

ANALISA KONSISTENSI NADA DAN INTENSITAS BUNYI PETIKANSISTEM ROBOTIK PADA SASANDO BIOLA ELEKTRIK BERBASIS ESP32 IOT

Ali Warsito, Jonshon Tarigan, Ari Bangkit Sanjaya Umbu dan Abdul Wahid

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto-Penfui,
Kupang, Nusa Tenggara Timur, Kode Pos 85148, Indonesia
E-mail: ali.warsito@staf.undana.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan analisis konsistensi nada dan tingkat intensitas bunyi berdasarkan data eksperimen petikan pada 10 dari 32 dawai alat musik sasando elektrik yang dikonfigurasi sebagai prototipe sistem robotik. Menerapkan teknologi Internet of Think (IoT) berbasis mikrokontroler ESP32 DevKit, motor servo dan driver PCA 9586 pada sasando elektrik sebagai bagian inovasi sasando dari alat musik tradisional menjadi bagian budaya modern di era 4.0. Tujuan penelitian ini selain pembuatan prototipe adalah agar didapatkan output petikan dawai yang menghasilkan nada dan tingkat intensitas bunyi yang konsisten dan stabil, sebagai justifikasi bahwa sistem robotik didesain dengan baik. Hasil analisis menunjukkan bahwa nada yang dihasilkan 10 dawai sasando dalam format $f(\Delta f)$ -chord berturut-turut sebagai berikut 464,2(+2Hz)-A#4, 434(+6 Hz)-A4, 396,2(-0,6Hz)-G4, 376,6(-6,6Hz)-F#4, 332(+7,6Hz)-E4, 299,8(+6,1Hz)-D4, 107,6(+2,4Hz)-A2, 74,6(-1,2Hz)-D2, 279,8(-2,6Hz)-C#4 dan 301(-7,3Hz)-D4, dengan interval simpangan antara 0,2% – 2,5%. Simpangan dari standarnada tidak berpengaruh pada chord karena masih dalam rentang interval frekuensi chord dawai. Tingkat intensitas bunyi keluaran dari 10 dawai rerata terendahnya sebesar 58,4 dB yang dimiliki oleh dawai nomor 20 (bass) dan tertinggi sebesar 81,4 dB pada dawai 9 (melodi). Tingkat intensitas representatif untuk dawai string yang dipetik dengan stik plastik solid. Analisa rerata waktu respon sistem robotik pemetik dawai sasando yang dirancang sekitar 0,28 sekon menunjukkan sistem IoT yang dibangun dengan ESP32 Dev Kit berkinerja cukup baik dan stabil.

Kata kunci: Nada; Tingkat Intensitas Bunyi; Sasando elektrik; IoT; Robotik, ESP32; Motor Servo

Abstract

An analysis of pitch consistency and sound intensity levels has been carried out based on experimental picking data on 10 of the 32 strings of the electric Sasando musical instrument configured as a robotic system prototype. Applying Internet of Think (IoT) technology based on the ESP32 DevKit microcontroller, servo motor and PCA 9586 driver on the electric sasando as part of the sasando's innovation from traditional musical instruments to part of modern culture in the 4.0 era. The aim of this research, apart from making a prototype, is to obtain a string output that produces a consistent and stable tone and sound intensity level, as justification that the robotic system is well designed. The aim of this research is to obtain a string output that produces a consistent and stable tone and sound intensity level, as justification that the robotic system is well designed. The analysis results show that the tones produced by 10 sasando strings in $f(\Delta f)$ -chord format are as follows: 464.2(+2Hz)-A#4, 434(+6 Hz)- A4, 396.2(- 0.6Hz)-G4, 376.6(-6.6Hz)-F#4, 332(+7.6Hz)-E4, 299.8(+6.1Hz)-D4, 107.6(+2, 4Hz)-A2, 74.6(-1.2Hz)-D2, 279.8(-2.6Hz)-C#4 and 301(-7.3Hz)-D4, with deviation intervals between 0.2% – 2.5%. Deviations from the standard tone have no effect on the chord because it is still within the string chord frequency interval range. The lowest average output sound intensity level from 10 strings is 58.4 dB for string number 20 (bass) and the highest is 81.4 dB for string 9 (melody). Representative intensity levels for a string plucked with a solid plastic stick. Analysis of the average response time of the Sasando string picking robotic system designed at around 0.28 seconds shows that the IoT system built with the ESP32 Dev Kit performs quite well and is stable.

