

PEMANFAATAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMREDIKSI FREKUENSI BUNYI PADA BILAH GAMELAN SARON

Delia Achadina Putri^{1*}, Sri Endang Wahyuni², Puji Suharmanto³

^{1,2}Proram Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI

³Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI³

deliachadina@gmail.com¹, sherie.endang.wahyuni@gmail.com², harmansuharmanto@gmail.com³

Submitted October 17, 2025; Revised November 10, 2025; Accepted November 11, 2025

Abstrak

Gamelan saron merupakan salah satu alat musik tradisional Jawa yang dimainkan dengan cara dipukul menggunakan panakol saron. Pembuatan gamelan Jawa secara tradisional dilakukan berdasarkan perasaan dalam penyetaraan nada, sehingga diperlukan metode yang lebih objektif dalam menentukan frekuensi bunyi yang dihasilkan. Penelitian ini mengidentifikasi dan memprediksi frekuensi fundamental bilah saron menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation*. Data frekuensi diperoleh melalui Audacity dan dilatih menggunakan Matlab dengan arsitektur 50-10-1 serta tiga variasi fungsi percepatan (TrainGD, TrainGDA, dan TrainGDM). Hasil terbaik diperoleh pada TrainGDA dengan nilai MSE pengujian 0,000893 dan akurasi 100%-102%. Hal ini membuktikan JST efektif mengenali pola frekuensi gamelan saron dan mendukung pelestarian melalui digitalisasi.

Kata Kunci : Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*, Prediksi, Frekuensi, Gamelan

Abstract

Gamelan saron is one of the traditional musical instruments from Central Java that is played by beating using panakol saron. Traditionally, Javanese gamelan is tuned based on a subjective sense of harmony, making it necessary to adopt a more objective method for determining its sound frequency. This study aims to identify and predict the fundamental frequency of saron bars using an Artificial Neural Network (ANN) with the backpropagation algorithm. Frequency data were obtained using Audacity and processed in Matlab with a 50-10-1 network architecture and three types of training functions (TrainGD, TrainGDA, and TrainGDM). The best result was achieved using TrainGDA, with a testing MSE of 0.000893 and an accuracy range of 100%–102%. These findings demonstrate that ANN is effective in recognizing saron frequency patterns and supports gamelan preservation through digitalization.

Keywords : Artificial Neural Network, *Backpropagation*, Prediction, Frequency, Gamelan

1. PENDAHULUAN

Alat musik tradisional menjadi ciri khas suatu daerah dalam memperkenalkan kebudayaan suatu daerah. Karena setiap daerah memiliki alat musik tradisional yang khas, masyarakat dapat mengenali asal usul alat musik tersebut [1]. Salah satunya adalah gamelan Jawa, yang tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, melainkan juga sebagai media pendidikan nilai-nilai kehidupan [2]. Penelitian ini berfokus pada gamelan saron, yang dimainkan dengan dipukul menggunakan pemukul khusus

yang disebut dengan panakol saron [3]. Ketika memainkan bilah-bilah saron, tangan kiri digunakan untuk menahan getaran dari lempengan besi sehingga dengung dan getarannya tidak berlangsung terlalu lama.

Gamelan Jawa sejak dahulu dibuat berdasarkan perasaan dalam penyetaraan nada yaitu perasaan enak atau tidak enaknya bunyi yang didengar [4]. Namun, jumlah ahli pembuat gamelan semakin menurun sehingga pewarisan pengetahuan menjadi tantangan tersendiri. Upaya dokumentasi

digital dan standarisasi penyetelan gamelan menjadi langkah strategis yang perlu dipertimbangkan.

