



**PENGENDALI HAMA TIKUS DAN BELALANG MENGGUNAKAN GELOMBANG
ULTRASONIK BERTENAGA SURYA BERBASIS IOT**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

SANTI AJI DEWA MAYA

NPM. 21401053037

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
MALANG**

2022

ABSTRAKSI

Santi Aji Dewa Maya. 21401053037. *Pengendali Hama Tikus dan Belalang Menggunakan Gelombang Ultrasonik Bertenaga Surya Berbasis IoT.*
Pembimbing I: M. Yasa' Afroni. Pembimbing II: Oktriza Melfazen. Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah purwarupa pengendali hama tikus dan belalang menggunakan gelombang ultrasonik bertenaga surya yang dilengkapi dengan kemampuan *internet of things* (IoT). Perangkat tersebut terdiri dari pendeteksi suara tikus menggunakan VR3 (*voice recognition module*), pembangkit gelombang ultrasonik, dan antarmuka baik menggunakan panel kendali (tombol dan LCD) maupun melalui IoT. Pada malam hari, perangkat berfungsi untuk mengusir hama tikus, dengan cara membangkitkan gelombang ultrasonik hanya jika suara tikus terdeteksi. Pada siang hari, perangkat berfungsi untuk mengusir hama belalang, dengan cara membangkitkan gelombang ultrasonik secara terus menerus, sementara panel surya mengisi daya baterai.

Dari hasil pengujian didapatkan nilai akurasi deteksi suara tikus sebesar 59,5% disertai nilai *error* frekuensi pembangkitan sebesar 1,0%, dan antarmuka dengan operator yang berfungsi semua sesuai spesifikasi yang ditentukan. Panel surya dengan kemampuan 30 Wp rata-rata setiap harinya mampu memasok energi sebesar 113,61 Wh pada baterai perangkat ini. Di lain pihak, konsumsi perangkat setiap harinya rata-rata adalah 103,86 Wh, sehingga terdapat surplus energi sebesar 9,75 Wh setiap hari.

Kata kunci : sistem pengendali, hama tikus dan belalang, VR3, ultrasonik, IoT

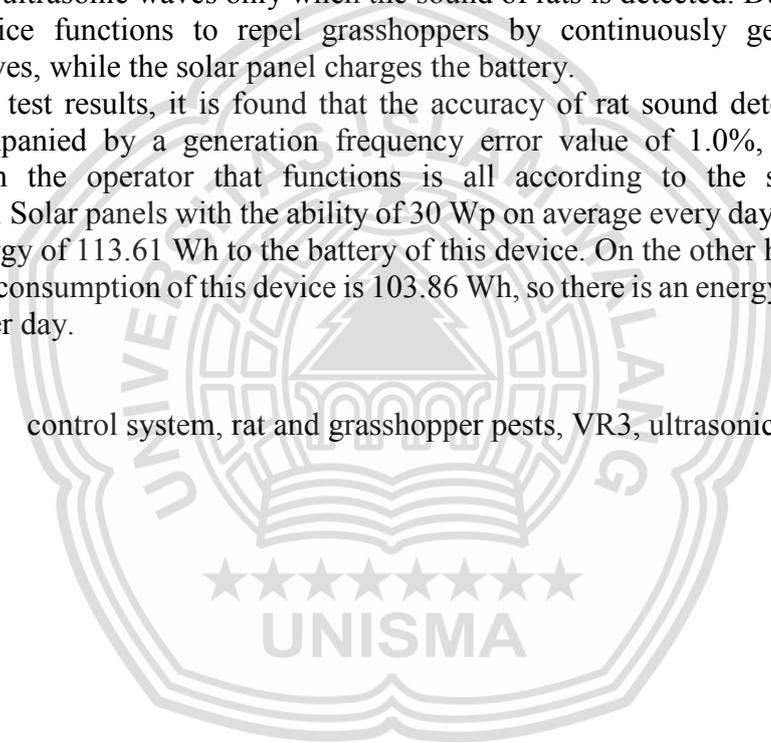
ABSTRACTS

Santi Aji Dewa Maya. 21401053037. *Rat and Grasshopper Pest Control Using IoT-Based Solar Ultrasonic Waves.* Academic Supervisor I: M. Yasa' Afroni. Academic Supervisor II: Oktriza Melfazen. Electrical Engineering. Faculty of Engineering. Universitas Islam Malang.