Keywords: Tone; Sound Intensity Level; Electric Sasando; IoT, Robotics; ESP32; Servo Motor

PENDAHULUAN

Inovasi berkelanjutan telah dilakukan oleh banyak pihak diantaranya para perajin, praktisi dan peneliti dengan dukungan stakeholder agar alat musik sasando yang berciri tradisional tidak punah, bisa beradaptasi dengan teknologi dan menjadi bagian dari budaya modern. Beragam inovasi dilakukan mulai dari diversifikasi produk, modifikasi ruang resonansi, implementasi transduser spul menjadi sasando elektrik dan terintegrasi dengan sound system. Jutomo dkk [1] dan Muntasir, etal [2] melakukan diversifikasi kualitas produk sasando buatan Edon Sasando sehingga makin variatif dan menarik dalam serta program perluasan pemasarannya sebagai upaya melestarikan budaya lokal.

Secara fisis sasando elektrik menjawab kekurangan dan keterbatasan sasando tradisional, dimana kualitas sinyal bunyi keluarannya yang sebelumnya bersifat analog menjadi sinyal listrik. Caranya dengan menambahkan transduser yang merubah sinyal mekanik bunyi menjadi sinyal listrik baik dengan memasang microphone sensitif atau menempatkan spull elektrik. Desain awal spull elektrik sasando dilakukan oleh Arnoldus Edon tahun 1958 [3] dan ditindaklanjuti putranya Habel Edon hingga tahap paten dalam metode pembuatan sasando elektrik [4]. Masih dalam satu skema riset Hilink dengan Jutomo dkk, Warsito, A dkk [5] telah merancang prototipe spul sasando tester yang digunakan sebagai alat penguji lolos fungsional spul secara efektif pada produksi sasando elektrik di Edon Sasando. Alat ini berhasil menjaga standar fungsi spull agar sinyal konversinya berkualitas.

Kualitas sasando sebagai alat musik terletak pada bunyi nada keluaran yang dihasilkan. Dewi Tukan. dkk (2020) menyajikan secara naratif ciri khas dalam konfigurasi nada dan penyetemannya sasando elektrik edon. Penyeteman teridentifikasi dengan klasifikasi dalam pilahan nada pada tangan kanan dan kiri [6]. Warsito, A dkk [7] dan Kaba, M, dkk [8] melakukan identifikasi aspek gelombang bunyi sasando tradisional dan sasando elektrik, dengan membandingkan gain tingkat intensitas bunyi dan frekuensi nada keluaran dari sasando tradisional dan sasando elektrik, yang menjustifikasi secara fisis bahwa kualitas nada keluaran dari sasando elektrik

layak dan lebih baik dibanding sasando tradisional. Gain reduksi tingkat intensitas bunyi dan frekuensi gelombang pada dawai sasando tradisional terentang antara -20,2 dB (130,8 Hz) dan -37,4 Db (349,2 Hz)[7].

Sementara gain reduksi intensitas bunyi dan frekuensi gelombang pada dawai sasando elektrik terentang antara -21,4 dB (349,2 Hz) dan -44,6 dB (587,3 Hz) [7]. Hasil lain, sasando tradisional dan sasando elektrik memiliki rentang frekuensi dari 86 Hz sampai 1206 Hz dan 97 Hz sampai 1077 Hz, rentan intensitas dari sasando tradisional dan sasando elektrik secara berturut-turut (-45,95) dB sampai (-12,39) dB dan (-45,27) dB sampai (-9,78) dB [8].

