

# Implementasi Neural Network Backpropagation Menggunakan Ekstraksi Fitur Audio Untuk Klasifikasi Catatan Gamelan

Fahri Firdausillah  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[fahri@dsn.dinus.ac.id](mailto:fahri@dsn.dinus.ac.id)

Dwiky Gilang Mahendra  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[gilang.mahendra888@gmail.com](mailto:gilang.mahendra888@gmail.com)

Junta Zeniarja  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[junta@dsn.dinus.ac.id](mailto:junta@dsn.dinus.ac.id)

Ardytha Luthfiarta  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[ardytha.luthfiarta@dsn.dinus.ac.id](mailto:ardytha.luthfiarta@dsn.dinus.ac.id)

Heru Agus Santoso  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[heru.agus.santoso@dsn.dinus.ac.id](mailto:heru.agus.santoso@dsn.dinus.ac.id)

Adhitya Nugraha  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[adhitya@dsn.dinus.ac.id](mailto:adhitya@dsn.dinus.ac.id)

Erwin Yudi Hidayat  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[erwin@dsn.dinus.ac.id](mailto:erwin@dsn.dinus.ac.id)

Abdul Syukur  
Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia  
[abab.syukur01@dsn.dinus.ac.id](mailto:abab.syukur01@dsn.dinus.ac.id)

**Abstrak**—Gamelan terdiri dari beberapa alat musik antara lain kendang, saron, bonang, panerus, kempul, gender, gambang, kethuk, suling, siter, clempung, slenthem, demung, jepang, kempyang, peking, dan gong. Banyak orang yang belum mengetahui nama masing-masing alat musik gamelan dan bagaimana bunyinya. Dalam upaya meningkatkan popularitas dan pengenalan gamelan sebagai alat musik tradisional kepada masyarakat, penelitian ini mengusulkan analisis berdasarkan klasifikasi audio alat musik gamelan. Klasifikasi dilakukan dengan teknik data mining menggunakan metode Backpropagation Neural Network (BPNN). Data audio atau suara dari hasil rekaman gamelan dilakukan dengan preprocessing menggunakan Zero Crossing Rate dan Short Time Energy sebelum diolah ke Backpropagation Neural Network. Penelitian ini hanya mengklasifikasikan 4 alat musik gamelan yaitu gong, kenong, saron, dan gambang. Hasil eksperimen menunjukkan akurasi sebesar 82,5%.

**Kata Kunci**—Klasifikasi, Pemrosesan Audio, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation

## SAYAPENDAHULUAN

Gamelan adalah alat musik tradisional Indonesia yang ada di wilayah Jawa. Lingkungannya, terbuat dari perunggu, merupakan campuran timah dan tembaga. Gamelan disajikan dalam kesenian Jawa dengan *akarawitanyang* menggambarkan nada irama tertentu yang selaras dengan gamelan sebagai alat musik pengiring nyanyian vokal oleh *sinden* (penyanyi) [1]. Di kalangan masyarakat, popularitas gamelan semakin menurun [2]. Hal ini terjadi karena cara memainkan gamelan yang tidak fleksibel serta harga pembelian dan perawatan instrumen gamelan yang sangat mahal. Meskipun jumlah master gamelan tidak banyak, popularitas gamelan dapat menurun [3].

Gamelan terdiri dari beberapa alat musik antara lain kendang, saron, bonang, panerus, kempul, gender, gambang,

kethuk, suling, siter, clempung, slenthem, demung, japan, kempyang, peking, dan gong [1]. Banyak orang yang belum mengetahui nama masing-masing alat musik gamelan dan bagaimana bunyinya. Gamelan erat kaitannya dengan pendengaran dan perasaan. Untuk memahami musik atau suara, seseorang harus terlatih baik dalam pendengaran dan perasaannya dalam memainkan nada. Jika pendengaran tidak terlatih untuk mendengar bunyi suatu nada, maka pemain musik gamelan sulit menentukan nada-nada yang didengarnya. Begitu pula perasaan para pemain musik gamelan. Jika perasaannya belum menyatu dengan nada-nada yang dimainkan, kemungkinan besar pemain akan memainkan nada dengan tempo yang tidak sesuai. Seiring dengan perkembangan zaman yang sangat pesat ini gamelan sebagai budaya dan seni tradisional mulai dilupakan.