Salah satu parameter penting dalam identifikasi bunyi adalah frekuensi, yang diukur dalam satuan Hertz. Hertz diambil dari nama penemunya yaitu Heinrich Rudolf Hertz, seorang ilmuwan fisika bidang elektromagnetik [5]. Rentang frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia berada di antara 20 Hz – 20.000 Hz, sedangkan suara percakapan manusia mempunyai frekuensi di antara 250 Hz – 3.000 Hz [6]. Untuk mengetahui frekuensi fundamental dari bunyi gamelan saron secara tepat, diperlukan perangkat lunak perekam dan analisis suara. Penelitian ini menggunakan Audacity, yaitu *software* pengolahan *file* suara yang mampu merekam sinyal suara dari dalam maupun dari luar komputer [7].

Data frekuensi dianalisis menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST), yang merepresentasikan otak manusia dan mensimulasikan proses pelatihnua [8]. Layaknya otak, JST terdiri atas sejumlah neuron yang saling terhubung. Setiap neuron mengolah informasi dan mengirimkannya melalui sambungan keluar menuju neuron lainnya [9]. Informasi dirambatkan mulai dari lapisan *input* sampai ke lapisan *output* melalui lapisan yang lainnya yang dikenal sebagai lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Informasi dalam JST juga dapat dirambatkan secara mundur (*backpropagation*) [10], yang digunakan dalam penelitian ini.

Algoritma *backpropagation* merupakan cabang kecerdasan buatan yang digunakan untuk mengidentifikasi pola data *history* melalui metode pelatihan [11]. Metode ini banyak digunakan untuk prediksi, identifikasi dan pengenalan pola [12]. Dengan pelatihan data historis, JST dapat mempelajari hubungan antar variabel *input* dan memprediksi keluaran berdasarkan pola yang dikenali.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan JST dalam analisis bunyi gamelan. Aisah, Abdullatif, dan Hartono (2022) telah membuktikan bahwa JST dapat digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi fundamental bunyi gambang gamelan laras slendro menggunakan Matlab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa JST mampu mengenali pola-pola frekuensi secara akurat dan efektif [4]. Penelitian lain oleh Ariyanto dan Hananto (2014) juga mengembangkan aplikasi pengenalan spektrum bunyi gamelan menggunakan JST di Matlab, dan menyimpulkan bahwa metode JST sangat potensial untuk mengidentifikasi karakteristik bunyi secara digital, khususnya pada alat musik tradisional [5].

Kedua penelitian tersebut menunjukkan efektivitas JST pada alat musik tradisional, namun belum membahas instrumen saron yang memiliki struktur fisik dan karakteristik yang berbeda dengan gambang. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada identifikasi dan prediksi frekuensi fundamental bilah gamelan saron, yang belum banyak dikaji dalam studi sebelumnya, sebagai kelanjutan dan pengembangan kajian instrumen gamelan lainnya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya kecerdasan buatan terapan di sektor budaya dan edukasi. Pendekatan ini juga mendukung upaya pelestarian gamelan melalui dokumentasi frekuensi bilah secara digital, dan dapat menjadi langkah awal mengenalkan teknologi pada pelestarian alat musik tradisional.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu tahap studi literatur, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data, tahap pemrosesan dengan JST dan yang terakhir tahap pengujian sistem.

Pada tahap studi literatur, peneliti mempelajari literatur terkait frekuensi bunyi, gamelan saron dan jaringan syaraf tiruan. Lalu dilanjutkan dengan tahap pengambilan data, dimana peneliti akan merekam suara gamelan saron yang dipukul tepat di tengah-tengah bilah sebanyak 100 kali pengulangan memakai mikrofon dibantu dengan *software* Audacity.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 1. Proses Pengambilan Data Penelitian

Masuk ke tahap yang ketiga yaitu pengolahan data, *file* rekaman dianalisis gelombang bunyinya untuk mendapatkan data frekuensi fundamentalnya. Tahap yang keempat yaitu tahap pemrosesan dengan JST *Backpropagation* yaitu dengan memasukkan nilai hasil pengeplotan grafik yang berupa frekuensi sebagai nilai *input*. Setelah tahap pemrosesan dengan JST *Backpropagation* selanjutnya masuk ke tahap pengujian untuk mengetahui keberhasilan dari JST dalam mengenali dan mengidentifikasi data pelatihan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

