

Perancangan Sistem Komunikasi Suara Berbasis Modul Ultrasonik Menggunakan *Software* Proteus 8.9

Ines Sastre Umayya¹, Moh. Farid Susanto²

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ines.sastre.tcom17@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : mfarids@polban.ac.id

ABSTRAK

Komunikasi jaringan nirkabel terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Perkembangan ini menuntut keandalan komunikasi. Setelah adanya teknologi Li-Fi, *Visible Light Communication*, kini ultrasonik pun menjadi teknologi komunikasi tepat guna yang menarik untuk dikembangkan. Perambatan gelombang suara dengan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi diatas batas ambang pendengaran manusia (>20 KHz) menjadikan gelombang ultrasonik memiliki keandalan transmisi yang baik. Sistem yang dibuat ini merupakan *transceiver* komunikasi yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dua arah. Perancangan rangkaian komunikasi ini dilakukan dengan simulasi. Simulasi pada dasarnya digunakan sebagai pendekatan awal dalam perancangan sebuah sistem, baik yang sederhana hingga kompleks. Perancangan rangkaian elektronika membutuhkan ketelitian serta cara kerja sistem yang terukur dan teruji. Adanya perancangan dalam sebuah simulator, maka cara kerja dan keberhasilan suatu sistem dapat diketahui. Perangkat lunak simulator yang digunakan adalah *software* PROTEUS® 8.9. *Software* tersebut terdiri dari dua fitur, yaitu ISIS untuk mendesain skema interaktif; dan ARES untuk mendesain PCB *layout*. Setelah dilakukan perhitungan, sistem komunikasi ultrasonik dirancang dengan fitur ISIS pada simulator, dan komponen transduser ultrasonik JSN-SR04T mampu mentransmisikan sinyal informasi audio dengan mengirim dan menerima suara dengan frekuensi ultrasonik, lalu sinyal direkonstruksi ulang dengan penguatan terukur agar dapat didengar kembali oleh pendengaran manusia.

Kata Kunci

Ultrasonik, PROTEUS, transduser, simulasi VSM.

1. PENDAHULUAN

Komunikasi saat ini menjadi suatu kebutuhan primer. Masyarakat telah saling terhubung dengan teknologi untuk menunjang kehidupannya. Maka kebutuhan masyarakat akan komunikasi jarak jauh terutama secara nirkabel kian meningkat [1]. Dalam berbagai tempat dan situasi, komunikasi harus tetap terjalin untuk memenuhi berbagai kebutuhan terutama saat sistem komunikasi seluler mengalami permasalahan. Salah satu fenomena kita temui adalah ketika ada bencana, maka setiap orang pada waktu yang bersamaan cenderung ingin menghubungi orang lain untuk mengetahui kondisinya, sehingga kapasitas saluran transmisi menjadi penuh yang mengakibatkan komunikasi sulit untuk terjadi [2]. Tidak hanya itu, komunikasi juga dibutuhkan dalam mendeteksi adanya gangguan sebagai peringatan awal bencana serta untuk kepentingan keamanan dan pertahanan nasional [3]. Terdapat berbagai macam sistem komunikasi nirkabel alternatif tanpa menggunakan infrastruktur komersial yang telah dikembangkan, namun masih terdapat beberapa kelemahan pada sisi fitur ataupun *cost* yang

terbilang tidak sedikit. Salah satu teknologi yang sudah dikembangkan adalah sistem *Visible Light Communication* (VLC) [4]. Namun pada penggunaan sinar tampak dalam bentuk khusus sinar laser ini, frekuensi tinggi tidak memungkinkan untuk dilakukan. Padahal dalam sebuah riset yang dilakukan oleh Niken P. Yuwono, dkk., dibuktikan bahwa energi akustik dapat diradiasikan didalam air dalam frekuensi yang tinggi (dalam daya ultrasonik) [5]. Maka dari itu, penulis bertujuan untuk membuktikan keberhasilan perancangan komunikasi menggunakan gelombang ultrasonik. Sistem dengan gelombang bunyi ini, mampu merambat melalui zat padat, cair, dan gas, serta dapat bekerja dengan frekuensi tinggi, yaitu diatas 20KHz. Fokus utama terletak pada rangkaian sistem dan simulasinya, sementara desain mekanik serta bahan material akan dibahas pada makalah yang berbeda.

