

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *DISCRETE FOURIER TRANSFORM* DAN METODE *DISCRETE COSINE TRANSFORM* PADA TEKNIK MENYEMBUNYIKAN SINYAL SUARA

Elawati¹, Raisah Hayati², Hanafi³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

e-mail: watiela439@gmail.com, raisah@pnl.ac.id, hanafibatubara@pnl.ac.id

Abstrak — Sinyal Suara adalah salah satu sinyal yang sangat dipengaruhi frekuensi dan merupakan bentuk sinyal kontinyu yang sangat dipengaruhi oleh waktu. Proses penyampaian informasi tidak hanya berupa data teks tetapi juga berupa suara manusia yang dilakukan dengan percakapan atau pembicaraan. Penyampaian informasi atau pembicaraan terkadang bersifat rahasia dan hanya bisa diterima oleh orang yang dimaksud atau berhak menerimanya. Dalam penelitian ini akan dilakukan teknik menyembunyikan sinyal suara sehingga informasi yang ingin di sampaikan hanya di terima oleh tujuan yang di inginkan. Sinyal suara yang digunakan adalah sinyal suara laki-laki dengan format wav. Untuk pengolahan sinyal dilakukan dengan MATLAB. Metode yang digunakan adalah Metode Discrete Fourier Transform dan Metode Discrete Cosine Transform untuk mentransformasikan sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal suara dalam domain frekuensi. Setelah sinyal suara dalam format .Wav di load maka dilakukan teknik menyembunyikan sinyal suara dengan cara menaikkan frekuensinya agar sinyal informasi yang di kirimkan tidak dapat di dengar oleh orang yang tidak diinginkan. Berdasarkan penelitian teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT lebih efektif atau cocok dibandingkan teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT, karena saat menggunakan metode DCT sinyal suara dapat disembunyikan sedangkan menggunakan metode DFT tidak.

Kata kunci – Discrete fourier Transform, Discrete Cosine Transform, MATLAB, sinyal suara

I. PENDAHULUAN

Sinyal Suara adalah salah satu sinyal yang sangat dipengaruhi frekuensi dan merupakan bentuk sinyal kontinyu yang sangat dipengaruhi oleh waktu. Proses penyampaian informasi tidak hanya berupa data teks tetapi juga berupa suara manusia yang dilakukan dengan percakapan atau pembicaraan[1]. Penyampaian informasi atau pembicaraan terkadang bersifat rahasia dan hanya bisa diterima oleh orang yang dimaksud atau berhak menerimanya, salah satu contohnya yaitu di bidang sistem komunikasi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengamankan informasi atau pembicaraan. Sistem ini berupa teknik menyembunyikan sinyal suara asli yang bertujuan agar informasi atau pembicaraan yang bersifat rahasia dan tidak dapat diterima oleh orang yang tidak berhak menerimanya yaitu dengan melakukan teknik perekaman sinyal suara yang kemudian di proses dengan cara menyembunyikan sinyal suara asli dengan menaikkan frekuensi sinyal tersebut. Pada proses simulasi teknik menyembunyikan sinyal suara dikerjakan melalui pemrograman MATLAB dengan menggunakan tools pada matlab yaitu GUI (*Graphical User Interface*). Dalam proses penyembunyian sinyal suara pada sistem ini menggunakan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT) dan Metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) sebagai metode yang mentransformasikan sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal suara dalam domain frekuensi.

Discrete Fourier Transform (DFT) adalah suatu model transformasi yang mentransformasikan sinyal dari domain waktu menjadi sinyal domain frekuensi. pada metode ini, dibutuhkan 2 buah fungsi yaitu sinus dan kosinus untuk

menghitung angka kompleks dengan bagian real dan imajiner, sedangkan pada Metode *Discrete Cosine Transform* (DCT), hanya menggunakan fungsi kosinus saja dan hanya berupa bilangan real tanpa ada imajiner. Tetapi pada intinya kedua algoritma ini melakukan sebuah transformasi yang mengubah sebuah kawasan waktu menjadi kawasan frekuensi dan sebaliknya kawasan frekuensi dapat di kembalikan ke kawasan waktu dengan menggunakan masing-masing *Invers Discrete Fourier Transform* (IDFT) dan *Invers Discrete Cosine Transform* (IDCT).

