”.

MIDI yang merupakan singkatan dari Musical Instrument Digital Interface adalah sebuah standar hardware dan software internasional untuk saling bertukar data (seperti kode musik dan MIDI Event) di antara perangkat musik elektronik dan komputer dari merek yang berbeda. MIDI

dapat dilihat dari 2 sudut pandang yaitu sudut pandang musisi/pemusik dan sudut pandang programmer.

- a) Sudut pandang pemusik: MIDI adalah penghubung yang memungkinkan alat musik elektronik, komputer dan peralatan lainnya untuk berkomunikasi satu sama lain dengan waktu yang aktual.
- b) Sudut pandang progamer: MIDI adalah protokol komunikasi. Panjang pesan dalam midi biasanya lebih dari 4 byte dan panjangnya bervariasi. MIDI tidak bisa mengirimkan sinyal audio tetapi hanya mengirimkan data digital.

Penyimpanan data dalam file MIDI memiliki aturan tertentu. Data dalam file MIDI dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian Header dan bagian Track. Pada bagian Header terdapat informasi mengenai lagu termasuk type format MIDI, jumlah track dan timing division. Bagian Header selalu terletak di depan. Bagian track berisi informasi untuk masing-masing track seperti nama track dan track event. Track event digunakan untuk mendeskripsikan semua konten musik dari file MIDI, misalnya perubahan kondisi suatu not dari on menjadi off dan perubahan tempo. Setiap track event selalu diawali dengan delta time. Track event terdapat dari 3 jenis yaitu MIDI channel event, meta event dan sistem exclusive event.

Standar MIDI memungkinkan komputer, synthesizers, pengontrol MIDI, kartu suara, sampel-sampel berbagai alat musik serta ketukan drum, mampu mengendalikan peralatan satu dengan yang lain, serta sistem pertukaran data (sebagai data mentah yang terenkapsulasi). MIDI tidak mengirimkan sinyal audio atau media, tetapi mengirimkan sebuah "event message" seperti pitch dan intensitas not-not musik untuk dimainkan, juga sinyal kontrol sebagai parameternya seperti volume, vibrato and panning, cues, dan clock signal untuk mengatur tempo. Sebagai protokol elektronik, standar MIDI sangat penting untuk diadopsi secara luas di berbagai industri, seperti dalam produk alat-alat musik, komputer, ponsel, dan sebagainya dari perusahaan-perusahaan terkenal seperti Microsoft, Apple, Nokia, Sony, Yamaha, dan ratusan lebih perusahaan produk sejenis.

Semua pengontrol yang kompatibel dengan standar MIDI, instrumen musik dan berbagai perangkat lunak MIDI mengikuti spesifikasi MIDI 1.0 yang sama, sehingga setiap MIDI menafsirkan sebuah message dengan cara yang sama, maka akan dapat berkomunikasi dan mengerti antara perangkat satu dengan lainnya yang terhubung. Komposisi dan susunan MIDI mempunyai keuntungan dari spesifikasi MIDI 1.0 dan teknologi General MIDI (GM) yaitu memperbolehkan file data musik dipakai bersama-sama yang berasal dari berbagai file, karena berbagai ketidakcocokan alat-alat elektronik yang menggunakan standar, sekumpulan command dan parameter yang berbeda. Karena musik adalah data sederhana, jika dibandingkan dengan rekaman audio, maka ukuran file yang dihasilkan jauh lebih kecil.

Beberapa program komputer yang memperbolehkan manipulasi data musik seperti penyusunan untuk sebuah orkestra dari suara instrument yang tersinkronisasi sangat mungkin. Data yang dapat disimpan sebagai Standar MIDI File (SMF), didistribusikan secara digital, kemudian direproduksi oleh komputer atau alat elektronik yang sesuai standar MIDI, GM, dan SMF. Banyak orang percaya bahwa Standar MIDI File sebagai format distribusi musik akan lebih menarik bagi pengguna komputer karena ukuran file yang kecil.

2. Pengertian MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

MIDI adalah sebuah standar hardware dan software internasional untuk saling bertukar data (seperti kode musik dan MIDI Event) di antara perangkat musik elektronik dan komputer dari merk yang berbeda. MIDI Controller yang sering dijumpai adalah keyboard. Karena itu, bagi para pelaku musik digital, khususnya yang suka bermain MIDI, paling tidak harus menguasai instrumen keyboard (sekalipun dia adalah seorang gitaris atau bahkan drummer). Fungsi MIDI Controller murni hanya sebagai alat untuk pertukaran data (seperti keyboard pada komputer yang digunakan untuk mengetik). Merk untuk MIDI Controller yang biasa dijumpai adalah

M-Audio dengan type Keyrig, Oxygen, maupun Axiom. Range tutsnya juga bervariasi mulai dari 25, 49, 61, hingga 88.

3. Hal-hal penting yang harus diketahui tentang MIDI

a) Interface MIDI terdiri dari 2 komponen yaitu:

1. Perangkat Keras: Hardware yang terhubung ke peralatan (alat instrumen/komputer).
2. Data Format: Berkaitan dengan system pengkodean informasi yang meliputi spesifikasi instrument, awal /akhir nada, frekuensi, dan volume suara.

b) MIDI device (misalnya synthesizer) berkomunikasi melalui channel yang terdiri dari berbagai parameter. Pada umumnya piranti standard memiliki 16 channel yang mampu menampung 128 macam instrument (termasuk noise effect), dimana 1 channel dapat memainkan 3 – 16 note.

Komponen-Komponen MIDI device :

1. Sound generator: pembangkit suara synthesizer.
2. Microprocessor: mengirim/menerima MIDI message.
3. Keyboard: mengontrol synthesizer secara langsung.
4. Control Panel: mengatur fungsi-fungsi selain nada dan durasi (volume, jenis suara, dan parameter lainnya).
5. Auxiliary Controllers: memanipulasi nada (modulation, pitch, dll).
6. Memory : menyimpan messages yang diterima.

c) File Formats

Ada tiga jenis format SMF, format yang diberikan SMF ditentukan dalam file header. File berformat 0 berisi single track dan merepresentasikan kinerja sebuah track. Format 1 berisi sejumlah track, memungkinkan untuk mempertahankan struktur track sequencer,

dan juga merepresentasikan kinerja sebuah track. Format 2 mempunyai sejumlah track, dimana masing-masing merepresentasikan kinerja sebuah track. Sequencers umumnya tidak mendukung Format 2. Koleksi file berformat SMF banyak ditemukan pada berbagai situs web, paling sering dengan ekstensi .mid. Selain berekstensi .mid, ada beberapa format lain yang mendukung MIDI seperti Midi Karaoke File (.KAR) Format, XMF File Formats, RIFF-RMID File Format, Extended RMID File Format, dan Extended Midi File (.XMI) Format.

Untuk membentuk sistem Musik MIDI diperlukan sebuah keyboard instrumen musik yang mempunyai penghubung MIDI dan sebuah PC (komputer). Dengan perangkat tersebut maka musisi dapat merekam dan memainkan ulang rekaman musiknya. Semua data lagu disimpan dalam format digital seperti ke media disket, flashdisk atau hard disk komputer.

4. MIDI Messages

Format Midi messages terdiri dari status byte (keterangan dari jenis pesan) dan data bytes.

Terdapat 2 jenis MIDI message :

1. Channel Message (Dikirim pada piranti tertentu).

§ Channel voice message performance data antar MIDI device, Keyboard action, perubahan control panel.

§ Channel mode message Bagaimana MIDI device penerima merespon channel voice message.

2. System Message (dikirim pada semua piranti dalam system)

§ System real-time message (1 byte) sinkronisasi waktu.

§ System common message mempersiapkan sequencer/ synthesizer untuk memainkan lagu.

§ System exclusive message personalisasi message.

Software-software yang digunakan seperti: Winamp, RealPlayer, Windows Media Player, Jet Audio, KMPlayer, Quick time, sound forge,

zoom player, dbPowerAmp, MusicMatch Juke Box, iTunes, Van basco karaoke, Karafun, dan Anvil studio.

C. MEMBUAT FILE AUDIO DENGAN SOFTWARE

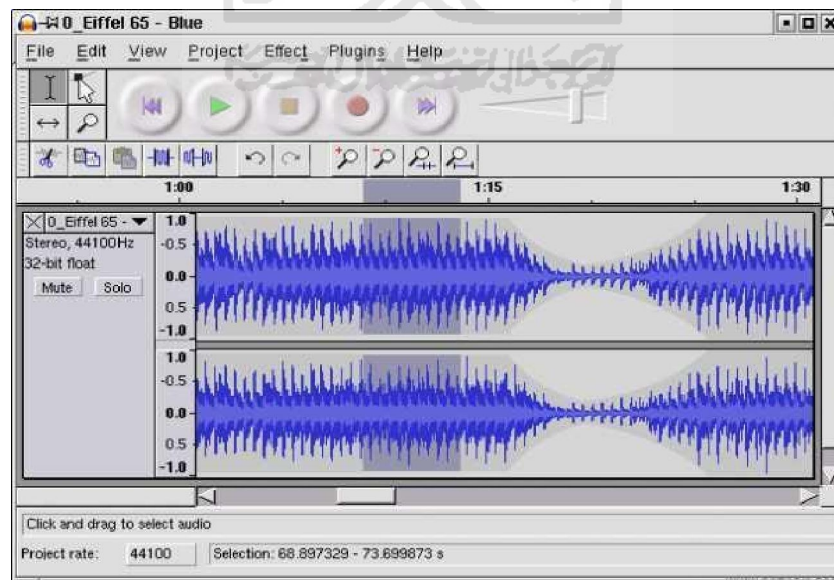
1. AUDACITY

Merupakan audio recorder yang dikembangkan oleh Audacity Development Team. Audacity dapat di-download secara gratis, editor dan perekam audio mudah digunakan untuk Windows, Mac, OS X, GNU / Linux dan sistem operasi lainnya. [ISD11]

Audacity digunakan untuk:

1. Merekam audio.
2. Mengkonversi kaset dan catatan menjadi rekaman digital atau CD.
3. Meng-edit Ogg Vorbis, MP3, WAV atau file sound AIFF.
4. Cut (potong), Copy (Salin), Splice (menyambung), atau mix (mencampur) banyak suara.
5. Mengubah kecepatan atau nada rekaman.
6. Tambahkan efek baru dengan LADSPA plug-in.