Simulasi menggunakan *software* simulator merupakan langkah awal dalam melakukan rancang bangun suatu alat atau sistem, hal ini dimaksudkan agar penulis mengetahui cara kerja alat dan kesesuaiannya dengan

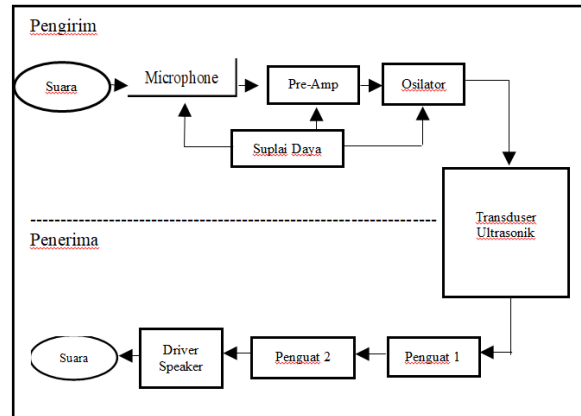
indikator keberhasilan. Selain itu, simulasi dapat digunakan lebih luas untuk mengetahui respon dan karakteristik dari suatu rangkaian melalui berbagai grafik interaktif yang tersedia pada simulator. Keuntungan lainnya, proses simulasi mampu menyederhanakan *engineering design* sehingga lebih efisien dan praktis dari segi *effort*, waktu, tenaga, dan biaya. Simulator yang digunakan adalah PROTEUS® keluaran Labcenter Electronics, Inc., *Software* terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu ISIS (*Intelligent Schematic Input System*) yang digunakan untuk merakit rangkaian/ membuat skematik sekaligus simulasi; serta ARES (*Advanced Routing and Editing Software*) yang digunakan untuk membuat layout PCB (*Printed Circuit Board*). PROTEUS® unggul dalam hal penyediaan berbagai jenis komponen dari berbagai vendor [6] sehingga cocok digunakan oleh kalangan pemula maupun lanjutan, *Graphical User Interface* (GUI) yang interaktif dilengkapi dengan alat ukur virtual (seperti: *oscilloscope*, *frequency analyzer*, *logic analyzer*, dsb.), dan versi terbaru yang digunakan yaitu versi 8.9 memungkinkan user untuk menambahkan komponen lain dengan syarat tersedia SPICE component, mampu mensimulasikan rangkaian dengan perangkat mikrokontroler (*load* bahasa C kedalam IC mikrokontroler virtual). *Software* ini telah banyak dipergunakan dalam desain elektronika dari suatu penelitian [7-8], pembuatan PCB dalam suatu penelitian elektronika [9], ataupun *proof-of-concept* dalam pengerjaan tugas akhir, skripsi, bahkan tesis [10].

Makalah ini terbagi menjadi empat bagian utama, bagian pertama mendeskripsikan latarbelakang penelitian, bagian kedua menjelaskan perhitungan serta metode perancangan yang mencakup blok diagram, bagian ketiga adalah hasil dan analisis yang mencakup realisasi blok diagram sistem yang dirancang, serta pengujian fungsional secara simulasi dan terakhir adalah penarikan kesimpulan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram

Sistem dikembangkan menjadi rangkaian *transceiver* akustik (yang mengirim dan menerima suara) dijelaskan pada Gambar 1. Pada bagian transmitter (pengirim), sinyal yang masuk melalui *microphone* diolah oleh penguat suara Op-Amp untuk kemudian dikirim oleh sensor ultrasonik. Gelombang suara lalu ditransmisikan dalam bentuk gelombang suara berfrekuensi 40 kHz agar dapat diterima pancarannya oleh transduser penerima.