Terdapat penelitian tentang klasifikasi audio gamelan menggunakan metode data mining, seperti Naïve Bayes. Data primer diambil secara langsung dengan merekam suara alat musik gamelan. Ekstraksi fitur audio yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zero Crossing Rate dan Short Time Energy. Berdasarkan hasil penelitian metode Naïve Bayes yang digunakan untuk klasifikasi suara alat musik gamelan memiliki performansi yang baik dibuktikan dengan akurasi sebesar 92,5% [2].

Dalam upaya meningkatkan popularitas dan pengenalan gamelan sebagai alat musik tradisional kepada masyarakat, penelitian ini mengusulkan untuk membuat analisis klasifikasi audio alat musik gamelan. Setiap suara yang dihasilkan dari masing-masing instrumen gamelan memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang bervariasi berdasarkan frekuensi suara [4]. Klasifikasi dilakukan dengan teknik data mining menggunakan Backpropagation Neural Network (BPNN), karena Backpropagation mengungguli hasil Naive Bayes [5][6]. BPNN merupakan salah satu algoritma yang handal dalam klasifikasi dengan berbagai jenis data [7].

Proses BPNN meniru cara kerja otak manusia yang mampu memecahkan suatu masalah dengan cara belajar. BPNN juga mampu beradaptasi untuk belajar dari input data yang diberikan, sehingga dapat memetakan hubungan antara input dan output [8]. Selain itu, kemampuan BPNN sudah dikenal baik dalam memprediksi output berdasarkan input yang telah dilatih sebelumnya. Penelitian ini menggunakan BPNN sebagai metode klasifikasi audio gamelan dan ekstraksi ciri audio menggunakan Zero Crossing Rate dan Short Time Energy. Klasifikasi berdasarkan data audio gamelan yang memiliki frekuensi berbeda.

## II. RGEEMBIASSTUDY

Ada beberapa penelitian yang dijadikan sebagai kajian dalam penelitian ini. Beberapa penelitian terkait gamelan dan pemanfaatan jaringan syaraf tiruan diuraikan sebagai berikut.

Pada [2], penulis membahas penggunaan metode data mining nave bayes untuk klasifikasi suara gamelan. Data primer diambil secara langsung dengan merekam alat musik gamelan. Instrumen gamelan terdiri dari kendang, saron, bonang, panerus, kempul, gender, gambang, kethuk, suling, siter, clempung, slenthem, demung, jepang, kempyang, peking, dan gong. Menurut penulis, banyak orang yang belum mengetahui nama masing-masing alat musik gamelan dan bagaimana suaranya. Bunyi gamelan memiliki frekuensi yang berbeda-beda pada setiap instrumen gamelan. Berdasarkan hasil penelitian metode nave bayes yang digunakan untuk klasifikasi suara alat musik gamelan memiliki performansi yang baik dengan akurasi sebesar 92,5%.

Dalam [9], penulis menggunakan jaringan fungsi basis radial untuk identifikasi instrumen gamelan Jawa. Metode yang digunakan untuk pelatihan fungsi jaringan basis radial adalah filter Kalman yang diperluas. Data suara gamelan diperoleh dari rekaman ketiga instrumen kelompok saron. Tidak ada standar frekuensi dalam sistem tangga gamelan, seperti pada alat musik modern. Penelitian ini mengidentifikasi gamelan Jawa menggunakan jaringan fungsi basis radial. Jaringan fungsi basis radial adalah jaringan feedforward multilayer yang pelatihannya hibrida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi instrumen gamelan Jawa menggunakan jaringan fungsi basis radial yang dilatih menggunakan filter Extended Kalman menghasilkan akurasi yang tinggi di atas 90%.

Pada [10] dikembangkan sistem pengenalan suara yang berfokus pada angka dengan menerapkan pelatihan MFCC dan SOM Neural Network. Data primer sebagai masukan untuk langkah-langkah pelatihan dan pengujian. Sistem yang dirancang dalam makalah ini adalah aplikasi pengenalan suara menggunakan metode Mel metode cepstral coefficients untuk mengekstrak fitur dan self-organizing maps untuk mengenali suara. Aplikasi ini dapat mengenali suara yang berfokus pada angka. Berdasarkan hasil penelitian akurasi yang diperoleh dari metode yang diusulkan adalah koefisien cepstral frekuensi Mel untuk mengekstraksi fitur dan peta selforganizing untuk mengenali nada sebesar 82 persen.

