



## ANALISIS DISCRETE HARTLEY TRANSFORM (DHT) DALAM MENGENALI SUARA SANDI MORSE

Reyhan Achmad Rizal<sup>1</sup>, Jhoni Efendi Silalahi<sup>1</sup>, Yohannes Oneju Louis Silitonga<sup>1</sup>, Daniel Rudiyan Purba<sup>1</sup>, Resta Meidina Rinika<sup>1</sup>, Erta Rumina Hutasoit<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia

E-mail: reyhanachmadrizal1@gmail.com

### ARTICLE INFO

### ABSTRAK

#### Article history:

Received: 09 Aug 2019

Revised: 15 Aug 2019

Accepted: 29 Aug 2019

#### Keywords:

DHT, Suara Sandi Morse, Alfabet A-Z.

Suara adalah bentuk dasar dari metode komunikasi yang efisien bagi manusia untuk berinteraksi satu sama lain. Datasheet yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sekumpulan file audio suara sandi morse afabet A-Z yang diperoleh dari alat bantu peluit dan direkam dengan bantuan aplikasi Adobe audition 1.5. File audio yang digunakan yaitu *file* yang berekstensi .WAV . Discrete hartley transform (DHT) digunakan sebagai transformasi untuk mengolah sample suara yang akan diklasifikasi. Discrete hartley transform (DHT) dalam mentransormasikan sinyal suara sandi morse hanya mampu mengklasifikasikan dengan rata-rata 62% true detection dan 38% false detection.

Copyright © 2019 Jurnal Mantik.  
All rights reserved.

### 1. Pendahuluan

Pada zaman modern ini, manusia sangat tergantung pada perkembangan teknologi, hampir semua kegiatan manusia dibantu oleh alat teknologi untuk memudahkan pekerjaannya. Terlepas dari ketergantungan teknologi, masih banyak yang melupakan kegiatan yang sering dijumpai di sekolah yaitu kegiatan pramuka. Pada kegiatan pramuka anggota pramuka tidak terlepas dengan pembelajaran dasar dari pramuka yaitu sandi morse, sandi morse merupakan sistem representasi huruf, angka dan tanda baca dengan menggunakan kode titik dan garis yang disusun mewakili karakter tertentu pada alfabet atau sinyal (pertanda) yang telah disepakati penggunaannya di seluruh dunia[1]. Namun untuk menghafal semua sandi morse tidak mudah dikarenakan banyaknya huruf, angka atau sinyal (pertanda) dari sandi morse, biasanya penyampaian sandi morse menggunakan cahaya atau pluit[2]. Sampai saat ini menerjemahkan *sandi morse* yang dihasilkan melalui alat bantu *peluit atau* cahaya masih mengalami kesulitan. Dikarenakan tidak semua individu belajar tentang sandi *morse*. Pembelajaran *sandi morse* hanya didapatkan di lembaga *pramuka* dan *militer* [3],maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem pengenalan suara sandi morse yang dapat memudahkan dalam menerjemahkan *sandi morse* tersebut. Pada artikel ini peneliti ingin membangun sistem pengenalan suara sandi morse menggunakan *discrete hartley transform*.

Beberapa penelitian mengenai *discrete hartley transform* dan sistem pengenalan suara :

[4]Menguji tingkat efisiensi dari algoritma Discrete hartley transform secara signifikan komputasi DHT mengurangi kompleksitas struktural dengan skema pengindeksan yang lebih baik dan kemudahan pada implementasi. [5]Membandingkan kinerja dari algoritma DHT dan Transformasi Wavelate, DHT membuktikan efektivitasnya pada kompresi sinyal suara (CR, SNR, PSNR, NRMSE). [6]Melakukan perbandingan dari efektifitas perhitungan DHT dan DFT dimana DHT sangat sesuai jika digunakan pada pengolahan data yang besar dikarenakan memiliki kelebihan mengubah nilai riil ke nilai nyata sehingga mengurangi penggunaan memori yang besar. [7]Melakukan penelitian untuk sistem keamanan melalui suara dengan menggunakan Euclidian Distance dan menerapkan pendekatan MFCC menggunakan perangkat lunak platform MatlabR2013b. Hasilnya memberikan akurasi 85% karena sistem tidak merespons dengan baik ketika ada banyak suara di lingkungan sekitarnya. Ini dapat ditingkatkan





