

Studi Pengembangan Sinyal DTMF Custom Digunakan Untuk Sinyal Watermarking

Custome DTMF Signal Development Study Used For Watermarking Signals

Mohammad Farid Susanto

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong,
Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat
mfarids@polban.ac.id

Abstrak – Sinyal DTMF Standar banyak digunakan pada perangkat telepon tetap atau bergerak dan digunakan pada kendali jarak jauh yang umum digunakan oleh masyarakat, bila digunakan untuk watermarking maka nada yang dibangkitkan terdengar oleh telinga manusia, hal ini dapat disadap atau direkam sehingga nadanya dapat dikonvert ke decoder DTMF maka keluar angka, pada akhirnya tidak terjamin keamanan sistem pengendaliannya. Agar terjamin keamanannya perlu dikembangkan sinyal DTMF Custom tidak terdengar di telinga manusia untuk digunakan sebagai sinyal Watermarking. Penelitian ini dilakukan dengan berbagai macam perubahan frekuensi, lalu dianalisis kesesuaian frekuensi, pengaruh break time pembacaan sinyal DTMF Custom dipenerima. Hasil penelitian ini diharapkan sinyal DTMF Custom yang digunakan sebagai sinyal watermarking terbaca dengan baik dan tidak mengganggu sinyal audio yang di campur (mixing).

Kata kunci : Sinyal DTMF standar, Sinyal DTMF Custom, Watermarking.

Abstract - Standard DTMF signals are widely used on fixed or mobile telephone devices and are used on remote controls that are commonly used by the public. When used for watermarking, the tone raised is heard by human ears, this can be tapped or recorded so that the tone can be converted to DTMF decoder so out the numbers, in the end the security of the control system is not guaranteed. In order to ensure safety, it is necessary to develop DTMF Custom signals not heard in human ears to be used as watermarking signals. This research was conducted with a variety of changes in frequency, then analyzed the suitability of frequency, the effect of break time Custom DTMF signal readings received. The results of this study are expected to be Custom DTMF signal which is used as a watermarking signal that is read properly and does not interfere with the mixed audio signal.

Keywords: Standard DTMF signals, DTMF Custom signals, Watermarking

1. Pendahuluan

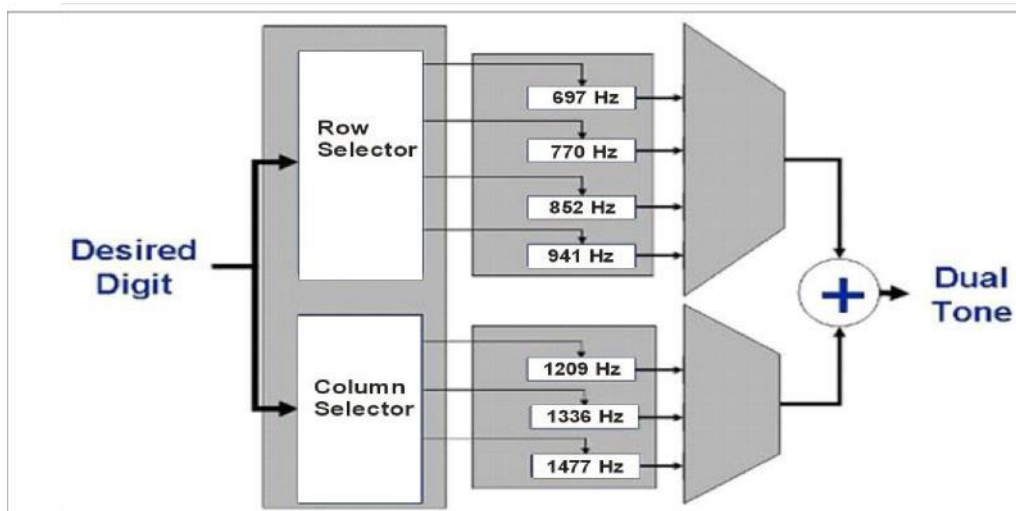
Standar DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) ITU-T Recommendation Q.23. standar yang digunakan ada perangkat telepon tetap atau bergerak menggunakan teknologi DTMF yaitu dual tone multiple frequencys adalah teknik mengirimkan angka angka pembentuk nomor telpon yang dikodekan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan, 8 frekuensi tersebut terdiri dari sisi baris 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, sisi kolom 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz, seperti terlihat dalam Gambar 1 angka 1 dikodekan dengan 697 Hz dan 1209 Hz, angka 9 dikodekan dengan 852 Hz dan 1477 Hz. [18]

Kombinasi dari 8 frekuensi tersebut bisa dipakai untuk mengkodekan 16 tanda, tapi pada pesawat telepon biasanya tombol "A" "B" "C" dan "D" tidak dipakai, seluruh nada yang dibangkitkan masih terdengar, seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.

