

MODUL 2

PENGHITUNGAN ENERGI PADA SINYAL WICARA

I. TUJUAN

- Mahasiswa mampu melakukan proses penghitungan energi pada sinyal wicara dengan menggunakan perangkat lunak.

II.DASAR TEORI

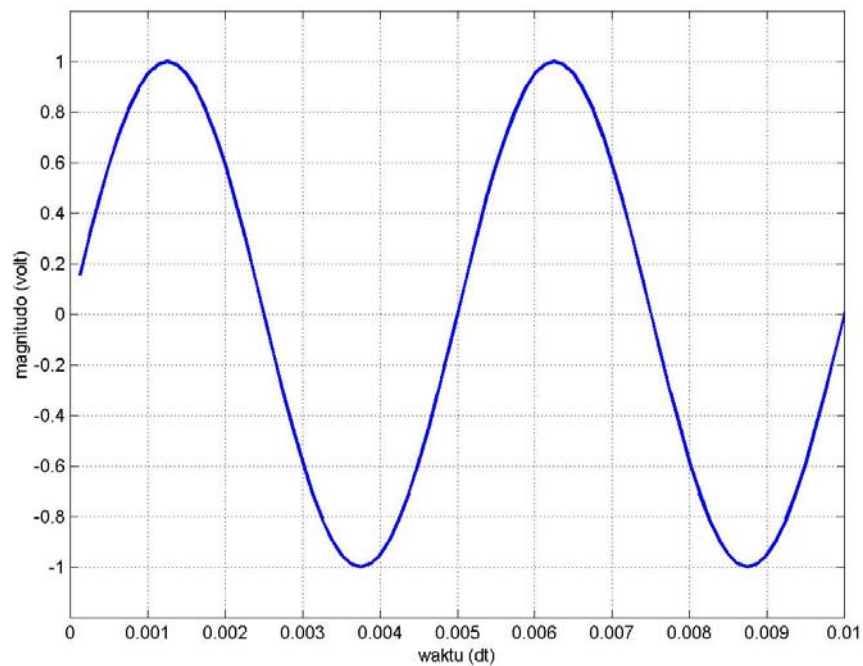
2.1. Energi Suatu Sinyal

Perhatikan sinyal sinus berikut ini:

$$x(t) = A \cos(2\pi t + \phi) \quad (1)$$

Sinyal tersebut merupakan contoh sinyal waktu kontinyu. Kita juga seringkali menggunakan terminologi sinyal analog untuk menyebutnya.

Bentuk persamaan (1) diatas merepresentasikan nilai magnitudo sinyal sebagai fungsi waktu. Di dalam kondisi real seringkali dinyatakan dalam besaran volt. Nilai $x(t)$ dalam parameter yang umum untuk pengukuran dinyatakan dalam $V(t)$ yang menunjukkan nilai simpangan sinyal atau magnitudonya pada suatu waktu t .



Gambar 1. Contoh sinyal sinus dengan frekuensi 200 Hz

Sedangkan untuk besaran lain dari sinyal dalam hal ini daya dinyatakan sebagai:

$$P(t) = \frac{(V(t))^2}{R} \quad (2)$$

Dalam hal ini nilai R biasanya dinyatakan sebesar 1Ω . Dan parameter ini seringkali tidak dituliskan, sehingga persamaan 2 menjadi lebih sederhana.