This study aims to develop a prototype for controlling rats and grasshoppers using solar-powered ultrasonic waves equipped with internet of things (IoT) capabilities. The device consists of a rat sound detector using VR3 (voice recognition module), an ultrasonic wave generator, and an interface using either the control panel (buttons and LCD) or via IoT. At night, the device works to repel rats, by generating ultrasonic waves only when the sound of rats is detected. During the day, the device functions to repel grasshoppers by continuously generating ultrasonic waves, while the solar panel charges the battery.

From the test results, it is found that the accuracy of rat sound detection is 59.5% accompanied by a generation frequency error value of 1.0%, and the interface with the operator that functions is all according to the specified specifications. Solar panels with the ability of 30 Wp on average every day are able to supply energy of 113.61 Wh to the battery of this device. On the other hand, the average daily consumption of this device is 103.86 Wh, so there is an energy surplus of 9.75 Wh per day.

Keywords : control system, rat and grasshopper pests, VR3, ultrasonic, IoT



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budi daya tanaman padi merupakan hal yang sangat penting untuk menjamin ketahanan pangan masyarakat Indonesia. Padi merupakan sumber pangan pokok bagi masyarakat Indonesia. Kegagalan panen atau produksi padi yang semakin menipis dan berkurang akan mengakibatkan harga kebutuhan pokok menjadi naik. Salah satu masalah yang dapat mengurangi produksi padi adalah serangan hama belalang dan tikus.

Tikus merupakan hama yang sering kali menyusahkan para petani. Hal ini disebabkan tikus sulit dikendalikan karena memiliki daya adaptasi, mobilitas, dan kemampuan untuk berkembang biak yang sangat tinggi. Bagian tumbuhan yang diserang oleh tikus meliputi biji-bijian dan batang tumbuhan muda [1]. Belalang sering dikategorikan sebagai hama dikarenakan seringnya belalang menyerang tanaman yang dibudidayakan oleh petani. Daya serang belalang sangat merugikan petani karena mampu merusak tanaman dalam waktu singkat. Bukan hanya menyerang daun, belalang juga menyerang batang tangkai tanaman.

Pengendalian hama tikus dan belalang bisa dilakukan dengan cara penyemprotan insektisida. Namun cara ini kurang begitu efektif dalam memberantas hama pada tanaman padi, selain pemakaian pestisida yang terlalu banyak juga dikhawatirkan berpengaruh pada kesehatan manusia [2].

Salah satu cara lain untuk mengatasi hama tikus dan belalang adalah dengan menggunakan ultrasonik. Ultrasonik adalah suara (gelombang akustik) dengan

frekuensi di atas 20 kHz, yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia. Namun beberapa spesies seperti mamalia kecil dan serangga, termasuk tikus dan belalang, mampu mendengar suara ultrasonik tersebut. Sama seperti manusia yang akan terganggu dengan suara yang cukup keras, tikus dan belalang akan terganggu pula dengan suara ultrasonik dengan intensitas yang cukup keras, tetapi suara tersebut tidak berpengaruh pada manusia. Tikus memiliki rentang frekuensi pendengaran dari 5 kHz hingga 60 kHz, sementara belalang dari 5 kHz hingga 60 kHz [3]. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa suara dengan frekuensi 50 kHz merupakan puncak sensitivitas tikus yang dapat mengganggu atau mengakibatkan rasa tidak nyaman [4].