	1209Hz	1336Hz	1477Hz	1633Hz
697Hz	1	2	3	A
770Hz	4	5	6	B
852Hz	7	8	9	C
941Hz	*	0	#	D

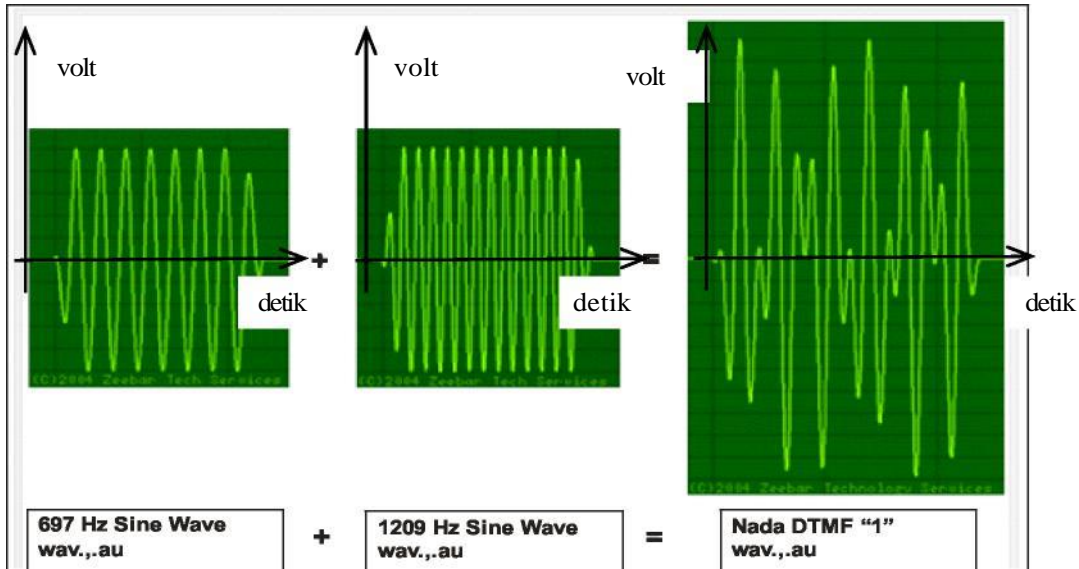
Gambar 1 Kombinasi nada DTMF [4].

Untuk keperluan yang lain pada kebutuhan sinyal DTMF sebagai watermarking yang tidak terdengar maka di kembangkan sinyal untuk kebutuhan khusus dinamakan *DTMF Custom*. *DTMF Custom* yaitu sinyal yang dibangkitkan diluar frekuensi standar, bisa diatas atau dibawah dari frekuensi standar. Pengembangan *DTMF Custom* sangat penting untuk keperluan sinyal watermarking yang digunakan di berbagai kebutuhan sinyal informasi, sebagai tanda kepemilikan juga pesan rahasia, dengan menggunakan metode mixing antara sinyal informasi dengan sinyal watermarking pada kawasan waktu.



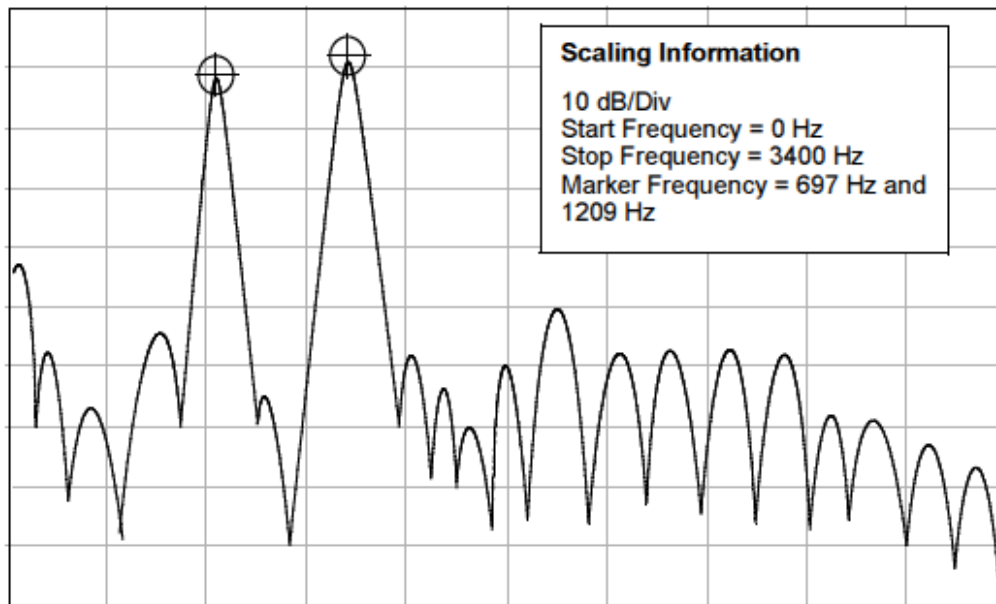
Gambar 2 Blok diagram Pembangkit DTMF [4].

Frequency band pada DTMF terdiri atas dua *Band Pass Filter (BPF)* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu *low group filter* dan *high group filter* yang akan menghasilkan suatu sinyal DTMF pada penggabungan kedua *band* tersebut dalam kawasan waktu.



Gambar 3 Sinyal DTMF angka “1” dalam kawasan waktu.

Untuk penggabungan masing-masing sinyal DTMF yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan kombinasi frekuensi yang bernilai antara 697 Hz (*low frequency*) dan 1209 Hz (*high frequency*) yang menghasilkan nada DTMF “1”. Secara spektrum (dalam kawasan frekuensi) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Filter pemisah frekuensi DTMF (dalam kawasan frekuensi) [11].