II. TINJAUAN PUSTAKA

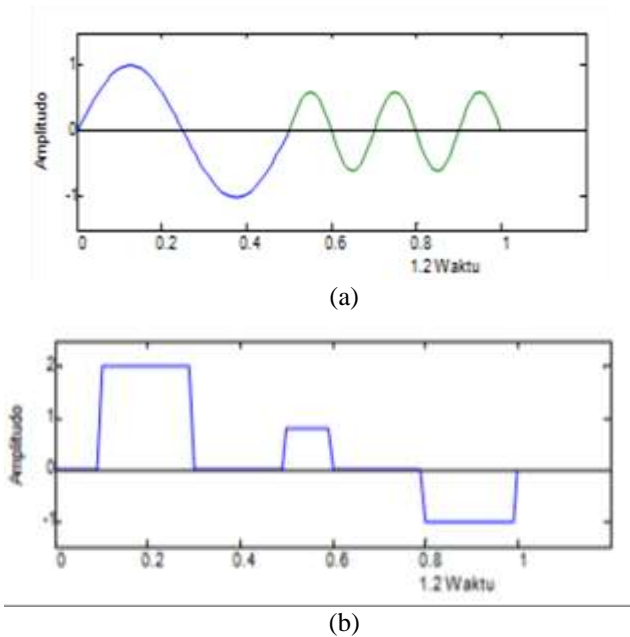
A. Sinyal Suara

Gelombang suara adalah gelombang yang dihasilkan dari sebuah benda yang bergetar. Tempat dimana suara tak dapat merambat adalah ruangan hampa udara. Gelombang suara memiliki lembah dan bukit, satu buah lembah dan bukit menghasilkan satu periode. Siklus ini berlangsung berulang-ulang, yang membawa pada konsep frekuensi. Frekuensi adalah jumlah dari siklus yang terjadi dalam satu detik. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz (20.000 Hz) sesuai dengan batasan sinyal suara [2]. Secara umum sinyal didefinisikan sebagai suatu besaran fisik yang merupakan fungsi waktu, ruangan, atau beberapa variabel. Sinyal biasa juga diartikan fenomena dari lingkungan yang terukur atau terkuantisasi. Suatu sinyal mempunyai beberapa jenis informasi yang dapat diamati misalnya amplitudo, frekuensi, fase gelombang.

Frekuensi adalah jumlah getaran yang terjadi dalam 1 detik, di ukur dalam Hz atau siklus per detik. Getaran

gelombang sinyal suara semakin cepat, frekuensi semakin tinggi. Amplitude adalah kekuatan atau daya gelombang sinyal. Tinggi gelombang dapat dilihat sebagai grafik. Dan Fase gelombang dapat di artikan sebagai hasil perbandingan antara lamanya waktu dengan periode gelombang tersebut.

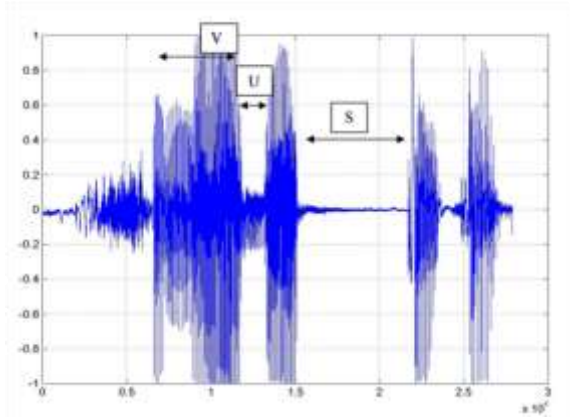
Pengolahan sinyal adalah suatu operasi matematik yang dilakukan terhadap suatu sinyal sehingga diperoleh suatu informasi yang dibutuhkan. Dalam hal ini terjadi suatu transformasi. Pengolahan sinyal dapat dilakukan secara analog atau digital. Sinyal analog adalah suatu sinyal yang apabila amplitudo dari sinyal tersebut terus menerus ada dalam rentang waktu tertentu (kontinyu) dan memiliki variasi nilai amplitudo tak terbatas. Misalnya yang berasal dari suara tergolong sebagai sinyal analog. Sebaliknya data atau sinyal digital adalah suatu sinyal yang apabila amplitudo dari sinyal tersebut tidak kontinyu dan memiliki variasi nilai amplitudo yang terbatas (diskrit)[3]. Berikut bentuk sinyal analog dan sinyal digital.



Gbr 1 (a) Sinyal Analog, (b) Sinyal Digital [2]

B. Bentuk Sinyal Wicara

Sinyal wicara merupakan sinyal yang bervariasi lambat sebagai fungsi waktu, dalam hal ini ketika diamati pada durasi yang sangat pendek (5-100ms) karakteristiknya masih stasioner. Tetapi jika diamati dalam durasi yang lebih panjang (> 1/5 detik) karakteristik sinyalnya berubah untuk merefleksikan suara ucapan yang keluar dari pembicara[1].



Gbr 2. Contoh Sinyal Wicara Ucapan "Selamat Datang"[1]

Proses perekaman suara dilakukan untuk membaca file dengan ekstensi *.wav dan menampilkan bentuk suara manusia berdasarkan energi (power), pitch dan format. Format suara dalam bentuk WAV merupakan format terbaik untuk rekaman karena menghasilkan suara rekaman yang sangat jernih dan jelas.

C. Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara

Teknik Menyembunyikan sinyal suara adalah teknik atau proses yang dilakukan agar informasi tidak dapat dimengerti oleh orang lain atau orang yang tidak berhak. Informasi yang telah mengalami teknik penyembunyian apabila didengar secara langsung informasinya tidak akan dimengerti. Pada Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara dilakukan dengan metode DFT dan DCT, sinyal informasi akan di proses untuk mengetahui nilai frekuensinya, kemudian dilakukan proses penyembunyian sinyal dengan menaikkan nilai frekuensi pada sinyal tersebut, sehingga informasi yang ada dalam sinyal tidak dapat di dengar. Kemudian sinyal suara yang telah di sembunyikan di kembalikan pada kondisi semula atau informasi asli dengan menggunakan IDFT dan IDCT sehingga informasi yang ada dalam sinyal bisa di dengar kembali.

D. Discrete Fourier Transform (DFT)

Discrete Fourier Transform (DFT) merupakan metode transformasi matematis untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke dalam domain frekuensi dan sebaliknya domain frekuensi dapat di kembalikan ke domain waktu dengan menggunakan Invers DFT. Metode Discrete Fourier Transform (DFT) membutuhkan 2 buah fungsi yaitu fungsi sinus dan kosinus untuk menghitung angka kompleks dengan bagian real dan imajiner. Bentuk transformasi DFT adalah sebagai berikut[3].

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)e^{-j\omega n} \tag{1}$$

Invers Discrete Fourier Transform (IDFT) merupakan proses untuk menghitung kembali representasi sinyal waktu diskrit dari sinyal yang dinyatakan dalam domain frekuensi. Invers Discrete Fourier Transform (IDFT) adalah[3]:

$$x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega})e^{j\omega n} d\omega \tag{2}$$

E. Discrete Cosine Transform (DCT)

Discrete Cosine Transform (DCT) pertama kali dikenalkan oleh Ahmed, Natarajan dan Rao pada tahun 1974 dalam makalahnya yang berjudul "On image processing and a discrete cosine transform" (Watson, 1994). Discrete Cosine Transform (DCT) adalah salah satu transformasi yang sangat mirip dengan Discrete Fourier Transform (DFT), hanya saja Discrete Cosine Transform (DCT) menggunakan komponen cosinus saja dan hanya berupa bilangan real tanpa ada imajiner. Discrete Cosine Transform (DCT) dari sederet n bilangan real $f(n)$, adalah $F(k)$, $k = 1, \dots, N$. Bentuk transformasi Discrete Cosine Transform (DCT) sebagai berikut[4]:

$$F(k) = \sum_{n=1}^N f(n) \cos(2\pi nk/N) \quad (3)$$

$$k = 1, \dots, N$$

Discrete Cosine Transform (DCT) adalah sebuah transformasi yang mengubah sebuah domain waktu menjadi domain frekuensi dan sebaliknya domain frekuensi dapat dikembalikan ke domain waktu dengan menggunakan invers DCT. *Invers Discrete Cosine Transform* (IDCT) didefinisikan oleh rumus[4]:

$$f(n) = \sum_{k=1}^N F(k) \cos(2\pi nk/N) \quad (4)$$

III. METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dibutuhkan perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) untuk mendukung pembuatan program ini. Adapun perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah software MATLAB R2014a, dengan bantuan tools *Graphical User Interface* (GUI), serta perangkat keras yang digunakan laptop Acer One 14 dengan spesifikasi Intel Celeron processor 2957U (1.4GHz, 2MB L3 cache).

B. Teknik Pengolahan Data

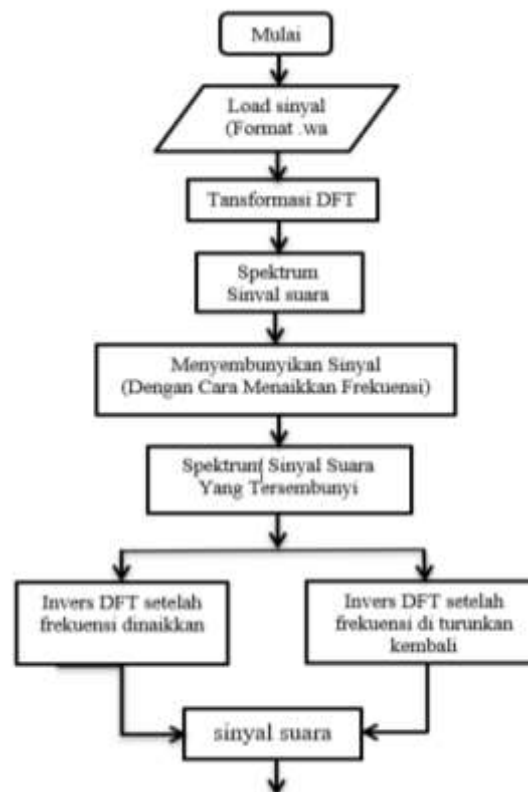
Dalam Pengumpulan data penulis melakukan pengambilan data sinyal suara menggunakan PC (*Personal Computer*) yang dilengkapi dengan sebuah microphone internal sebagai media untuk merekam sinyal suara manusia. Perekaman suara dilakukan selama 7 (tujuh) detik. Inputan suara manusia diambil sebanyak 15 sampel suara dari suara laki-laki dewasa.

