

Identifikasi Neuropsikologi Emosi terhadap Video Iklan menggunakan Fast Fourier Transform dan Backpropagation Levenberg-Marquardt

Kartika N. Oktaviani¹, Esmeralda C. Djamal, Agus Komarudin

Jurusan Informatika, Fakultas Sains dan Informatika
Universitas Jenderal Achmad Yani
Cimahi

¹kartikataviani@gmail.com

Abstrak—Evaluasi terhadap respon penonton pada saat menonton video iklan salah satunya melalui identifikasi neuropsikologis. Neuropsikologis terdiri dari konsentrasi, emosi, dan ketertarikan, yang dapat ditangkap melalui Elektroensefalogram (EEG). Respon emosi lebih menggambarkan kualitas video dibandingkan respon ketertarikan yang sangat dipengaruhi brand produk tertentu. Penelitian ini telah membangun sistem identifikasi neuropsikologis emosi saat menonton video iklan. Analisis dilakukan setiap dua detik, berdasarkan waktu transisi antar scene video iklan. Sistem dibangun dengan pelatihan terlebih dahulu menggunakan data latih dari 20 naracoba, 10 perekaman, yang terbagi atas 15 segmen sehingga didapatkan sebanyak 3000 set data. Sinyal EEG diekstraksi menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) dengan panjang window 0,5 detik dan overlap 50% dari empat kanal sehingga menghasilkan fitur yang merupakan masukan dari sistem identifikasi. Sistem identifikasi diawali dengan pembelajaran untuk menghasilkan bobot yang dilakukan dengan algoritma Backpropagation Levenberg-Marquardt. Hasil penelitian menunjukkan optimalisasi parameter pelatihan learning rate dengan nilai 0,001 dan minimum error 0,01 memberikan akurasi terbaik, yaitu menunjukkan akurasi sebesar 77,67% terhadap data baru, dan 100% terhadap data latih. Sistem identifikasi menunjukkan waktu komputasi sekitar 0,07 detik, yang agak signifikan terhadap waktu real time dua detik. Sistem identifikasi neuropsikologis emosi terhadap video iklan telah diimplementasikan dalam perangkat lunak yang terintegrasi dengan wireless Emotiv EEG.

Kata kunci— neuropsikologi; emosi; sinyal EEG; FFT; Backpropagation Levenberg-Marquardt;

I. PENDAHULUAN

Pemasaran merupakan kegiatan utama dalam meningkatkan penjualan barang, dan jasa, salah satunya melalui iklan di TV komersial. Namun iklan *video* pada media TV mempunyai biaya yang mahal, sehingga perlu dibuat dengan baik sehingga pesan tersampaikan secara maksimal setiap detiknya dan mempengaruhi penonton untuk membeli produk yang ditayangkan. Iklan juga perlu memperhatikan respon emosi penontonnya. Beberapa cara terdahulu untuk mengetahuinya melalui kuesioner atau wawancara, namun metode tersebut tidak memberikan informasi setiap detik dari keseluruhan *video* iklan, ditambah tidak mudah menggali pendapat dan emosi sejujurnya

dari seseorang. Identifikasi neuropsikologi emosi seseorang menjadi alternatif untuk evaluasi *video* iklan, sehingga dapat dimanfaatkan dalam evaluasi atau memperbaiki antara lain skenario, elemen musik, warna, teks, aktor yang terlibat, maupun adegan yang mempengaruhi emosi positif pada penontonnya.

Neuropsikologis adalah bidang ilmu yang mempelajari hubungan antara aktivitas listrik di otak dengan perilaku seseorang. Emosi termasuk dalam perilaku mengontrol perasaan yang bersifat subyektif dan terjadi disadari ataupun tidak disadari. Biasanya emosi dibagi menjadi dua area yaitu positif dan negatif. Emosi positif terdiri dari senang, tertarik, terkejut, puas, santai, dan antusias. Sedangkan emosi negatif seperti sedih, marah, kesal, takut, malu, kecewa, gelisah, dan cemas [1], [2]. Respon emosional berdasarkan neuropsikologis seseorang dapat diidentifikasi menggunakan perangkat Elektroensefalogram (EEG). EEG menangkap sinyal aktivitas listrik di otak, walaupun pemrosesannya tidak mudah. Bentuk sinyal EEG berbeda setiap orang karena dipengaruhi beberapa faktor seperti aktivitas, kesehatan, rangsangan eksternal dan emosional.