Tampilan utama Audacity



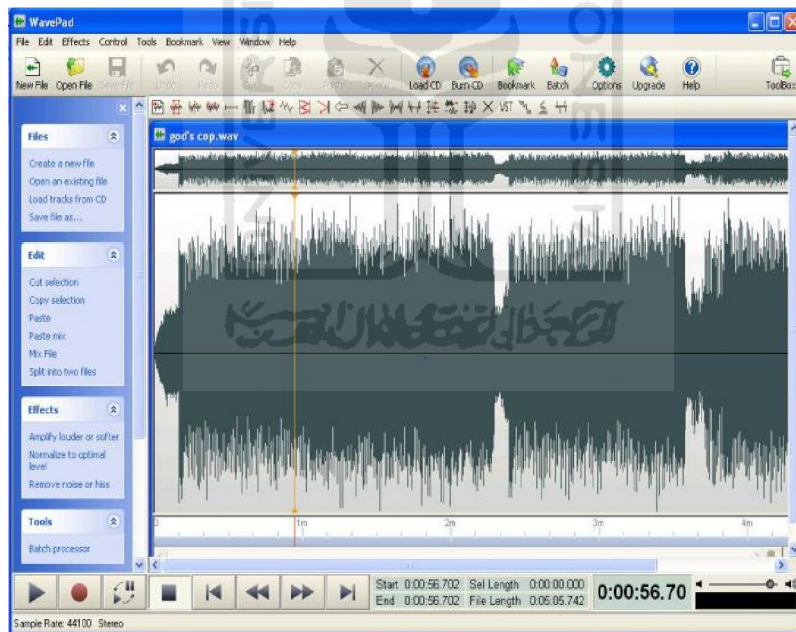
Gambar 3.1 Tampilan Software Audacity

Cara penggunaan software Audacity:

1. Download dan install Audacity.
2. Buka file audio.
3. Seleksi seluruh bagian audio di dalam track menggunakan kombinasi tombol Ctrl+A.
4. Pilih opsi Noise Removal pada menu Effect.
5. Setelah itu, pilih opsi Compressor (masih pada menu Effect).

2. WAVEPAD

Sama seperti software edit audio yang lainnya. WavePad ini juga berfungsi dapat mengedit berbagai file audio. Berbagai fitur yang tak kalah menarik dari aplikasi sejenis lainnya tersedia dalam aplikasi ini. Tampilan software WavePad.



Gambar 3.2 Tampilan SoftwareWavePad

Keunggulan WavePad ini adalah dapat berjalan hampir berbagai sistem operasi mulai dari Windows 95 sampai Windows Vista ataupun sesudahnya. WavePad juga dapat digunakan di sistem operasi berbasis Mac OS X versi 10.2 keatas, aplikasi ini pun dapat juga berjalan di

operasi Linux. WavePad ini mendukung file-file yang terbilang cukup lengkap mulai dari file-file audio yang berformat langka sampai format audio yang biasa digunakan sehari-hari yaitu MP3. WavePad dapat digunakan untuk mengedit berbagai format audio seperti wav, mp3, vox, gsm, real audio, au, aif, flac ogg dan lainnya. Selain fitur standard (cut,copy,paste), berbagai fitur tersedia, seperti audio effect, batch convert, analysis, merekam audio, mendukung mono atau stereo, dan berbagai fitur lainnya. [FAF10]

Fitur-fitur dari WavePad :

1. Mendukung berbagai jenis format audio.
2. Terdapat fasilitas cut, copy, paste.
3. Tersedia fitur seperti audio effect yaitu merubah efek audio.
4. Terdapat fitur Batch Convert.
5. Terdapat fitur analysis.
6. Dapat merekam audio.
7. Mendukung Mono ataupun Stereo.

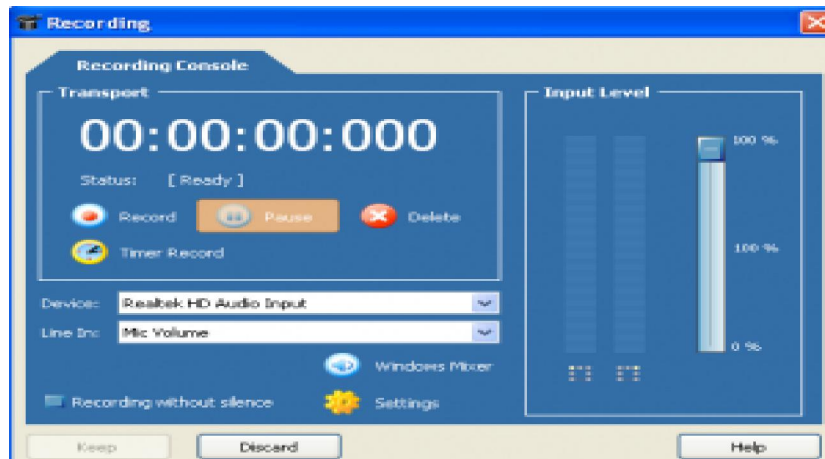
Cara penggunaan software wavepad:

1. Download dan install software wavepad.
2. Klik shortcut wavepad untuk menjalankan program wavepad.
3. Berikut tampilan awal ketika program dijalankan.

Pilih New File

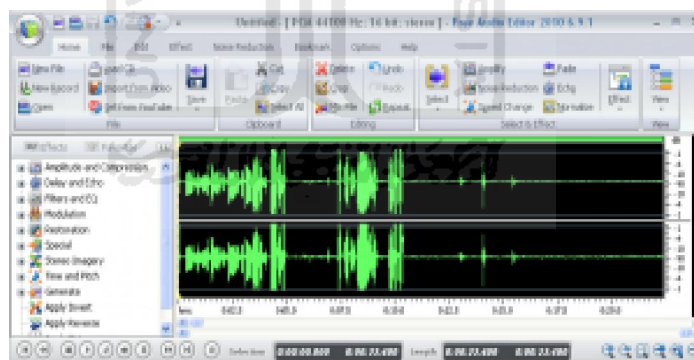


Gambar 3.3 Tampilan awal program Wavepad



Gambar 3.6 Tampilan New Record

7. Tentukan Device dan Line In pada option Recording.
8. Pilih Realtek HD Audio Input (sesuai soundcard)
9. Pilih atau klik Record untuk memulai rekaman.
10. Setelah selesai klik Pause kemudian klik Keep untuk menyimpannya pada jendela FAE.
11. Kemudian akan tampil seperti pada gambar 3.7.

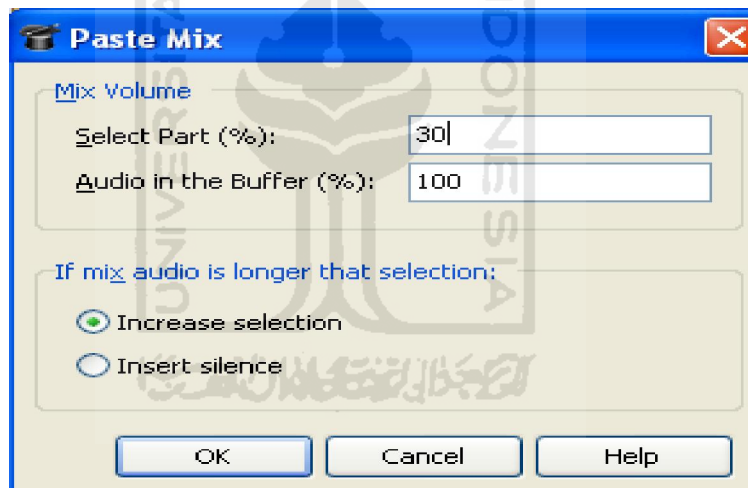


Gambar 3.7 Tampilan sinyal suara

12. Bentuk grafik diatas adalah sinyal suara.
13. Langkah berikutnya adalah langkah untuk mengedit suara. Beberapa menu yang akan digunakan adalah Edit, Effect, dan Noise Reduction.
14. Pertama, pilih Noise Reduction. Menu ini untuk mereduksi atau menghilangkan suara-suara yang mengganggu, seperti desahan

nafas, suara angin, dan suara-suara lainnya yang terekam pada saat rekaman.

15. Ada tiga pilihan, gunakan ketiga pilihan tersebut untuk melihat dan mengetahui fungsinya masing-masing.
16. Kedua, pilih Effect. Menu ini terdiri dari berbagai submenu yang digunakan untuk memperbaiki kualitas suara, menambahkan efek gema, dan lain sebagainya.
17. Ketiga, menu Edit. Dapat menambah file atau menggabungkan rekaman dengan file Audio lainnya.
18. Langkahnya adalah. Pilih Mix File.
19. Kemudian, pilih satu audio atau musik dari Harddisk.
20. Klik Open.