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dicoba membangun sebuah perangkat yang mendayagunakan suara ultrasonik untuk membuat tikus dan belalang merasa tidak nyaman dan mengusirnya. Penggunaan ultrasonik memiliki kelebihan, yaitu tidak meracuni tanaman dan tidak mengganggu manusia.

Perangkat yang akan dikembangkan dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mendapatkan data dari sensor suara, melakukan aksi mengeluarkan suara ultrasonik dengan frekuensi tertentu, serta berkomunikasi dengan eksekusi dan monitoring jarak jauh melalui media *internet of things* (IoT). Diharapkan perangkat yang dikembangkan mampu untuk melakukan pengendalian hama tikus dan belalang dengan efektivitas, efisiensi, dan kemudahan pengoperasian yang relatif tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah ditulis sebelumnya maka pada penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan diteliti:

1. Bagaimana perancangan perangkat pengendali hama tikus dan belalang menggunakan ultrasonik yang dinamis dan terjadwal sehingga memiliki efektivitas tinggi.
2. Bagaimana manajemen sumber tenaga dari panel surya untuk perangkat pengendali hama tikus dan belalang sehingga memiliki efisiensi tinggi.
3. Bagaimana melakukan eksekusi dan monitoring perangkat pengendali hama tikus dan belalang melalui IoT.
4. Bagaimana hasil pengujian operasional perangkat pengendali hama tikus dan belalang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan perangkat pengendali hama tikus dan belalang menggunakan ultrasonik yang dinamis dan terjadwal serta manajemen sumber tenaga dari panel surya.
2. Mengembangkan sistem eksekusi dan monitoring perangkat pengendali hama tikus dan belalang tersebut melalui IoT.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masukan utama yang digunakan pada perangkat pengendali hama tikus dan belalang adalah suara lingkungan yang dianalisis untuk mengenali kehadiran tikus.
2. Masukan tambahan yang digunakan pada perangkat pengendali hama tikus dan belalang adalah pengaturan variasi frekuensi ultrasonik dengan

rentang dari 1 kHz hingga 40 kHz yang dibangkitkan melalui jarak jauh menggunakan IoT.

3. Keluaran nilai kendali berupa suara ultrasonik dengan rentang dari 1 kHz hingga 40 kHz yang dihasilkan pembangkit.
4. Detektor yang digunakan untuk mengenali suara tikus adalah *voice recognition module* VR3. Algoritma pendeteksian suara tidak dibahas dalam penelitian ini.
5. Perangkat papan mikrokontroler terpadu yang digunakan adalah satu unit Arduino Mega 2560 (ATmega2560) dan satu unit Arduino Nano (ATmega328P).
6. Perangkat komunikasi IoT yang digunakan adalah modul NodeMCU ESP-12E (ESP8266).

1.5 Metodologi Penelitian

Sebagai metodologi yang digunakan, berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Studi Literatur

Pada langkah pertama dilakukan pengumpulan literatur dari buku, *e-book*, jurnal, dan beberapa laporan hasil penelitian. Hasil penelitian terdahulu dikumpulkan untuk dianalisis tentang topik, proses, dan hasilnya agar bisa menentukan arah penelitian ini. Teori-teori pendukung didapatkan dari literatur yang ada untuk menyusun gambaran umum penelitian sehingga menghasilkan sebuah hipotesis.

2. Perumusan Masalah

Pada langkah ini dilakukan perumusan masalah sesuai dengan kondisi, tantangan, kelemahan, dan kekurangan yang ada sebelumnya berdasarkan referensi yang telah dikumpulkan.

3. Perancangan Sistem Kendali

Pada bagian ini dilakukan perancangan sistem yang akan dibuat secara umum. Perilaku sistem akan dirancang sehingga mampu bereaksi pada masukan yang diinginkan. Semua masukan diatur sehingga mampu berinteraksi dengan sistem dan menghasilkan nilai keluaran yang *valid*.