2. Metode Penelitian

1) Tahapan Penelitian

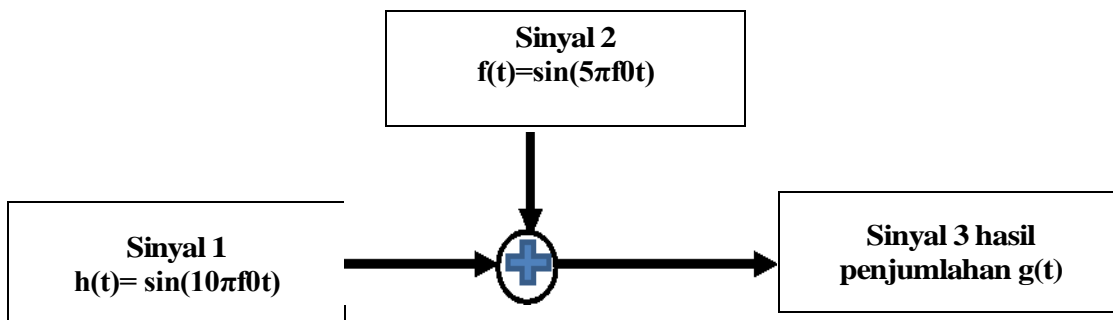
Tahapan dalam pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) Studi Pustaka : dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum dan teori dasar yang mendukung perancangan ini. Proses kegiatannya dilaksanakan melalui media internet, perpustakaan, buku-buku referensi yang menunjang, jurnal-jurnal literatur, majalah, artikel dan makalah-makalah serta informasi-informasi yang menambah pemahaman dan wawasan peneliti.
- b) Merancang *kode DTMF Custom* , untuk mengetahui parameter yang dibutuhkan berdasarkan spesifikasi alat yang dirancang.
- c) Mengamati respon penempatan kode dari hasil pencampuran sinyal *audio* berbagai sisi untuk mendapatkan hasil pembacaan kode yang optimal.
- d) Mengetes parameter sinyal yang telah disisipkan kode watermarking *DTMF Custom*
- e) Menganalisis data pengukuran dan menyimpulkan karakter dan penempatan penyisipan kode *DTMF Custom* yang terbaik.
- f) Melakukan pengujian dan pengukuran
- g) Menganalisis data pengukuran dan menyimpulkan.
- h) Memberi saran untuk pengembangan selanjutnya.
- i) Pengambilan kesimpulan

Setelah selesai pengujian secara sistem secara keseluruhan akan diambil data hasil pengujiannya dan hasil yang diperoleh akan dilihat apakah sudah sesuai perancangan yang diinginkan dan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

2) Diagram Blok Produk Penelitian

Produk penelitian ini terdiri dari beberapa blok, ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Metode penyisipan kode *DTMF Custom* , metode penyisipan dengan teknik *mixing* (percampuran) ditunjukkan ada Gambar 6, kode dalam sinyal audio bercampur dengan tujuan mendapatkan posisi pencampuran kode dengan sinyal audio.



Gambar 5. Blok diagram pencampuran sinyal.

Secara matematis dinyatakan sebagai berikut :

$$g(t) = f(t) + h(t) \dots\dots\dots(1)$$

$$g(t) = \sin(5\pi f_0 t) + \sin(10\pi f_0 t) \dots\dots\dots(2)$$

Mixing (Percampuran) adalah proses menggabungkan beberapa sumber audio atau lagu secara bersama-sama untuk *output* sebagai sumber tunggal. Secara diagram blok seperti Gambar 5.

3) Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian mencakup perangkat keras dan perangkat lunak dan bahan (data), sebagai berikut :

Perangkat keras

Laptop dengan spesifikasi :

- a) prosesor Core i3 generasi ke enam
- b) 80GB Enhanced IDE
- c) 4GB RAM
- d) 15" LCD Screen
- e) DVD+/-RW/R, CD-RW Combo w/Double Layer Support
- f) Genuine Window XP
- g) Perangkat detektor kode

Perangkat lunak

Cool Edit Pro 2.1

Bahan Penelitian

Studi Pengembangan Sinyal *DTMF Custom* Untuk Digunakan Sinyal Watermarking

4) Proses Penelitian

Pemilihan frekuensi kode *DTMF Custom* didasarkan pada batas kemampuan pendengaran manusia mendengar dari 300 Hz. Sampai dengan 15 kHz, agar kode tidak terdengar maka daerah frekuensi kode *DTMF* dibangkitkan pada frekuensi 15998 Hz. sampai dengan 18005Hz. kode *DTMF* yang disisipkan dibangkitkan pada frekuensi 16 kHz. sampai 18kHz. artinya dibawa frekuensi audio, sehingga kode dapat dibaca tetapi tidak terdengar oleh manusia. Lokasi penelitian dilakukan di Lab TELKOM Polban, agar beberapa fasilitas dapat digunakan seperti osilloscope, Waktu pengerjaan dilakukan pada jam kerja, diluar jam mengajar dan pengabdian masyarakat. Jika waktunya masih kurang maka ini dilakukan diluar jam kerja, dan dicatat di *logbook*.