Disrupsi teknologi informasi dan otomasi di era 4.0 turut mewarnai keberadaan sasando untuk diadaptasi dalam fleksibilitas perangkat portable dan sistem mobile. Djahilape, M.T. [9] dan Warsito, A, dkk [10] secara terpisah telah mendesain Simulasi Tangga Nada Alat Musik Sasando Menggunakan Audacity dan Android Studio. Penelitian [10] berjudul “Experiments on the Quality of the Output Tone on the Electric Sasando Produced by Edon and Oebelo With A Variety of Wire Materials” selain untuk mengkaji kualitas output nada sasando biola ekektrik produksi Oebolo dan Edon Sasando berdasarkan aspek transduser dan jenis kawat yang digunakan, juga membangun aplikasi simulasi berplatform Android. Aplikasi yang dirancang memuat demo ketukan nada dawai dari dua jenis sasando elektrik yaitu Edon Sasando dan Oebelo.

Pada penelitian ini menjadi tahap lanjutan, menyentuh dua dari empat pilar utama di era industri 4.0 yaitu Internet of Things (IoT) dan robotik, disamping Artificial Intelligence (AI) dan Big Data, dimana petikan dawai diimplementasi model robotik menggantikan pemain sesungguhnya pada sasando dan berbasis IoT sehingga proses petikan bisa dilakukan dari jauh. Warsito, A dkk [11] telah membuat prototipe untuk memetik 8 dawai memanfaatkan modul mikrokontroler IoT yang digunakan ESP32 devkit, didevelop dengan Arduino IDE. Blynk digunakan sebagai aplikasi di sisi smart web. Dengan konfigurasi berbeda untuk 10 dawai, penelitian ini mengulik lebih dalam tentang konsistensi nada output yang dihasilkan dari konfigurasi robotik sasando player yang didesain sebagai bentuk justifikasi bahwa kualitas nada sasando tidak berubah

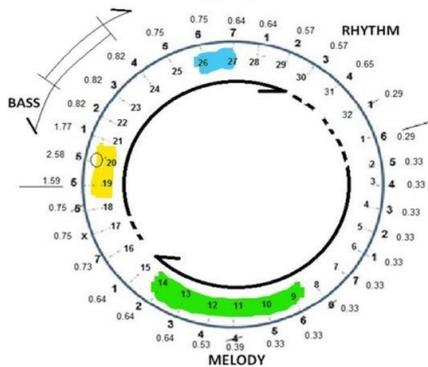
walaupun dikontrol oleh sistem robotik.

MATERI DAN METODE

Konfigurasi Dawai Sasando

Sasando elektrik produksi Edon termasuk dalam kategori sasando biola, sudah full elektrik dan berdawai 32. Gambar 1 memperlihatkan wujud fisik kedua jenis sasando tersebut saat dalam posisi dimainkan. Dawai sasando Edon dan Oebelo memiliki konfigurasi yang berbeda untuk memetakan nada di 32 dawaiinya. Konfigurasi melodi, bass dan rhythm juga berbeda. Hal itu berimbas pada perbedaan pilihan dawai dan cara bermainnya.

Diameter dawai dan pemetaan nada default di kedua sasando elektrik saat dawai selesai dipasang dan distem menunjukkan karakteristik sasando masing-masing. Diameter diukur dengan jangka sorong. Untuk keseragaman dalam penentuan titik awal identifikasi dawai, no urut pertama dawai sasando dimulai dari dawai pertama melodi, berputar searah jarum jam sampai dawai 32.