Beberapa penelitian menyampaikan keterkaitan emosi yang penting diperhatikan dari sudut pandang psikologis dan neurosains [3], membandingkan emosi positif dan negatif yang timbul dalam iklan elektronik yang menghasilkan nilai rata-rata tertinggi untuk emosi positif pada iklan yang bersifat afektif dan emosi negatif pada iklan yang bersifat keduanya, yaitu afektif dan kognitif [4]. Iklan pada smartphone pun dapat dibuat secara maksimal selain berdasarkan dari efek teknologi yang ada, sisi lain juga mempertimbangkan evaluasi emosi konsumen berdasarkan tayangan yang dilihat, apakah merasa terhibur ataupun terganggu dengan munculnya iklan dalam media tersebut [5]. Penelitian lainnya juga tentang neuropsikologi dalam mengidentifikasi tingkat perhatian konsumen terhadap *video* iklan dengan klasifikasi kelas tertarik, kurang tertarik, dan tidak tertarik yang memiliki tingkat akurasi hingga 73% [6]. Neuropsikologis terhadap *video* iklan mempunyai aspek di antaranya ketertarikan dan emosi. Namun biasanya emosi didominasi faktor *video* yang ditampilkan daripada brand produk, sehingga analisis terhadap kualitas *video* lebih efektif. Sementara aspek ketertarikan sangat didominasi brand dari produk. Oleh karena itu, apabila akan mengevaluasi aspek *video*

seperti skenario, elemen musik, warna, teks, aktor yang terlibat, adegan, dan animasi lebih sesuai menggunakan neuropsikologis emosi dibandingkan dengan tingkat perhatian.

Penelitian ini membuat sistem identifikasi neuropsikologi emosi melalui sinyal EEG saat menonton *video* iklan menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) dan Backpropagation Levenberg-Marquardt. Sinyal EEG direkam dari empat kanal saat menonton *video* iklan, kemudian diekstraksi menggunakan FFT dalam rentang frekuensi 4-50 hertz yang sekaligus mengeliminasi *noise*. Sebelum identifikasi dilakukan pelatihan untuk mengenali sinyal EEG lima jenis emosi yaitu “Netral”, “Senang”, “Antusias”, “Sedih”, dan “Marah” melalui data latih yang menghasilkan bobot. Pelatihan menggunakan Backpropagation Levenberg-Marquardt secara *offline*. Bobot yang disimpan dalam *database* digunakan untuk identifikasi.

Backpropagation Levenberg-Marquardt mereduksi banyak *epoch* yang biasanya dilakukan oleh Backpropagation standar. Dibandingkan dengan Backpropagation standar, Backpropagation Levenberg-Marquardt menghasilkan grafik konvergensi yang lebih stabil dan pengulangan *epoch* yang lebih sedikit [7]–[11], meskipun memakan waktu komputasi yang lebih banyak [12].

II. METODE PENELITIAN

A. Analisis Sistem Berjalan

Sinyal gelombang otak yang direkam melalui EEG *wireless* merupakan bentuk sinyal kontinyu yang berubah berdasarkan periode waktu, dimana hal ini sinyal tersebut membawa informasi. Karakteristik yang berubah-ubah adalah amplitudo dan frekuensi. Pada umumnya sinyal digambarkan dalam bentuk gelombang sinus dimana mempunyai tiga variabel, yaitu amplitudo yang menggambarkan tinggi gelombang, frekuensi yang merupakan jumlah gelombang yang dihasilkan per detik, dan fasa adalah besarnya sudut yang terbentuk pada gelombang. Setiap orang memiliki pola gelombang otak yang unik dan berbeda-beda. Keunikan itu tampak pada komposisi jenis gelombang pada saat tertentu.

Beberapa penelitian yang telah menggunakan EEG antara lain mengkolaborasi hasil analisis EEG dengan *eye-tracking* [13], mengidentifikasi empat jenis kondisi emosi [14], deteksi emosi laten [15], dan penilaian konsumen terhadap brand [16].

EEG standar digunakan dalam medik, namun aplikasi lebih luas dimanfaatkan bidang lain seperti psikologi dan *marketing*. Sinyal EEG merefleksikan pula aktivitas pikiran, yang dapat ditinjau dari beberapa variabel seperti emosi, ketertarikan, dan konsentrasi. Oleh karena itu, sinyal EEG dapat dimanfaatkan dalam neuropsikologi dan neuromarketing, seperti evaluasi respon psikologis terhadap *video* iklan. Analisis meliputi respon emosional ataupun ketertarikan.