$$P(t) = (V(t))^2$$

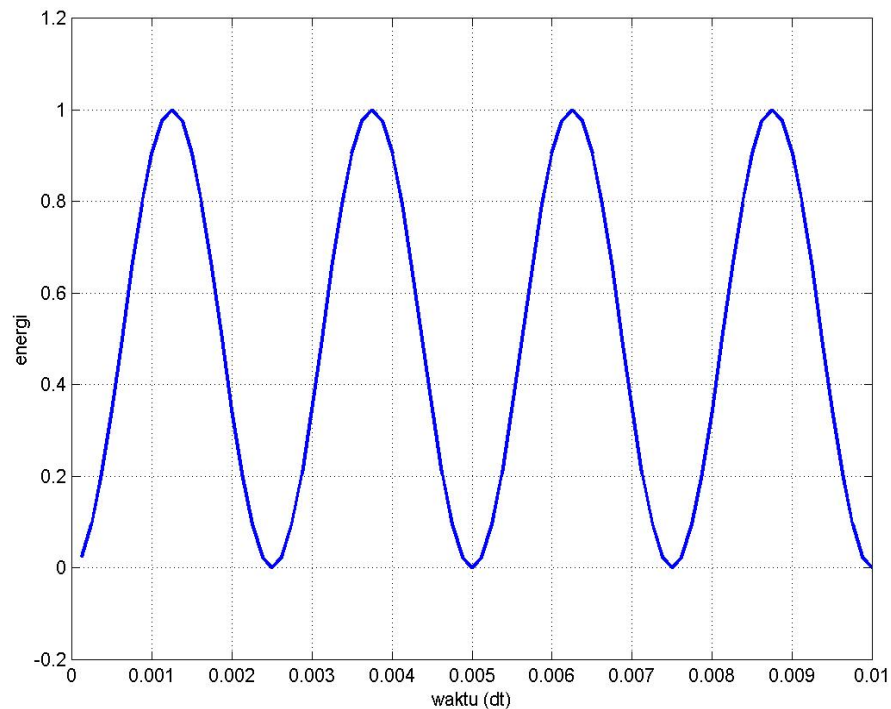
Sedangkan besarnya energi dari suatu sinyal diketahui sebagai total daya pada suatu durasi waktu tertentu. Dengan mengacu pada persamaan (2) yang sudah dimodifikasi, maka dapat dinyatakan sebagai:

$$E = \sum_{t=0}^T (V(t))^2 \quad (3)$$

dan energi rata-rata untuk suatu durasi tertentu T, dinyatakan sebagai

$$E_{ave} = \frac{\sum_{t=0}^T (V(t))^2}{T} \quad (4)$$

Untuk sinyal sinus diatas dalam bentuk energi dapat diberikan seperti Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Sinyal sinus dalam bentuk energi

2.2. Energi Pada Sinyal Wicara

Untuk pengukuran nilai energi pada sinyal wicara kita harus melibatkan fungsi window. Hal ini karena dalam pengukuran energi sinyal wicara kita harus menyusunnya dalam frame-frame tertentu. Ini merupakan standar dalam teknologi speech processing, sebab secara umum dalam pengolahan sinyal wicara kita terlibat dengan sinyal dengan durasi yang terlalu panjang bila dihitung dalam total waktu pengukuran. Fenomena ini juga dikenal sebagai *short term speech signal energy*.

Untuk menghitung energi sinyal wicara kita gunakan formulasi dasar seperti berikut:

$$E = \sum_{t=0}^T (V(t)w(t))^2 \quad (5)$$

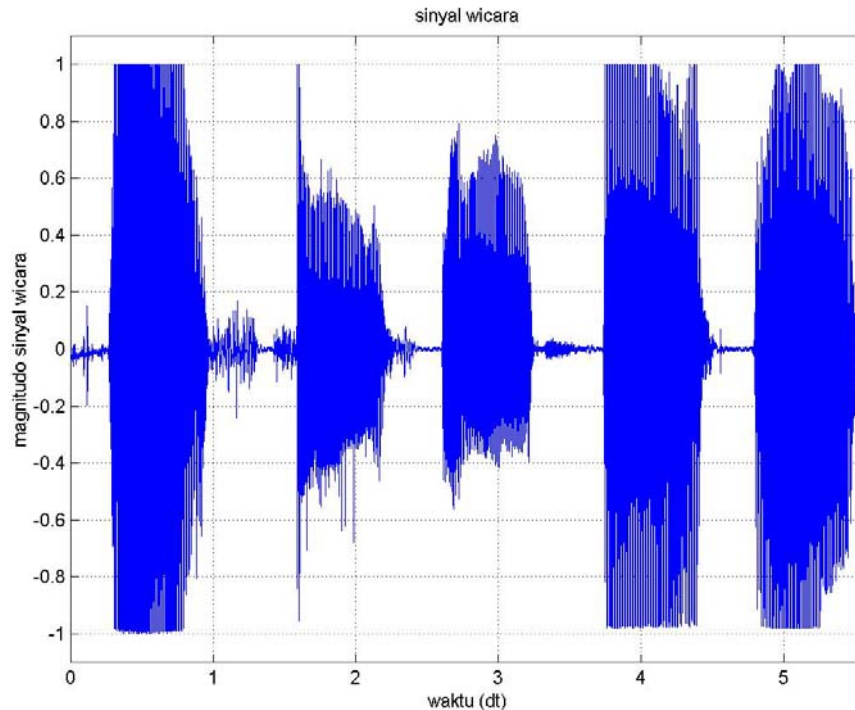
dimana: $w(m)$ = merupakan fungsi window seperti *hamming*, *hanning*, *bartlett*, dan *boxcarr*.

Panjang window dalam hal ini adalah m , untuk durasi dari $t=0$ sampai $t=T$ akan didapatkan window sebanyak $n=T/m$ apabila tidak ada *overlapping* antara window satu dengan yang lain. Jika terjadi *overlapping* antara window satu dengan yang lain, misalnya sebesar $m/2$, maka jumlah window dalam satu durasi T adalah sebanyak $n = 1 + T/(m/2)$.

Untuk suatu pengamatan energi pada *frame* ke- k bentuk persamaan (5) menjadi:

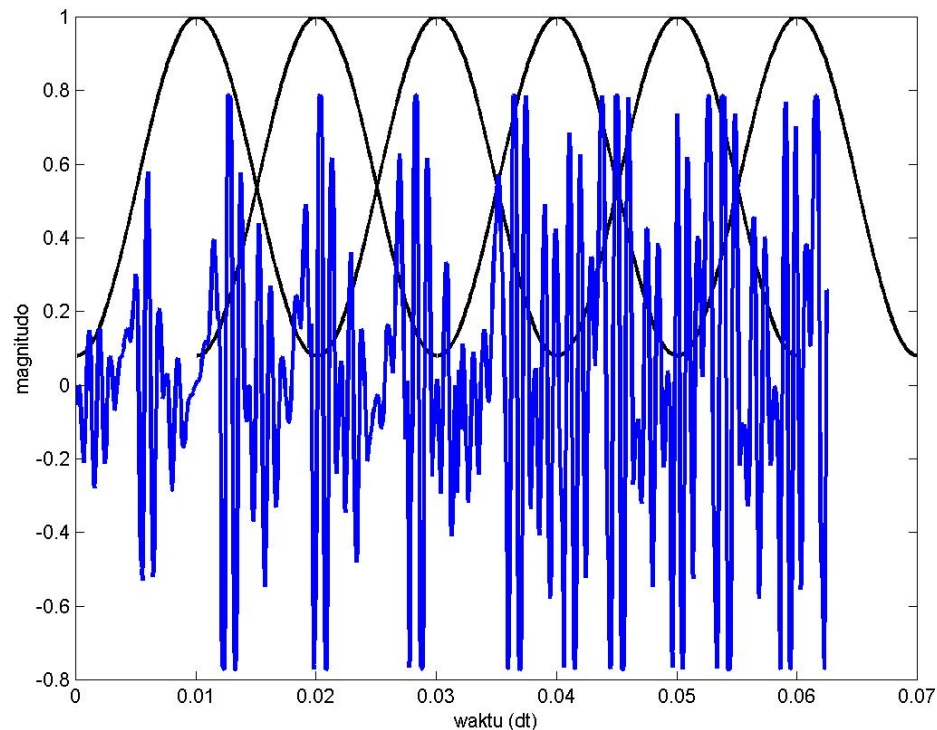
$$E_k = \sum_{t=0}^T (V(t)w(k-t))^2 \quad (6)$$

dimana k akan menentukan posisi titik-titik window pada sinyal tersebut, ini juga dikenal sebagai model *sliding window*.