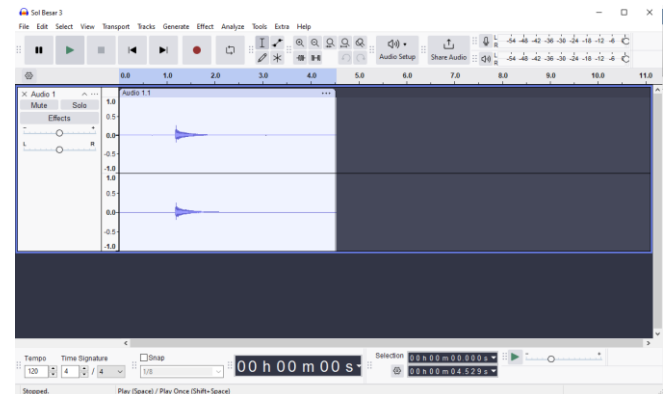
Gamelan saron yang digunakan dalam penelitian ini adalah saron dengan 15 bilah.



Gambar 2. Bilah Gamelan Saron

Dalam perekaman pengambilan bunyi yang harus dipukul menggunakan palu kayu

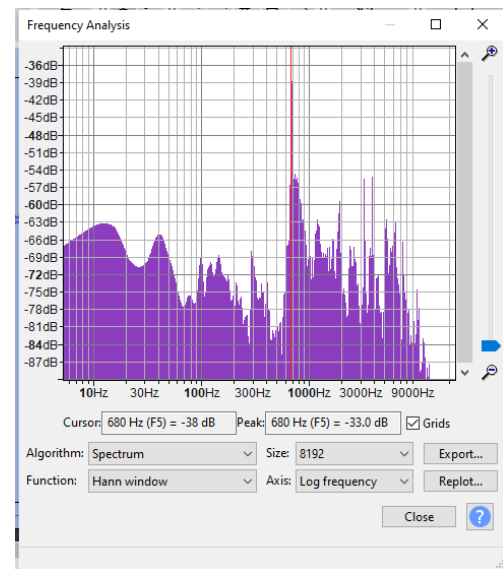
yaitu tepat ditengah masing-masing bilah. Hasil pengambilan data dari Audacity ini berupa grafik *wavefrom* yang menunjukkan besarnya amplitude setiap satu kali ketukan bilah.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 3. Tampilan audio Bilah Sol Besar (Nada Rendah) yang diinput pada software Audacity

Selanjutnya analisis fekuensi menggunakan Audacity dapat dilakukan dengan membuka “Plot Spectrum” dan akan muncul frekuensi analisis sebagai berikut:



Gambar 4. Tampilan audio Bilah Sol Besar (Nada Rendah) yang diinput pada software Audacity

Dari hasil analisis frekuensi menggunakan Audacity, kita ambil data frekuensi yang terdapat di puncak grafik sebagai frekuensi fundamental. Rata-rata frekuensi

fundamental dari setiap bilah gamelan saron ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Fundamental Tiap Bilah Gamelan Saron

Bilah ke	Nada	Rata-rata Frekuensi Fundamental (Hz)
1.	Sol Rendah (5 besar)	679,6 ± 0,55
2.	La Rendah (6 besar)	760,4 ± 4,34
3.	Si Rendah (7 besar)	854,2 ± 0,45
4.	Do (1 sedang)	908,2 ± 0,84
5.	Re (2 sedang)	1022,8 ± 8,44
6.	Mi (3 sedang)	1138,8 ± 0,45
7.	Fa (4 sedang)	1197,6 ± 0,55
8.	Sol (5 sedang)	1363,8 ± 0,45
9.	La (6 sedang)	1525 ± 0,00
10.	Si (7 sedang)	1695,4 ± 0,55
11.	Do Tinggi (1 kecil)	1806,6 ± 0,55
12.	Re Tinggi (2 kecil)	2040,8 ± 19,02
13.	Mi Tinggi (3 kecil)	2259,6 ± 0,55
14.	Fa Tinggi (4 kecil)	2381 ± 0,00
15.	Sol Tinggi (5 kecil)	2660 ± 0,00