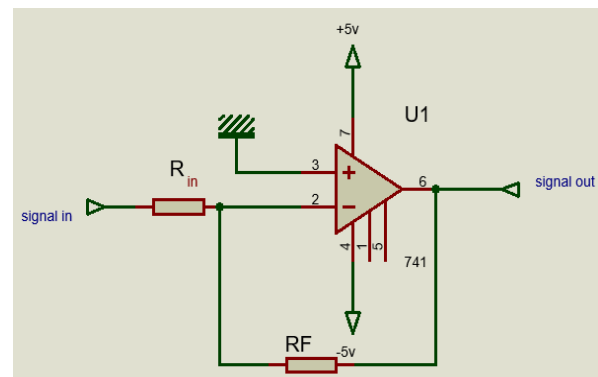


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Rangkaian pengirim maupun penerima tersusun atas beberapa komponen yang meliputi komponen pasif, IC digital, dan transduser ultrasonik, yakni sebagai berikut: 1) *microphone* yang merupakan masukan audio pada sistem; 2) penguat pre-amp dengan menggunakan IC op-amp LM741; 3) osilator untuk membangkitkan frekuensi ultrasonik 40 kHz dengan *trigger* sinyal TTL selama 10uS menggunakan IC *timer* NE555; 4) transduser ultrasonik menggunakan modul JSN-SR04T, dipergunakan untuk mentransmisikan sinyal suara antar bagian; 5) amplifier 1 menggunakan IC *audio amplifier* LM386 untuk menaikkan Kembali level sinyal setelah ditransmisikan menggunakan gelombang ultrasonik; 6) amplifier 2 dengan trnsistor NPN ZTX458 yang merupakan penguat audio lanjutan sekaligus rangkaian *driver speaker*. 7) speaker yang merupakan komponen keluaran dari sistem komunikasi yang dibuat (dengan keluaran dari sistem komunikasi yang dibuat (dengan keluaran suara). Keseluruhan sistem dibuat dengan daya +5v.

2.2 Perancangan Skema Elektronik

2.2.1 Perhitungan Pre-amplifier



Gambar 1. Pre-amplifier dengan LM741

Pre-amplifier digunakan untuk menguatkan suara yang ditangkap oleh *microphone*. Saat masuk, sinyal memiliki amplituda yang sangat kecil (rendah), dan memiliki impedansi yang berbeda antara perangkat *microphone* dan juga rangkaian pada sistem *transmitter*. Apabila tidak dibuat konfigurasi yang pas, maka akan menimbulkan distorsi serta derau pada sinyal informasi yang akan diproses.

Untuk perancangan ini, digunakan IC Op-Amp LM741. IC yang terdapat pada Gambar 2., merupakan IC *dual power supply*, yang artinya membutuhkan dua suplai daya, yaitu tegangan positif dan negatif. Suplai daya positif diberikan pada pin 7, dan suplai daya negatif diberikan pada pin 4. Penguat ini dirancang dalam mode *inverting*, sehingga pin non-*inverting* di-*ground*-kan. Dengan mode ini, sinyal keluaran akan berbeda fasa 180° dari sinyal masukan. Penguatan (A_v) yang dirancang adalah 30 kali dari inputnya, dan didapat dengan persamaan A_v (1), maka nilai R_{in} dapat ditentukan.

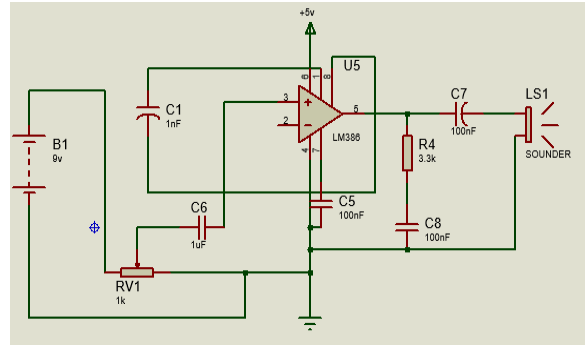
$$A_v = \frac{R_f}{R_{in}} \quad (1)$$

$$30 = \frac{33k\Omega}{R_{in}}$$

$$R_{in} = 1.1 k\Omega$$

2.2.2 Perancangan Rangkaian Amplifier

Sinyal yang berhasil ditransmisikan melalui gelombang ultrasonik, amplituda sinyal tersebut menjadi bernilai kecil dikarenakan terdapat loss dan redaman akibat proses penransmisian sinyal. Begitu pula dengan kondisi derau yang terdapat pada sinyal semakin bertambah akibat filter yang tidak bekerja secara baik. Oleh karena itu digunakan rangkaian penguat untuk membuat ampiltuda kembali meningkat dan menghilangkan derau yang terkandung dalam sinyal. Rangkaian audio *power amplifier* dirancang menggunakan IC LM386 seperti yang terdapat pada Gambar 3. Pemilihan IC tersebut berdasarkan spesifikasi yang dimiliki dapat digunakan sebagai penguat yang dapat beroperasi dalam tegangan rendah, dan kelebihan lainnya yaitu gain telah diatur ke 20 internal, dan kenaikan lebih besar dapat dilakukan secara eksternal.