Gambar 3. Sinyal wicara

Dengan menggunakan model *short time measurement* dapat digunakan untuk memilah bagian dari sinyal wicara yang merupakan *voiced* atau *unvoiced*. Sebab pada umumnya *unvoiced speech* memiliki durasi yang lebih pendek. Untuk pengukuran winyal wicara menggunakan window biasanya dipilih panjang window dengan durasi 10 s/d 20 mili detik. Apabila menggunakan frekuensi *sampling* sebesar 16 KHz, maka nilainya akan ekuivalen dengan sampel sebanyak 160 sampai 320 sampel setiap frame.



Gambar 4. Segmen sinyal wicara 'a' dan window hamming 20 mili detik per frame widow

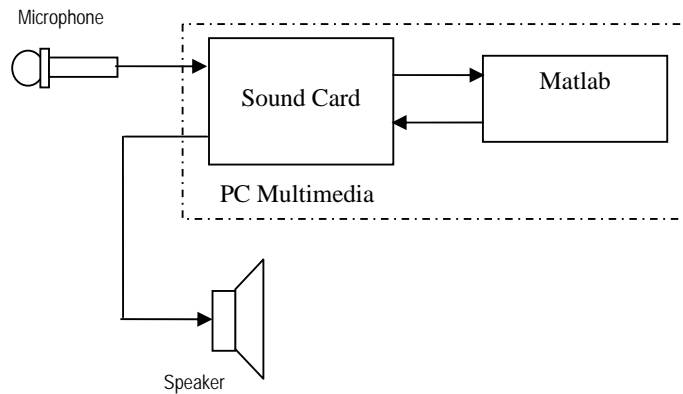
III. PERANGKAT YANG DIPERLUKAN

- 1 (satu) buah *PC Multimedia* lengkap *sound card* dan *microphone*
- Satu perangkat lunak *Matlab under windows*

IV. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

4.1. Penataan Perangkat

Sebelum melakukan percobaan anda harus melakukan penataan seperti pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Penataan perangkat percobaan pengukuran energi sinyal wicara

PC harus dilengkapi dengan peralatan multimedia seperti *sound card*, *speaker active* dan *microphone*. Untuk *microphone* dan *speaker active* bisa juga digantikan dengan *head set* lengkap. Sebelum anda memulai praktikum, sebaiknya dites dulu, apakah seluruh perangkat *multimedia* yang digunakan sudah terintegrasi dengan PC.

4.2 Penghitungan Energi Sinyal Sinus

Pada percobaan ini akan dilakukan pembangkitan sinyal sinus dan menghitung energinya. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Bangkitkan sinyal sinus dengan menggunakan sampel sebanyak 16000 sampel per detik. Caranya adalah dengan menetapkan $f_s=16000$. Waktu t mulai dari $1/f_s$ dengan step kenaikan $1/f_s$ dan berakhir di $t=1$. Nilai frekuensinya tetapkan $f = 800$ Hz.

```

clear all;
fs=16000;
t=1/fs:1/fs:1;
f=800;
  
```

2. Coba gambarkan segmen sinyal sinus tersebut sebesar 1 frame atau senilai 20 ms. Ini seharusnya ekuivalen dengan sampel sebanyak 320 sampel. Aktifkan suaranya, dan perhatikan bagaimana bunyinya.