Gambar 1 Sasando Edon [10]

Pada sasando elektrik Edon dawai no urut 1 terletak pada dawai ke 10 sisi kanan dari posisi pemain (dawai no 11). Gambar 2.3 memperlihatkan melodi dawai sasando elektrik Edon terletak pada dawai no urut 1 – 18, bass pada dawai ke 19 – 24, rhythm pada dawai ke 22 – 32. Dawai no 22, 23 dan 24 berperan ganda sebagai bass juga sebagai rhythm. Dawai sasando elektrik Edon memiliki diameter antara 0.29 - 2.58 mm. 18 dawai melodi (0.29-0.75 mm), terbagi atas dawai melodi 1-10 memiliki diameter sama (0.33 mm), melodi 14-16 (0.64 mm), melodi 17-18(0.75 mm). Terdapat 6 dawai bass (0.82-2.58mm), dimana 3 dawai diameter terbesar (1.59;1.77 dan 2.58), sekaligus sebagai dawai yang berdiameter

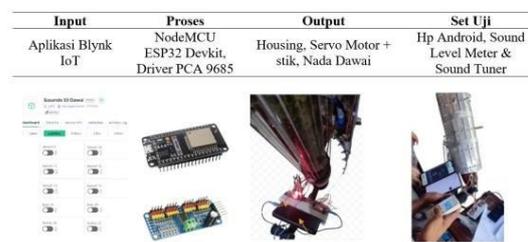
diatas 1 mm, lainnya dawai 22-24 berdiameter sama (0.82 mm). 9 dawai rhythm dengan diameter (0.29-0.82) mm.[10]

METODE

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu perencanaan, perancangan dan realisasi pembuatan prototipe sistem robotik pemetik dawai sasando elektrik. Di tahap perencanaan disiapkan semua bahan, komponen, modul dan peralatan yang diperlukan, Disiapkan gambar desain kerangka housing untuk menempatkan stik servo robotik ½ lingkaran dan lingkaran penuh lingkaran batang sasando. Penempatan servo pada posisi dawai uji dilakukan dengan kecermatan tinggi agar kedudukan stabil dan tidak bergeser saat proses sampling.

Pada tahap perancangan dilakukan realisasi desain piranti berdasarkan gambar rangkaian dan desain housing. Disiapkan juga kode program untuk NodeMCU ESP32 Devkit dan driver servo motor melalui Arduino IDE dan setting pada Blynk app untuk koneksi berbasis IoT pada ESP32.

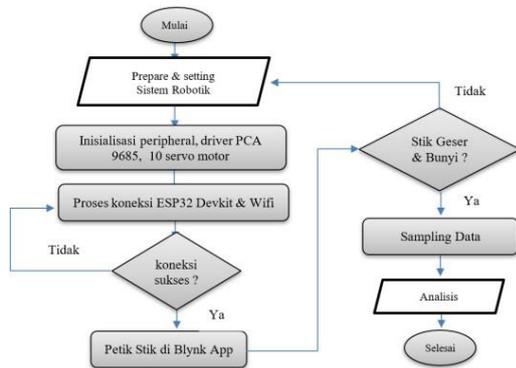
Konfigurasi sistem robotik sasando player yang terlihat pada gambar 2 memuat 3 aspek sistem yaitu input, proses dan output. Berbagai perangkat dan aplikasi yang digunakan yaitu NodeMCU ESP32 Devkit, driver servo PCA 9685, motor servo, sound level meter, software Arduino IDE, Blynk app, Soundcorset Tuner & Metronome, dan sasando elektrik. Sebagai kerangka robotik dirancang housing untuk menempatkan servo sejumlah 10 agar tepat berada diatas dawai dan mampu memetik dawai dengan stabil.



Gambar 2. Konfigurasi perangkat keras.

Perancangan program sistem kontrolnya menggunakan *software* Arduino IDE dan aplikasi *Blynk*, sehingga nanti motor servo dikontrol melalui *Blynk* melalui jaringan wifi untuk memetik dawai sasando sehingga menghasilkan bunyi. Diagram alir untuk

perangkat lunaknya terdapat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir perangkat lunak

Bagian akhir dari tahap perancangan adalah kalibrasi dan uji fungsionalitas sistem. Mulai dari kestabilan kerangka housing menerima tekanan gerakan dari servo, kestabilan servo untuk menyimpang sejauh 100° , dan kestabilan petikan pada dawai dalam gerak bolak balik. Setelah semuanya stabil, baru dapat dilakukan pengambilan data.