menggunakan HMM atau DNN untuk pengenalan pola, bukan VQ. [8]Melakukan penelitian mengenai pengenalan suara untuk mengenali suara melalui perintah dengan menggunakan informasi spektral frekuensi dimana frekuensi Mel digunakan untuk meningkatkan representasi fitur suara dan juga memberikan tinjauan umum teknik yang dikembangkan di setiap tahap pengenalan. [9]Melakukan penelitian untuk sistem pengenalan suara yang dapat menerjemahkan input suara menjadi teks menggunakan MFCC dan teknik VQ. Sistem ini terdiri dari dua komponen, komponen pertama adalah untuk pemrosesan sinyal akustik yang ditangkap oleh mikrofon dan komponen kedua adalah menginterpretasikan sinyal suara, kemudian memetakan sinyal ke kata-kata. Model untuk setiap huruf dibangun menggunakan Hidden Markov Model (HMM). Ekstraksi fitur suara dilakukan dengan menggunakan Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). Fitur pelatihan dataset dilakukan dengan menggunakan kuantisasi vektor sedangkan pengujian fitur dataset dilakukan menggunakan algoritma viterbi dan hasil Fitur yang diekstrak akan disimpan dalam file .mat

Discrete hartley transform adalah transformasi spektral yang terkait erat dengan transformasi Fourier . Discrete hartley transform disingkat menjadi DHT, transformasi ini diusulkan oleh R. V. L. Hartley pada tahun 1942 [10] . Dibandingkan dengan transformasi Fourier, *discrete hartley transform* memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh transformasi Fourier dimana di dalam perhitungannya *discrete hartley transform* tidak menggunakan perhitungan yang rumit sehingga menghasilkan algoritma lebih efisien[11]. Semua anggota keluarga Fourier sampai sekarang melakukan perhitungan pada nilai-nilai kompleks yang membutuhkan ruang penyimpanan besar, tetapi tidak dengan *discrete hartley transform*, transformasi DHT hanya mengubah nilai riil menjadi nilai nyata[12]. Oleh karena itu, perhitungan *discrete hartley transform* hanya membutuhkan ruang penyimpanan yang lebih sedikit dan komputasi yang lebih efisien sehingga saat sesuai jika diterapkan pada sistem pengenalan suara yang membutuhkan pemakaian memori yang besar dalam pemrosesannya[10].

Saat ini *discrete hartley transform* sudah banyak diterapkan di bidang pemrosesan sinyal suara. Seperti alat potensial untuk pemrosesan sinyal dan aplikasi komunikasi, misalnya, perhitungan konvolusi melingkar, dan dekonvolusi, interpolasi sinyal bernilai nyata, kompresi gambar, kode kontrol kesalahan, pemfilteran adaptif, modulasi multi-carrier dan banyak aplikasi lain[12]. Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai *analisis discrete hartley transform* (DHT) dalam mengenali suara *sandi morse*. Dikarenakan masih kurangnya pembahasan pengujian tingkat efisiensi pada metode *discrete hartley transform* dan persentase akurasinya. Penelitian ini dilakukan dengan harapan mendapatkan persentase tingkat ke akurasi dari *discrete hartley transform* dalam mengenali suara *sandi morse* yang dihasilkan melalui alat bantu peluit.

