

Identifikasi Tingkat Perhatian Produk Berdasarkan Sinyal EEG Sebagai *Neuro Marketing*

Juliyanto Pratama*, Esmeralda C. Djamal, Faiza Renaldi
Jurusan Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Sudirman, Cimahi
*juliyanto_p@yahoo.com

Abstrak— Keterlibatan konsumen terhadap suatu produk dapat diartikan sebagai tingkat hubungan personal yang dirasakan sebagai pemahaman akan produk tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui ketertarikan suatu produk yaitu dengan neuro marketing yang menggunakan perangkat Elektroensefalogram (EEG). Sinyal EEG menginformasikan kondisi pikiran dan pengaruhnya terhadap rangsangan dari luar. Penelitian ini menggunakan ekstraksi *Autoregressive* orde 10, 20 dan 30 yang kemudian dilakukan identifikasi menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Learning Vector Quantization (LVQ)*. Untuk melakukan identifikasi telah ditentukan parameter optimal LVQ yaitu, banyaknya iterasi 1000, minimum error sebesar 0.0001, dan learning rate sebesar 0.05. Hasil dari ekstraksi orde 10 menghasilkan akurasi sebesar 55%, orde 20 menghasilkan akurasi sebesar 80%, dan orde 30 menghasilkan akurasi sebesar 75%.

Kata kunci—*neuro marketing; eeg; autoregressive; learning vector quantization*

I. PENDAHULUAN

Konsumen merupakan faktor utama dalam pencapaian keberhasilan penjualan produk atau jasa pada sebuah perusahaan. Sebelum memutuskan dalam membeli suatu produk, konsumen biasanya melakukan banyak pertimbangan karena konsumen ingin mendapatkan produk yang sesuai dengan kebutuhannya. Kepribadian konsumen juga dapat mempengaruhi keterlibatan dalam hal mengapa konsumen yang berbeda dapat memiliki reaksi yang berlainan terhadap produk yang sama.

Tenaga ahli yang bekerja pada bidang pemasaran harus memiliki berbagai teknik yang dilakukan untuk mendapatkan perhatian konsumen terhadap suatu produk, salah satunya dengan melihat perilaku dari konsumen saat melihat produk yang ditawarkan. Namun asumsi secara umum menjelaskan bahwa aktifitas otak manusia dapat memberikan informasi lebih daripada metode pemasaran biasa yang digunakan (wawancara atau kuisioner). Elektroensefalogram (EEG) adalah instrumen untuk menangkap aktivitas listrik di otak, yang pengukurannya amat dipengaruhi oleh beberapa variabel. Walaupun karakteristik sinyal EEG dari setiap orang berbeda-beda dan berubah setiap waktu, namun pengaruh tiap-tiap variabel jika diklasifikasikan akan menghadirkan pola tertentu pada sinyal EEG.

Penelitian tentang klasifikasi sinyal-sinyal EEG merupakan hal menarik, yang sangat membantu salah satunya sebagai perangkat identifikasi ketertarikan atau perhatian terhadap suatu produk. Beberapa penelitian mengklasifikasikan sinyal EEG terhadap tingkat kewaspadaan [1][2], kondisi emosional [3], imajinasi menggenggam [4], dan tingkat perhatian [5]. Representasi sinyal EEG menjadi suatu model, sangat berguna untuk meningkatkan akurasi, diantaranya menggunakan ekstraksi Wavelet [2][1], dan *Autoregressive* yang dapat meningkatkan akurasi dan menurunkan ketidakstabilan [6][7][8][9]. Dalam membangun sistem klasifikasi, perlu disesuaikan dengan variabel yang ditinjau. Penelitian menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan Algoritma *Backpropagation* untuk klasifikasi kewaspadaan [1], kondisi pikiran [8], gerakan [10] dan klasifikasi membayangkan menulis [11]. Algoritma tersebut mempunyai akurasi tinggi, tetapi memberikan konsekuensi waktu komputasi pelatihan yang membutuhkan waktu yang lama, karena koreksi bobot dilakukan seluruh neuron. *Learning Vector Quantization* sebagai algoritma JST mempunyai keunggulan waktu komputasi yang lebih singkat tanpa mengurangi akurasi pengenalan seperti yang dilakukan pada penelitian terdahulu untuk klasifikasi kelainan EEG [12], pengaruh rangsangan cahaya terhadap sinyal EEG [13], dan pengenalan wajah [14].