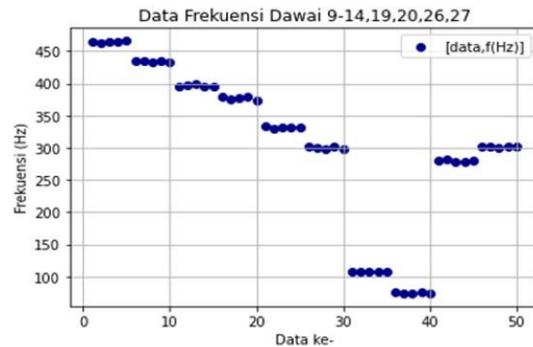
Tahap pengambilan data dilakukan dengan memberikan perintah dari aplikasi *Blynk*. Terdapat 10 slider yang mewakili 10 buah motor servo. Pada setiap servo diambil 5 data dengan variasi sudut servo tetap yaitu 100° bolak-balik. Ketika servo memetik dawai, maka bunyi yang dihasilkan akan diukur nilai frekuensi dan tingkat intensitasnya menggunakan aplikasi *Soundcorset Tuner & Metronome* dan *Sound Level Meter*. Sebagai patokan standar dari nada 10 dawai sasando tersebut, diidentifikasi dalam nomor dawai dan karakteristiknya [frekuensi (Hz) : chord] berturut-turut sebagai berikut : (i) 6 dawai melodi yaitu 9 [466,2:A#4], 10 [440:A4], 11 [395,6:G4], 12 [370:F#4], 13 [339,6:E4], dan 14 [305,9:D4]; 2 dawai bass yaitu 19 [110:A2], 20 [73,4:D2]; dan 2 dawai rhythm yaitu 26 [277,2:C#4] dan 27 [293,7:D4].

Data yang sudah diambil kemudian dianalisis, untuk menjawab pertanyaan (i) apakah frekuensi nada dan chord nada dawai konsisten sesuai dengan nilai standar yang ada, adakah simpangan yang terjadi dan (ii) bagaimana kinerja sistem IoT didasarkan pada waktu respon dari perintah petik sampai dawai terpetik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil sampling data didapatkan grafik sebaran data yang

ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik sebaran data didasarkan petikan pada 10 dawai sasando sistem robotik

Terdapat 50 data sampel dari 10 dawai yang diuji. Berdasarkan grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa aspek akurasi dan presisi data terpenuhi. Nada/chord selalu mengikuti nilai frekuensi. Masing-masing dawai tetap memberikan output nada pada rentang frekuensi yang masing masuk pada interval nada chordnya. Rangkuman data lebih ringkas dapat dilihat pada Tabel 1 yang memuat rerata parameter uji pada sistem robotik pemetik sasando.

Tabel 1. Rerata Data Uji Sistem Robotik Sasando

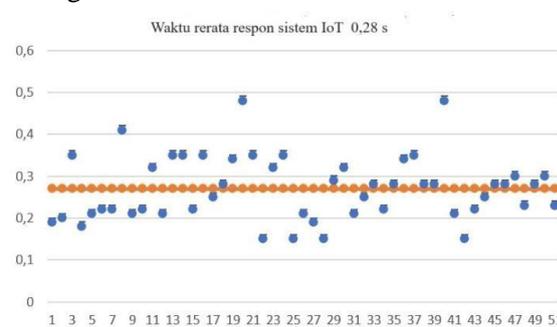
Dawai No-	Frekuensi (f,Hz) Sampel	Δf (Hz)	Chord	Tingkat ntensitas (dB)
9	464,2	+2	A#4	81,48
10	434	+6	A4	77,82
11	396,2	-0,6	G4	75,14
12	376,6	-6,6	F#4	77,48
13	332	+7,6	E4	66,94
14	299,8	+6,1	D4	75,38
19	107,6	+2,4	A2	63,1
20	74,6	-1,2	D2	58,4
26	279,8	-2,6	C#4	70,9
27	301	-7,3	D4	77,92