Gambar 3.8 Tampilan dialog mix volume

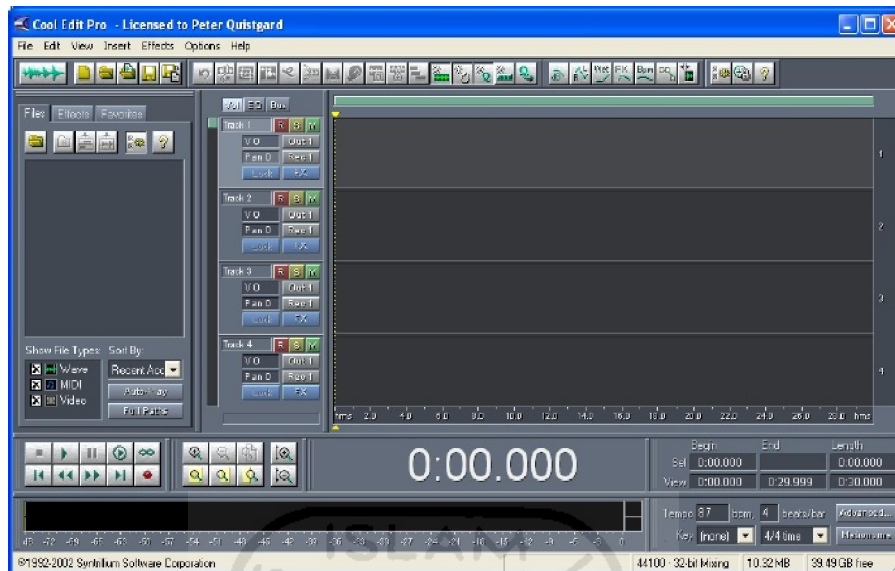
21. Atur Mix Volume (Atur volume mix agar suara tidak tertutupi oleh Audio Mix).
 22. Jendela sinyal suara akan berubah setelah ditambahkan file Audio.
 23. Klik play untuk mendengarkan hasil edit rekaman.
3. Cool Edit Pro 2.1

Cool Edit Pro adalah digital sound editor untuk komputer dengan sistem windows. Software ini bisa digunakan untuk merekam dan

memodifikasi file dengan format WAV. Semua fungsi yang dibutuhkan dalam membuat sebuah proyek audio ada dalam software ini, mulai dari proses pengonsepan sampai penyelesaian, jadi pengguna tidak memerlukan software-software pendukung yang lain atau “plug-ins” untuk menyelesaikan sebuah proyek. Karena plug-ins telah tersupport di dalam software ini, sehingga pengguna dapat menggunakan Cool Edit Pro dengan mudah. Cool Edit Pro bisa digunakan untuk merekam sebuah suara dan menggabungkannya dengan 128 stereo track menggunakan Windows soundcard normal. Jika anda memiliki lebih dari satu soundcard, tidak menjadi sebuah masalah karena Cool Edit Pro support terhadap lebih dari satu soundcard. Cool Edit Pro diproduksi oleh Syntrillium Software Corporation, dengan ukuran 21,7 MB, baik digunakan pada Windows 98/Me/2000/XP/Vista ke atas.

Cara penggunaan software Cool Edit Pro 2.1:

1. Download Aplikasi Cool Edit Pro 2.1.
2. Install aplikasi Cool Edit Pro ke PC/Komputer.
3. Siapkan microphone atau alat musik lainnya untuk di inputkan. Semakin tinggi kualitas kapasitas komputer maka semakin tinggi pula kualitas suara yang dihasilkan.
4. Setelah terinstall, masuk ke Aplikasinya. Maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 3.9.



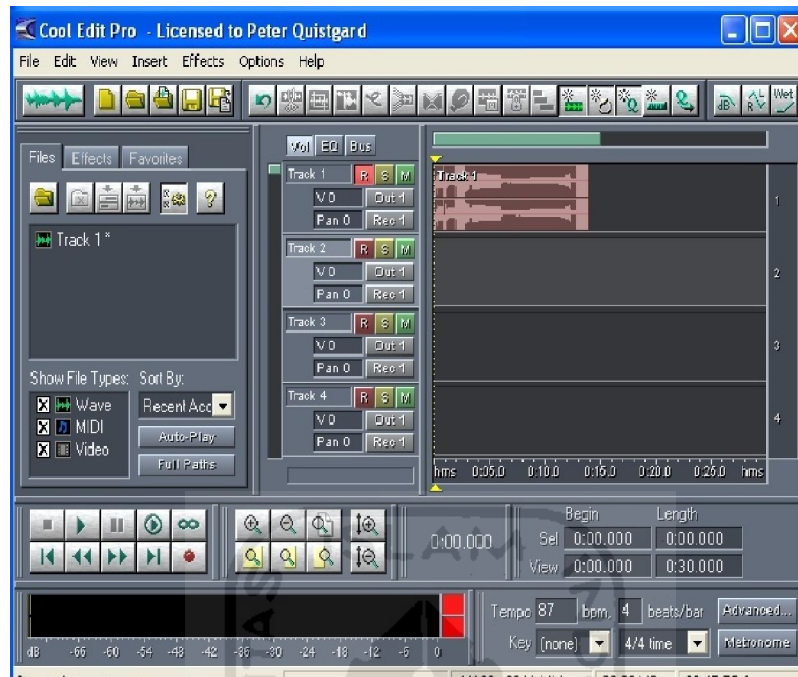
Gambar 3.9 Tampilan SoftwareCool Edit Pro 2.1

5. Terlihat bagian track 1, 2, 3, dst. Track ini berfungsi untuk merekam satu per satu musik yang dimainkan. Seperti Gitar, Drum, Bass, hingga Vokal.
6. Jika ingin mengaktifkan track 1. Misalnya untuk merekam gitar/drum. Aktifkan kotak [R] pada track 1.



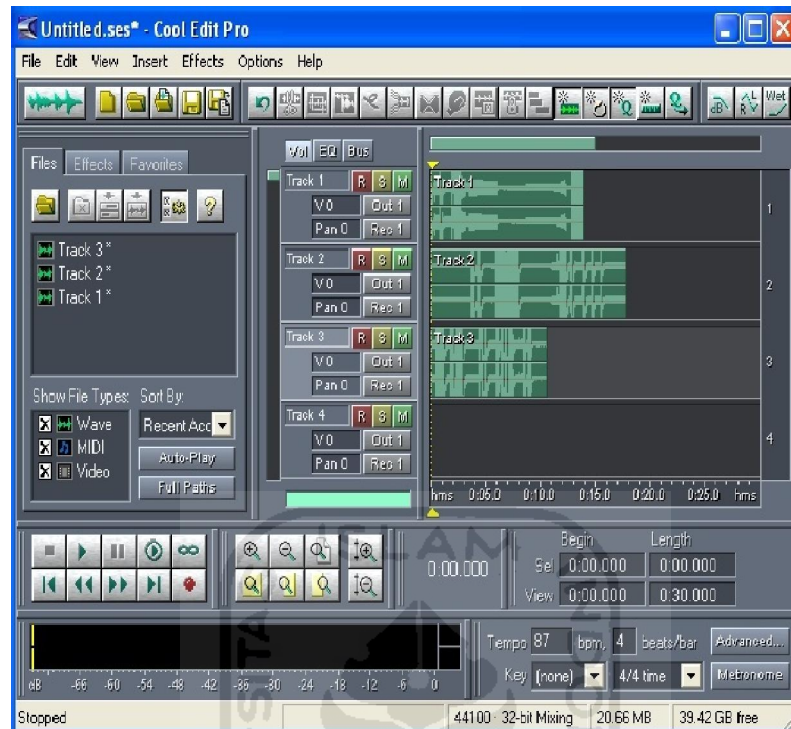
Gambar 3.10 Tampilan kode rekaman

7. Klik tombol merah (tombol rec.) pada bagian kiri bawah untuk mengaktifkan.
8. Rekaman telah aktif dan tekan tombol merah kembali jika sudah selesai merekam bagian track 1.



Gambar 3.11 Tampilan proses rekaman

9. Jangan lupa menonaktifkan kotak [R] pada track 1.
10. Begitu juga seterusnya dengan track 2, 3, 4, dst. Hingga terselesaikannya beberapa instrument atau sebuah lagu. Gunakan headphone yang sekaligus memiliki microphone agar mudah menyesuaikan rekaman antara musik dan vocal.



Gambar 3.12 Tampilan hasil rekaman

11. Untuk memberi efek suara tekan tombol [FX] pada masing-masing track. Pilih dan aktifkan efek sesuai selera.

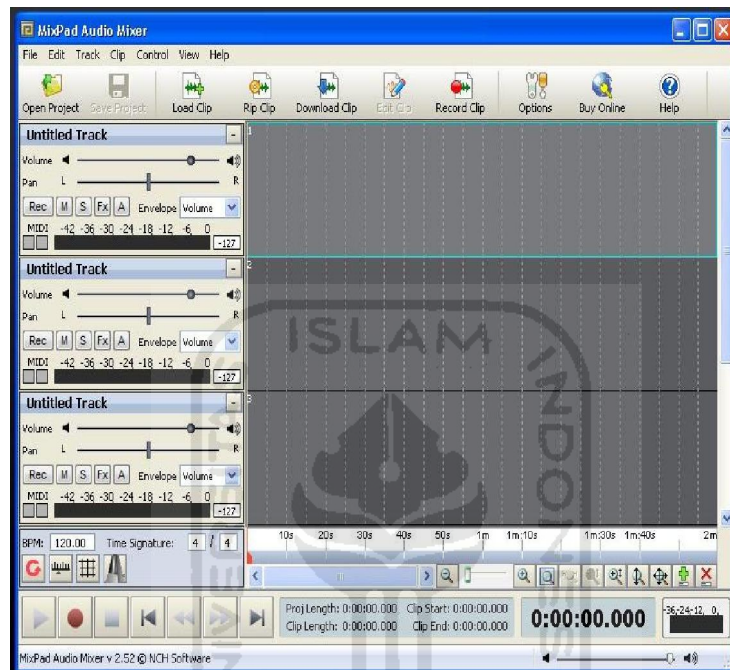


Gambar 3.13 Tampilan dialog efek suara

12. Setelah semuanya selesai klik menu File + Save Mixdown As... Untuk memilih format (misal mp3, WAV), klik pada bagian Save as type + pilih format yang diinginkan. Klik Save.
4. MixPad Audio Mixer