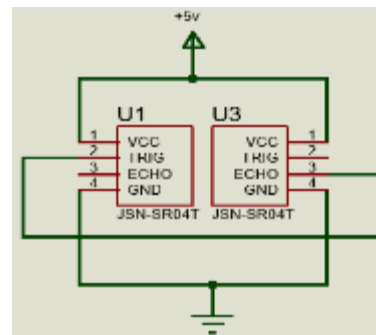
Gambar 2. Amplifier tingkat 1 dengan IC LM386

Pin 7 merupakan *bypass* yang berfungsi sebagai stabilitas IC, sehingga diletakkan kapasitor 0.1 uF ke ground melalui terminal ini. Potensiometer berfungsi untuk mengatur jumlah sinyal input yang akan diperkuat.

Pada terminal input pin 3, digunakan penghubung antara perangkat masukan dengan amplifier, yaitu kapasitor kopling sebesar 1uF yang berfungsi untuk memblokir sinyal DC dan melewati sinyal AC.

2.2.3 Perancangan Transceiver Ultrasonik

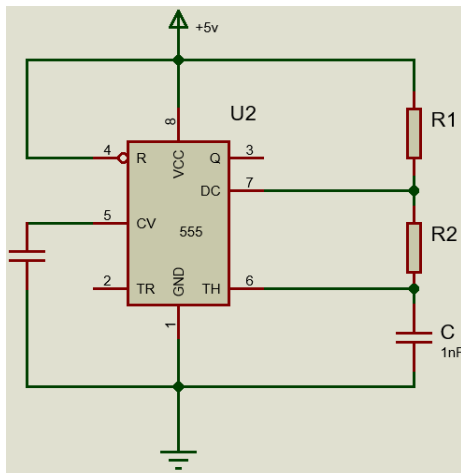
Rangkaian ultrasonik merupakan komponen yang penting pada sistem ini, karena komponen tersebut berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal yang telah dikuatkan pada tahapan sebelumnya. Untuk hasil yang maksimal penggunaan transduser ultrasonik pun sebaiknya disesuaikan dengan beberapa besaran teknis yang dibutuhkan seperti arus masuk, tegangan kerja, daya yang diperlukan dan hal lainnya. Untuk mengetahui hal tersebut dapat dilihat pada spesifikasi komponen transduser, karena tiap komponen tersebut pastinya memiliki nilai/spesifikasi yang berbeda pula. Ada berbagai transduser ultrasonik yang tersedia di pasaran, hanya saja untuk sistem ini digunakan tipe JSN-SR04T, karena spesifikasi yang sesuai, yaitu bisa digunakan sebagai modem akustik bawah air yang kedap terhadap percikan air, serta arus maksimal 15mA.



Gambar 3. Rangkaian modul transduser ultrasonik

2.2.4 Perancangan Osilator Frekuensi

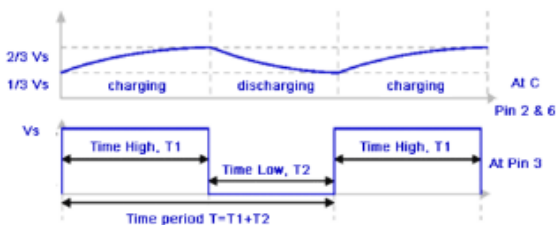
Frekuensi suara yang masuk dan telah dikuatkan oleh rangkaian pre-amp selanjutnya akan diubah kedalam gelombang pulsa TTL. Hal ini dilakukan karena sinyal suara yang semula berbentuk sinus akan ditransmisikan oleh transduser ultrasonik dalam bentuk pulsa TTL. Maka digunakanlah IC timer NE555 yang juga digunakan sebagai trigger transduser dalam bentuk pulsa-pulsa diskrit.



Gambar 4. Osilator frekuensi dengan IC NE555

Sinyal sinus yang telah diubah tersebut dikeluarkan oleh pin 3 IC Timer NE555 seperti pada Gambar 5., selanjutnya akan men-trigger transduser ultrasonik untuk mengeluarkan 8 pulsa TTL untuk mentransmisikan audio dari blok pengirim.