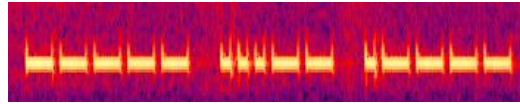
## 2. Landasan Teori

### a. Sandi Morse

Sandi morse adalah sistem representasi huruf, tanda baca, dan angka dengan menggunakan kode titik dan garis yang disusun mewakili karakter tertentu pada alfabet atau sinyal pertanda yang telah disepakati penggunaannya di seluruh dunia. Sandi morse diciptakan oleh Samuel F.B. Morse dan Alfred Vail pada tahun 1835 yang merupakan contoh bentuk komunikasi digital awal. Sandi morse pertama kali digunakan secara luas setelah teknologi radio dan telegrafi berkembang pesat diakhir abad ke-19 [3]. Telegrafi sandi morse dikodekan secara langsung dan dikirim melalui pemancar, keuntungan dari sandi morse yaitu metode pengkodeanya yang sederhana dan kemudahan dalam implementasinya. Pada awal-awal penggunaannya dipakai untuk pengiriman pesan antara dua tempat yang terpisah jauh dengan menggunakan teknologi radio atau gelombang tetap sebelum ditemukannya komunikasi radio dengan suara. Hal ini dikarenakan radio pada masa awalnya masih pada penggunaan gelombang rendah, yang tidak mampu mengirimkan gelombang suara, namun dapat mengirimkan bunyi sederhana seperti bunyi panjang pendek pada sandi morse [1][22]

Sandi morse juga digunakan dan dipelajari di dunia kepramukaan atau militer. Sandi morse yang telah ada terus dikembangkan dengan menambahkan beberapa kode untuk tanda baca yang telah disepakati di dunia internasional. Pada kegiatan pramuka sandi morse disampaikan menggunakan alat bantu senter atau peluit, penyampaian sandi morse pada alat bantu peluit disampaikan dengan cara meniup peluit dengan durasi pendek untuk mewakili titik dan meniup peluit dengan durasi panjang untuk mewakili garis [2][22] Pada gambar dibawah dapat dilihat contoh sinyal standart dan tabel penjabaran representasi huruf, tanda baca dan angka dari sandi morse :





Gambar 1. Sinyal standar sandi morse[21]

Tabel 1. Sandi Morse Alfabet[13]

Alphabet	Sandi	Alphabet	Sandi
A	.-	N	-.
B	---	O	---
C	-. .	P	.-. .
D	-. .	Q	--- .
E	.	R	.-. .
F	.-. .	S	...
G	-. .	T	-
H	....	U	..-
I	..	V	...-
J	.---	W	.-.
K	-. -	X	-..-
L	.-. .	Y	-. -
M	--	Z	---.

Tabel 2. Sandi Morse Tanda Baca[3]

Tanda Baca	Sandi	Tanda Baca	Sandi
Titik [ . ]	.-.-.-	Sama dengan [ = ]	-.-.-
Pertik dua [ “ ]	.-.-. .	Garis miring [ / ]	-.-. .
Koma [ , ]	---.---	Kurung buka [ ( ]	-.-.-. .
Tanya [ ? ]	..-.-. .	Kurung Tutup [ ) ]	-.-.-. .
Seru [ ! ]	-.-.-. .	Kurang [ - ]	-.-.-. .
Titik dua [ : ]	---.---	Tambah [ + ]	-.-. .

Tabel 3. Sandi Morse Angka[13].

## b. Pengolahan Suara

Suara adalah bentuk komunikasi yang efisien berinteraksi satu sama

pengenalan suara umumnya tersedia untuk berbagai tugas yang terbatas namun menarik. Sistem pengenalan suara adalah dimana mesin atau program mampu untuk menerima, memahami dan mampu

Nomor	Sandi	Nomor	Sandi
1	.----	6	-.---
2	..---	7	---..
3	...--	8	----.
4	....-	9	-----
5	.....	0	-----

dasar dari metode bagi manusia untuk lain. Saat ini sistem





melaksanakan perintah yang diucapkan[8]. Sistem pengenalan suara memungkinkan alat berat merespons dengan benar terhadap perintah suara manusia. Karena berkomunikasi dengan komputer lebih cepat menggunakan suara daripada menggunakan keyboard. Ini dapat dicapai dengan mengembangkan sistem pengenalan suara: ucapan-ke-teks yang memungkinkan komputer menerjemahkan permintaan suara ke dalam teks. Sistem pengenalan suara to teks adalah proses mengubah sinyal akustik yang ditangkap menggunakan mikrofon ke serangkaian kata. Data yang direkam dapat digunakan untuk persiapan sampling. Pengenal suara bertujuan untuk mengekstraksi informasi leksikal dari sinyal suara secara terpisah dari pembicara dengan mengurangi variabilitas antar-pembicara. Pengenalan suara berkaitan dengan penggalian identitas orang tersebut[7].