Pengolahan data penelitian ini menggunakan sinyal suara yang sudah di rekam selama 7 detik dalam format wav, yang kemudian di transformasikan ke dalam domain frekuensi dengan metode DFT dan DCT dan di ubah kembali ke dalam domain waktu.

C. Metode Simulasi

Pada penelitian ini untuk melakukan teknik menyembunyikan sinyal suara yang pertama dilakukan perekaman suara, perekaman suara diambil sebanyak 15 sampel suara dari suara laki-laki dewasa yang mengucapkan kata yang sama, hasil dari perekaman sinyal suara akan disimpan dalam file dengan format .wav pada folder yang telah dibuat pada MATLAB. File sinyal suara tersebut akan dilakukan Proses transformasi masing-masing menggunakan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT). Dengan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT) sinyal tersebut dirubah dari kawasan waktu ke kawasan frekuensi, sehingga kita bisa mengetahui frekuensi yang ada pada sinyal tersebut. Selanjutnya melakukan teknik menyembunyikan sinyal suara dengan cara menaikkan nilai frekuensi pada sinyal tersebut sehingga informasi yang ada dalam sinyal tidak dapat didengar. Kemudian pada langkah selanjutnya sinyal suara yang telah disembunyikan dikembalikan pada kondisi semula dengan melakukan IDFT dan IDCT pada masing-masing sinyal agar informasi yang ada dalam sinyal tersebut bisa didengarkan kembali.

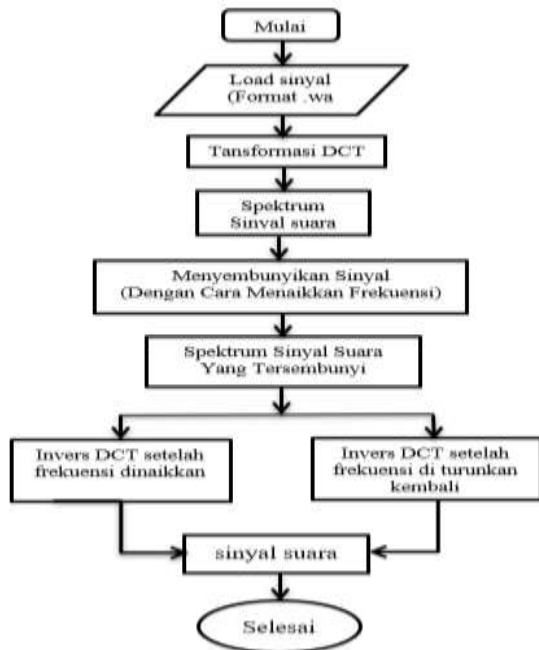
Berikut adalah perancangan flowchart untuk sistem teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan Metode *Discrete Fourier Transform* (DFT).



Gbr 3. Flowchart Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara Menggunakan Metode DFT

Selanjutnya yaitu perancangan flowchart untuk sistem teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan Metode

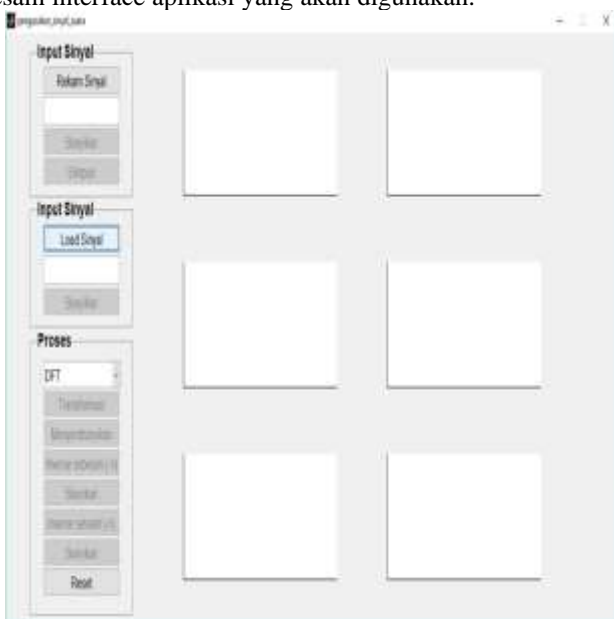
Discrete Cosine Transform (DCT) dapat dilihat pada gambar 4.