IC timer ini digunakan dalam mode operasi *astable*. Untuk memperoleh besarnya pulsa pada pin output ON (waktu tinggi atau *logic 1*) dan waktu OFF (saat rendah atau *logic 0*), terlebih dahulu dilakukan perhitungan R1, R2, serta C1, untuk mencari nilai yang sesuai agar IC beroperasi dalam mode yang diinginkan.



Gambar 5. Output IC NE555

Gambar 2.6 menunjukkan bentuk pulsa TTL yang dapat dibangun dengan IC Timer ini. Untuk memperoleh Time High selama 10 uS, maka perhitungannya dilakukan dengan rumus-rumus yang diperoleh dari *datasheet* NE555. Jika telah ditentukan

besarnya periode dan R₁ serta R₂, maka perhitungan kapasitor bisa diselesaikan dengan persamaan (2).

$$T_1 = 0.693 \times (R_1 + R_2) \times C_1 \quad (2)$$

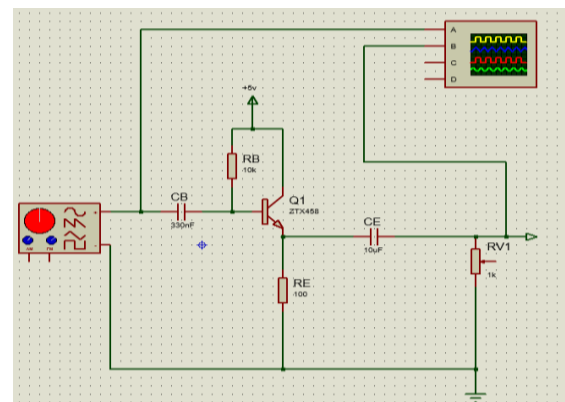
$$10 \text{ uS} = 0.693 \times (20\text{k}\Omega + 120\text{k}\Omega) \times C_1$$

$$C_1 = \frac{10 \text{ uS}}{0.693 \times 140\text{k}\Omega} = 0.1 \text{ nF}$$

Jadi meskipun berfungsi sebagai trigger waktu, IC ini juga sebagai osilator frekuensi, karena IC ini mampu mengeluarkan frekuensi yang tinggi untuk *membentuk* sinyal carrier bagi informasi audio yang akan dikirimkan, yaitu sebesar 40 kHz.

2.2.4 Perancangan Amplifier 2

Transistor NPN ZTX458 seperti yang dimuat pada Gambar 2.7 merupakan *amplifier 2* sekaligus rangkaian *driver speaker*. Jadi sinyal masukan berupa sinyal sinus hasil penguatan dari *amplifier 1* pada bagian *receiver*, diteruskan ke speaker melalui transistor ini.



Gambar 6. Amplifier 2 dengan transistor ZTX458

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahasan pada bagian ini, penulis menyajikan data yang diperoleh sebagai hasil dari pengujian yang dilakukan pada simulator Proteus versi 8.9. Hasil pengujian disajikan dengan menyertakan analisis dan pembahasan.

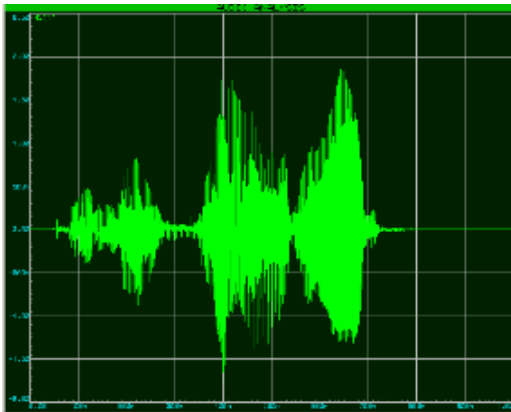
Variabel pengujian yang pertama adalah pengaruh frekuensi suara terhadap domain tegangan yang terukur pada sistem pengirim dan penerima.