MixPad Audio Mixer adalah shareware. Aplikasi ini diterbitkan oleh NCH Software. MixPad Audio Mixer adalah software yang digunakan untuk produksi audio. Dirancang dengan semua fitur studio

audio yang dibutuhkan, program ini dapat dipakai untuk beberapa track audio bersama-sama dengan cepat dan mudah. Cukup dengan drag and drop klip audio ke timeline. Tampilan utama software MixPad Audio Mixer dapat dilihat pada Gambar 3.14. [DWT10]




Gambar 3.14 Tampilan utama software Mixpad

Fitur-fitur dari MixPad Audio Mixer :

1. Mendukung berbagai jenis format audio.
2. Terdapat fasilitas Load Clip, Rip Clip, Download Clip, Edit Clip, Record Clip.
3. Dapat merekam audio.
4. Mendukung Mono ataupun Stereo.

Cara penggunaan software Mixpad Audio Mixer:

1. Download dan install software MixPad Audio Mixer.
2. Klik shortcut MixPad Audio Mixer untuk menjalankan program MixPad Audio Mixer.
3. Klik tombol  pada setiap track.
4. Klik tombol  untuk merekam keseluruhan.

5. Atur besar dan kecilnya volume pada setiap track.
6. Klik tombol  untuk berhenti proses merekam dan simpan hasil rekaman dengan format yang diinginkan.
7. Klik Load Clip untuk mengupload lagu yang ingin di mix.
8. Kemudian susun lagu sesuai urutan yang diinginkan.

D. Merekam Suara

Dalam proses perekaman suara pada setiap software dibutuhkan alat untuk merekam. Alat yang akan digunakan pada proses perekaman antara lain:

1. HEADSET GBOY A-840

DarispesifikasiHeadsetGBOYA-840 adalah:

- Ukuranmic: 6.0x5.0mm.
- Sensitivitas: -54dB \pm 3dB.
- Directional/DirectivityOmni/OmnidirectionalPerlawanan/Impedansi:2.2K.
- Diameter Speaker: 40mm.
- Perlawanan/Impedansi:32.
- ResponFrekuensi/Frequency Response:20 ~20000Hz.
- Masukandaya maksimum:30mW.
- Keluarantekanan suara/Sensitivitas(SPL):105dB \pm 3dB.
- Panjang /PanjangKabel:2,2meter.

2. HEADSET STURDY HT-300

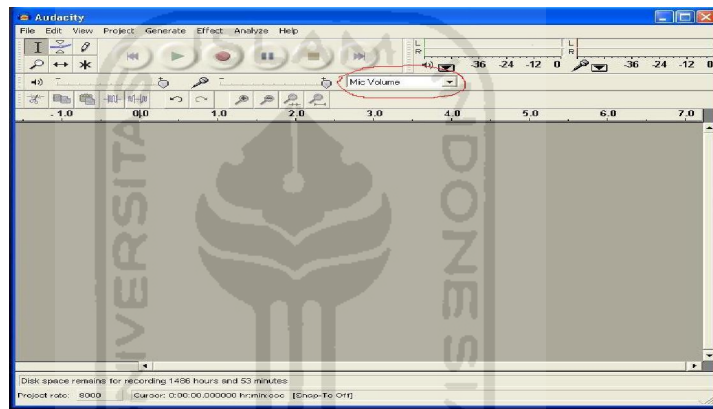
- Multimedia Headset.
- Digital Sound.
- Stereo Sound.
- Super Bass.
- With Hidden Mic and Volume.

E. Langkah-langkah proses perekaman dan proses penggabungan antara suara dan musik.

7.1 Proses perekaman suara pada software Audacity

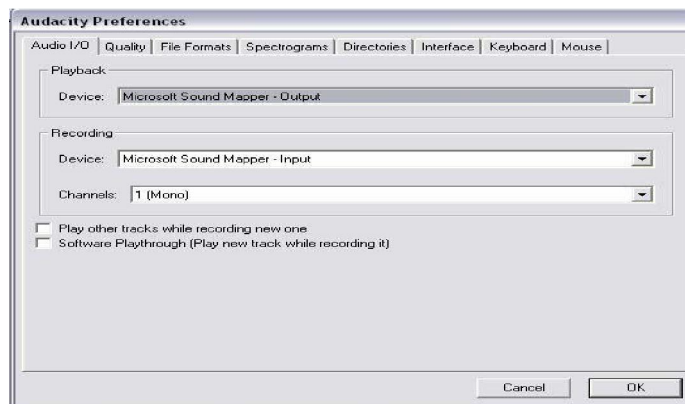
Langkah-langkah merekam file suara:

1. Siapkan microphone atau alat musik lainnya untuk di inputkan. Semakin tinggi kualitas kapasitas komputer maka semakin tinggi pula kualitas suara yang dihasilkan.
2. Buka Aplikasi Software Audacity.
3. Pada display Audacity, perhatikan di sebelah atas tengah, tertulis Microphone (sebagai media input suara).



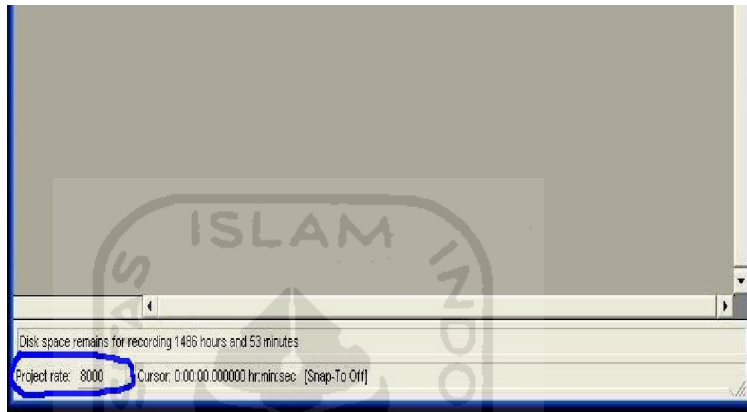
Gambar 3.15 Tampilan utama software audacity

4. Klik File → pilih Preferences → pilih menu Audio I/O di bagian Recording → Channels: pilih Mono.



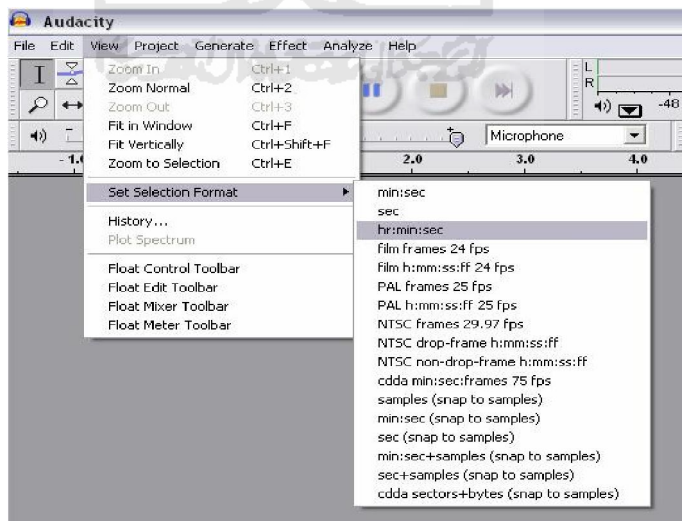
Gambar 3.16 Tampilan audacity preferences

5. Masih di Preferencesà File Formatsà Uncompressed Export Format pilih WAV (Microsoft 8 bit PCM).
6. Masih di Preferencesà Qualityà Default Sample Rate : pilih 8000 Hzà Default Sample Format : pilih 16-bità Ok.
7. Kembali ke tampilan Audacityà Project Rate (ada di kiri bawah tampilan)à pilih 8000.



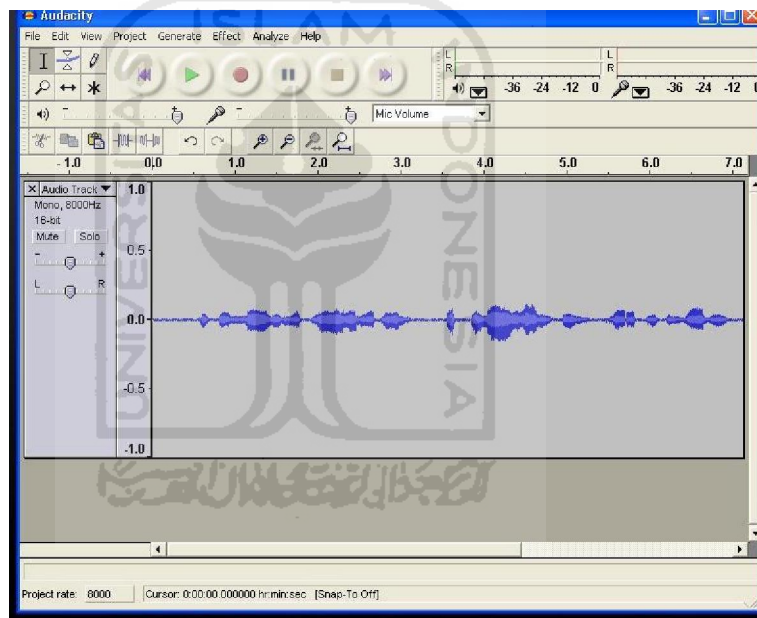
Gambar 3.17 Tampilan project rate

8. Memilih format waktu perekaman. Klik Viewà pilih Set Selection Formatà pilih hr:mn:sec (dalam satuan jam, menit, detik).