Penelitian ini membangun suatu sistem identifikasi tingkat perhatian produk melalui sinyal EEG menggunakan *Autoregressive* dan *Learning Vector Quantization*. Sistem yang diimplementasi dalam perangkat lunak yang terintegrasi EEG wireless rencananya dapat dimanfaatkan dalam menguji produk baru, yaitu sebagai neuro-marketing. Sinyal EEG direkam dari naracoba sehat sebanyak 10 orang dengan perulangan masing-masing empat kali. Setiap naracoba diberikan rangsangan visual produk yang ditawarkan.

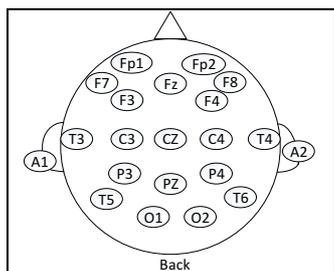
II. MATERIAL DAN METODE

Metode penelitian terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu analisa sistem berjalan, akuisisi data, dan penerapan metode yang digunakan yaitu *Autoregressive* dan *Learning Vector Quantization*.

A. Analisa Sistem Berjalan

Iklan merupakan salah satu media komunikasi pemasaran yang kerap digunakan dalam aktivitas ekonomi sebagai upaya

mengenalkan produk kepada konsumen. Cara mengetahui ketertarikan konsumen terhadap suatu produk adalah dengan melakukan wawancara atau kuesioner. Namun asumsi secara umum menjelaskan bahwa aktifitas otak manusia dapat memberikan informasi lebih daripada metode pemasaran biasa yang digunakan (wawancara atau kuisisioner). Gelombang otak ini diukur berdasarkan beda potensial yang terjadi secara berulang ulang diantara elektroda yang dihubungkan ke kepala manusia. EEG juga digunakan dalam kalangan kedokteran antara lain untuk diagnosa penyakit yang berhubungan dengan untuk mendeteksi pola pikiran atau kondisi mental seseorang [15]. Proses perekaman sinyal EEG menggunakan elektroda dengan jumlah kanal sebanyak 10-20 dengan frekuensi *sampling* 128-1024 Hz. Peletakan elektroda pada kulit kepala dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Posisi Penempatan Elektroda

B. Akuisisi Data

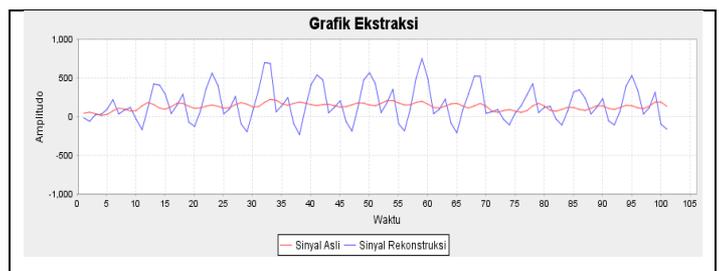
Tahap akuisisi data digunakan sebagai media untuk mendapatkan data yang digunakan pada pemrosesan sistem. Pada penelitian ini diawali dengan pengumpulan data EEG yaitu melakukan perekaman kepada naracoba sehat yang berjumlah sebanyak 10 orang dengan perulangan sebanyak empat kali. Naracoba berusia antara 20 sampai 25 tahun dan sedang dalam kondisi sehat, telah tidur cukup, dan sedang tidak dalam keadaan stress. Perekaman menggunakan wireless EEG kanal Fp1 dengan frekuensi *sampling* 512 Hz yang berdurasi pada masing-masing perekaman selama 100 detik untuk setiap kondisi. Pada saat perekaman naracoba dibagi dalam dua kelompok sebanyak lima orang untuk setiap kelompoknya yang dibagi dalam waktu pagi dan sore hari. Tempat yang digunakan untuk perekaman yaitu kondisi suasana hening.