Sumber: Hasil Pengambilan Data

Pada penelitian ini frekuensi fundamental (frekuensi dasar) dapat ditentukan dari puncak tertinggi dalam sebuah spektrum frekuensi [4]. Nilai tersebut dimasukkan dalam tabel yang sebelumnya telah dibuat dan menjadi nilai *input* pada jaringan syaraf tiruannya.

Pada JST, data yang akan digunakan perlu dinormalisasi terlebih dahulu sebelum proses pengolahan data [13]. Proses ini disebut data *preprocessing* yang bertujuan untuk menyesuaikan data yang digunakan ke dalam standar metode yang digunakan, selain itu normalisasi data berfungsi untuk mereduksi perhitungan komputasi yang terlalu besar. Persamaan yang digunakan dalam normalisasi data adalah persamaan (1) berikut ini:

$$X' = \frac{0.8(X-a)}{b-a} + 0.1 \quad (1)$$

Dengan a = Data bernilai minimum b = Data bernilai maksimum x = Data yang menjadi *input* x' = Hasil normalisasi data [14].

Secara umum ada 2 proses pada JST yaitu proses *training* dan *testing*. Pada *training*, JST dilatih dengan pola data untuk membentuk model, sedangkan pada *testing*, JST mengenali pola masukan yang diujikan untuk kemudian dicocokkan dengan model hasil dari proses *training* [15]. Setelah data masukan diperoleh, jaringan dirancang untuk pelatihan dan pengujian. Dalam penelitian ini digunakan 100 data frekuensi ketukan tiap bilah, yang dibagi menjadi data latih dan data uji dengan perbandingan 50:50, yaitu data latih 1-50 dan target 51, sedangkan data uji 50-99 dan target 100.

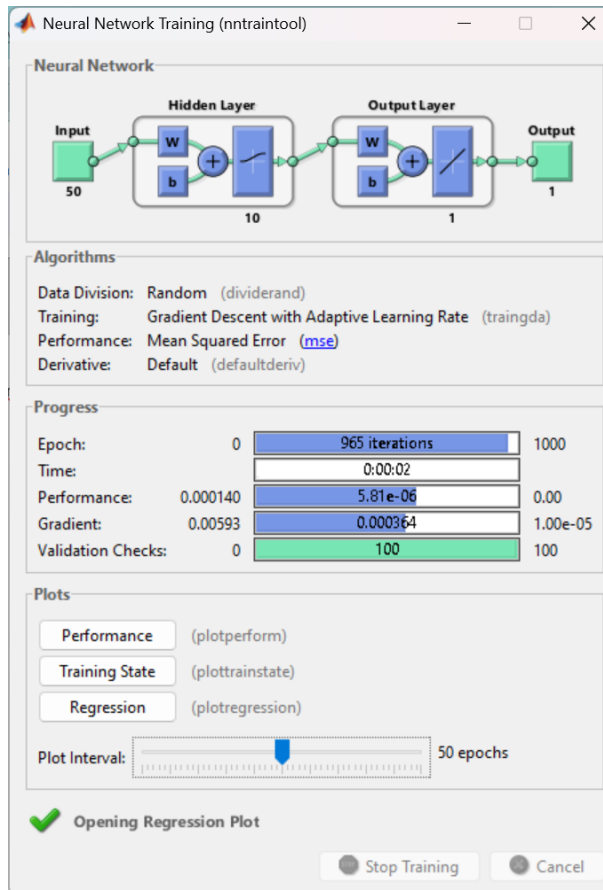
Tahapan selanjutnya adalah merancang arsitektur jaringan untuk proses pelatihan, dimulai dengan menentukan layer *input*, *hidden*, dan *output*. Pada penelitian ini, *input* terdiri dari 50 data, *hidden layer* memiliki 10 neuron dan *output* 1 neuron. Selain itu, ditentukan juga fungsi aktivasi, fungsi percepatan, parameter pembelajaran (*learning rate*), target error berupa *Mean Square Error* (MSE) dan batas iterasi maksimal (*epoch*).