B. Akuisisi Data

Proses perekaman dilakukan dalam waktu yang sama untuk 20 naracoba sebagai data latih. Setiap perekaman dikondisikan untuk memunculkan kondisi respon emosi tertentu setiap dua detiknya. Proses perekaman menghasilkan sebanyak 3000 set data untuk data latih (20 naracoba×10 perekaman×15 segmen).

Naracoba usia 15-25 tahun, baik laki-laki maupun perempuan dalam keadaan sehat. Naracoba melakukan perekaman sinyal menggunakan EEG dengan rangsangan *video* iklan seperti pada Tabel 1, dengan jeda setiap *video* sebanyak lima menit. Setiap selesai perekaman EEG, naracoba diminta untuk mengisi kuesioner yang memuat pertanyaan mengenai *scene* gambar yang terdapat dalam *video* iklan, untuk mendukung emosi apa yang dirasakan. Selama perekaman sinyal, dilakukan dokumentasi *video* menggunakan *webcam* yang diletakan di depan naracoba.

Perangkat yang digunakan menggunakan EEG Emotive Insight empat kanal (AF3, AF4, T7, dan T8) dengan *frekuensi sampling* 128 hertz. Setiap perekaman dilakukan selama 30 detik. Semua *video* iklan yang dijadikan rangsangan diambil dari situs Youtube.com.

TABEL I. TABEL DAFTAR VIDEO IKLAN

No.	Judul Iklan	Brand	Durasi
1.	Ramadan Animation (Indonesia)	LINE	1:00
2.	iPhone 5 'Cheese'	Apple	1:00
3.	What A Creative Advertisement	Mercedes	1:00
4.	Rahasia di Balik Jumbo Sale	Matahari	1:00
5.	Perjalanan Rupiah	Bank Indonesia	1:30
6.	Iringi Terus Tekadmu Sejak Dulu, Hingga Nanti	Indomie	2:00
7.	Flash Sale The Movie	Shopee	1:00
8.	Ketawa Karir	VIT	1:00
9.	Lebih dengan Uber	Uber	2:30
10.	The Sister	Thai Insurance	3:00

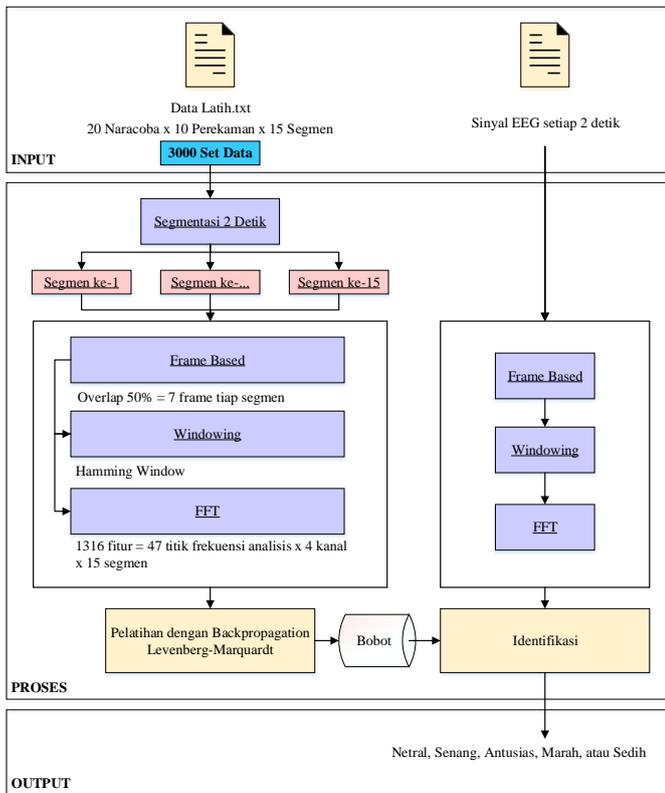
C. Perancangan Sistem Identifikasi

Sistem yang dibangun dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam mengklasifikasikan kelas emosi yang terjadi pada saat menonton *video* iklan, data sinyal EEG melalui tahapan pra proses ekstraksi dan identifikasi. Pelatihan pada data latih menggunakan metode Backpropagation Levenberg-Marquardt yang sebelumnya telah melalui tahap ekstraksi pada rentang frekuensi 4-50 hertz menggunakan Fast Fourier Transform. Identifikasi terhadap data baru dilakukan secara *offline*. Segmentation

Pada tahap pra proses set data latih disegmentasi setiap dua detik, sehingga menghasilkan 15 segmen, maka diperoleh $15 \times 200 = 3000$ set data latih. Satu set data latih dengan durasi dua detik menghasilkan 256 titik sinyal EEG (128 fs×2 detik) dalam setiap kanal.