Simpangan frekuensi terbesar pada data dawai 13 yaitu 7,6 Hz dengan nada standar 339,6 Hz. Simpangan frekuensi terkecil pada dawai 11 yaitu -0,6 Hz dari nada standar 395,6 Hz. Interval simpangan antara 0,2% – 2,5% yang menjustifikasi presisi dan akurasi yang baik. Simpangan dari 10 dawai yang disampling terhadap nada standar tidak berpengaruh pada chord karena masih dalam rentang interval

frekuensi chord dawai masing- masing. Secara kuantitatif angka-angka simpangan yang cukup kecil tersebut jika didengar dengan telinga saja, maka secara kualitatif tidak akan terbedakan dengan nada standar.

Tingkat intensitas bunyi keluaran dari 10 dawai rerata terendahnya sebesar 58,4 dB yang dimiliki oleh dawai nomor 20 (bass) dan tertinggi sebesar 81,4 dB pada dawai 9 (melodi). Tingkat intensitas bunyi tidak menjadi ukuran kualitas nada dawai, tetapi lebih pada bagaimana bunyi output dari petikan dawai diproduksi. Secara umum berdasarkan data diameter, dawai melodi dan rhythm akan terdengar lebih nyaring dibandingkan dawai bass. Intensitas bunyi dawai dipengaruhi oleh kuat lemahnya energi getaran bunyi. Berbeda dengan frekuensi bunyi yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya bunyi.

Masih terdapat variasi minor pada frekuensi nada dawai kemungkinan terkait pada tegangan dawai yang terganggu kestabilan akibat vektor petikan stik yang tidak normal. Variasi tingkat intensitas bunyi yang masih terjadi mengindikasikan gaya tekan stik pada dawai tidak konstan dari gerak bolak-balik dua arah gerakan motor servo.



Gambar 5. Rerata waktu respon sistem robotik pemetik sasando berbasis IoT

Sistem IoT yang dibangun memanfaatkan NodeMCU ESP32 Devkit dalam sistem robotik pemetik sasando memberikan hasil respon stabil. Gambar 5 menunjukkan waktu respon rerata adalah 0,28 sekon k dari keseluruhan data yang berjumlah 50. Rerata waktu respon sistem robotik pemetik dawai sasando yang dirancang sekitar 0,28 sekon menunjukkan sistem IoT yang dibangun dengan ESP32 Dev Kit berkinerja cukup baik.dan stabil. Hanya ada 3 petikan (6%) respon diatas 0,4 sekon dan 48% waktu respon dibawah reratanya.

Waktu respon terjauh terjadi pada 2 petikan sebesar 0,48 sekon (71,4%) dari waktu respon reratanya. Secara kuantitatif terpaut jauh dan masih ditoleransi untuk uji data yang tidak rapat dan tempo nada lambat. Waktu respon lebih dari 0,5 sekon dari sistem IoT akan berpengaruh ketika uji petikan nadanya rapat dalam rangkaian nada dengan tempo cepat. Waktu respon yang bervariasi dapat disebabkan oleh delay sistem dari jaringan internet atau delay dari transmisi data dalam piranti.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, interval simpangan antara 0,2% – 2,5%. Simpangan dari standar nada tidak berpengaruh pada chord karena masih dalam rentang interval frekuensi chord dawai. Tingkat intensitas bunyi keluaran dari 10 dawai rerata terendahnya sebesar 58,4 dB yang dimiliki oleh dawai nomor 20 (bass) dan tertinggi sebesar 81,4 dB pada dawai 9 (melodi). Analisa rerata waktu respon sistem robotik pemetik dawai sasando yang dirancang sekitar 0,28 sekon menunjukkan sistem IoT yang dibangun dengan ESP32 Dev Kit berkinerja cukup baik.dan stabil.