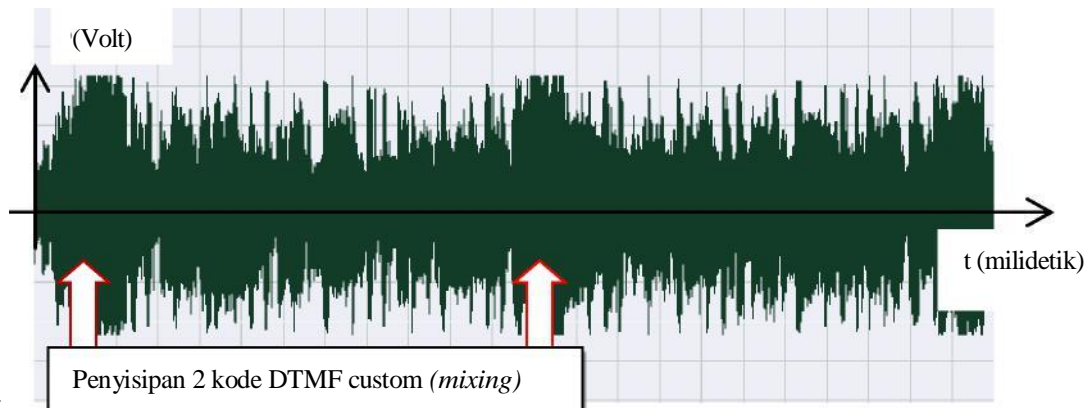
5) *DTMF Custom*

Pembangkit *DTMF Custom* adalah pembangkit sinyal *DTMF* yang nilai frekuensi baris dan kolom tidak sesuai nilai standar *DTMF* menurut *International Telecommunication Union-Telegrafi (ITU-T) Recommendation Q.23*, artinya frekuensi yang dibangkitkan dapat dirancang sesuai kebutuhan. Pembangkit *DTMF Custom* direncanakan dalam penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Frekuensi *DTMF Custom*.

<i>Low Frequency (Hz)</i>	<i>High Frequency (Hz)</i>		
	<i>17005</i>	<i>17502</i>	<i>18005</i>
<i>15998</i>	1	2	3
<i>16205</i>	4	5	6
<i>16398</i>	7	8	9
<i>16798</i>	*	0	#

Decoder *DTMF Custom* adalah penerima *DTMF* tidak menggunakan standar *ITU-T Recommendation Q.23*, direncanakan frekuensinya menyesuaikan frekuensi dari pembangkit *DTMF Custom*. Berikut gambar 6 contoh penyisipan watermarking dengan metode mixing.



Gambar 6

Teknik penyisipan 2 kode DTMF custom (*mixing*).

Sehingga bila frekuensi DTMF Standar dan DTMF Custom ini dibandingkan terlihat perbedaan frekuensi yang ditampilkan seperti yang ditunjukkan pada Table 2

Tabel 2 Perbandingan Frekuensi DTMF Standar dengan *Custom*.

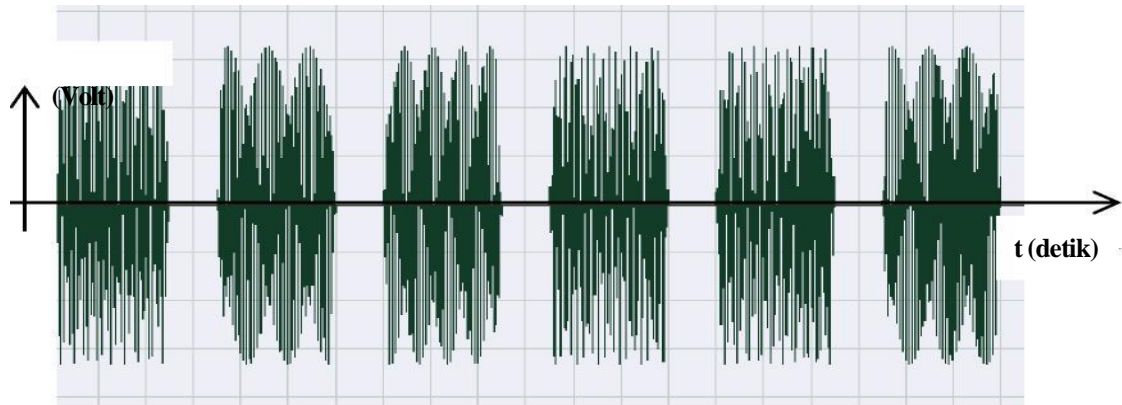
Angka	Frekuensi DTMF Standar (Hz)		Frekuensi DTMF Custom (Hz)	
	Baris	Kolom	Baris	Kolom
1	697	1209	15998	17005
2	697	1336	15998	17502
3	697	1477	15998	18005
4	770	1209	16205	17005
5	770	1336	16205	17502
6	770	1477	16205	18005
7	852	1209	16398	17005
8	852	1336	16398	17502
9	852	1477	16398	18005
*	941	1209	16798	17005
0	941	1336	16798	17502
#	941	1477	16798	18005

Terlihat dalam tabel 2, frekuensi DTMF standar, sisi baris pada frekuensi 597 Hz sampai dengan 941Hz dan sisi kolom pada frekuensi 1209 Hz. sampai dengan 1477 Hz selanjutnya frekuensi DTMF custom, sisi baris pada frekuensi 15999 Hz sampai dengan 16798 Hz dan sisi kolom pada frekuensi 17005 Hz. sampai dengan 18005 Hz. Nada yang dihasilkan pada DTMF standar terdengar di telinga manusia. Bila dibandingkan dengan DTMF custom nada tidak terdengar di telinga manusia, maka dapat di dimanfaatkan sebagai sinyal watermarking.