1) Frame Based

Frame based merupakan tahap kedua dari pra proses. Tahap *frame based* diawali dengan mencari jumlah data (N) pada Persamaan 1, dan mencari nilai *overlapping frame* (M) pada Persamaan 2. Sementara itu, nilai *overlap* yang digunakan adalah sebesar 50%, sehingga lebar *window* senilai 0,5 detik. Sehingga didapatkan dalam satu segmen menghasilkan 7 *frame*. Sehingga satu segmen terdapat $47 \times 7 \text{ frame} \times 4 \text{ kanal} = 1316 \text{ set data}$.



Gambar 1 Sistem identifikasi neuropsikologi emosi

$$N = \text{sampling} * fs \quad (1)$$

$$M = N * \text{Overlap} \quad (2)$$

2) Windowing

Untuk meminimalisir diskontinuitas sinyal pada permulaan dan akhir setiap frame, maka dilakukan tahap *windowing* menggunakan metode Hamming Window pada Persamaan 3.

$$w(n) = 0,54 - 0,46 \cos(2\pi n/(N - 1)); 0 \leq n \leq N - 1 \quad (3)$$

3) Ekstraksi dengan Fast Fourier Transform

Selesai proses *windowing*, data sinyal EEG masih dalam berbentuk domain waktu, sehingga dibutuhkan untuk mentransformasikannya ke dalam domain frekuensi menggunakan metode FFT, dengan rentang frekuensi antara 4-50 hertz yang menghasilkan sebanyak 47 data dalam setiap *frame*. Tahap ini menggunakan Persamaan 4, dengan u mulai dari 4 sampai 50.

$$X(u) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n \left[\left(\cos \frac{2\pi un}{N} \right) - j \left(\sin \frac{2\pi un}{N} \right) \right] \quad (4)$$

Nilai dari perhitungan FFT diabsolutkan untuk menghitung nilai *magnitude* sebelum masuk ke tahap identifikasi, agar nilai hasil FFT tidak ada yang bernilai negatif menggunakan Persamaan 5.

$$|F(u)| = \sqrt{\text{Real } F(u)^2 + \text{Imaginer } F(u)^2} \quad (5)$$

Hasil dari ekstraksi menggunakan FFT menghasilkan vektor fitur yang digunakan sebagai jumlah unit *neuron input* pada tahap pelatihan Backpropagation Levenberg-Marquardt, seperti pada Tabel 2.

TABEL II. TABEL VEKTOR FITUR

No.	Vektor Fitur	Komponen	Kanal
1.	x1 - x47	Frame ke 1	AF3
2.	...	...	AF3
3.	x283 - x329	Frame ke 7	AF3
4.	x330 - x376	Frame ke 1	AF4
5.	...	...	AF4
6.	x612 - x658	Frame ke 7	AF4
7.	x659 - x705	Frame ke 1	T7
8.	...	...	T7
9.	x941 - x987	Frame ke 7	T7
10.	x988 - x1034	Frame ke 1	T8
11.	...	...	T8
12.	x1268 - x1316	Frame ke 7	T8

4) Backpropagation Levenberg-Marquardt

Tahap pelatihan menggunakan Backpropagation Levenberg-Marquardt menghasilkan bobot, yang kemudian dijadikan nilai yang digunakan pada identifikasi dengan menghasilkan kondisi emosi netral, senang, antusias, marah, dan sedih. Neuron yang digunakan pada *output layer* (Y) adalah 3 neuron (m) yang diperoleh dari kombinasi biner yang memenuhi 5 kelas. Untuk jumlah neuron pada *input layer* (X) didapatkan dari panjang data hasil ekstraksi FFT yaitu 1316 unit neuron (n). Maka jumlah neuron *hidden layer* (Z) adalah 63 unit neuron (p), didapatkan dari Persamaan 6.

$$p = \sqrt{m \times n} \quad (6)$$

Nilai bobot awal diinisialisasi secara acak dengan rentang 0-1. Kemudian target keluaran untuk kelas netral adalah 0 0 1, kelas senang 0 1 0, kelas antusias 0 1 1, kelas sedih 1 0 0, kelas marah 1 0 1, dan $\alpha = 0,01$.