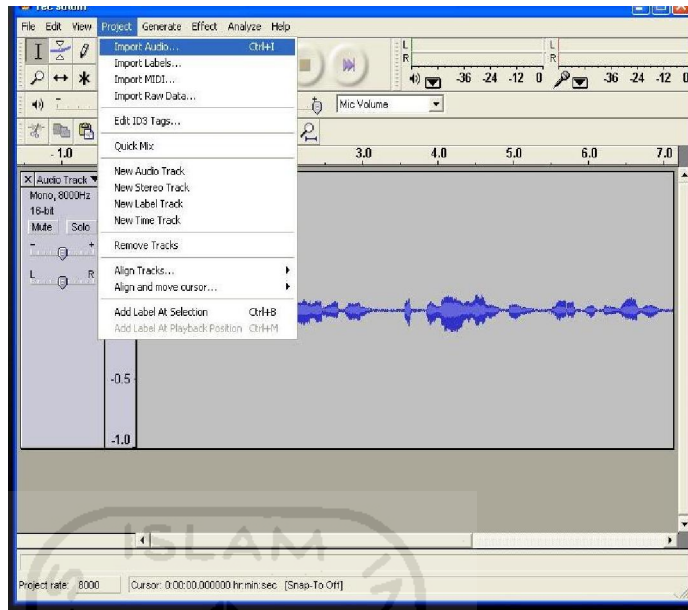
Gambar 3.18 Mengatur format waktu

9. Lakukan proses perekaman melalui microphone di headset, dengan menekan tombol lingkaran merah yang ada di display Audacity. Jika sudah selesai, klik kotak warna orange.
10. Untuk mem-playback, klik segitiga hijau.
11. Menyimpan file hasil rekaman. Klik File → pilih Export as WAV → letakkan di directory yang diinginkan → beri nama file.
12. Bentuk sinyal suara yang direkam seperti ditunjukkan pada gambar di bawah (jika hanya berupa garis lurus, maka proses perekaman belum berhasil).



Gambar 3.19 Hasil suara rekaman

13. Setelah mendapatkan hasil rekaman sinyal suara, maka untuk menggabungkan hasil sinyal suara dengan music, klik Project → Pilih Import Audio.



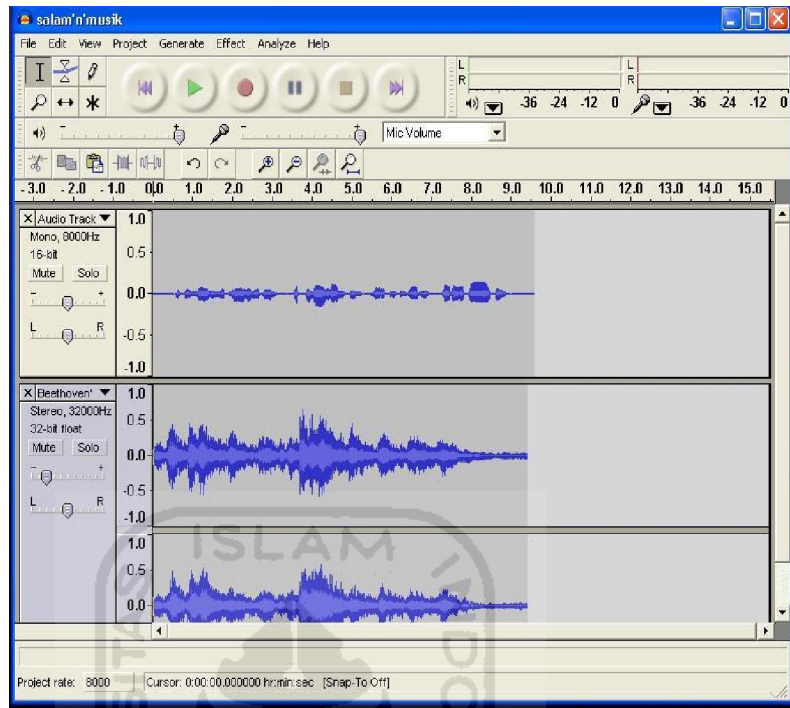
Gambar 3.20 Proses Import Audio

14. Kemudian akan muncul dialog seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.21 Dialog file audio

15. Setelah import file audio berhasil, maka tampilan audacity akan terlihat seperti pada Gambar 3.21..



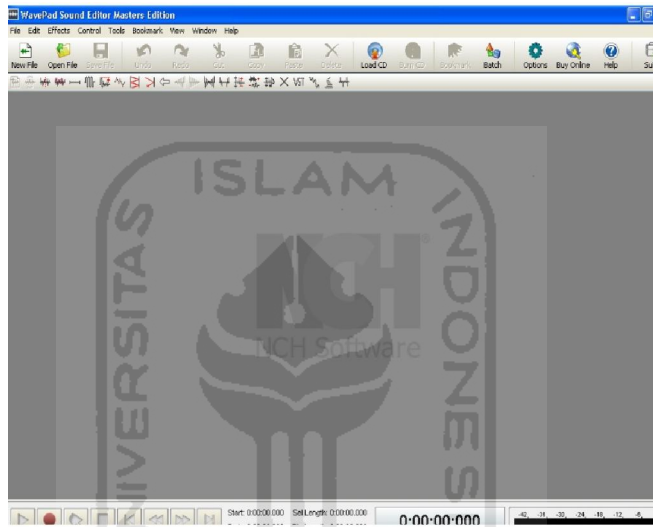
Gambar 3.22 Hasil import audio

16. Klik segitiga hijau untuk mem-playback hasil penggabungan antara suara rekaman dengan suara musik.
17. File siap untuk disimpan.
18. Klik File → Export As WAV untuk menyimpan file audio berekstensi WAV atau,
19. Klik File → Export As MP3 untuk menyimpan file audio berekstensi MP3.
20. Selesai dan file siap untuk dimainkan.

7.2 Proses perekaman file suara pada software WavePad

Langkah-langkah merekam file suara:

1. Siapkan microphone atau alat musik lainnya untuk di inputkan. Semakin tinggi kualitas kapasitas komputer maka semakin tinggi pula kualitas suara yang dihasilkan.
2. Buka Aplikasi Software WavePad Sound Editor.
3. Berikut tampilan awal ketika program dijalankan.



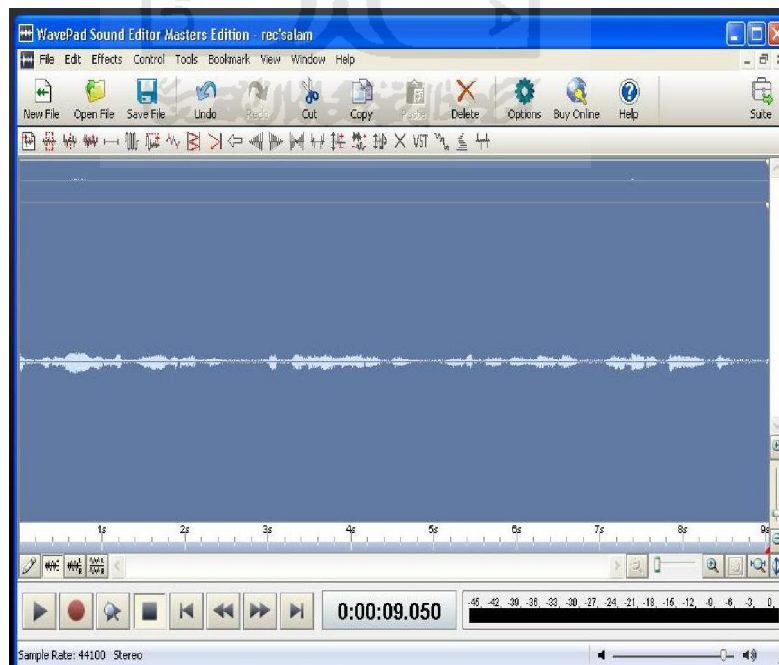
Gambar 3.23 Tampilan utama software wavepad

4. Klik tombol merah untuk memulai proses perekaman, kemudian akan muncul dialog seperti pada Gambar 3.23..



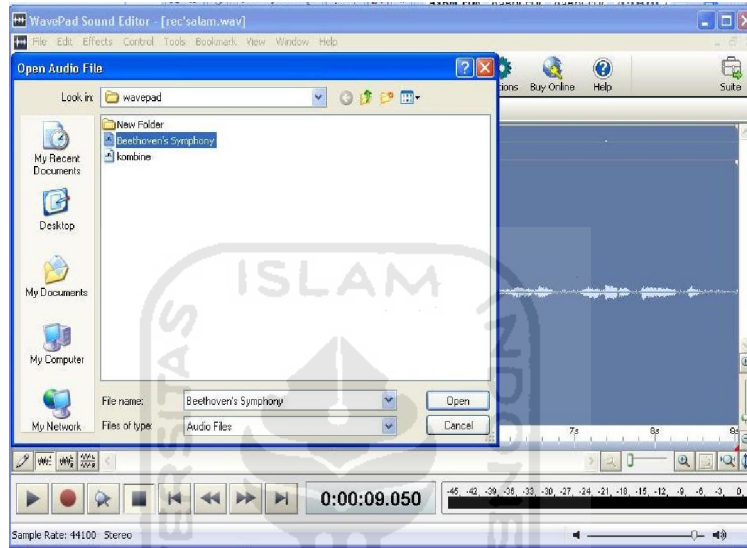
Gambar 3.24 Proses perekaman

5. Klik tombol merah pada kotak dialog untuk memulai proses perekaman suara.
6. Tampilan setelah proses merekam suara.



Gambar 3.25 Hasil rekaman

7. Klik tombol Play untuk mendengarkan hasil suara rekaman.
8. Setelah mendapatkan hasil rekaman sinyal suara, maka untuk menggabungkan hasil sinyal suara dengan musik, klik Edità Mix with File...., kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar 3.26..