Gbr 4. Flowchart Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara Menggunakan Metode DCT

D. Desain Interface

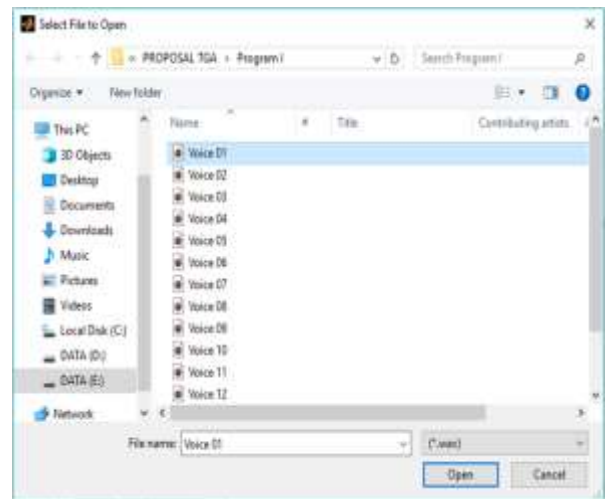
Perancangan sistem Analisis Perbandingan Metode Discrete Fourier Transform (DFT) Dan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) Pada Teknik menyembunyikan Sinyal Suara di buat dengan menggunakan bantuan program matlab yang memanfaatkan fasilitas GUI, gambar 5 adalah desain interface aplikasi yang akan digunakan.



Gbr 5. Perancangan Simulasi Sistem Menyembunyikan Sinyal Suara

Pada interface terdapat beberapa tombol dengan fungsi yang berbeda-beda yaitu :

- Tombol “Load sinyal” berfungsi untuk menampilkan sinyal suara dalam format .wav
- Tombol “Bunyikan” berfungsi untuk membunyikan sinyal suara yang telah di tampilkan.
- Tombol “Transformasi” berfungsi untuk mentransformasikan sinyal suara asli menjadi sinyal suara dengan transformasi DFT atau DCT.
- Tombol “Menyembunyikan” berfungsi untuk Menjalankan Perintah DFT atau DCT untuk mengubah sinyal dalam domain waktu menjadi domain frekuensi untuk proses menyembunyikan sinyal suara.
- Tombol “Invers sebelum (-n)” berfungsi untuk menjalankan perintah IDFT atau IDCT setelah dinaikkan frekuensi untuk mengembalikan sinyal dalam domain frekuensi menjadi domain waktu, agar dapat mendengar sinyal suara yang telah di sembunyikan.
- Tombol “Invers setelah (-n)” berfungsi untuk menjalankan perintah IDFT atau IDCT setelah frekuensi diturunkan kembali untuk mengembalikan sinyal dalam domain waktu menjadi domain frekuensi
- Tombol “Reset” berfungsi untuk kembali kepengaturan awal



Gbr 6. Tampilan Load Sinyal

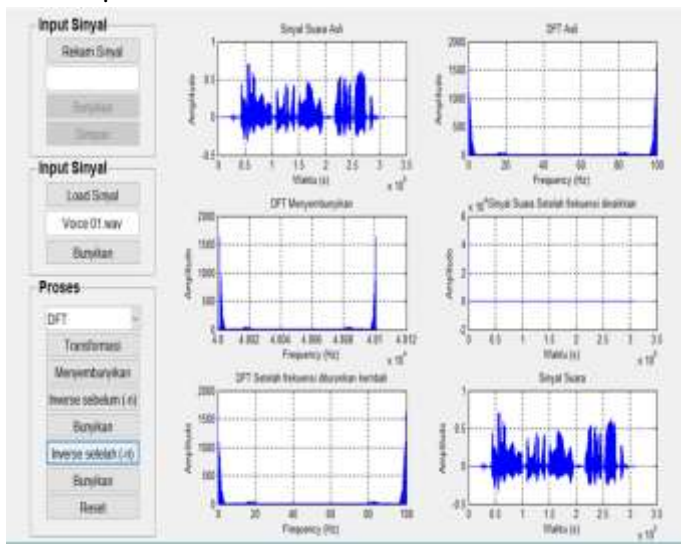
E. Metode Analisis

Untuk melakukan analisis sinyal suara melalui serangkaian proses. Proses teknik menyembunyikan sinyal suara diawali dengan pengambilan sinyal suara yang di lakukan secara off-line yaitu dengan mengambil file sinyal suara yang sudah direkam dalam format *.wav. Masing-masing Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara dilakukan dengan cara menaikkan nilai frekuensi pada sinyal yang telah di Transformasi DFT dan DCT, selanjutnya melihat spektrum sinyal hasil DFT dan DCT dan membandingkan dengan spektrum DFT dan DCT yang telah di naikkan nilai frekuensinya, kemudian sinyal suara yang sudah dinaikkan nilai frekuensi di lakukan invers DFT dan invers DCT untuk dapat mendengar bagaimana suaranya. Selanjutnya sinyal