Pada bagian ini dilakukan perancangan sistem kendali berdasarkan susunan aturan yang diberikan oleh operator, kemudian diolah menurut kaidah-kaidah tertentu, dan pola keluaran yang bisa diterapkan pada perangkat.

4. Perancangan dan Pembuatan Perangkat

Pada bagian ini dilakukan perancangan perangkat pengendali hama tikus dan belalang maupun perangkat lunak pendukungnya berdasarkan hasil rancangan sistem kendali. Setelah itu dilakukan beberapa langkah pembuatan berurutan sebagai berikut:

- a. Fisik perangkat;
- b. Rangkaian elektronik kendali;
- c. Perangkat lunak kendali; dan
- d. Integrasi rangkaian elektronik kendali.

5. Pengujian Perangkat

Pada bagian ini dilakukan pengujian pada perangkat pengendali hama tikus dan belalang untuk mengetahui performanya. Kemudian dilakukan

pengambilan data sesuai dengan beberapa parameter pengujian yang disediakan. Data yang telah diambil untuk digunakan pada langkah berikutnya.

6. Analisis Hasil Pengujian

Pada bagian ini, data yang telah diambil dengan berbagai parameter dianalisis untuk mendapatkan indikator keberhasilan dari penelitian.

7. Kesimpulan

Sebagai langkah terakhir, rekomendasi yang didapatkan beserta hasil uji perangkat akan dipakai sebagai kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan dalam skripsi ini menggunakan sistematika yang meliputi struktur sebagai berikut:

1. Bab 1, Pendahuluan

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2, Tinjauan Pustaka

Berisikan dasar teori yang berisi konsep yang dijadikan landasan dan pendukung dalam penelitian.

3. Bab 3, Metodologi Penelitian dan Rancangan

Berisikan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian, perancangan dalam penelitian, data mentah purwarupa, dan analisis dari data mentah.

4. Bab 4, Hasil dan Pembahasan

Berisikan hasil uji pada purwarupa, evaluasi hasil uji coba purwarupa, dan analisis hasil uji coba.

5. Bab 5, Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dari seluruh penelitian dan saran untuk penelitian berikutnya.