3. Hitung besarnya energi sinyal sinus dengan formulasi dasar pada persamaan (2), (3) dan (4). Tampilkan grafiknya untuk sinyal sinus dalam bentuk magnitudo dan energinya sebagai fungsi waktu.

```
y=sin(2*pi*f*t);
```

```
yy=y.*y;
```

4.3. Penghitungan Energi Sigal to Noise Ratio

Pada percobaan ini kita akan menghitung besarnya perbandingan nilai *signal-to-noise ratio*. Langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Bangkitkan sinyal noise gaussian dengan jumlah sampel persis seperti jumlah sampel yang digunakan pada langkah percobaan 4.2. Jangan lupa tetapkan nilai noise ini harus *zero mean* dan *varians* sebesar 0.1.
2. Hitung besarnya nilai energi *noise* yang telah dibangkitkan
3. Dengan memanfaatkan langkah percobaan 4.2 bangkitkan sinyal sinus, dengan spesifikasi yang sama, dan jumlahkan nilainya.
4. Coba hitung perbandingan energi sinyal terhadap besarnya energi *noise*, atau yang lebih dikenal sebagai *signal-to-noise ratio*. Caranya harus mengikuti formulasi dasar sbb.

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{S(t)^2}{N(t)^2} \right)$$

dimana : S(t) merupakan sinyal sinus tanpa *noise*

N(t) merupakan sinyal *noise*

Note: Seharusnya nilai SNR berkisar 34 dB.

4.4. Penghitungan Energi Sinyal Wicara

Untuk peraktikum ini anda harus menggunakan formulasi yang didasarkan pada persamaan (5) dan (6) sehingga hasil penghitungannya bisa benar-benar mendekati cara penghitungan sinyal wicara yang benar.

1. Baca file sinyal wicara hasil rekaman suara yang telah dihasilkan dari sebuah lingkungan bebas dari *noise*. Untuk keperluan ini bisa menggunakan *digital voice recorder* dan bisa melakukan proses perekaman di Studio yang ada di Laboratorium Jaringan Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, lantai 3 Gedung Baru Blok C.

Usahakan tidak terlalu panjang proses perekamannya, sehingga tidak membebani memori pada PC.

- Gunakan formulasi yang benar untuk menghitung besarnya *short-term-energy* sinyal wicara, dengan cara menggunakan windowing dan pilih window hamming untuk ini. Untuk kali ini gunakan formulasi panjang window yang standar untuk menghitung sinyal wicara, dimana panjang window sebesar 320 atau 160 sampel per frame.
- Coba ulangi langkah 2 dan kali ini gunakan panjang window yang berbeda, perhatikan bagaimana pengaruh bentuk energinya.
- Lakukan hal yang sama seperti langkah 2 dan 3, kali ini gunakan jenis window yang berbeda, misalnya window *hanning*, *bartlett*, atau *boxcar*.

4.5. Penghitungan Energi to Noise ratio pada Sinyal Wicara

Pada percobaan ini kita akan menghitung besarnya perbandingan *nilai signal-to-noise ratio*. Langkahnya adalah sebagai berikut.

- Lakukan proses perekaman suara pada kondisi lingkungan yang bernoise.
- Ulangi proses yang sama pada percobaan 4.4, untuk langkah 2 sampai 4. Dengan demikian akan didapatkan energi sinyal bernoise.
- Bandingkan besarnya sinyal wicara hasil perekaman percobaan 4.3 dengan hasil perekaman pada percobaan 4.4. Dapatkan selisihnya sebagai nilai noise dari lingkungan perekaman.
- Hitung nilai *energy noise average* dari yang dihasilkan pada langkah 3.
- Lakukan penghitungan besarnya *average energy-to-noise ratio* untuk sinyal wicara dengan memanfaatkan langkah yang telah dilakukan pada percobaan 4.3.

5. ANALISA DATA DAN TUGAS

- Coba cari formulasi *signal to noise ratio* (SNR) untuk *energi average*.
- Cari standar penghitungan dalam besaran dB untuk sebuah sinyal yang diukur langsung dengan menggunakan *spectrum analyzer*.
- Cari formulasi penghitungan apabila sinyal wicara diukur dengan sebuah *sound pressure level* (SPL).