Klasifikasi sistem pengenalan suara dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yang dijelaskan di bawah ini [8][9]:

#### A. Jenis ucapan ujaran

Pengenalan ucapan diklasifikasi berdasarkan jenis ucapan yang mereka miliki untuk dikenali. Mereka tergolong sebagai:

- 1) Kata terisolir: Pengenal kata terisolir biasanya mengharuskan setiap kata yang diucapkan tenang (kurangnya sinyal audio) pada sampel. Ia menerima satu kata pada suatu waktu.
- 2) Kata terhubung: Ini mirip dengan kata terisolasi, tetapi memungkinkan ucapan terpisah untuk 'run-together' yang berisi jeda minimum.
- 3) Suara real time: memungkinkan pengguna untuk berbicara secara alami dan secara paralel komputer akan menentukannya.
- 4) Spontan Suara: Ini adalah jenis suara yang terdengar alami dan tidak dilatih.

#### B. Jenis model speaker

Sistem pengenalan suara secara luas menjadi dua kategori utama berdasarkan model speaker yaitu speaker dependen dan independent speaker[14].

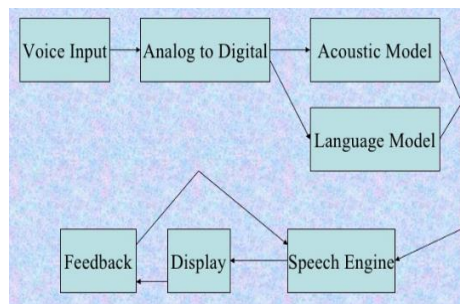
- 1) Model dependen speaker: Sistem ini dirancang untuk speaker tertentu. Mereka lebih mudah untuk dikembangkan dan lebih akurat tetapi mereka tidak begitu fleksibel.
- 2) Model independen speaker: Sistem ini dirancang untuk beragam speaker. Sistem ini sulit untuk dikembangkan dan kurang akurat tetapi sangat fleksibel.

#### C. Jenis kosakata

Ukuran kosakata sistem pengenalan suara memengaruhi persyaratan pemrosesan, akurasi, dan kompleksitas sistem. Dalam sistem pengenalan suara: ucapan-ke-teks, jenis kosa kata dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Kosakata kecil: satu huruf.
- 2) Kosakata sedang: dua atau tiga kata huruf.
- 3) Kosa kata besar: contohnya 1 lembar surat.

Untuk pemahaman umum pada sistem pengenalan suara dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Diagram blok umum sistem pengenalan ucapan[15]

### c. Discrete hartley transform (DHT)

Discrete hartley transform adalah transformasi spektral yang terkait erat dengan transformasi Fourier . Discrete hartley transform disingkat menjadi DHT, transformasi ini diusulkan oleh R. V. L. Hartley pada tahun 1942[10][16]. Dibandingkan dengan transformasi Fourier, *discrete hartley transform* memiliki





kelebihan yang tidak dimiliki oleh transformasi Fourier dimana di dalam perhitungannya *discrete hartley transform* tidak menggunakan perhitungan yang rumit sehingga menghasilkan algoritma lebih efisien[11]. Semua anggota keluarga Fourier sampai sekarang melakukan perhitungan pada nilai-nilai kompleks yang membutuhkan ruang penyimpanan besar, tetapi tidak dengan *discrete hartley transform*, transformasi DHT hanya mengubah nilai riil menjadi nilai nyata. Oleh karena itu, perhitungan *discrete hartley transform* hanya membutuhkan ruang penyimpanan yang lebih sedikit dan komputasi yang lebih efisien sehingga saat sesuai jika diterapkan pada sistem pengenalan suara yang membutuhkan pemakaian memori yang besar dalam pemrosesannya[10].