Fase pelatihan sama halnya seperti tahapan pada Backpropagation standar, namun pada saat fase ketiga yaitu fase modifikasi bobot, dimana persamaan untuk modifikasi menggunakan algoritma Levenberg-Marquardt seperti pada Persamaan 7, yaitu modifikasi pada persamaan aproksimasi Hessian dengan menambahkan hasil dari perkalian matriks identitas dengan nilai parameter Levenberg ($\mu = 0,01$).

$$W_{i+1} = W_i - (J_k^T J_k + \mu I)^{-1} J_k e_k \quad (7)$$

Dimana,

J = Jacobian Matriks, dan

I = Matriks Identitas.

Pada perhitungan Jacobian Matriks memuat turunan *error* pertama tiap *output* jaringan terhadap bobot dan bias jaringan, digambarkan pada Persamaan 8.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial e_{11}(w)}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{12}(w)}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{1n}(w)}{\partial w_n} \\ \frac{\partial e_{k1}(w)}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{k2}(w)}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{kn}(w)}{\partial w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial e_{kp}(w)}{\partial w_1} & \frac{\partial e_{kp}(w)}{\partial w_2} & \dots & \frac{\partial e_{kp}(w)}{\partial w_n} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Pada tahapannya, perhitungan selisih bobot dilakukan dengan memperbarui nilai parameter Levenberg. Parameter dibagi dengan nilai β pada saat nilai Mean Square Error (MSE) baru terhadap MSE sebelumnya lebih kecil, sedangkan nilai parameter dikali dengan nilai β apabila nilai MSE baru lebih besar ($\beta = 0,1$). Dimana perhitungan MSE dapat dilihat pada Persamaan 9.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^m (t_k - o_k)^2 \quad (7)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

Rangsangan *video* iklan pada saat membangkitkan emosi netral adalah *video* iklan yang banyak mengandung unsur kata-kata teks. Emosi senang terangsang dengan *video* iklan yang bertema komedi dan kejadian lucu, dan rangsangan emosi antusias dengan *video* iklan yang banyak mengandung unsur musik dengan irama *up beat*. Sedangkan rangsangan emosi marah terjadi pada saat *video* iklan yang menjengkelkan dan rangsangan emosi sedih adalah *video* iklan yang memilukan.

Vektor fitur yang dijadikan masukan ke dalam neuron *input layer* sebanyak 1316 didapatkan dari jumlah rentang frekuensi yang dianalisa dalam FFT setiap *frame* sebanyak empat kanal.

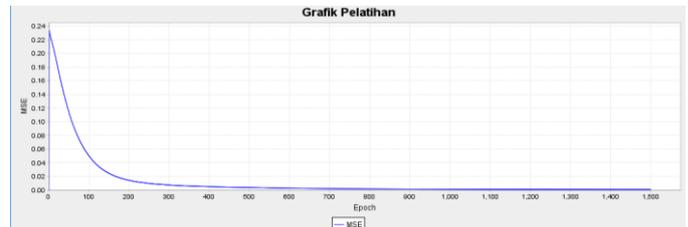
1) Optimalisasi Parameter

Optimalisasi parameter pelatihan bertujuan untuk mencari parameter optimal proses pelatihan dengan jaringan syaraf tiruan yang memberikan akurasi yang paling baik. Parameter yang ditinjau adalah *learning rate* 0,001 serta *epoch* 1500, dan minimal MSE. Hasil dari pengujian optimalisasi parameter pelatihan dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III. TABEL OPTIMALISASI PARAMETER PELATIHAN

Minimum Error	MSE	Waktu (detik)	Akurasi (%)	
			Data Latih	Data Baru
0,001	0,000553	3197,718	100,00	76,16
0,010	0,000714	2562,646	100,00	77,67
0,100	0,000541	2172,772	100,00	76,00

Didapatkan dari pengujian optimalisasi parameter pelatihan, hasil menunjukkan pelatihan dengan nilai akurasi terbaik adalah pada saat minimum error pada 0,01. Presentase akurasi pengujian menghasilkan 100% untuk data latih, dan 77,67% untuk data baru. Grafik pelatihan menunjukkan konvergensi pada nilai MSE yang mencapai minimum *error*, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik pelatihan MSE