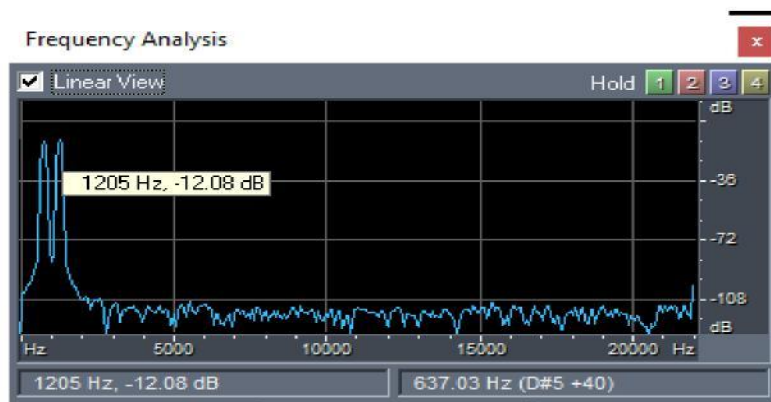
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Pembangkit Sinyal DTMF standar ditunjukkan seperti pada Gambar 7 menampilkan angka 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.

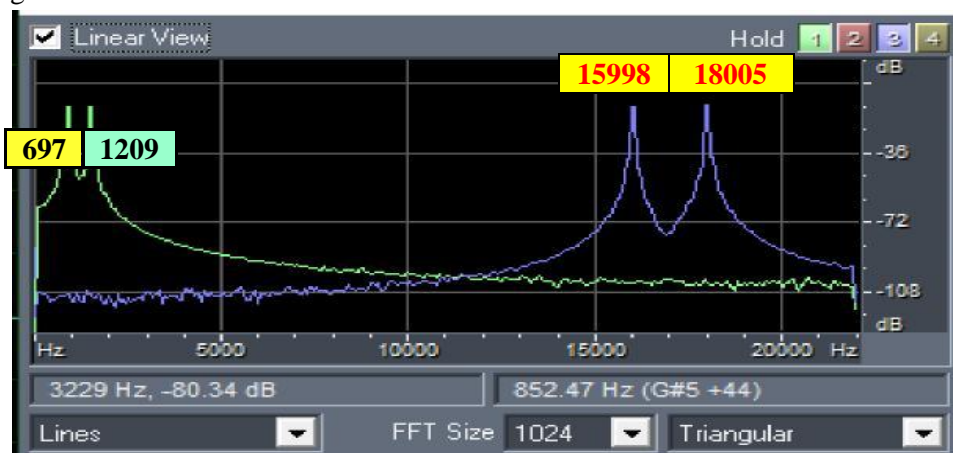


Gambar 7 Sinyal DTMF standar angka 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.



Gambar 8 Spektrum DTMF Standar angka 1.

Sinyal pada Gambar 7 adalah sinyal DTMF Standar, maka spektrum yang ditampilkan seperti pada Gambar 8, bekerja dua frekuensi 697 Hz. dan 1209 Hz. yang diartikan sebagai angka “1” . Selanjutnya dua sinyal DTMF standar dan sinyal DTMF custom dibangkitkan bila ditampilkan dalam spektrum frekuensi yang di ditunjukkan pada Gambar 9, tampak terpisah jarak antara sinyal DTMF Standar dengan DTMF Custom.



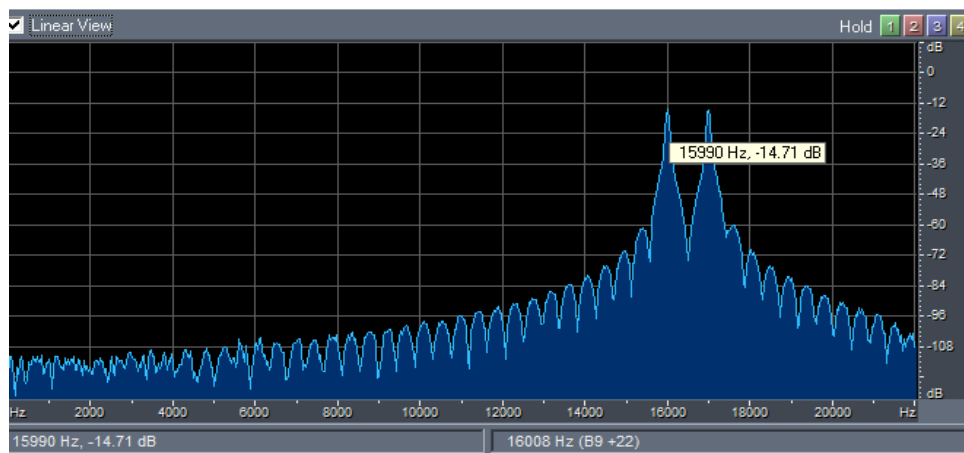
Gambar 9 Perbandingan spektrum DTMF standar dengan custom 15998Hz sd 18005Hz.