Saran

Adanya variasi interval minor pada nada dawai kemungkinan terkait pada tegangandawai yang terganggu kestabilan akibat vektor petikan stik yang tidak normal. Variasi intensitas yang masih terjadi mengindikasikan gaya tekan stik pada dawai tidak konstan dari dua arah gerakan motor servo. Diperlukan penelitian lebih lanjut dalam perbaikan kerangka housing dari aluminium plat menjadi aluminium batang persegi agar kestabilan motor servo dan petikan stik dawai stabil yang berdampak pada outpur nada yang stabil. Perlu didesain sistem IoT yang lebih reponsif untukantisipasi runtutan petikan dawai yang semakin rapat. Analisa rerata waktu respon sistem robotik pemetik dawai sasando yang dirancang sekitar 0,28 sekon menunjukkan sistem IoT yang dibangun dengan ESP32 Dev Kit berkinerja cukup baik.dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Jutomo L, Warsito A, Muntasir, Jati H, Lewokeda Y. Diversifikasi Peningkatan Kualitas Dan Perluasan Pemasaran Produksi Industri Alat Musik Sasando Tradisional Dan Elektrik Sebagai Upaya Melestarikan Budaya Lokal. Kupang. 2011.
- 2 Muntasir, Jutomo L, Warsito A, Djati H, Ismail EH, Edon CDH. 2019. Peningkatan Kualitas, Promosi dan Diversifikasi Pemasaran Produksi Alat Musik Sasando Tradisional dan Elektrik sebagai Upaya Melestarikan Budaya Lokal Nusa Tenggara Timur. JATI EMAS (Jurnal Apl. Tek. dan Pengabd. Masyarakat). **3**(1): .
- 3 Edon M. 2011. Sejarah Singkat Sasando Elektrik. Blog Edon Sasando. .
- 4 Edon M. 2019. Hak Paten Sasando Elektrik. <https://edonsasando.wordpress.com/>.
- 5 Warsito A, Jutomo L, Muntasir. 2011. Prototipe Spul Sasando Tester Sebagai Bagian Alat Penguji Lolos Fungsional Spul secara Efektif pada Produksi Sasando Elektrik di Edon Sasando. J. MIPA. **10**(1A): .
- 6 Tukan MKACSD, Ceunfin F, Kian M. 2020. Sasando Gaya Edon : Kajian Organologi dan Penyeteman. RESITAL. **21**(1): 28.
- 7 Warsito A, Tanesib JL, Sutaji HI. Analisis Aspek Gelombang Bunyi Alat Musik Sasando Tradisional dan Elektrik Berdasarkan Metode FFT dan Standar Nada 440. Kupang. 2018.
- 8 Kaba MAJ, Warsito A, Lapono LAS. 2020. Identifikasi Aspek Gelombang Bunyi Keluaran Alat Musik Sasando Tradisional Dan Sasando Elektrik. J. Fis. Fis. Sains Dan Apl. **5**(2): 100.
- 9 Djahilape MT. Simulasi Tangga Nada Alat Musik Sasando Menggunakan Audacity dan Android Studio. Universitas Nusa Cendana.
- 10 Warsito A, Sianturi HL, Mohamad JN. 2020. Experiments on the Quality of the Output Tone on the Electric Sasando Produced by Edon and Oebelo With A Variety of Wire Materials. Atl. Press. **474**(Isstec 2019): 1.
- 11 Warsito A, Tarigan J, Uumbu ABS. Perancangan Prototipe Robotik Player Pemetik Dawai Alat Musik Sasando Biola Elektrik. Kupang. 2023.