Gambar 3.26 Dialog proses mix file audio

9. Kemudian pilih file musik yang akan digabungkan dengan suara rekaman.
10. Setelah proses Mix with File... berhasil, maka tampilan wavepad akan terlihat seperti pada gambar berikut.



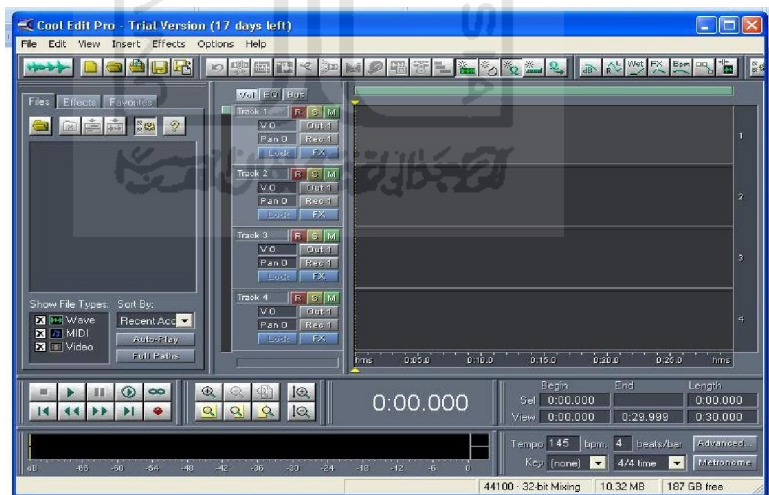
Gambar 3.27 Hasil rekaman

11. Klik tombol Play untuk mendengarkan hasil proses penggabungan suara dan musik.
12. Untuk menyimpan file pengabungan file suara dengan file audio, maka klik File → Save Project As...
13. Dan untuk menyimpan dengan format yang diinginkan, maka klik File → Save File As...
14. Selesai dan file siap dimainkan.

7.3 Proses perekaman pada software Cool Edit Pro

Langkah-langkah merekam file suara:

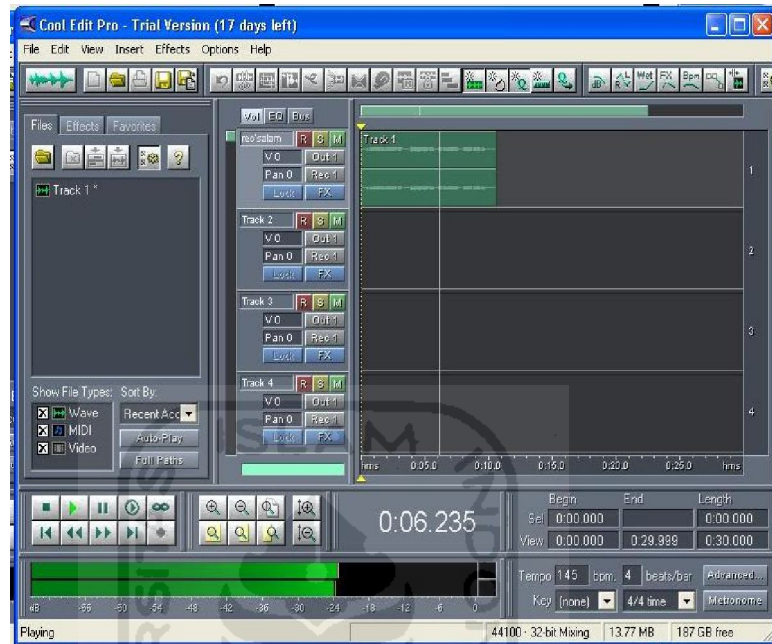
1. Siapkan microphone atau alat musik lainnya untuk di inputkan. Semakin tinggi kualitas kapasitas komputer maka semakin tinggi pula kualitas suara yang dihasilkan.
2. Buka Aplikasi Software Cool Edit Pro.
3. Berikut tampilan awal ketika program dijalankan.



Gambar 3.28 Tampilan utama softwareCool Edit Pro

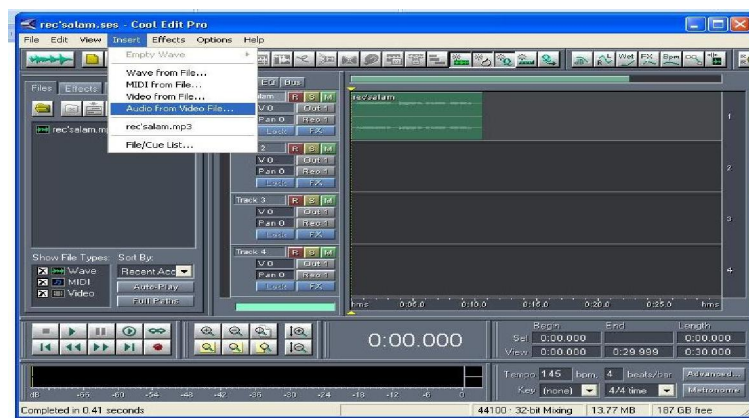
4. Terlihat bagian track 1, 2, 3, dst. Track ini berfungsi untuk merekam file suara/audio atau untuk mengedit file audio.
5. Untuk memulai proses perekaman, klik tombol kotak berhuruf “R”, kemudian klik tombol merah pada bagian bawah.

- Setelah proses perekaman suara selesai, maka tampilan cool edit pro akan terlihat seperti gambar 3.29.

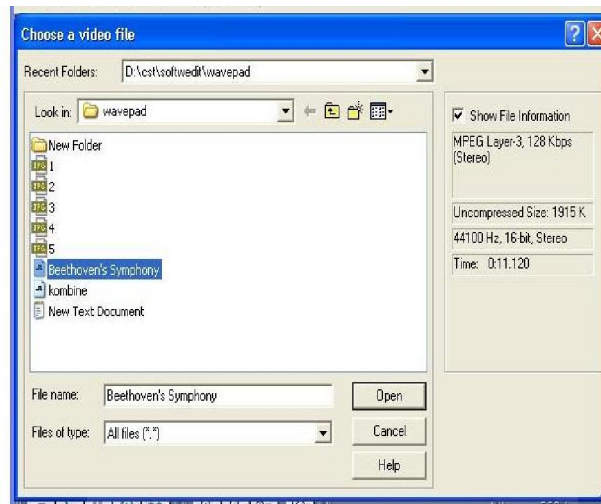


Gambar 3.29 Hasil rekaman

- Klik tombol play untuk mendengarkan hasil suara rekaman.
- Setelah mendapatkan hasil rekaman sinyal suara, maka untuk menggabungkan hasil sinyal suara dengan musik, klik Insert → Pilih Audio From Video File..., kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.30.

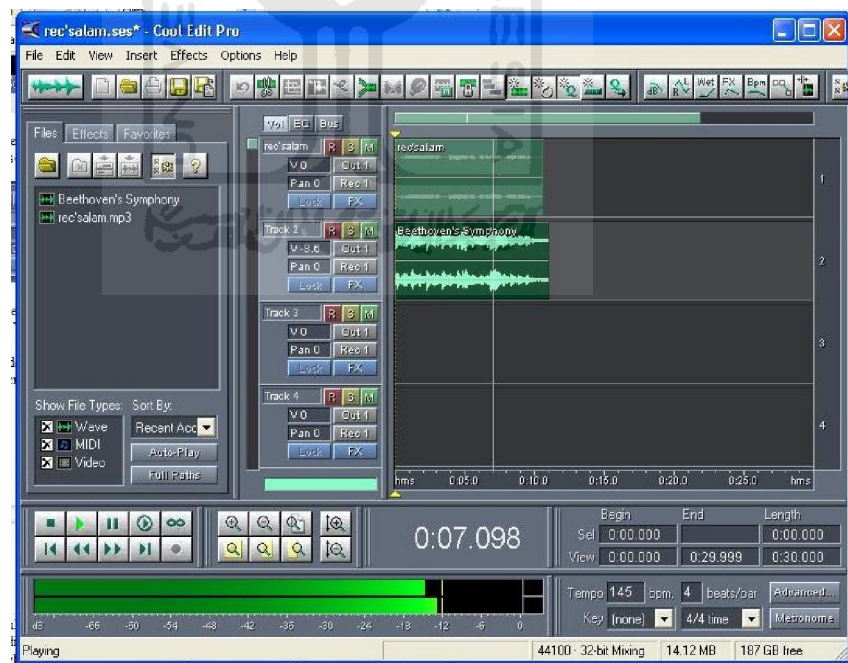


Gambar 3.30 Proses Insert audio



Gambar 3.31 Dialog insert file audio

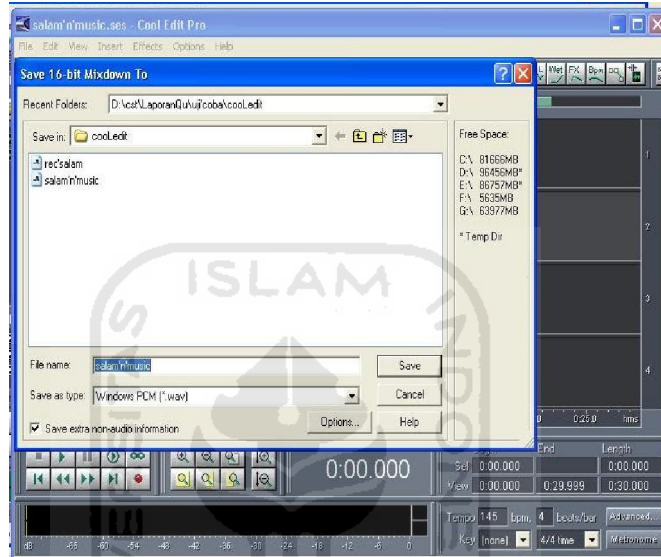
9. Pilih file musik yang akan digabungkan dengan file suara rekaman.
10. Setelah membuka file audio, maka tampilan cool edit pro akan terlihat seperti gambar 3.32.