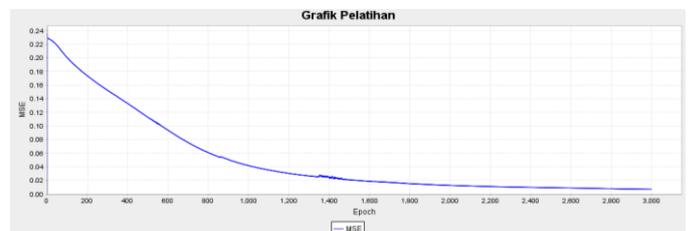
2) Pengaruh Normalisasi Data

Pengujian optimalisasi pengaruh normalisasi data bertujuan untuk melihat pengaruh proses pelatihan dengan jaringan syaraf tiruan yang sebelumnya dilakukan normalisasi data terlebih dahulu dengan data yang tidak melalui proses normalisasi dalam parameter *learning rate* 0,001 dan minimum *error* 0,01. Hasil dari pengujian pengaruh normalisasi data dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL IV. TABEL PENGARUH NORMALISASI DATA

Proses	MSE	Waktu (detik)	Akurasi (%)	
			Data Latih	Data Baru
Normalisasi	0,00706547	7522,75	67,75	39,50
Tanpa Normalisasi	0,00002428	7073,34	100,00	77,67

Dari hasil pengujian apabila dibandingkan dengan pengaruh normalisasi data, didapatkan bahwa pelatihan data dengan normalisasi lebih cepat mencapai minimum *error* seperti pada Gambar 3. Namun pencapaian minimum *error* yang dilakukan pada pelatihan dengan normalisasi data tidak menunjukkan hasil akurasi yang kurang baik sebesar 67,75% daripada hasil pelatihan tanpa normalisasi. Pelatihan tanpa normalisasi menunjukkan grafik pelatihan yang lebih stabil. Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari ekstraksi dengan FFT sudah menghasilkan data yang optimum sebagai masukan ke dalam jaringan syaraf tiruan, dilihat dari akurasi data latih terbaiknya sebesar 100%.



Gambar 3 Grafik pelatihan MSE dengan normalisasi data

3) Pengujian terhadap Data Latih maupun Data Baru

Pengujian terhadap data latih maupun data baru bertujuan untuk mengetahui seberapa handal sistem mengenali kelas target yang terdapat dalam *database* pada saat proses identifikasi. Hasil pengujian terhadap data latih maupun data baru dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari hasil pengujian data latih maupun data baru, didapatkan bahwa sistem sudah cukup handal dalam mengenali data masukan ke dalam sistem pada saat proses pengujian. Rata-rata jumlah data yang dikenali pada data baru sebesar 110 data,

sedangkan pada data latih menunjukkan hasil yang maksimal dimana semua data dapat dikenali.

TABEL V. TABEL PENGARUH NORMALISASI DATA

Kelas	Data Latih		Data Baru	
	Jumlah Set Data	Data Dikenali	Jumlah Set Data	Data Dikenali
Netral	600	600	150	110
Senang	600	600	150	111
Antusias	600	600	150	108
Sedih	600	600	150	109
Marah	600	600	150	111
Rata-rata	600	600	150	110

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sistem yang digunakan sebagai identifikasi neuropsikologi emosi terhadap *video* iklan menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) dan Backpropagation Levenberg-Marquardt. Sistem ini telah diuji melalui tahapan proses pengujian akurasi sistem. Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk menguji akurasi dari sistem yang dibuat dalam mengenali emosi dari data EEG. Proses pengujian sistem dilakukan terhadap pengujian parameter pengujian, pengujian pengaruh normalisasi data terhadap akurasi sistem.

Parameter yang digunakan pada pelatihan Backpropagation adalah *learning rate* 0,001, *epoch* 1500 dan *minimum error* 0,01. Parameter pelatihan tersebut menghasilkan waktu pelatihan selama 2562,646 detik, MSE 0,000714 dan menghasilkan akurasi sebesar 77,67% untuk data uji dan 100% untuk data latih.