Penawaran produk dilakukan dengan cara memberikan visualisasi deskripsi produk lewat rekaman video, produk yang ditawarkan adalah produk yang sama terhadap setiap naracoba yaitu mobil bertipe *city car*. Produknya sebanyak 8 mobil yaitu Daihatsu ceria, Suzuki ertiga, Toyota agya, Suzuki karimun, honda HRV, honda accord, Toyota Rush, dan Toyota Fortuner. Perekaman untuk kondisi hening tanpa suara dengan pencahayaan yang cukup hanya dari layar monitor. Proses perekaman naracoba duduk rileks dan mulai diberikan rangsangan berupa visualisasi deskripsi produk, setelah proses selesai dilakukan maka naracoba diberikan kuesioner yang dimaksudkan untuk penilaian terhadap produk yang ditawarkan, dan saat perekaman naracoba direkam menggunakan webcam untuk mengetahui perhatian dari tatapan mata dan mimik wajah. Perekaman ke dua sampai ke

empat dilakukan pada hari yang berbeda dan produk yang ditawarkan berbeda pada setiap perulangan.

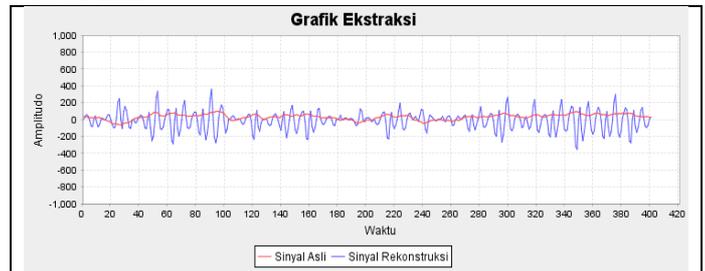
C. Perancangan Sistem Identifikasi

Perekaman selama 100 detik untuk setiap kondisi menghasilkan sebanyak 51200 data pada setiap kali perekaman. Data yang diperoleh disimpan dalam bentuk *.txt* yang kemudian dijadikan sebagai masukan data latih dan juga data uji pada sistem. Data masukan kemudian masuk ke tahap praproses yaitu ekstraksi menggunakan AR. Ekstraksi menggunakan AR orde 10, 20, dan 30. Pada setiap orde akan melakukan segmentasi titik sinyal untuk setiap matriks dan menghasilkan koefisien yang berbeda. Orde 10 melakukan segmentasi sebanyak 100 titik sinyal dan menghasilkan sebanyak 10 koefisien untuk setiap matriks. Orde 20 melakukan segmentasi sebanyak 400 titik sinyal dan menghasilkan sebanyak 20 koefisien untuk setiap matriks. Orde 30 melakukan segmentasi sebanyak 300 titik sinyal dan menghasilkan sebanyak 30 koefisien untuk setiap matriks. Setiap orde menghasilkan selisih yang berbeda dengan orde lainnya. Untuk orde 10 jika dijumlahkan data dalam satu matriks pertama berjumlah 12.85681879. Grafik perbandingan antara sinyal asli dan sinyal hasil rekonstruksi orde 10 dapat dilihat pada Gambar 2. Pada orde 10 memiliki selisih antara data sinyal asli dengan sinyal rekontruksi sebesar 540,1431 pada data latih ke satu.



Gambar 2 Grafik Orde 10

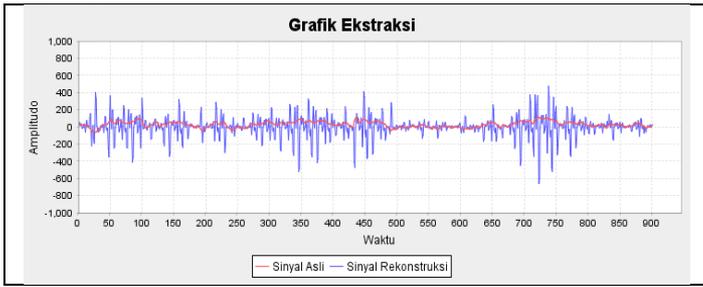
Orde 20 jika dijumlahkan data dalam satu matriks pertama berjumlah -256.9494329. Grafik perbandingan antara sinyal asli dan sinyal hasil rekonstruksi orde 20 dapat dilihat pada Gambar 3. Pada orde 20 memiliki selisih antara data sinyal asli dengan sinyal rekontruksi sebesar 2151.949433 pada data latih ke satu.