Pembahasan klasifikasi suara manusia dikemukakan oleh [11]. Algoritma yang digunakan adalah Levenberg-Marquadt

dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Data diambil langsung berupa rekaman suara manusia. Teknologi pengenalan suara saat ini mengalami peningkatan terutama dalam hal pemrosesan suara. Pemrosesan ucapan adalah cara untuk mengekstrak informasi yang diinginkan dari sinyal suara. Penelitian ini membahas tentang sistem klasifikasi suara pria dan wanita. Mengekstrak karakteristik sinyal suara setiap frame di zona waktu dan wilayah frekuensi sangat membantu untuk menyederhanakan dan mempercepat perhitungan. Fitur untuk suara atau audio adalah Short Time Energy, Zero Crossing Rate, Spectral Centroid dan lain-lain. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa klasifikasi suara manusia dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation dan algoritma Levenberg-Marquadt untuk perubahan matriks bobot, sangat baik dan cepat karena kerumitan perhitungan yang tidak terlalu tinggi. Menggunakan database 40 sampel suara dengan 5 data uji, hasilnya menunjukkan klasifikasi yang telah diidentifikasi dengan nilai kesamaan  $\geq 0,5$  sebagai pria dan  $<0,5$  sebagai wanita. Pengujian menggunakan jaringan syaraf tiruan menghasilkan rata-rata tingkat keberhasilan dalam klasifikasi suara adalah 91%.

Dari kajian terkait di atas, penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu model untuk mengklasifikasikan bunyi instrumen gamelan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan mengukur akurasi. Untuk melakukan klasifikasi audio gamelan digunakan Matlab. Data yang digunakan adalah rekaman bunyi instrumen gamelan. Metode klasifikasi yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation menggunakan fitur ekstraksi audio Short Time Energy dan Zero Crossing Rate.

AKU AKU AKU. EXPERIMENTALRHASIL

### SEBUAH.Ekstraksi Fitur

Tahap preprocessing adalah pengolahan data dari data suara menjadi nilai numerik untuk diolah dengan metode BPNN. Tahapan ekstraksi ciri terdiri sebagai berikut:

1. Short Time Energy (STE): menandai kekerasan suara dalam waktu singkat yang diambil dari

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X(n)^2$$

- N: Jumlah sampel / panjang frekuensi
- X (n): Nilai sinyal dari sampel

2. Zero Crossing Rate (ZC): menunjukkan sampel sekuensial pada sinyal digital memiliki tanda yang berbeda, ukuran noise sinyal dalam fitur domain yang diambil dari

$$ZC = \frac{\sum_{n=1}^N |sgn x(n) - sgn x(n-1)|}{2N}$$

- sgn x (n): nilai x (n), adalah 1 jika x (n) positif, -1 jika x (n) negatif
- N: Jumlah Sampel

Tabel 1 menunjukkan hasil ekstraksi ciri instrumen gambang. Tabel menunjukkan nama file, STE (Short Time Energy), ZC (Zero Crossing Rate) dan Label.

Tabel 1: Fitur Ekstraksi Dataset Gambang

mengajukan	STE	ZC	label
gmb1 1.wav	0,0062	0,0293	gambang
gmb1 2.wav	0,052746	0,002318	gambang
gmb1 3.wav	0,052558	0,002319	gambang
...	....	....	....
gmb9 5.wav	0,037425	0,010657	gambang

Tabel 2 menunjukkan hasil ekstraksi ciri instrumen gong. Tabel menunjukkan nama file, STE (Short Time Energy), ZC (Zero Crossing Rate) dan Label.