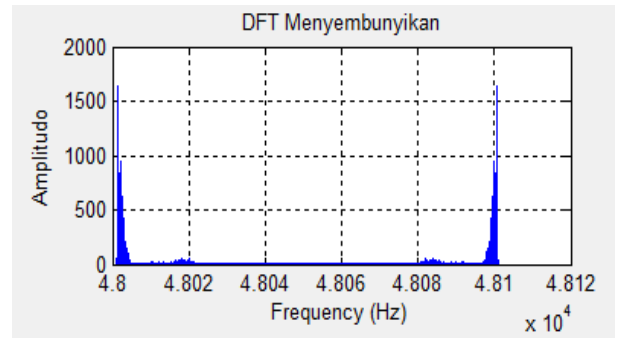
suara yang sudah dilakukan teknik menyembunyikan sinyal suara di kembalikan lagi ke sinyal suara asli dengan cara menurunkan kembali frekuensi sinyal suara yang telah di naikkan menggunakan invers DFT dan invers DCT kemudian mendengar kembali bagaimana suaranya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara Menggunakan Metode DFT

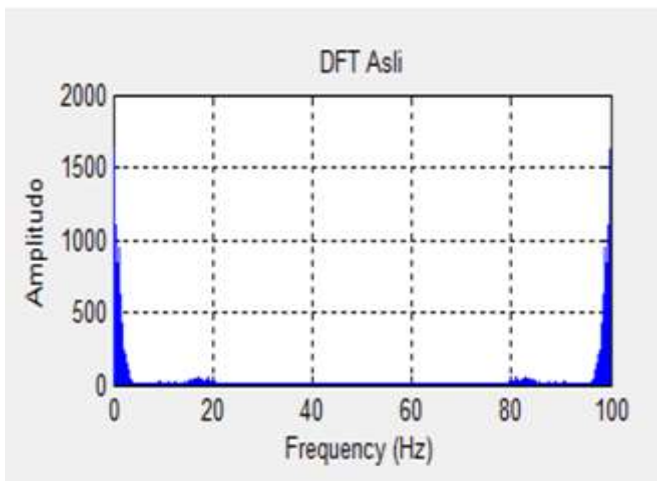


Gbr 7. Menyembunyikan sinyal suara 1 metode DFT



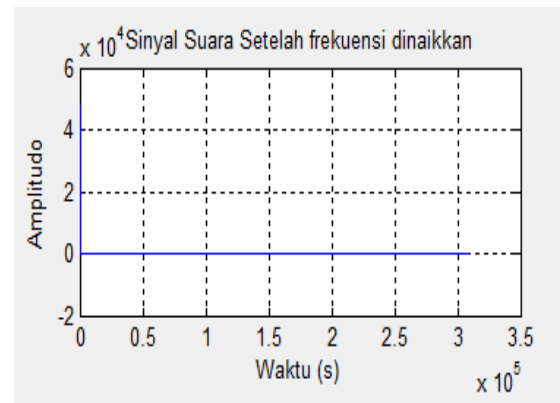
Gbr 9. Menyembunyikan sinyal suara DFT

Selanjutnya Gambar 9 Menyembunyikan sinyal suara, adalah tampilan hasil proses yang dilakukan untuk menyembunyikan sinyal suara dengan cara menaikkan nilai frekuensi pada sinyal suara agar informasi yang ada dalam sinyal suara tersebut tidak dikenali atau tersembunyi, dan pada proses ini otomatis terjadi pergeseran frekuensi yang sebelumnya 0Hz - 20Hz menjadi frekuensi 4.8Hz - 4.802 x 10⁴Hz dengan magnitudo tetap 1600, selanjutnya sinyal suara hasil teknik menyembunyikan sinyal suara di kembalikan dalam domain waktu untuk melihat bentuk sinyal serta mendengar sinyal suara yang telah disembunyikan sebelum frekuensi diturunkan kembali, dan dari hasil yang di dapat pada Gambar 10 saat di bunyikan sinyal suara tersebut masih terdengar secara jelas.

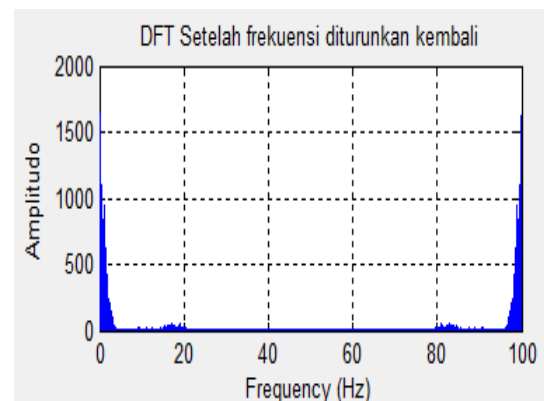


Gbr 8. Transformasi DFT

Gambar 8 Transformasi DFT, adalah hasil dari sinyal suara yang telah di Transformatikan ke dalam DFT untuk dapat mengetahui frekuensi pada sinyal suara, maka dapat dilihat bahwa pada frekuensi 0Hz - 20Hz memiliki Magnitude 1600.



Gbr 10. Invers DFT sebelum (-n)



Gbr 11. Invers DFT setelah (-n)

Gambar 11 adalah tampilan hasil sinyal suara invers DFT setelah di turunkan kembali frekuensi yang sebelumnya di naikan pada proses teknik menyembunyikan sinyal suara.