Normalisasi data menjadi pengaruh terhadap nilai akurasi, karena didapatkan 67,75% terhadap data latih yang dibandingkan dengan proses pelatihan tanpa normalisasi data yang menunjukkan hasil akurasi terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan ekstraksi FFT, data masukan untuk jaringan syaraf tiruan sudah menghasilkan data yang optimum.

Data baru yang melalui tahapan pengujian oleh sistem pun menghasilkan rata-rata 110 data baru dapat dikenali. Dengan kata lain, sistem yang dibangun sudah cukup handal dalam mengklasifikasikan lima kelas.

REFERENSI

[1] Y. C. Ou and P. C. Verhoef, "The Impact of Positive and Negative Emotions on Loyalty Intentions and Their Interactions with Customer Equity Drivers," *J. Bus. Res.*, vol. 80, no. July, pp. 106–115, 2017.

[2] C. Y. Yu and C. H. Ko, "Applying FaceReader to Recognize Consumer Emotions in Graphic Styles," *Procedia CIRP*, vol. 60, no. 2017, pp. 104–109, 2017.

[3] J. Prescott, "Some Considerations in the Measurement of Emotions in Sensory and Consumer Research," *Food Qual. Prefer.*, vol. 62, no. December 2016, pp. 360–368, 2017.

[4] M. Garaus, U. Wagner, and S. Manzinger, "Happy Grocery Shopper: The Creation of Positive Emotions Through Affective Digital Signage Content," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 124, no. 2017, pp. 295–305, 2017.

[5] B. Yang, Y. Kim, and C. Yoo, "The Integrated Mobile Advertising Model: The Effects of Technology and Emotion-based Evaluations," *J. Bus. Res.*, vol. 66, no. 9, pp. 1345–1352, 2013.

[6] E. C. Djamal, R. Indrawan, J. Pratama, and F. Renaldi, "EEG Based Neuropsychology of Advertising Video Using Fast Fourier Transform and Support Vector Machine," *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 105–109, 2017.

[7] R. Rahmat, R. Setiawan, and M. H. Purnomo, "Perbandingan Algoritma Levenberg-Marquardt dengan Metoda Backpropagation pada Proses Learning Jaringan Saraf Tiruan untuk Pengenalan Pola Sinyal Elektrokardiograf," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, no. Juni, pp. 39–43, 2006.

[8] N. Khan, D. Gaurav, and T. Kandl, "Performance Evaluation of Levenberg-Marquardt Technique in Error Reduction for Diabetes Condition Classification," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 18, pp. 2629–2637, 2013.

[9] I. Mukherjee and S. Routroy, "Comparing the Performance of Neural Networks Developed by Using Levenberg-Marquardt and Quasi-Newton with the Gradient Descent Algorithm for Modelling a Multiple Response Grinding Process," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 3, pp. 2397–2407, 2012.

[10] S. Sapna, "Backpropagation Learning Algorithm Based on Levenberg Marquardt Algorithm," *Comput. Sci. Inf. Technol. (CSIT)*, pp. 393–398, 2012.

[11] A. A. Suratgar, M. B. Tavakoli, and A. Hoseinabadi, "Modified Lavenberg-Marquardt Method for Neural Networks Training," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 6, pp. 46–48, 2010.

[12] A. Reynaldi, S. Lukas, and H. Margaretha, "Backpropagation and Levenberg-Marquardt Algorithm for Training Finite Element Neural Network," in *2012 Sixth UKSim/AMSS European Symposium on Computer Modeling and Simulation*, 2012, no. 2, pp. 89–94.

[13] R. Ohme, M. Matukin, and B. Pacula-lesniak, "Biometric Measures for Interactive Advertising Research," *J. Interact. Advert.*, vol. 11, no. 2, pp. 60–72, 2011.

[14] S. B. Musa and H. Tjandrasa, "Analisis Fitur Sinyal Emosi EEG Berdasarkan Hybrid Decompotion," *Energy J. Ilm. Ilmu-ilmu Tek.*, vol. 7, no. 1, pp. 7–12, 2017.

[15] T. Nomura and Y. Mitsukura, "Detection of Latent Emotion Using TV Commercial Evaluation," in *Proceedings - 2015 8th International Conference on Human System Interaction, HSI 2015*, 2015, pp. 309–315.

[16] M. Murugappan, S. Murugappan, Balaganapathy, and C. Gerard, "Wireless EEG Signals Based Neuromarketing System Using Fast Fourier Transform (FFT)," in *2014 IEEE 10th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, 2014, no. March, pp. 25–30.