Discrete hartley transform (DHT) berbentuk:

$$H(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \text{cas}(\omega x) dx \quad (1)$$

Sedangkan inversi transformasi hartley berbentuk:

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} H(\omega) \text{cas}(\omega x) d\omega \quad (2)$$

$$\text{dimana } \text{cas}(\omega x) = \cos(\omega x) + \sin \omega x \quad (3)$$

Untuk data diskrit maka bentuk transformasi Hartleynya adalah sebagai :

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \text{cas}((2\pi / N) nk) \quad (4)$$

sedangkan inversi dari transformasi hartley diskrit adalah :

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \text{cas}(2\pi nk / N) \quad (5)$$

dengan  $N$  jumlah data,  $n = 0, 1, \dots, N-1$ ,  $k = 0, 1, \dots, N-1$  [17][18]

### 3. Metodologi Penelitian

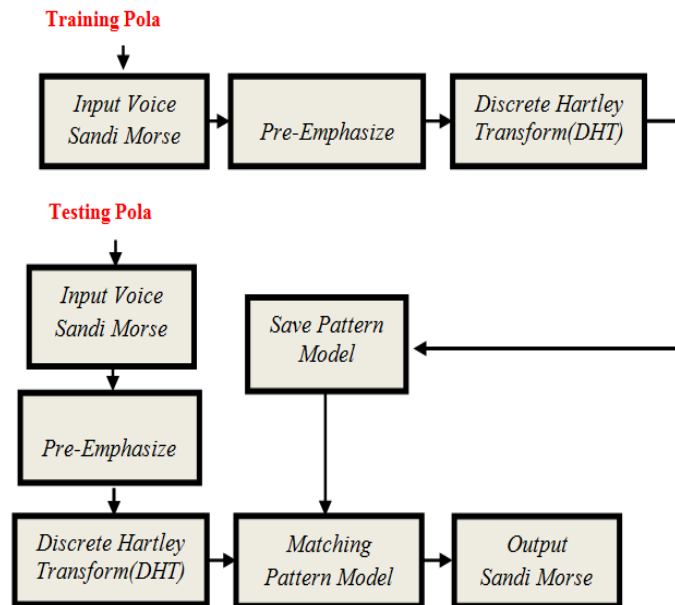
#### a. Datasheet

Datasheet yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sekumpulan *file audio suara sandi morse* alphabet A-Z untuk pelatihan dan pengujian. *File audio* yang digunakan untuk pelatihan maupun pengujian diperoleh dari alat bantu peluit dan direkam dengan bantuan aplikasi *Adobe Audition 1.5*. *File audio* yang digunakan yaitu *file* yang berekstensi WAV. Alasan pemilihan *file audio.WAV* adalah dikarenakan format *audio .WAV* merupakan standar *default* dalam pemrosesan *audio* pada sistem operasi *Windows*.

#### b. Langkah Penelitian

Langkah penelitian secara umum dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini:

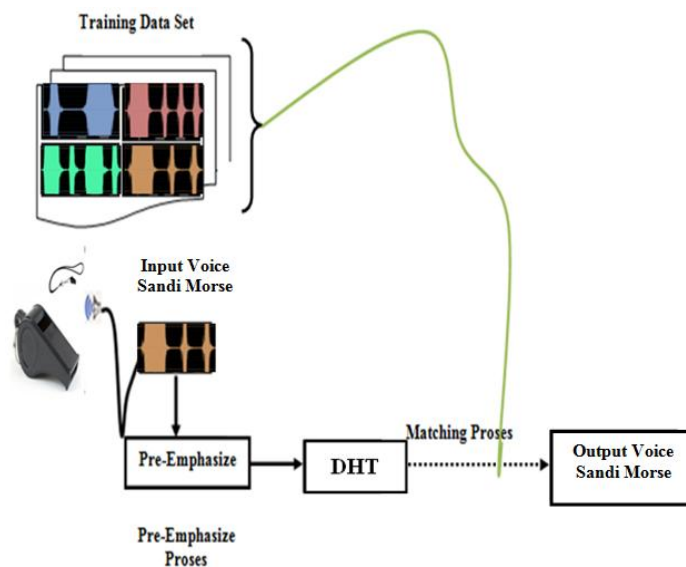




Gambar 3. Langkah Penelitian Secara Umum[19][20]

Pada Gambar 3 terdapat dua buah proses yaitu : proses training dan proses testing, pada proses training sinyal suara inputan dilakukan pre-processing dengan metode *Discrete Hartley Transform(DHT)* dan hasil disimpan sebagai model pola untuk proses pengujian, sedangkan pada proses pengujian sinyal suara inputan diproses dengan metode *Discrete Hartley Transform(DHT)*, kemudian masuk ketahap pencocokan model pola yang telah disimpan pada tahap training, jika model pola mirip atau mendekati pola training maka output dari klasifikasi merupakan hasil klasifikasi.