Gambar 3 Grafik Orde 20

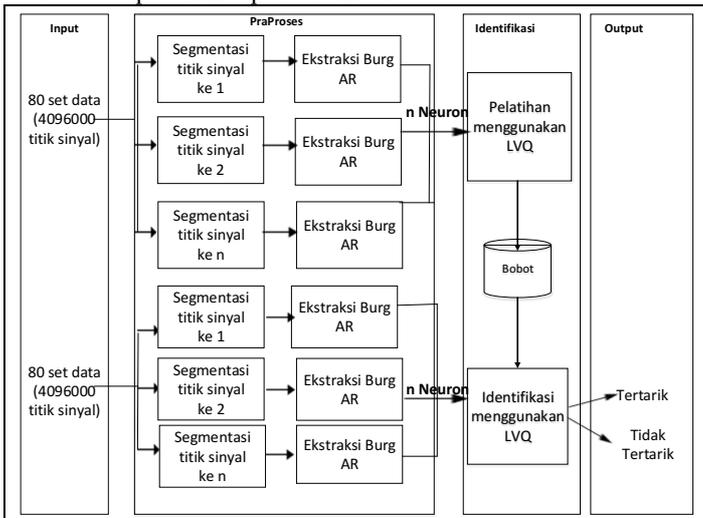
Orde 30 jika dijumlahkan data dalam satu matriks pertama berjumlah 6.136101401. Grafik perbandingan antara sinyal asli dan sinyal hasil rekontruksi orde 30 dapat dilihat pada Gambar 4. Pada orde 30 memiliki selisih antara data sinyal

asli dengan sinyal rekonstruksi sebesar 3209.863899 pada data latih ke satu.



Gambar 4 Grafik Orde 30

Hasil ekstraksi tersebut kemudian dijadikan sebagai neuron masukan LVQ untuk pelatihan dan pengujian. Kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Perancangan Sistem Identifikasi

D. Autoregressive

Metode Burg merupakan pendekatan estimasi parameter yang saat ini dianggap sebagai yang paling tepat. Berbeda dengan metode least square dan yule walker, yang memperkirakan parameter AR langsung, metode Burg terlebih dahulu memperkirakan koefisien refleksi untuk masing-masing orde (p), yang dihitung secara berurutan dengan prediksi maju dan mundur [15]. Model Burg AR melakukan proses regresi pada dirinya sendiri, proses tersebut didefinisikan pada Persamaan 1 untuk mencari nilai (x) pada waktu tertentu sesuai dengan runtun waktu.

$$x(n) = \sum_{j=1}^p C_j x(n-j) + e(n)$$

(1)

Keterangan :

$x(n)$ = Sinyal pada poin sampel

C_j = Koefisien AR

$e(n)$ = Representasi *error* pada *sampel* sebelumnya

p = Orde (tingkat) AR

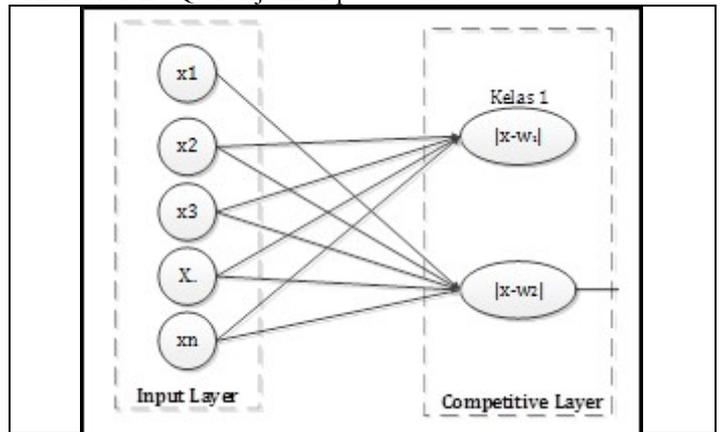
AR telah digunakan pada beberapa penelitian terdahulu. AR digunakan sebagai ekstraksi fitur pada potongan segmen data menggunakan Burg AR orde 10. Proses ekstraksi fitur

dengan Burg AR orde 10 menghasilkan 11 koefisien AR dan 1 residual (noise). Dua belas koefisien AR selanjutnya disebut sebagai fitur hasil ekstraksi [15].

E. Learning Vector Quantization

LVQ merupakan suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing unit keluaran mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ digunakan untuk pengelompokan yang jumlah target atau kelasnya sudah ditentukan. Suatu lapisan kompetitif secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor masukan. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor masukan. Jika dua vektor masukan mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor masukan tersebut ke dalam kelas yang sama.