6. Daftar Pustaka

7. Lampiran



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

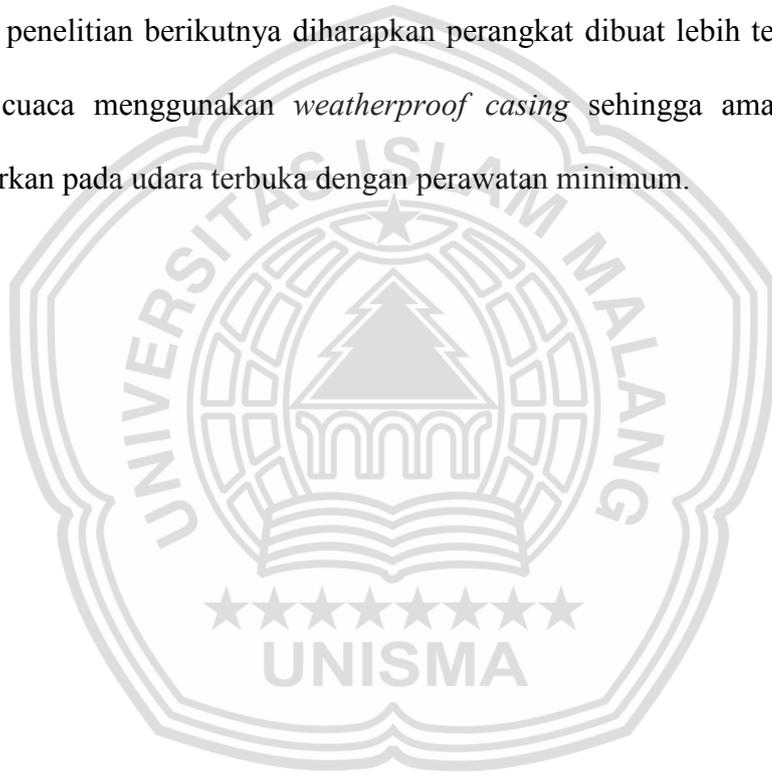
Dari hasil analisis pada penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Perangkat pengendali hama tikus dan belalang telah berhasil diwujudkan dengan menggunakan ultrasonik yang dinamis dan terjadwal sehingga memiliki efektivitas tinggi.
2. Efisiensi energi perangkat pengendali hama tikus dan belalang cukup tinggi dengan menggunakan sumber tenaga dari panel surya 30 Wp yang dapat memasok energi rata-rata (sewaktu cuaca cerah) dan ditampung pada baterai 12 V 10 Ah, dengan surplus sebesar 9,75 Wh per hari.
3. Eksekusi dan monitoring perangkat pengendali hama tikus dan belalang melalui IoT berhasil dilakukan sesuai spesifikasi yang ditentukan untuk mengendalikan beberapa poin pengaturan dan memantau kondisinya.
4. Perangkat pengendali hama tikus dan belalang menggunakan ultrasonik yang dinamis dan terjadwal telah berhasil dirancang dan dibangun, dengan hasil pengujian mendapatkan nilai akurasi deteksi suara tikus sebesar 59,5%, nilai *error* frekuensi pembangkitan sebesar 1,0%, dan antarmuka dengan operator yang berfungsi semua sesuai spesifikasi yang ditentukan.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan terdapat mekanisme pengarah panel surya otomatis terhadap arah sinar matahari, sehingga efektifitas pengisiannya dapat ditingkatkan dan dijaga pada kondisi konversi energi optimal.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan ada metode deteksi pada hama yang lebih efektif dan lebih beragam untuk meningkatkan daya guna perangkat yang dibangun.
3. Pada penelitian berikutnya diharapkan perangkat dibuat lebih terlindung dari cuaca menggunakan *weatherproof casing* sehingga aman untuk dibiarkan pada udara terbuka dengan perawatan minimum.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mansyur, E. D. D. Rianti dan H. Setiawan, "Optimasi Frekuensi dan Dosis Paparan Gelombang Ultrasonik untuk Membunuh Jentik Nyamuk," Universitas Wijaya Kusuma, Surabaya, 2017.
- [2] F. Faturakhman, "Analisis Pengaruh Gelombang Ultrasonik terhadap Tikus dengan Menggunakan Alat Pengusir Tikus Berbasis Mikrokontroler," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2015.
- [3] J. Manullang, "Pengaruh Frekuensi Ultrasonik terhadap Pola Perilaku Belalang Kumbara sebagai Pengendali Hama secara Elektronik," Universitas Negeri Medan, Medan, 2016.
- [4] D. Wijanarko, I. Widiastuti dan A. Widya, "Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler ATmega8," *Jurnal Teknologi Informatika dan Terapan*, vol. 4, no. 1, pp. 65-70, 2017.
- [5] Y. Efendi, "Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 19-26, 2018.
- [6] R. Swami, "Solar Cell," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 2, no. 7, pp. 1-5, 2017.
- [7] N. Sugumaran, P. Everill, S. W. Swogger and D. Dubey, "Lead acid battery performance and cycle life increased through addition of discrete carbon nanotubes to both electrodes," *Journal of Power Sources*, pp. 281-293, 2018.
- [8] R. Novelline, *Squire's Fundamentals of Radiology*, 5th ed., Harvard University Press, 1997, pp. 34-35.
- [9] W. J. Terrell, *Some Fundamental Control Theory I: Controllability, Observability, and Duality*, *The American Mathematical Monthly*, 1999, pp. 705-719.
- [10] Z. Vukić, L. Kuljača, D. Đonlagić and S. Tešnjak, *Nonlinear Control Systems*, New York: Marcel Dekker, 2003.
- [11] D. P. Acharjya and M. K. Geetha, *Internet of Things: Novel Advances and Envisioned Applications*, Berlin: Springer, 2017.
- [12] S. Heath, *Embedded Systems Design*, Massachusetts: Newnes, 2003.
- [13] "Arduino - Introduction," 15 7 2018. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- [14] M. Banzi, *Getting Started with Arduino*, Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