Tabel 2: Fitur Ekstraksi Dataset Gong

mengajukan	STE	ZC	label
gong sedang 1.wav	0,005763	0,077479	gong
gong sedang 2.wav	0,005264	0,085212	gong
gong sedang 3.wav	0,005279	0,07921	gong
gong sedang 4.wav	0,005232	0,090106	gong
gong sedang 5.wav	0,005502	0,087265	gong
....	....	....	....
gs5 5.wav	0,00911	0,063908	gong

Tabel 3 menunjukkan hasil ekstraksi ciri instrumen Kenong. Tabel menunjukkan nama file, STE (Short Time Energy), ZC (Zero Crossing Rate) dan Label.

Tabel 3: Fitur Ekstraksi Dataset Data Kenong

Mengajukan	STE	ZC	label
knp1 1.wav	0,028715	0,042177	kenong
knp1 2.wav	0,029188	0,041141	kenong
knp1 3.wav	0,028351	0,05063	kenong
knp1 4.wav	0,026956	0,044046	kenong
knp1 5.wav	0,027862	0,046402	kenong
...	....	....	....
....	....	....	....
kns6 5.wav	0,021367	0,057533	kenong

Tabel 4 menunjukkan hasil ekstraksi ciri instrumen saron. Tabel menunjukkan nama file, STE (Short Time Energy), ZC (Zero Crossing Rate) dan Label.

Tabel 4: Fitur Ekstraksi Dataset Saron

mengajukan	STE	ZC	Label
sk1 1.wav	0.109531	0,0777	Saron
sk1 2.wav	0.109128	0,038031	Saron
sk1 3.wav	0.109064	0,04372	Saron
sk1 4.wav	0.107416	0,05157	Saron
sk1 5.wav	0.109092	0,06176	Saron
...	....	....	....
....	....	....	....
ss5 5.wav	0,041064	0,074181	Saron

## B. Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

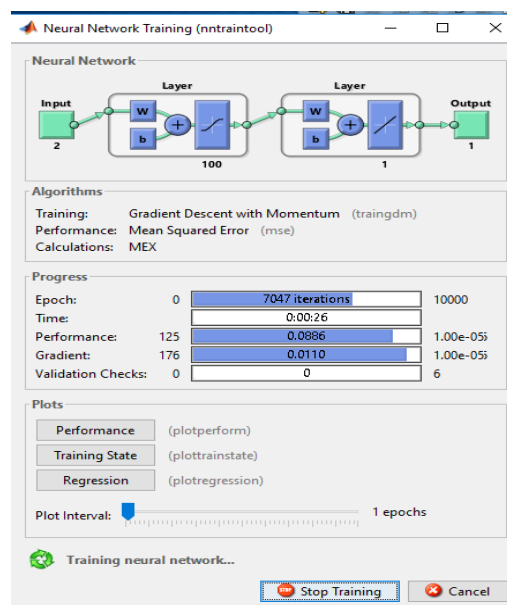
### 1) Pelatihan BPNN

Penelitian yang dilakukan pada pelatihan jaringan backpropagation menggunakan parameter neural network pada Tabel 5. Banyaknya parameter yang digambarkan pada tabel digunakan karena nilai yang paling optimal berkaitan dengan persentase akurasi dan daya komputasi, nilai yang lebih rendah akan menghasilkan akurasi yang lebih rendah tetapi membutuhkan lebih tinggi lebih banyak daya komputasi tanpa peningkatan akurasi yang signifikan.

Tabel 5: Parameter Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Parameter	Nilai
Masa	10000
Tingkat Pembelajaran	0,01
Kesalahan Sasaran	0,00000001
Lapisan Tersembunyi	100 Neuron

Berdasarkan parameter jaringan pada Tabel 6 dilakukan pelatihan dengan proses yang dapat dilihat pada Gambar 1.