Fungsi aktivasi menentukan keluaran neuron, dan pada JST *backpropagation*, umumnya digunakan fungsi aktivasi sigmoid. Penelitian ini menggunakan logsig di *hidden layer* dan purelin di *output*. Untuk fungsi percepatan, peneliti menggunakan 3 variasi yaitu TrainGD, TrainGDA dan TrainGDM. Tahapan pelatihan dan pengujian JST menggunakan *software* Matlab.

Tabel 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur Jaringan ke-	Input - Hidden - Output	Fungsi Aktivasi	Fungsi Percepatan
1.	50 - 10 - 1	Logsig - Purelin	TrainGD
2.	50 - 10 - 1	Logsig - Purelin	TrainGDA
3.	50 - 10 - 1	Logsig - Purelin	TrainGDM

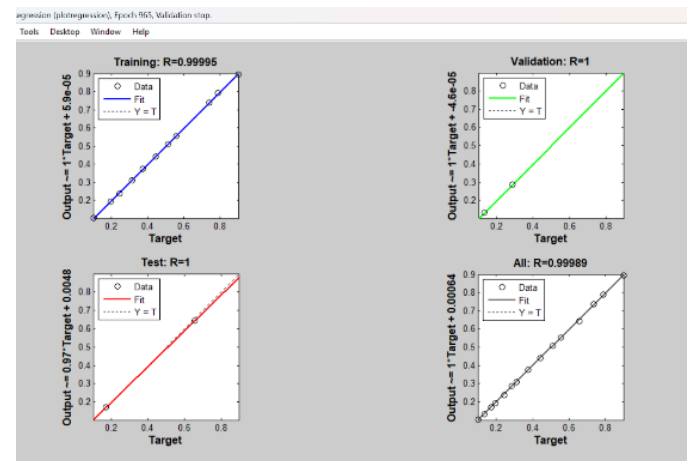
Pada proses pelatihan, JST akan mempelajari pola data historis sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Arsitektur jaringan terbaik akan dipilih berdasarkan nilai MSE yang memenuhi target serta tidak melebihi jumlah iterasi (*epoch*) yang telah ditentukan. Arsitektur jaringan terbaik akan digunakan pada tahapan selanjutnya yaitu tahap pengujian.



Gambar 5. Tampilan Hasil Pelatihan JST dengan Fungsi Percepatan TrainGDA

Pada salah satu arsitektur JST yaitu TrainGDA, didapatkan hasil *training* seperti terlihat pada Gambar 5. Model berhenti karena *early stopping* setelah 965 *epoch*, bukan karena mencapai batas *epoch* maksimum. Dimana, jika *early stopping* terjadi, artinya pelatihan JST dihentikan lebih awal sebelum mencapai jumlah *epoch* maksimum, karena kinerja di data validasi

tidak membaik lagi. Lalu pada hasil *performance*, dimana ini bertindak sebagai *Mean Square Error* (MSE), didapatkan hasil *error* yang sangat kecil yaitu $5,81 \times 10^{-6}$, tanda model berhasil mempelajari pola data dengan baik. Dihasilkan pula gradien yang kecil yang berarti proses pembaruan bobot hampir konvergen, sehingga model hampir mencapai titik stabil dimana error tidak banyak berkurang lagi.