Berikut hasil

pembangkit sinyal DTMF Custom dalam kawasan waktu ditampilkan pada Gambar 10.

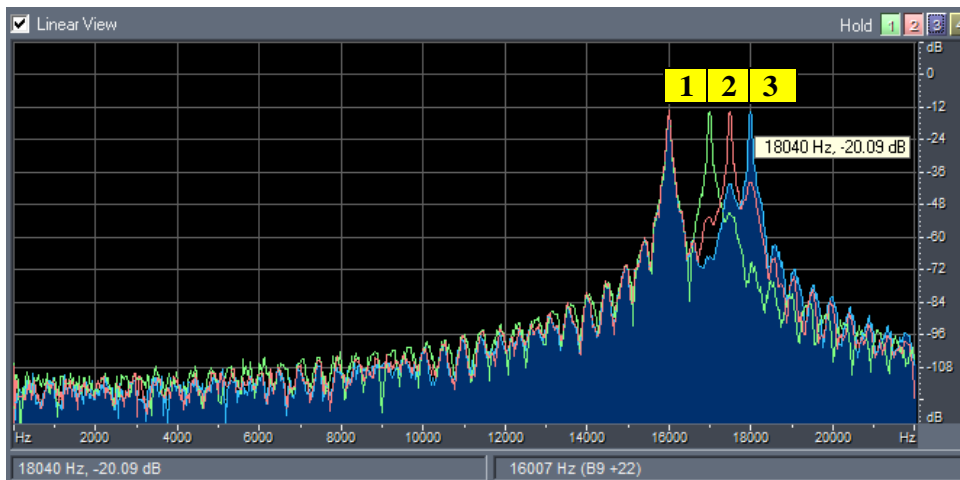


Gambar 10 Sinyal DTMF Custom dibangkitkan angka 1 2 3 dalam kawasan waktu



Gambar 11 DTMF Custom dibangkitkan Spektrum 15990 Hz menampilkan angka “1”.

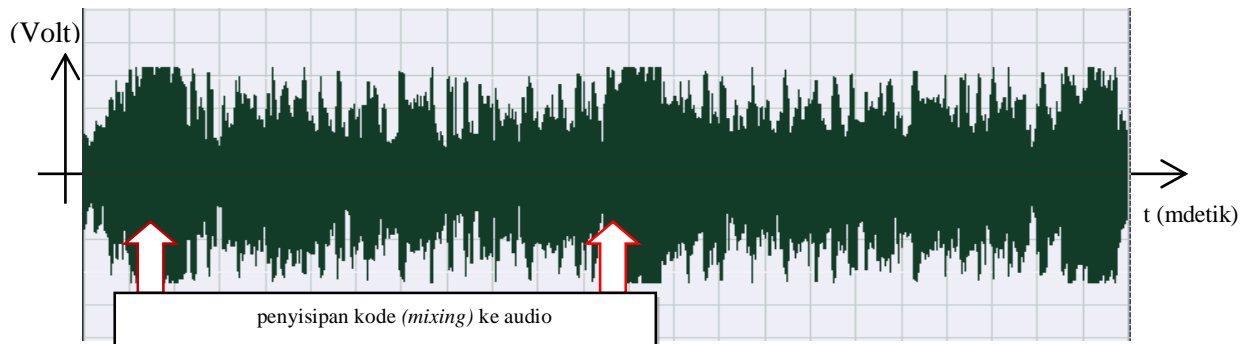
Kemudian Gambar 10 dibangkitkan angka 1, 2 dan 3 dilakukan pengukuran ditampilkan dalam spektrum seperti pada Gambar 12.



Gambar 12 Spektrum DTMF Custom angka 1, 2 dan 3.

3.2 Penyisipan dan Pembacaan kode

Sinyal DTMF Custom tadi Gambar 10 di mixing dengan sinyal audio, berikut contoh percobaan yang dilakukan, sinyal kode "123", "456" dan "789". seperti pada Gambar 13.



Gambar 13 Pencampuran audio dan Kode 123 awal, 456 tengah, 789 akhir.

Gambar 13 mencampurkan sinyal audio dengan kode 123, 456 dan 789, hasil pembacaan / deteksi kode DTMF Custom ditampilkan pada Gambar 14.



3.3 Gambar 14 Foto Perangkat pendeteksi kode DTMF Custom ditampilkan pada LCD.

Pembahasan

Analisis pembacaan kode yang dicampurkan pada *audio*, hasil deteksi yang dilakukan oleh detektor semua kode terbaca dengan baik, dalam hal ini dapat dikombinasi lebih dari 3 digit. Penempatan kode ditinjau dari sisi pembacaan kode, dapat melakukan pengulangan pembacaan kode seperti ditunjukkan pada Tabel 2, sinyalnya ditampilkan pada Gambar 15 sehingga bila ada pemotongan audio masih ada kode cadangan yang terbaca. Penambahan kode lebih dari satu pada proses pencampuran tidak mempengaruhi panjang sinyal audio, sehingga dianggap aman bila terjadi pengurangan panjang audio.