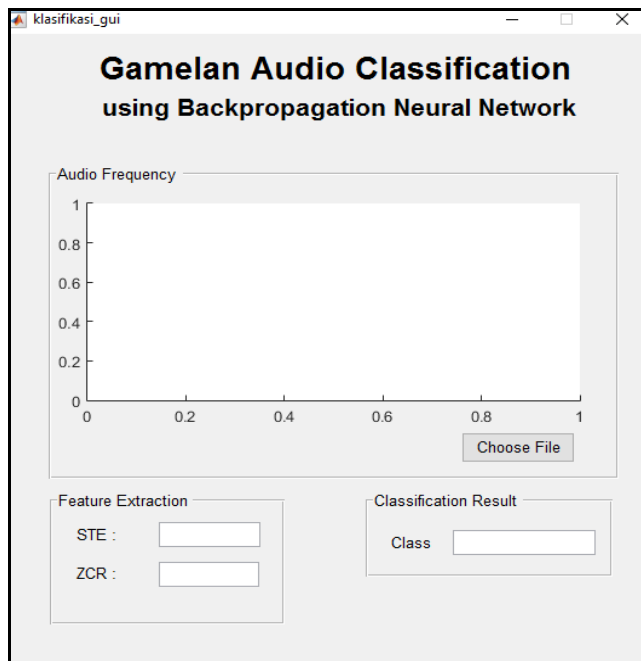
Gambar 1. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

## 2) Implementasi

Bab ini menjelaskan implementasi BPNN pada GUI menggunakan Matlab. Berikut adalah langkah-langkah klasifikasi yang telah diterapkan pada GUI.

### a) Antarmuka Aplikasi

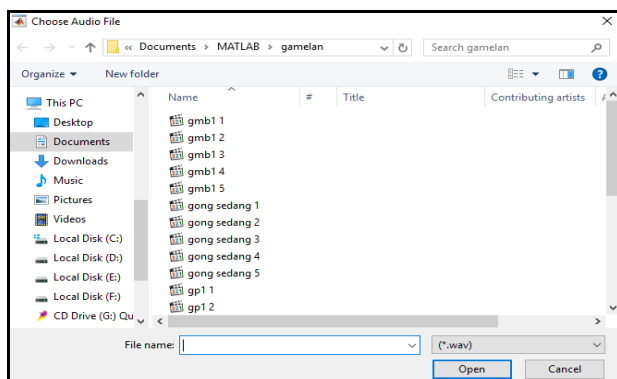
Pada saat source code dijalankan, tampilan awal ditunjukkan pada Gambar 2. Pada tampilan program terdapat beberapa komponen seperti format file dan hasil ekstraksi fitur pada file.



Gambar 2. Antarmuka Aplikasi

### b) Pemilihan File Audio

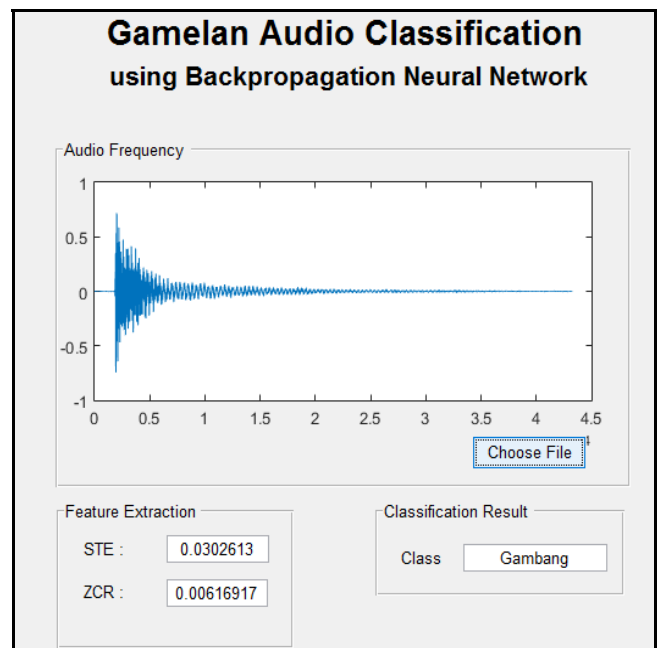
Untuk dapat mengklasifikasikan tahap awal adalah memilih file dengan menekan tombol pilih file. Kemudian sistem akan menampilkan dialog pemilihan file yang hanya di filter keberadaan file .wav



Gbr.3. Pilih File Audio

### c) Hasil Klasifikasi

Setelah memilih file, sistem akan secara otomatis menampilkan semua hasil mulai dari ekstraksi fitur dan hasil klasifikasi file audio yang dipilih.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Gambang

### 3) Evaluasi

Setelah metode Backpropagation Neural Network berhasil diterapkan pada klasifikasi, pengujian dilakukan untuk menentukan kinerja metode yang diusulkan. Evaluasi dilakukan sebanyak 40 kali dengan menggunakan validasi silang dimana data latih dicek terhadap model Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation yang telah dibuat. Setelah itu, hasil nilai pengujian dibandingkan dengan dataset yang tersedia.