Gambar 6. Tampilan Grafik Regresi Hasil Pelatihan JST dengan Fungsi Percepatan TrainGDA

Pelatihan dapat dilakukan berulang kali sampai didapatkan hasil MSE yang kecil serta grafik regresi yang cukup bagus dengan nilai R^2 mendekati 1, seperti yang terlihat pada Gambar 6. Kemudian setelah didapat pelatihan yang terbaik, ambil hasil data pelatihannya untuk dicocokkan kemiripannya dengan target latih yang sudah kita tentukan sebelumnya.

Tabel 3. Mean Squared Error (MSE) Hasil Pelatihan JST Backpropagation Prediksi Pola Bilah Ketukan ke 51

Arsitektur jaringan No.	Input, Hidden, output	Fungsi Aktivasi	Variasi Fungsi Percepatan	Epoch (kali)	Waktu (s)	MSE Pelatihan
1	50-10-1	logsig-purelin	TrainGD	100	0	0,14
2	50-10-1	logsig-purelin	TrainGDA	965	2	0,001
3	50-10-1	logsig-purelin	TrainGDM	1000	1	0,001

Tabel 4. Akurasi Pengenalan Pola Bilah Ketukan ke 51

Bilah	Data Latih Asli ketukan ke-51	Variasi Fungsi Percepatan					
		TrainGD10LogsigPurelin		TrainGDA10LogsigPurelin		TrainGDM10LogsigPurelin	
		Hasil JST	Akurasi (100%-102%)	Hasil JST	Akurasi (100%-102%)	Hasil JST	Akurasi (100%-102%)
1	0.101	0.12088	120%	0.10272	102%	0.14252	141%
2	0.133	0.13806	104%	0.13306	100%	0.15263	115%
3	0.171	0.16105	94%	0.17177	100%	0.17292	101%
4	0.193	0.17719	92%	0.193	100%	0.18695	97%
5	0.243	0.22199	91%	0.23878	98%	0.22377	92%
6	0.286	0.26882	94%	0.28632	100%	0.27211	95%
7	0.310	0.29748	96%	0.31017	100%	0.29799	96%
8	0.373	0.38165	102%	0.37582	101%	0.371	99%
9	0.442	0.46597	105%	0.44134	100%	0.43697	99%
10	0.510	0.5484	107%	0.50936	100%	0.50175	98%
11	0.556	0.59811	108%	0.55476	100%	0.54635	98%
12	0.656	0.68116	104%	0.64372	98%	0.65003	99%
13	0.737	0.75015	102%	0.73815	100%	0.7535	102%
14	0.787	0.77733	99%	0.79094	100%	0.80532	102%
15	0.900	0.81699	91%	0.89534	99%	0.89705	100%
Total Bilah			2		12		4

Pada Tabel 3 terlihat arsitektur jaringan **50-10-1** dengan fungsi aktivasi logsig-pureline dan tiga variasi fungsi percepatan yaitu TrainGD, TrainGDA dan TrainGDM. Pada fungsi percepatan **TrainGD** didapatkan nilai rata-rata MSE sebesar 0,14 yang diproses epoch/iterasi sebanyak 100 kali dalam waktu henti 0 detik. Tabel 4 menunjukkan hasil prediksi pengenalan pola ketukan ke 51 pada 15 bilah, didapatkan data latih JST-backpropagation dapat mengenali pola dengan rentang akurasi sebesar 100% -102% sebanyak 2 bilah yaitu bilah ke-8,13. Kemudian Pada fungsi percepatan **TrainGDA** didapatkan nilai rata-rata MSE sebesar 0,001 yang diproses

epoch/iterasi sebanyak 965 kali dalam waktu henti 2 detik. Hasil prediksi pengenalan pola ketukan ke 51 pada 15 bilah, didapatkan data latih JST-backpropagation dapat mengenali pola dengan rentang akurasi sebesar 100% - 102% sebanyak 12 bilah yaitu bilah ke-1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,14. Selanjutnya pada fungsi percepatan **TrainGDM** didapatkan nilai rata-rata MSE sebesar 0,001 yang diproses epoch/iterasi sebanyak 1000 kali dengan waktu henti 1 detik. Hasil prediksi pengenalan pola ketukan ke 51 pada 15 bilah, didapatkan data latih JST-backpropagation dapat mengenali pola dengan rentang akurasi sebesar 100%-