Tabel 2 Pola penyisipan kode dan bobot sinyal *audio*

Metode	Kode awal	Sinyal audio	Kode tengah	Sinyal audio	Kode akhir	Keter. Kode	Jumlah Kode
1	√	X	X	X	X	Terbaca	Satu di awal
2	X	X	√	X	X	Terbaca	Satu di tengah
3	X	X	X	X	√	Terbaca	Satu di akhir
4	√	X	√	X	X	Terbaca	Dua di awal dan tengah
5	√	X	X	X	√	Terbaca	Dua di awal & akhir
6	X	X	√	X	√	Terbaca	Dua ditengah & akhir
7	√	X	√	X	√	Terbaca	Tiga Awal, tengah & akhir

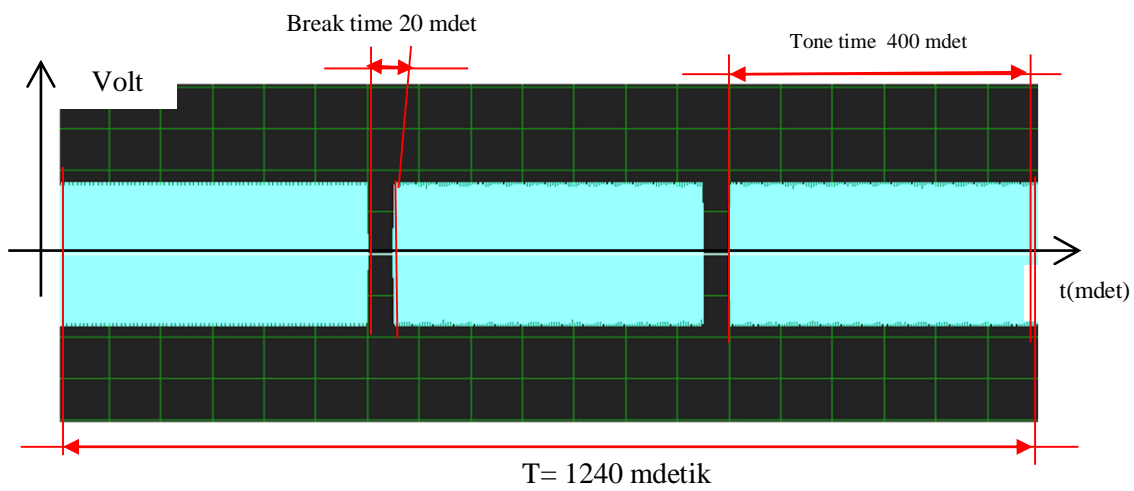
Keterangan : arti dari X = *Audio* tidak terbaca

Catatan :

Kode terbaca didefinisikan pembacaan kode DTMF Custom yang mampu di deteksi di posisi penerima, sehingga hasil pembacaan kode informasi dapat diketahui.

3.4 Panjang Kode DTMF Custom

Panjang kode DTMF yang dicampurkan pada *audio* berdasarkan *standar ITU-T Recommendation Q.23*. sebesar 100 mdetik, untuk penelitian ini panjang kode DTMF Custom didapat sebesar 400 mdetik, *tone time* (kode *DTMF*) ini di *mixing* (dicampur) kedalam sinyal audio, sehingga tidak terjadi perpanjangan (durasi) audio. Panjang kode dipengaruhi respon dekoder, pendek tidak terbaca, panjang tidak terbaca. Panjang Kode yang terbaca di 400 mdetik, 450 mdetik yang diambil dalam percobaan ini 400 mdetik. Seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Panjang total *tone time* dan *break time* T=1240mdet.

3.5 Break Time

Tabel 2 *break time tone* yang terbaca mampu sampai pada = 0 mdet., artinya hasil pembacaan kode dapat mengurangi panjang kode yang dicampurkan. Berlaku kode yang tidak sama desimal “234” , Tetapi kalau kode yang sama secara berturutan ”222” maka yang dibaca oleh *decoder* DTMF Custom dua atau satu digit angka, hal ini dikarenakan *break time* = 0 mdet. Terlalu dekat, *break time* optimal dan yang terpendek 5-10 mdet. Mampu membedakan antar kode. Pada penelitian ini digunakan 20 mdetik.

Pada penelitian ini kode yang dibangkitkan (*tone time*) = 400 mdetik bila panjang kode yang dipakai 3 kode angka desimal ditambah waktu jeda antar kode (*break time*) 10 mdetik, maka panjang *tone time* ditambah *breaktime*, untuk lebih lengkapnya seperti diperlihatkan pada Gambar 15.

Penjelasan seperti pada Gambar 15, Panjang total *tone time* dan *break time* disebut **satu paket kode** Panjang *tone time* ditambah *breaktime* adalah (3x400 mdetik) + (2x20 mdetik) = 1200 mdetik + 20 mdetik =1240 mdetik = 1,24 detik.