Langkah penelitian secara keseluruhan pengenalan suara sandi morse yang dibangun dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 4

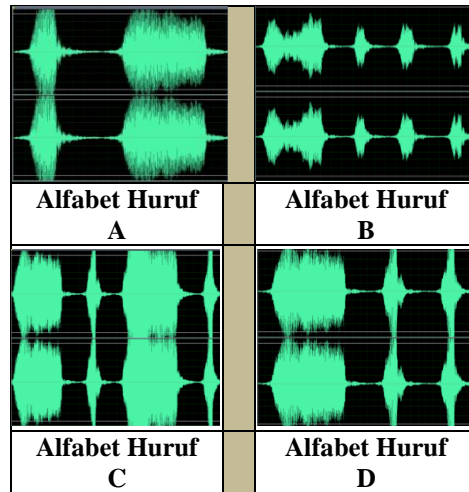


Gambar 4. Langkah Penelitian Secara Keseluruhan[19][20]



#### 4. Hasil dan Pembahasan

Sampel suara yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 260 sampel suara sandi morse alfabet A-Z yang diperoleh dari alat bantu peluit dan direkam dengan bantuan aplikasi *Adobe Audition 1.5*. *File audio* yang digunakan yaitu *file* yang berekstensi WAV. Dibawah ini dapat dilihat contoh beberapa frekuensi untuk masing-masing suara sandi morse alfabet yang dihasilkan melalui alat bantu peluit.



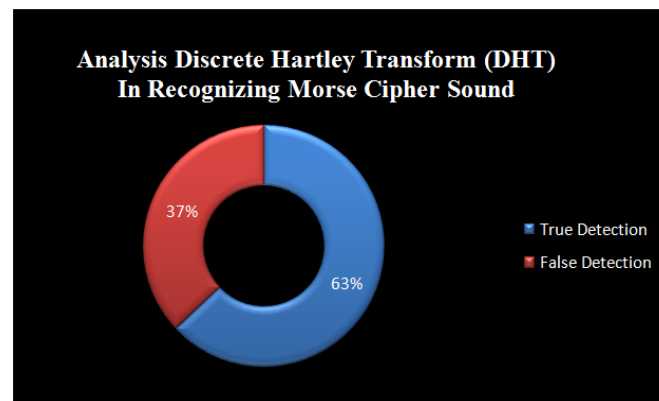
Tabel 4. Hasil unjuk kerja sitem dengan 60% pelatihan dan 40% pelatihan

	Alphabet	True Detection	False Detection
D H T	A	2	2
	B	1	3
	C	1	3
	D	2	2
	E	2	2
	F	2	2
	G	1	3
D H T	H	3	1
	I	2	2
	J	3	1
	K	2	2
	L	3	1
	M	3	1
	N	3	1
	O	2	2



	P	3	1
	Q	4	0
	R	3	1
	S	3	1
D	T	2	2
	U	4	0
H	V	2	2
	W	2	2
T	X	3	1
	Y	3	1
	Z	3	1
Total		64	40
Total True Detection		64/104 = 0.62	
Total False Detection		40/104 = 0.38	

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata sampel suara sandi morse alphabet A-Z dengan perbandingan 156 sampel pelatihan dan 104 sampel pengujian yang berhasil dikenali mencapai 0,62% sedangkan rata-rata sampel yang tidak berhasil dikenali hanya 0,38%. Persentase percobaan pada penelitian ini adalah 62% true detection dan 38% false detection.



Gambar 5. Grafik sistem pengenalan suara sandi morse alfabet A-Z

## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa discrete hartley transform (DHT) tidak bekerja secara optimal dalam mengklasifikasikan suara sandi morse yang dihasilkan melalui alat peluit, dikarenakan sejumlah besar sampel suara yang digunakan terdapat noise. Untuk meningkatkan kualitas discrete hartley transform (DHT) dalam mengklasifikasikan suara, tahap pra-pemrosesan dapat menambahkan metode pengurangan noise untuk melatih dan menguji sampel suara. Efisiensi dari metode discrete hartley transform (DHT) cukup baik dalam penelitian ini, dikarenakan discrete hartley transform (DHT) tidak melakukan perhitungan pada nilai kompleks yang membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, tetapi discrete hartley transform (DHT) hanya mengubah nilai riil menjadi nilai nyata dalam proses komputasi.