Tabel 1. Pengaruh Frekuensi terhadap Tegangan

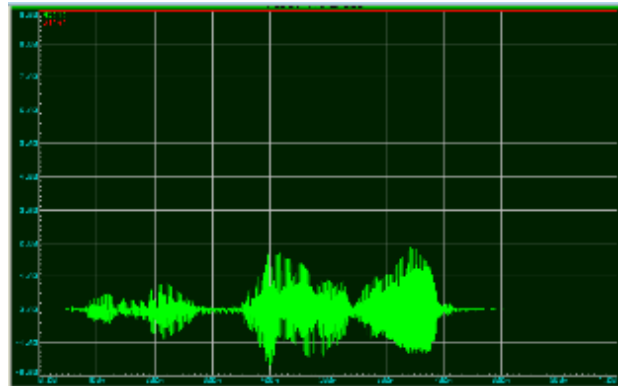
Frekuensi (Hz)	Pengirim (Volt)	Penerima (Volt)
300	8.999	3.691
500	8.991	2.086
1000	8.999	4.122
2000	8.999	2.295
3000	8.890	1.894
4000	8.990	3.373

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa sinyal informasi audio berhasil ditransmisikan oleh bagian pengirim hingga direkonstruksi ulang oleh bagian penerima dengan level tegangan yang menurun. Hal ini disebabkan output dirancang pada speaker headset, sehingga hasil yang diinginkan sudah memenuhi standar dalam perancangan *driver speaker*.

Variabel kedua dalam pengujian fungsional ini adalah keberhasilan sistem dalam merekonstruksi pola sinyal dalam suatu percakapan. Untuk menguji variabel ini, digunakan fitur VSM (*Visual System Modelling*), dengan komponen utama grafik audio. WAV audio file dimasukkan pada bagian *microphone*, dan VSM akan mensimulasikan bentuk sinyal analog audio dalam domain waktu. Fitur ini mampu memperdengarkan suara setelah simulasi dijalankan. Gambar 3.1 merupakan bentuk sinyal audio "can you get it?" yang dimasukkan pada bagian *microphone*.



Gambar 8. Sinyal masukan "can you get it" pada bagian pengirim



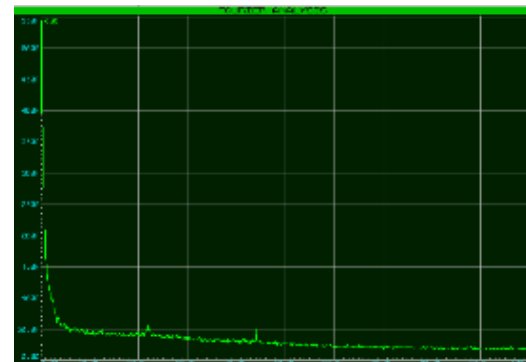
Gambar 9. Sinyal masukan "can you get it" pada bagian penerima

Melalui Gambar III.2 dapat diketahui bahwa sinyal audio berhasil ditransmisikan dan direkonstruksi dalam bentuk sinyal serupa.

Variabel lainnya dalam pengukuran ini adalah analisis fourier dari bentuk sinyal yang dikirim oleh pengirim dan yang direkonstruksi ulang oleh bagian penerima. Analisis fourier ini berguna untuk keperluan analisa sinyal seperti pemfilteran, analisa korelasi, dan analisa spektrum [12]. Transformasi Fourier ini dilakukan untuk mentransformasikan sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Hal ini bertujuan agar sinyal dapat diproses dalam spektral substraksi.



Gambar 10. Grafik Fourier Sinyal Bagian Pengirim



Gambar 11. Grafik Fourier Sinyal Bagian Penerima

Grafik fourier diatas dapat dimanfaatkan penulis untuk melakukan analisis mendalam kearah FFT (*Fast Fourier Transform*), yang merupakan salah satu metode untuk transformasi sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi, artinya proses perekaman suara disimpan dalam bentuk digital berupa gelombang spektrum suara yang berbasis frekuensi sehingga lebih mudah dalam menganalisa spektrum frekuensi suara yang telah direkam.

Hasil sinyal suara yang ditampilkan dalam grafik analog belum bisa diketahui nilai frekuensinya, karena representasi bentuk sinyal masih begitu acak namun dengan adanya grafik fourier, dapat dilakukan analisis lanjutan dengan metode FFT untuk diolah dengan proses pengacakan dengan menaikkan frekuensi [13]. Analisis lanjutan FFT tidak diperdalam pada makalah ini, namun cukup menjadi parameter pengujian pada keberhasilan transmisi audio pada bagian pengirim dan penerima.