Gambar 3.32 Tampilan hasil insert file audio

11. Klik tombol play untuk mendengarkan gabungan antara file suara rekaman dengan file audio.

12. Untuk menyimpan file pengabungan file suara dengan file audio, maka klik File → Save Session As...
13. Dan untuk menyimpan dengan format yang diinginkan, maka klik File → Save Mixdown As..., Seperti terlihat pada gambar kotak dialog berikut.



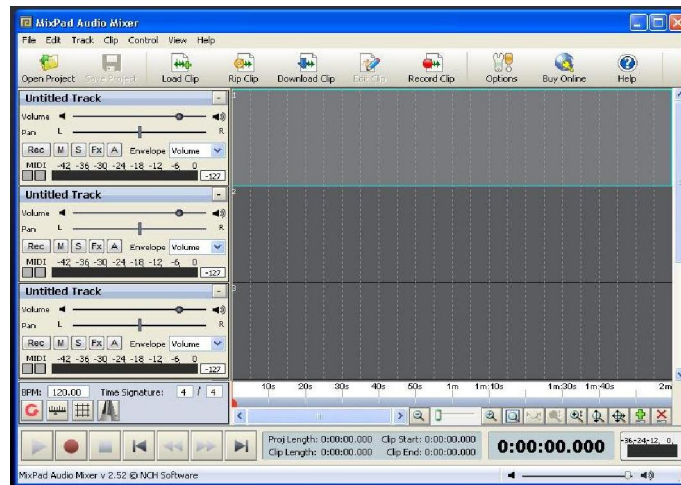
Gambar 3.33 Kotak dialog penyimpanan

14. Selesai dan file audio siap dimainkan.

7.4 Proses perekaman pada software Mixpad Audio Mixer

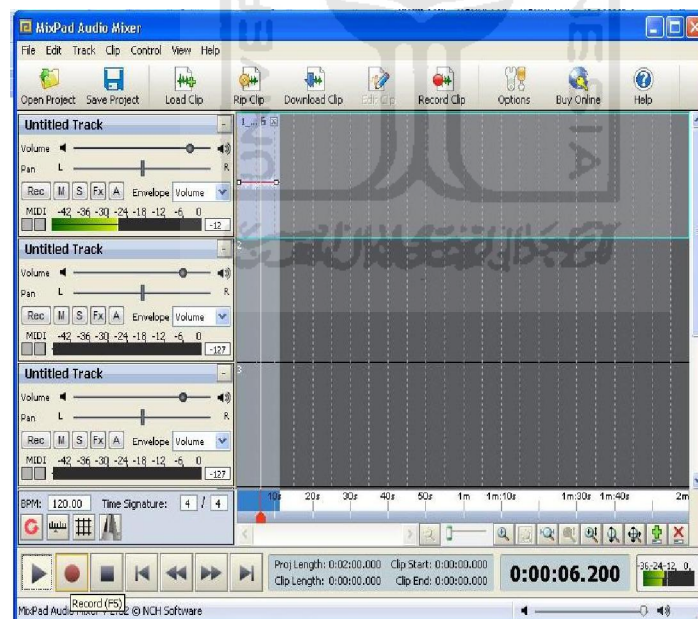
Langkah-langkah merekam file suara:

1. Siapkan microphone atau alat musik lainnya untuk di inputkan. Semakin tinggi kualitas kapasitas komputer maka semakin tinggi pula kualitas suara yang dihasilkan.
2. Buka Aplikasi Software Mixpad Audio Mixer.
3. Berikut tampilan awal ketika program dijalankan.



Gambar 3.34 Tampilan utama software Mixpad

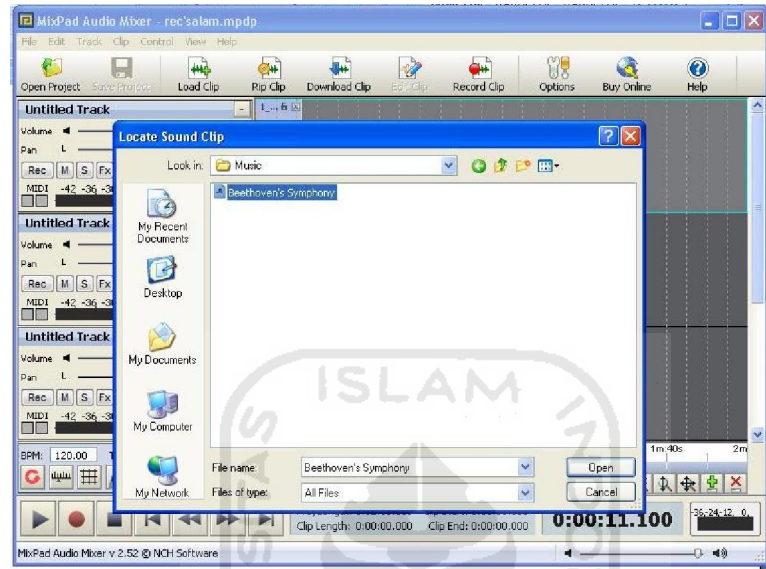
4. Klik tombol “Rec” kemudian klik tombol merah untuk memulai proses perekaman suara.
5. Setelah proses perekaman selesai, maka tampilan dari software Mixpad audio mixer akan terlihat seperti gambar 3.35.



Gambar 3.35 Tampilan hasil rekaman

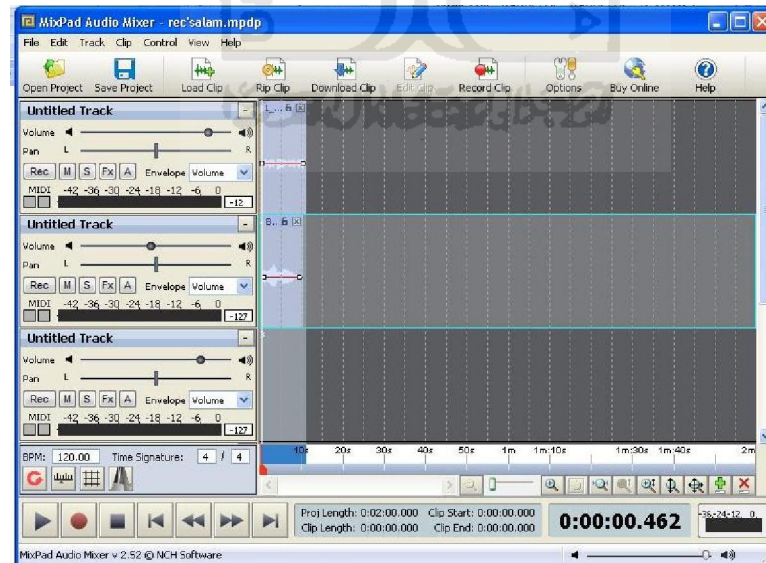
6. Klik tombol play untuk mendengarkan hasil suara rekaman.

7. Setelah mendapatkan hasil rekaman sinyal suara, maka untuk menggabungkan hasil sinyal suara dengan musik, klik tombol Load Clip, kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.36.



Gambar 3.36 Kotak dialog Load Clip

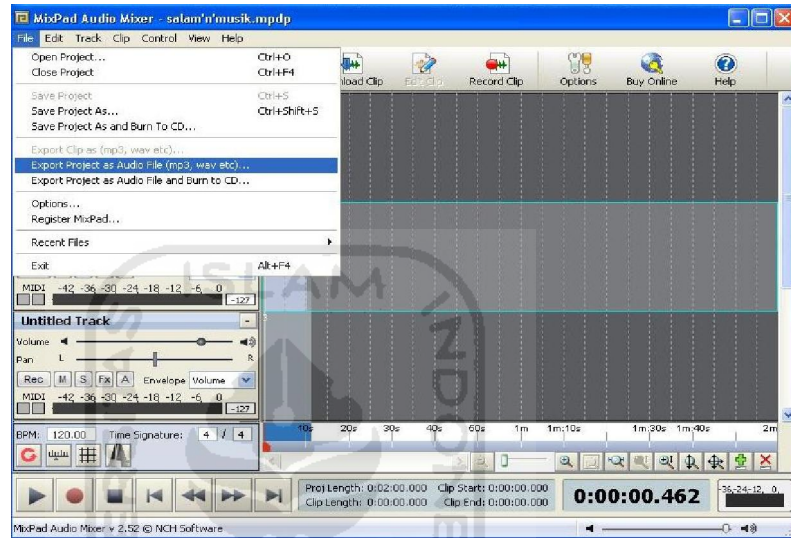
8. Setelah proses Load Clip berhasil, maka tampilan Mixpad akan terlihat seperti gambar 3.37.