Untuk memperpendek durasi kode *DTMF Custom* perlu dilakukan penelitian dan pengembangan untuk memperpendek durasi *tone time*, *breaktime* dan sensititas level.

***Tone time DTMF standar ITU-T Recommendation Q.23*. sebesar 100 mdetik.**

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, studi pengembangan sinyal *DTMF Custom* untuk digunakan sinyal watermarking berhasil dengan baik dan dapat diperoleh kesimpulan :

Sinyal kode *DTMF Custom* berhasil di bangkitkan untuk diimplementasikan sebagai sinyal kode Watermarking pada sinyal *audio*, selanjutnya sinyal *DTMF Custom* berhasil di gabungkan dengan sinyal audio dengan metode mixing yang tidak terdengar pada telinga manusia, respon pembacaan kodenya tergantung sensitifitas penerima (Dekoder), sehingga sinyal kode *DTMF Custom* mempunyai prospek untuk dijadikan sinyal kode watermark dalam mengidentifikasi hasil karya-karya digital.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya disampaikan kepada

- 1) Ketua UPPM POLBAN dan Tim yang telah banyak berkontribusi dalam membantu proses penulisan dan publikasi.
- 2) Dr. Hepi Ludiati, ST., MT. yang telah memberi saran dan masukan dalam penulisan prosiding ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhono H. Supangkat, “*Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital.*” Departemen Teknik Elektro, ITB TEKNIK ELEKTRO, Vol. 6, No. 3, 2000
- [2] Riko Arlando Saragih, “*Metode Parity Coding Versus Metode Spread Spectrum Pada Audio Steganography*”.Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Maranatha pada Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006 (Snati 2006) Issn: 1907-5022 Yogyakarta, 17 Juni 2006
- [3] Edward Ferdian, ” *Steganalisis Teknik Jitter Attack, StirMark dan Mosaic Attack untuk Merusak dan Menguji Ketangguhan Watermark*”. Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2000
- [4] S Nagakishore Bhavanam¹ Dr. P. Siddaiah², Dr. P. Ramana Reddy³, “Goertzel Algorithm based DTMF Detection Using FPGA”, ISSN 0976-3414, Vol. V (1 & 2) June-December, 2013, Acharya Nagarjuna University Journal of Engineering & Technology, A.P.,INDIA
- [5] Min Wu,” *Analysis Of Attacks On Sdmi Audiowatermarks.*” Dept. of Electrical Engineering Dept. of Computer Science. Princeton University, Princeton, NJ 08544, U.S.A., 2000
- [6] Herianto, “*Novel Digital Audio Watermarking*”, Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung 40132. tahun 2000
- [7] Rinaldi Munir, “*Steganografi dan Watermarking Bahan kuliah ke-7 IF5054 Kriptografi*”, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, Bandung, 2004
- [8] Catur Iswahyudi, Iwan Risgianto, “*Penyisipan Pesan Rahasia Pada Citra Digital Dengan Teknik Steganografi*”, Jurusan Teknik Informatika Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta, Vol. 1, No. 1, 2008:24-29.
- [9] Thana, Syan ”*Steganografi pada citra digital dengan Menggunakan Fast Fourier transform.* Thesis, 2008, Perpustakaan Pusat UGM, Yogyakarta
- [10] Judi Prajetno Sugiono, ”*Yuantoro Setiawan, Watermarking Pada File Audio PCM Wav Dengan Metode Echo Data Hiding*”, Sekolah Tinggi Teknik Surabaya Konferensi Nasional Sistem dan Informatika; Bali, 15 Nov 2008, KNS&I08-019-103
- [11] Data Shet_MT8889_ July08-594216 The MT8889C Integrated DTMF Transceiver

-
- [12] Simmons., G., “*The prisoner’s problem and the subliminal channel*” In *Crypto ’83* :halaman 51–67, 1983
- [13] Waheed, Q. (2000). ”*Steganography and Steganalysis*.” PhD. thesis.
- [14] Johnson, N., F.,” *Exploring Staganography: Seeing the Unseen*”, IEEE Computer,pp26-34.Februari1998, <http://isse.gmu.edu/~njohnson/pub/r2026.pdf> >
- [15] Bender, W.,, 1996, “*Techniques for data hiding, IBM Systems Journal*,” Vol 35, No. 3&4, pp 313-336. <http://www.research.ibm.com/journal/sj/353/sectiona/bender.pdf>>.
- [16] William Stallings, “*Data and Computer Communications*”, Sixth Edition, Prentice Hall International, Inc. USA, 2000
- [17] Nyoman Putra Sastra, “*Penggunaan Algoritma Gortzel Untuk Deteksi Frekuensi DTMF berbasis Processor DSP TMS320C31*”, Jurnal Teknik Elektro Universitas Udayana, Vol.3 No.2 Juli – Desember 2004
- [18] Data Sheet *DTMF Generation* from Texas Instruments.Inc. 2007
- [19] S Sir car, *DTMF Coder / Decoder Design using FIIR Banks*, 2007
- [20] <http://www.itk.ilstu.edu/faculty/javila/DataTypes/soundWav.htm#top>
- [21] Rinaldi Munir, “*Skema Asymmetric Watermarking berbasiskan Uji Korelasi*” Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, 2007.