4. KESIMPULAN

Desain dan implementasi dalam simulasi tentang komunikasi suara berbasis IC digital dan modul ultrasonik telah dibahas pada makalah ini, yang mana cara kerja dan hasil sudah sesuai dengan ekspektasi. Simulator yang digunakan adalah PROTEUS® versi 8.9. Secara singkat, prinsip dari rangkaian ini adalah komunikasi yang dilakukan oleh pengguna pada bagian pengirim dan ditransmisikan dengan gelombang ultrasonik yang non-audible, yaitu 40 kHz, sehingga suara dikirim dengan carrier sebesar 40 kHz dan direkonstruksi ulang pada bagian penerima untuk ditampilkan dalam speaker audio dengan penguatan 20 kali. Perancangan telah berhasil dilakukan, selanjutnya hasil dari perancangan ini dapat digunakan sebagai acuan untuk merealisasikan rangkaian elektronika secara langsung. Pada penelitian berikutnya, penggunaan IC mikrokontroler AVR, ataupun papan Arduino sangat dimungkinkan, karena perangkat simulator telah kompatibel untuk dikombinasikan dengan penggunaan mikrokontroler tersebut, dan dinilai lebih praktis dalam implementasi sistem komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. Hendana, "PERANCANGAN DAN REALISASI KOMUNIKASI SUARA DUA ARAH MELALUI MEDIA SINAR LASER MENGGUNAKAN

- MODULASI FM DAN PLL," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2018.
- [2] JPSS, "Apakah Telepon Tetap Tersambung Disaat Bencana?," [Online]. Tersedia di: <https://www.jpss.jp/id/life/crisis/4/>. [Diakses 6 Agustus 2020].
- [3] Admin, "9 Manfaat Gelombang Ultrasonik dalam Kehidupan Sehari Hari", Manfaat, 26 Juli 2017, [Online]. Tersedia: <https://www.manfaat.co.id>. [Diakses pada 12 Februari 2020].
- [4] F. Rachmadhani, "REALISASI SISTEM KOMUNIKASI SUARA MENGGUNAKAN CAHAYA INFRA MERAH," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2019.
- [5] N. P. Yuwono, D. Arifianto, E. Widjiati., "Analisa Perambatan Suara Di Bawah Air Sebagai Fungsi Kadar Garam dan Suhu Pada Akuarium Anechoic" Jurnal Teknik Pomits, Institut Teknologi Sepuluh Noverber. Vol.1, No.1, (2012) 1-3.
- [6] S. Fuada dan F.T. Aquari, "Square Wave Generator Circuit Analysis Using MATLAB Approach," Int. J. of Engineering Sciences and Research Technology (IJESRT), Vol. 2(2), pp. 371-382, Februari 2013.
- [7] S. Motahir, A. Chalh, A. Ghizzal, S. Sebti, dan A. Derouich, "Modeling of Photovoltaic Panel by using Proteus," J. of Engineering Science and Technology Review (JESTR), Vol. 10, pp. 8 -13, 2017.
- [8] H. Himawan, C. Supriyanto, dan A. Thamrin, "Design of Prepaid Energy Meter based on PROTEUS," Prosiding 2nd Int. Conf. on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), pp. 239-243, Oktober 2015. DOI: 10.1109/ICITACEE.2015.7437806
- [10] S. Fuada, A.P. Putra, Y. Aska, dan T. Adiono, "Trans-impedance Amplifier (TIA) Design for Visible Light Communication (VLC) using Commercially Available OP-AMP," Proc. of the 3rd Int. Conf. on Information Tech. Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), pp. 31 - 35, October 2016. DOI: 10.1109/ICITACEE.2016.7892405.
- [11] S. Fuada, "Design and Implementation of Analog Front-End Transceiver Module for Visible Light Communication System," M.T. thesis, Dept. Elect. Eng., School of Electrical Engineering and Informatics, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2017.
- [12] P. Hanggarsari, H. Fitriawan, Y. Yuniati, "Simulasi Sistem Pengacakan Sinyal Suara secara Realtime berbasis Fast Fourier Transform (FFT)", ELECTRICAL Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Volume:6, No.3, September 2012.
- [13] R. Y. Sipasulta, A.S.M. Lumenta, S.R.U.A. Sompie, "Simulasi Sistem Pengacak Sinyal dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)", E-journal Teknik Elektro dan Komputer (2014), ISSN 2301-8402.