Berdasarkan hasil tabel pengujian, matriks konfusi disusun untuk menghitung akurasi klasifikasi yang diusulkan.

Tabel 7. Model Evaluasi Menggunakan Confusion Matrix

		Kelas			
		gambang	Gong	Kenong	Saron
Diprediksi Kelas	gambang	9	0	1	0
	Gong	0	9	0	1
	Kenong	1	0	9	2
	Saron	0	1	1	6

$$Accuracy = \frac{True_{gambang} + True_{gong} + True_{kenong} + True_{saron}}{gambang + gong + kenong + saron} \quad (1)$$

$$Accuracy = \frac{9 + 9 + 9 + 6}{10 + 10 + 10 + 10} = \frac{33}{40}$$

$$Accuracy = 82.5\%$$

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada proses awal untuk menghasilkan model. Model tersebut kemudian dievaluasi dengan menggunakan confusion matrix untuk menghitung nilai akurasi. Seperti terlihat pada perhitungan di atas, nilai akurasi evaluasi mencapai 82,5%.

#### IV. CKESIMPULANSEBUAHNDFUTUREWORK

Metode data mining Backpropagation Neural Network yang diusulkan telah berhasil diterapkan untuk klasifikasi suara gamelan. Penerapan metode Backpropagation Neural Network yang digunakan untuk klasifikasi pada penelitian ini memiliki akurasi sebesar 82,5%.

Penelitian selanjutnya dapat menerapkan dan melakukan penambahan fitur yang digunakan untuk klasifikasi sehingga dapat menambah data perhitungan untuk proses klasifikasi guna meningkatkan kinerjanya. Penelitian yang lebih mendalam dan variasi metode klasifikasi lainnya seperti c45, Decision Tree, SVM, serta metode optimasi seperti Genetic Algorithms dan Particle Swarm Optimization juga merupakan pilihan lain.

#### REFERENSI

- [1] J. Lindsay, Gamelan Jawa, Oxford : Oxford University Press, Edisi 1 Edisi, 1992.
- [2] I. NUGROHO, "Analisa Dan Klasifikasi Suara Gamelan Menggunakan Algoritma Naive Bayes," 2017.
- [3] YTC Pramudi, F. Budiman and S. , "Desain Virtual Gamelan Jawa Sebagai Media Pembelajaran," dalam Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010), Yogyakarta, 2010.
- [4] A. Rizky, "Identifikasi Instrumen Gamelan Jawa Menggunakan Jaringan Fungsi Basis Radial Dengan Metode Pelatihan Extended Kalman Filter," dalam Prosiding Seminar Nasional Matematika, 2014.
- [5] M. Simfukwe, "Membandingkan Metode Naive Bayes dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Kategorisasi Kualitas Semen", dalam International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 2015.
- [6] A. . SEBAGAI "Sistem Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Multilayered Feed Forward Neural Network dan Back Propagation Neural Network," dalam International Journal of Computer Applications, 2017.
- [7] David, "Penerapan Algoritma Levenberg-Marquadt dan Backpropagation Neural Network Untuk Klasifikasi Suara Manusia," 2013.
- [8] A. Hamid, "Adaptasi speaker cepat dari model hybrid NN/HMM untuk pengenalan suara berdasarkan pembelajaran diskriminatif kode speaker," dalam Konferensi Internasional IEEE pada, 2013.
- [9] A. Riski, "Identifikasi Instrumen Gamelan Jawa Menggunakan Jaringan Fungsi Basis Radial Dengan Metode Pelatihan Extended Kalman Filter," dalam Prosiding Seminar Nasional Matematika 2014.
- [10] M. Puspitasari, "Pengenalan Suara Menggunakan Mel Frequency Cepstral Coefficients Dan Self Organizing Maps," 2014.
- [11] David, "Penerapan Algoritma Levenberg-Marquadt dan Backpropagation Neural Network Untuk Klasifikasi Suara Manusia," 2017.