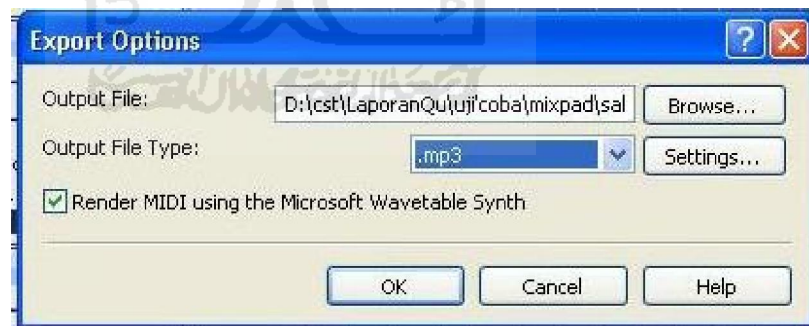
Gambar 3.37 Hasil Load Clipfile audio

9. Klik tombol play untuk mendengarkan gabungan antara file suara rekaman dengan file audio.

10. Untuk menyimpan file pengabungan file suara dengan file audio, maka klik File → Save Project As...
11. Dan untuk menyimpan dengan format yang diinginkan, maka klik File → Export Project as Audio File (mp3,wav etc)..., Seperti terlihat pada gambar kotak dialog berikut.



Gambar 3.38 Tampilan cara menyimpan file audio



Gambar 3.39 Kotak dialog setting penyimpanan file

12. Selesai dan file siap dimainkan.

F. Hasil proses perekaman suara dan proses penggabungan antara suara rekaman dengan file musik.

8.1. Dengan menggunakan Headset Gboy A-840

8.1.1. Ukuran format file rekaman menjadi .wav

Hasil ujicoba perekaman suara dan penggabungan antara suara rekaman dengan file musik pada software Audacity, WavePad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio mixer dari format ukuran file rekaman ke format .wav dengan menggunakan Headset Gboy A-840 dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Ukuran format file rekaman menjadi .wav dengan menggunakan Headset Gboy A-840

Software	Ukuran file rekaman	Ukuran format .wav	Ukuran file musik .mp3	Ukuran gabungan antara file rekaman dengan file musik .wav
Audacity	741 Bytes	149 KB	157 KB	430 KB
Wavepad	3.04 MB	1.52 MB	157 KB	1.87 MB
Cool Edit Pro	2.51 KB	460 KB	157 KB	477 KB
Mixpad Audio Mixer	3.83 MB	1.91 MB	157 KB	1.91 MB

8.1.2. Ukuran format file rekaman menjadi .mp3

Hasil ujicoba perekaman suara dan penggabungan antara suara rekaman dengan file musik pada software Audacity, WavePad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio mixer dari format ukuran file rekaman ke format .mp3 dengan menggunakan Headset Gboy A-840 dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2 Ukuran format file rekaman menjadi .mp3 dengan menggunakan Headset Gboy A-840

Software	Ukuran file rekaman	Ukuran format .mp3	Ukuran file musik .mp3	Ukuran gabungan antara file rekaman dengan file musik .mp3
Audacity	741 Bytes	76.5 KB	157 KB	76.5 KB
Wavepad	3.04 MB	142 KB	157 KB	174 KB
Cool Edit Pro	2.51 KB	166 KB	157 KB	173 KB
Mixpad Audio Mixer	3.83 MB	178 KB	157 KB	178 KB

8.2. Dengan menggunakan Headset Sturdy HT-300

8.2.1. Ukuran format file rekaman menjadi .wav

Hasil ujicoba perekaman suara dan penggabungan antara suara rekaman dengan file musik pada software Audacity, WavePad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio mixer dari format ukuran file rekaman ke format .wav dengan menggunakan Headset Sturdy HT-300 dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3 Ukuran format file rekaman menjadi .wav dengan menggunakan Headset Sturdy HT-300

Software	Ukuran file rekaman	Ukuran format .wav	Ukuran file musik .mp3	Ukuran gabungan antara file rekaman dengan file musik .wav
Audacity	741 Bytes	80.7 KB	157 KB	430 KB
Wavepad	3.58 MB	76 KB	157 KB	76 KB
Cool Edit Pro	1.46 KB	424 KB	157 KB	434 KB
Mixpad Audio Mixer	4.01 MB	2 MB	157 KB	2.02 MB

8.2.2. Ukuran format file rekaman menjadi .mp3

Hasil ujicoba perekaman suara dan penggabungan antara suara rekaman dengan file musik pada software Audacity, WavePad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio mixer dari format ukuran file rekaman ke format .mp3 dengan menggunakan Headset Gboy A-840 dapat dilihat pada table 3.4.

Tabel 3.4 Ukuran format file rekaman menjadi .mp3 dengan menggunakan Headset Sturdy HT-300

Software	Ukuran file rekaman	Ukuran format .mp3	Ukuran file musik .mp3	Ukuran gabungan antara file rekaman dengan file musik .mp3
Audacity	741 Bytes	82.1 KB	157 KB	82.1 KB
Wavepad	3.58 MB	167 KB	157 KB	167 KB
Cool Edit Pro	1.46 KB	153 KB	157 KB	157 KB
Mixpad Audio Mixer	4.01 MB	186 KB	157 KB	188 KB

Tabel 3.5 Analisis kelebihan dan kekurangan software

Keterangan	Audacity	Wavepad	Cool Edit Pro	Mixpad Audio Mixer
Proses perekaman suara	Mudah digunakan	Mudah digunakan	Mudah digunakan	Mudah digunakan
Proses penggabungan suara dengan file musik	Mudah digunakan	Mudah digunakan	Mudah digunakan	Mudah digunakan
Kualitas suara yang dihasilkan	Bagus	Bagus dan jelas	Bagus dan jelas	Bagus dan jelas
Sistem operasi yang mendukung	Windows, Mac OS X, Linux	Windows, Mac OS	Windows 98/Me/2000/XP/Vista	Windows, Mac OS
Jenis software	freeware	freeware	shareware	shareware

Berdasarkan eksplorasi yang telah dilakukan dengan menggunakan 4 software yaitu Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro, dan Mixpad Audio Mixer, maka diperoleh suatu kesimpulan bahwa proses perekaman suara dan penggabungan suara rekaman dengan musik dapat dilakukan dengan mudah dan tanpa merubah kualitas suara.

Dari pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh suatu kesimpulan bahwa proses penggabungan antara suara dengan musik dapat dilakukan dengan mudah.



DAFTAR PUSTAKA

- [JAU11] Jauhari, Nurdin. 11 Juni 2011, Pengertian software Available at <http://pengertian.baru2.net/pengertian-software.html>.
- [DOC11] Docstoc, 5 Juni 2011, Sejarah MIDI Available at <http://www.docstoc.com/docs/68184503/mIDI-ARTICLE>.
- [ISD11] Islam Download, 11 Juni 2011, Tutorial cara merekam software Audacity Available at <http://islam-download.net/cara-mudah-cepat/merapikan-rekaman-audio-menggunakan-audacity.html>.
- [FAF10] Fatahillah, Fajar Al Fath, 17 Juni 2011, Tutorial Wavepad Available at <http://fazzaro.wordpress.com/2010/06/22/tutorial-free-audio-editor/>.
- [ADM11] Admin, 15 Juni 2011, Tutorial Cool Edit Pro Available at <http://www.scribd.com/doc/53175571/Cara-menggunakan-Cool-Edit-Pro>.
- [ANO11] Anonymous, 17 Juni 2011, Cool Edit Pro Available at <http://software2gratisan.blogspot.com/2008/11/cool-edit-pro-2.html>.
- [ISD11] Islam Download, 11 Juni 2011, Wavepad Available at <http://islam-download.net/software-free-gratis-terbaru/multimedia-audio-video/wavepad-sound-file-editor.html>.
- [DWT10] Tea, D'west, 9 Juni 2011, Tutorial Mixpad Audio Mixer Available at <http://tyasdwedwe.blogspot.com/>.

BAB IV

PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Setelah melakukan studi pustaka dan uji coba terhadap software audio dengan menggunakan Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio Mixer. Maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dalam melakukan proses perekaman terdapat banyak software untuk melakukan perekaman suara yang freeware dan shareware, diantara software yang di gunakan adalah Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio Mixer.
- b. Dalam melakukan perekaman suara pada software Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio Mixer, perekaman terhadap file audio dapat merubah kualitas suara dengan menentukan perubahan proyek rate yang tepat pada saat proses memulai perekaman. Perubahan yang sangat terlihat adalah pada perubahan kualitas suara. Peningkatan dan penurunan pada ukuran dan tipe file suara sangat berpengaruh terhadap kualitas suara.
- c. Sistem operasi yang mendukung pada aplikasi Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio Mixer adalah Windows.
- d. Audacity merupakan software perekam suara yang paling sedikit untuk menyimpan tipe file suara.
- e. Software Cool Edit Pro support terhadap lebih dari satu soundcard.

4.2. Saran

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan penulis, masih ada beberapa kekurangan dan kelemahan sehingga perlu dikembangkan lagi agar hasil uji coba menjadi lebih baik. Oleh karena itu untuk uji coba ke depan disarankan sebagai berikut:

- a. Studi pustaka tidak hanya diambil dari referensi internet dan referensi buku.
- b. Suara rekaman dan gabungan antara suara dengan musik yang dihasilkan oleh 4 software tersebut adalah suara dengan hasil maksimal, namun tidak hanya terpaku pada 4 software tersebut. Empat software tersebut adalah Audacity, Wavepad, Cool Edit Pro dan Mixpad Audio Mixer.
- c. Media yang digunakan untuk merekam suara adalah headset, akan tetapi memungkinkan juga menggunakan suara microphone.