## References

- [1] Cicek, A & Yilmaz, A.E. (2013). A new Morse code scheme optimized according to the statistical properties of Turkish. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*
- [2] Nurpandi, F. Dendi, F. (2017). Mikrokontroler sandi morse dalam bentuk cahaya dan suara dengan bluetooth control android. *Media Jurnal Informatika* Vol. 9, No.1
- [3] Juliatmojo, T. Eko, A. (2013). Pembelajaran Sandi Morse Dan Sandi Semaphore Dalam Bentuk Simulasi Berbasis Multimedia. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika* Volume 1 Nomor 1
- [4] Taha, M.H. (2016). Fast algorithm for computing the discrete hartley transform of type-ii. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)* Vol. 4, No. 2
- [5] Aloui, N.Souha, B, and Adnane, C. (2019). New Algorithm for Speech Compression Based on Discrete Hartley Transform. *The International Arab Journal of Information Technology*, Vol. 16, No. 1,
- [6] Mounir T.H. (2016). New Decimation-in-Time Fast Hartley Transform Algorithm. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* Vol. 6, No. 4
- [7] Mahalakshmi, P. muruganandam, m. & sharmila, a. (2016). voice recognition security system using mel-frequency cepstrum coefficients. *asian j pharm clin res*, vol 9, suppl. 3
- [8] Bhavneet, K. (2014). Major Challenges of Voice Command Recognition Technique. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 5, Issue 8
- [9] Prerana, D. Kakali, A. Pranab, D & Vijay, P. (2015). Voice Recognition System: Speech-To-Text. *Journal of Applied and Fundamental Sciences* Vol 1(2)|
- [10] Pitambar, K.P. Janmejaya, S & Sambit, P. (2017). High Speed and Area Efficient Discrete Hartley Transform using Urdhwa Multiplier. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* Vol. 6, Issue 2
- [11] Shrideh K. Q. Al-Omari. (2013). Hartley transforms on a certain space of generalized functions. *Georgian Math. J.* 20
- [12] Narayan, M.M and Sreekanth, K.(2017). Relation between Type-II Discrete Sine Transform and Type -I Discrete Hartley Transform. *Journal of Engineering Research and Application* Vol. 7, Issue 6
- [13] Lalrokima, C. (2013). Alternative communication systems in disaster – torchlight Morse code communication in Mizoram. *Sci Vis* Vol 13 Issue No 4
- [14] Mudapally, S. D.V.R. (2014). Design and implementation of Discrete Hartley Transform (DHT) and Fast Fourier Transform (FFT) based OFDM System in AWGN Channel. *International Journal of Scientific Engineering and Technology Research* Volume.03, IssueNo.35
- [15] Shruti, J. Aarti, K. dkk. (2017). Voice Recognition System. *Journal for Research* | Volume 03 | Issue 01
- [16] Tseng, C and Su-Ling, L. (2010). Design Of Fractional Order Differentiator Using Discrete Hartley Transform. *18th European Signal Processing Conference (EUSIPCO-2010)*
- [17] Dr. P.K.S. (2013). Application Of Simplified Fractional Hartley Transform. *International Journal of Advanced Engineering Technology /IV/IV/*
- [18] Rosid, S and Benny, I. Aplikasi Transformasi Hartley pada Analisa Kontinuitas Data Gravitasi dan Geomagnet. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI Jateng & DIY*
- [19] Herza, B. Reyhan, A.R. dkk. 2019. Recognition of Music Tools Batak Toba Using Discrete Cosine Transform (DCT). *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 2 (2)
- [20] Muhathir. Rizki, M. & Susilawati. 2019. Fast Fourier Transform Analysis for Voice Recognition Registers Women in Techniques Singing. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*, 2 (2)
- [21] Xianyu, W. Qi, Z. Cheng, M & Jianping, X. (2018). Automatic Morse Code Recognition Under Low SNR. *Advances in Engineering Research*, volume 149