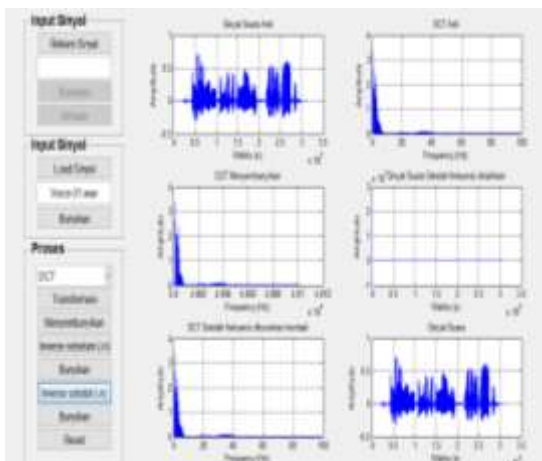
Hasil dari lima belas (15) sampel sinyal suara yang dilakukan teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara Menggunakan Metode DFT

DFT						
Voice	DFT asli		Teknik Menyembunyikan		Suara	
	Frek (Hz)	Magn	Frek (Hz)	Magn	Jelas	Tdk Jelas
1	0 – 20	1600	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	1600	√	
2	0 – 10	1400	4,8 – 4,801 x 10 ⁴	1400	√	
3	0 – 10	1500	4,8 – 4,801 x 10 ⁴	1500	√	
4	0 – 10	2600	4,8 – 4,801 x 10 ⁴	2600	√	
5	0 – 20	200	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	200	√	
6	0 – 35	1800	4,8 – 4,803 x 10 ⁴	1800	√	
7	0 – 20	1600	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	1600	√	
8	0 – 20	1200	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	1300	√	
9	0 – 10	600	4,8 – 4,801 x 10 ⁴	600	√	
10	0 – 30	1600	4,8 – 4,803 x 10 ⁴	1600	√	
11	0 – 10	3000	4,8 – 4,801 x 10 ⁴	3000	√	
12	0 – 20	1200	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	1200	√	
13	0 – 21	690	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	690	√	
14	0 – 20	1700	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	1700	√	
15	0 – 20	400	4,8 – 4,802 x 10 ⁴	400	√	

Bedasarkan Tabel 1 hasil teknik meyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT dari kelima belas (15) sampel suara tersebut pada saat dibunyikan suara masih terdengar dengan jelas.

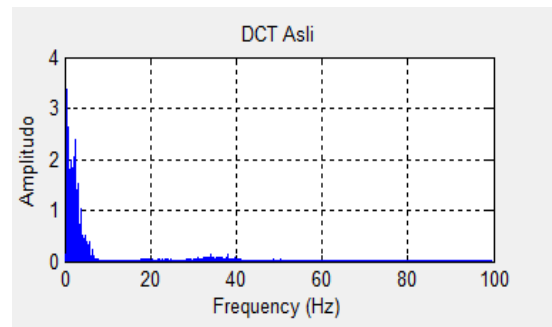
B. Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara Menggunakan Metode DCT



Gbr 12. Menyembunyikan sinyal suara 1 metode DCT

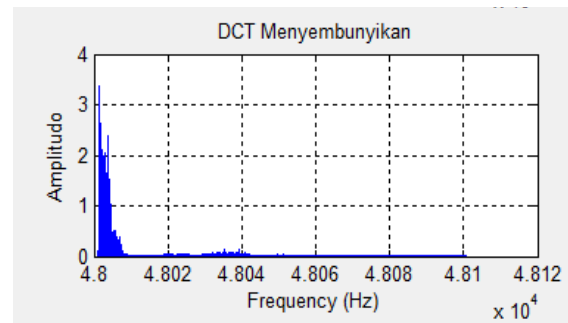
Pada teknik menyembunyikan sinyal suara 1 dengan menggunakan metode DCT, proses menyembunyikan sinyal

suara yang dilakukan sama seperti pada proses menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT.



Gbr13. Transformasi DCT

Pada Gambar 13 adalah tampilan hasil Transformasi DCT dari sinyal suara dalam domain waktu menjadi domain frekuensi untuk mengetahui frekuensi dari sinyal tersebut. Maka dari gambar 13 diperoleh frekuensi 0Hz - 50Hz dengan Magnitude 3,5. Selanjutnya dilakukan proses teknik menyembunyikan sinyal suara dengan cara menaikkan frekuensi pada sinyal suara tersebut, setelah di naikan frekuensi, pada proses ini terjadi pergeseran frekuensi menjadi 4,8Hz - 4,805 x 10⁴Hz dengan Magnitude 3,5. dapat dilihat pada tampilan Gambar 14.