- [15] Elechouse, "Voice Recognition Module V3 - User Manual," Shen Zhen, 2015.
- [16] J. Rajagukguk and N. E. Sari, "Detection System of Sound Noise Level (SNL) Based on Condenser Microphone Sensor," in *IOP Conf. Series*, 2018.
- [17] A. Malvino and D. Bates, *Electronic Principles*, 8 ed., New York: McGraw-Hill, 2016.
- [18] AllAboutCircuits.com, "How to Use Simple Converter Circuits," 15 11 2018. [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/utilization-of-simple-converters-circuits/>.
- [19] BM Electronic Embeded Solution, "20×4 LCD Display | B.M. Embedded Solutions," 15 11 2018. [Online]. Available: <http://bmeselectronics.com/product/20x4-lcd-display/>.
- [20] SparkFun Electronics, "ESP-01 module, manufactured by Ai-Thinker," 15 11 2018. [Online]. Available: https://c1.staticflickr.com/1/494/19681470919_9a9bcd5692_z.jpg.
- [21] S. A. Dyer, *Wiley Survey of Instrumentation and Measurement*, John Wiley & Sons, 2004.
- [22] Tokopedia, "Jual Light Sensor Modul Sensor Cahaya dengan LDR untuk Arduino - Toko Buku Galaxy | Tokopedia," 15 11 2018. [Online]. Available: https://www.tokopedia.com/galaxybookstore/light-sensor-module-modul-sensor-cahaya-dengan-ldr-untuk-arduino-1?gclid=CjwKCAiAz7TfBRAKEiwAz8fKOASnWkfluQMVH2lZKmkbkHziKfCrZo-u_xXhzhpn9k81uzEBoxwA1xoCSUoQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds.
- [23] SparkFun Electronics, "LED - Assorted with Resistor 5mm (20 pack) - COM-14977 - SparkFun Electronics," 15 11 2018. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/14977>.
- [24] Tokopedia, "Jual LM2596 Step Down Module DC-DC Buck Converter Power Supply for arduino - arduinouno | Tokopedia," 15 11 2018. [Online]. Available: https://www.tokopedia.com/arduinouno/lm2596-step-down-module-dc-dc-buck-converter-power-supply-for-arduino?gclid=Cj0KCCQiA_s7fBRDrARIsAGEvF8RcHaPOLe0abQo060wjp8sAyfkMITpx5hmTFFgpWVbpE7tPDLaP9WwaAixNEALw_wcB&gclsrc=aw.ds.
- [25] J. W. Cooley and J. W. Tukey, "An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series," *Mathematics of Computation*, vol. 19, no. 90, pp. 297-301, 1965.

- [26] A. Michelsen and N. Elsner, "Sound Emission and the Acoustic Far Field of a Singing Acridid Grasshopper," *The Journal of Experimental Biology*, pp. 1571-1577, 1999.
- [27] A. M. Noll, "Pitch Determination of Human Speech by the Harmonic Product Spectrum, the Harmonic Sum Spectrum, and a Maximum Likelihood Estimate," in *Proceedings of the Symposium on Computer Processing in Communications*, Brooklyn, New York, 1970.
- [28] B. D. Setiawan, I. Cholissodin dan R. R. MP., "Mendeteksi Jenis Burung Berdasarkan Pola Suaranya," *JTIK*, vol. 3, no. 2, pp. 126-132, 2016.
- [29] A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer and J. R. Buck, *Discrete-Time Signal Processing*, 2nd ed., New Jersey: Prentice Hall, 1999.