102% sebanyak 4 bilah yaitu bilah ke-3,13,14,15. Sehingga, dapat dikatakan bahwa hasil pelatihan JST dapat mengenali pola dengan baik pada fungsi percepatan TrainGDA. Karena hasil latihnya pengenalan pola bilahnya paling banyak diantara fungsi percepatan TrainGD dan TrainGDM, maka selanjutnya masuk ke tahap pengujian.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah JST sudah dapat mengenali pola dengan baik. Jaringan akan diuji menggunakan data yang diambil secara acak pada proses pelatihan. Hasil pengujian akan menunjukkan nilai *error* dari perbandingan antara hasil prediksi JST dengan data target aktual yang didapat dari data historis.

Tabel 5. Perbandingan Mean Squared Error (MSE) hasil pelatihan vs pengujian JST- *backpropagation* prediksi pola bilah ketukan ke 100

Arsitektur jaringan No.	Input, Hidden, output	Fungsi Aktivasi	Variasi Fungsi Percepatan	Epoch (kali)	Waktu (s)	MSE Pelatihan	MSE Pengujian
1	50-10-1	logsig-pureline	TrainGD	100	0	0,14	0,001
2	50-10-1	logsig-pureline	TrainGDA	965	2	0,001	0,000893
3	50-10-1	logsig-Pureline	TrainGDM	1000	1	0,001	0,0016

Pada tabel 5 menunjukkan perbandingan MSE (nilai error) hasil pelatihan vs pengujian pada pengenalan pola 15 bilah yang ketukannya dipilih secara acak pada ketukan 100. Hasil pengujian menunjukkan JST-Backpropagation terbaik juga terdapat pada arsitektur jaringan 50-10-1, fungsi aktivasi losig-pureline dan fungsi percepatan TrainGDA didapatkan nilai rata-rata yang semakin kecil dari pelatihan sebesar 0,001, setelah pengujian nilai MSE nya menjadi sebesar 0,000893. Hal ini sesuai dengan pernyataan [1]. Nilai MSE yang semakin kecil atau mendekati 0 maka semakin baik, artinya hasil prediksi yang didapatkan mendekati data aslinya. Setelah mendapat arsitektur terbaik dari hasil pelatihan dan pengujian dapat direkomendasikan nilai frekuensi 15 bilah saron berada pada rentang 684-2647 HZ termasuk frekuensi yang dapat didengar manusia.

4. SIMPULAN

Dari data hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* dapat digunakan

untuk mengenali pola nada sebanyak 12 bilah saron dengan akurasi 100%-102% dan rekomendasi frekuensi antara 684-2647 Hz.

2. Arsitektur terbaik neuron 50-10-1, fungsi aktivasi logsig-purelin dengan menggunakan fungsi percepatan TrainGDA memiliki perbandingan rata-rata MSE pengujian yang lebih kecil dari pelatihannya sebesar 0,001 menjadi 0,000893. Hal ini menunjukkan JST *backpropagation* berhasil mendekati nilai aslinya.
3. Pendekatan ini dapat menjadi solusi untuk dokumentasi digital dan pelestarian gamelan berbasis teknologi komputasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Indraprasta PGRI atas dukungan dana yang diberikan melalui program Penelitian Hibah Unindra dengan Nomor Kontrak 01671/SP3/KP/LPPM/UNINDRA/XI/2024 . Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada

Masyarakat (LPPM) Universitas Indraprasta PGRI atas dukungan dan fasilitasi yang telah memungkinkan terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. B. E. Pratama, G. A. V. M. Giri, and I. G. A. G. A. Kadyanan, "Analisis Frekuensi pada Gamolan Pekhing Menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform," *Pros. Semin. Nas. Univ. Ma Chung*, vol. 2, no. 1, pp. 120–127, 2022.
- [2] W. Wijayanto and F. Fidyastuti, "Estetika dalam Kosmis sebagai Pembelajaran dan Konservasi Gamelan di Era Modern," *J. Mebang Kaji. Budaya Musik dan Pendidik. Musik*, vol. 5, no. 1, pp. 11–22, 2025.
- [3] A. Cahyanti, I. Kurniawan, Y. D. Kristanto, and H. Kurniawan, "Kajian Etnomatematika Pada Alat Musik Saron Di Daerah Yogyakarta," *J. Ilm. Mat. Realis.*, vol. 5, no. 1, pp. 150–155, 2024, doi: 10.33365/ji-mr.v5i1.3773.
- [4] S. S. N. Aisah, F. Abdullatif, and H. Hartono, "Identifikasi frekuensi bunyi gambang laras slendro gamelan Jawa menggunakan jaringan syaraf tiruan pada Matlab," *J. Teras Fis.*, vol. 5, no. 1, p. 273, 2022, doi: 10.20884/1.jtf.2022.5.1.5816.
- [5] E. Ariyanto and F. S. Hananto, "Identifikasi Dan Aplikasi Pengenalan Spektrum Bunyi Gamelan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Matlab," *J. Neutrino*, vol. 7, no. 1, p. 7, 2014, doi: 10.18860/neu.v7i1.2633.
- [6] C. Leonardo, Suraidi, and H. Tanudjya, "Analisis Kalibrasi Pengukuran Dan Ketidakpastian Sound Level Meter," *J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 46–53, 2019.
- [7] I. A. D. Astuti, "Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (Tof) Dan Berbantuan Software Audacity," *Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 5, no. 3, pp. 18–24, 2016, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- [8] D. Kurniawan, H. Sunandar, and S. A. Hutabarat, "pengenalan; pola tangan," *Pendas J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 09, no. 04, pp. 294–299, 2024.
- [9] P. D. Sari and F. Ahyaningsih, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Harga Bahan Pangan di Wilayah Kabupaten Deli Serdang," *Algoritma. J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumihan dan Angkasa*, vol. 2, no. 6, pp. 105–117, 2024, doi: 10.62383/algoritma.v2i6.287.
- [10] F. Sinuhaji, H. Tarigan, and D. E. Tarigan, "Memperkirakan Kuantitas Masyarakat di Kabupaten Karo dengan pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan," *Curere*, vol. 7, no. 1, p. 15, 2023.
- [11] M. N. Fadilah, A. Yusuf, and N. Huda, "Prediksi Beban Listrik Di Kota Banjarbaru Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *J. Mat. Murni Dan Terap. Epsil.*, vol. 14, no. 2, p. 81, 2021, doi: 10.20527/epsilon.v14i2.2961.
- [12] M. Rahul, I. Gunawan, F. Anggraini, S. Sumarno, and I. O. Kirana, "Analisa JST Untuk Memprediksi Pembuatan SIM Menggunakan Metode Algoritma Backpropagation," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 124, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1742.
- [13] W. Ariannor and M. F. Razatillah, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Dalam

- Memprediksi Nilai Tukar Petani,” *Progresif J. Ilm. Komput.*, vol. 18, no. 1, p. 127, 2022, doi: 10.35889/progresif.v18i1.798.
- [14] A. F. Suahati, A. A. Nurrahman, and O. Rukmana, “Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan – *Backpropagation* dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru,” *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 6, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.35194/jmtsi.v6i1.1589.
- [15] W. Maharani, “Klasifikasi Data Menggunakan JST *Backpropagation* Momentum dengan Adaptive *Learning rate*,” *Semin. Nas. Inform.*, vol. 1, no. 4, pp. 25–31, 2015. [1]