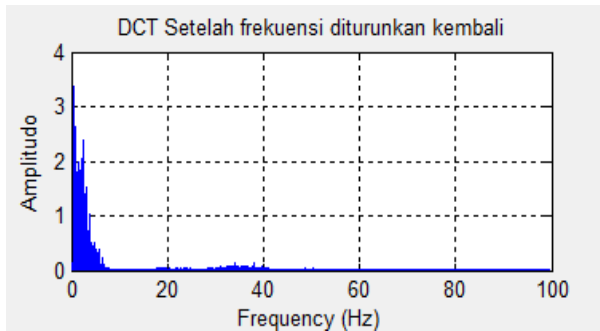
Gbr 14. Menyembunyikan sinyal suara metode DCT

Gambar 14 adalah hasil tampilan sinyal proses menyembunyikan sinyal suara yang di kembalikan kedalam domain waktu agar sinyal suara tersebut dapat di dengar dengan melakukan Invers DCT dan pada saat sinyal suara di bunyikan sinyal suara tersebut tidak dapat di dengar dengan jelas atau tersembunyi, Tampilan sinyal dapat dilihat pada Gambar 15



Gbr 15. Invers DCT sebelum (-n)

Kemudian pada Gambar 16 adalah tampilan hasil invers DCT yang telah di turunkan kembali frekuensi yang sebelumnya di naikan pada proses teknik menyembunyikan sinyal suara.



Gbr 16 Invers DCT setelah (-n)

Berikut ini adalah tabel hasil dari lima belas (15) sampel sinyal suara yang dilakukan teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT :

TABEL II
Teknik Menyembunyikan Sinyal Suara
Menggunakan Metode DCT

Voice	DCT					
	DCT asli		Teknik Menyembunyikan		Suara	
	Frek (Hz)	Magn	Frek (Hz)	Magn	Jls	Tdk jls
1	0-45	3,5	$4,8-4,805 \times 10^4$	3,5		√
2	0-10	8,5	$4,8-4,801 \times 10^4$	8,5		√
3	0-18	3	$4,8-4,801 \times 10^4$	3		√
4	0-10	6,2	$4,8-4,801 \times 10^4$	6,2		√
5	0-48	1,58	$4,8-4,805 \times 10^4$	1,58		√
6	0-70	4,2	$4,8-4,807 \times 10^4$	4,2		√
7	0-40	4	$4,8-4,804 \times 10^4$	4		√
8	0-30	2,8	$4,8-4,803 \times 10^4$	2,8		√
9	0-20	1,52	$4,8-4,802 \times 10^4$	1,52		√
10	0-65	3,8	$4,8-4,805 \times 10^4$	3,8		√
11	0-18	6,5	$4,8-4,801 \times 10^4$	6,5		√
12	0-30	3	$4,8-4,803 \times 10^4$	3		√
13	0-40	1,58	$4,8-4,804 \times 10^4$	1,58		√
14	0-40	4	$4,8-4,804 \times 10^4$	4		√
15	0-42	3,5	$4,8-4,804 \times 10^4$	3,5		√

Berdasarkan Tabel. 2 hasil teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT dari kelima belas (15) sampel suara tersebut, pada saat sinyal suara dibunyikan sinyal suara tidak dapat di dengar dengan jelas, sedangkan teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT pada saat dibunyikan sinyal suaranya masih terdengar dengan jelas, maka dapat di katakan pada penelitian ini teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT lebih efektif digunakan pada teknik menyembunyikan sinyal suara dibandingkan menggunakan metode DFT karena saat menggunakan metode DCT sinyal suara dapat disembunyikan sedangkan menggunakan metode DFT tidak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DFT sinyal suara yang dibunyikan masih dapat didengar dengan jelas, sedangkan teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT sinyal suara tidak bisa didengar dengan jelas.
2. Pada penelitian ini, metode DCT lebih efektif di gunakan untuk teknik menyembunyikan sinyal suara dari pada metode DFT.
3. Pada penelitian ini, teknik menyembunyikan sinyal suara menggunakan metode DCT semakin tinggi nilai frekuensi yang dinaikkan maka semakin tersembunyi sinyal suara atau semakin tidak jelas sinyal suara pada saat didengar.

REFERENSI

- [1] N.H.Prativi. 2012 (September). “**Simulasi Sistem Pengacakan Sinyal Suara Secara Realtime Berbasis Fast Fourier Transform (FFT)**”, Universitas Lampung, Vol. 6, No. 3.
- [2] Reonaldo Yohanes Sipasulta, Arie.S.M. Lumenta ST, MT., Sherwin R.U.A. Sompie, ST, MT. 2014. “**Simulasi Sistem Pengacak Sinyal Dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)**”, E-journal Teknik Elektro dan Komputer,ISSN 2301-8402.
- [3] Ingle,Vinay K and Prokis John G. 2012. Third Edition **Digital Signaling Processing Using MATLAB**, Cengage Learning
- [4] Raisah Hayati, Rahmadi Kurnia, 2015, “**Simulasi Unjuk Kerja Discrete Wavelet Transform (Dwt) Dan Discrete Cosine Transform (Dct) Untuk Pengolahan Sinyal Radar Di Daerah Yang Ber-Noise Tinggi**”, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol: 3 No. 1 Maret, 2014, ISSN: 2302 – 2949