Prinsip kerja dari algoritma LVQ adalah pengurangan node-node yang pada akhirnya hanya ada satu node output yang terpilih. Pertama kali yang dilakukan adalah melakukan inialisasi bobot untuk tiap-tiap node dengan nilai random. Setelah diberikan bobot random, maka jaringan diberi masukan sejumlah dimensi node/neuron masukan. Setelah masukan diterima jaringan, maka jaringan mulai melakukan perhitungan jarak vektor yang didapatkan dengan menjumlah selisih/jarak antara vektor masukan dengan vektor bobot. Arsitektur LVQ ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Arsitektur LVQ

Beberapa penelitian menggunakan LVQ mengenai identifikasi wajah dengan neuron masukan yang digunakan sebanyak 307.200 node yang akan diidentifikasi ke dalam 6 kelas [14]. Kriteria berhenti yang digunakan pada saat pelatihan yaitu jika $Epoch < MaxEpoch$ atau $alpha > eps$. Jumlah maksimum dari iterasi yang digunakan yaitu sebanyak 10, dengan laju pembelajaran (α) yang digunakan mulai dari 0,01 sampai dengan 0,10. Pengujian klasifikasi kendaraan menggunakan 16 sampel gambar, dan diperoleh informasi bahwa laju pembelajaran yang dapat mengklasifikasikan kendaraan dengan benar adalah 0,08.

Tahapan Algoritma Learning Vector Quantization, di antaranya:

- Tentukan maksimum epoch (banyaknya proses pelatihan yang akan diulangi), eps (error minimum yang diharapkan) dan nilai alpha.

- b. Hasil ekstraksi ciri pertama dari masing-masing pola digunakan sebagai data awal (inisialisasi). Data inisialisasi ini akan diisi sebagai nilai bobot awal (w).
- c. $E_{poh} = 0$
- d. Selama ($E_{poh} < MaxE_{poh}$) atau ($alpha > eps$), maka lakukan hal berikut
- $E_{poh} = E_{poh} + 1$
 - Untuk setiap data hasil ekstraksi ciri, lakukan hal berikut:
 - i. Set x = hasil ekstraksi ciri dari pola.
 - ii. Set T = nomor urut dari setiap kelas.
 - iii. Hitung jarak hasil ekstraksi ciri pola saat ini dengan masing-masing bobot. Misalkan dihitung jarak hasil ekstraksi ciri pola pertama dengan setiap bobot, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$jarak = \sqrt{(x_{11} - w_{11})^2 + \dots + (x_{1n} - w_{1n})^2} \quad (1)$$

Dengan:

x_{1n} = bit ekstraksi ciri pola-1 yang ke- n

w_{1n} = bobot $w(1,n)$

n = banyaknya bit ekstraksi ciri

- iv. Bila nomor kelas pada bobot yang memiliki jarak terkecil sama dengan nilai nomor urut (T) pola, maka hitung:

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha (x - w_j(\text{lama})) \quad (2)$$

- v. Bila tidak, maka hitung:

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) - \alpha (x - w_j(\text{lama})) \quad (4)$$

- vi. Kurangi nilai $Alpha$:

$$\alpha = \alpha - (0.1 * \alpha) \quad (5)$$

- e. Simpan bobot hasil pelatihan

Setelah dilakukan pelatihan, diperoleh bobot akhir (W). Bobot-bobot ini nantinya akan digunakan untuk melakukan simulasi atau pengujian data yang lain.

III. HASIL DAN DISKUSI

Total keseluruhan data yang dilatih yaitu sebanyak 80 yang terdiri dari 40 data latih tertarik dan 40 data latih tidak tertarik yang didapatkan dari 10 naracoba yang masing-masing dilakukan perekaman sebanyak empat kali untuk setiap kondisi yang dibutuhkan yaitu tertarik dan tidak tertarik. Data yang telah dilatih tersebut kemudian digunakan sebagai data uji. Proses pengujian terhadap data latih yang melalui ekstraksi orde 10 seperti pada

TABEL 1.

TABEL 1 PENGUJIAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI ORDE 10

No.	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1	Naracoba 1	Tertarik	4	2
2	Naracoba 1	Tidak Tertarik	4	2
3	Naracoba 2	Tertarik	4	2
4	Naracoba 2	Tidak Tertarik	4	2
5	Naracoba 3	Tertarik	4	2
6	Naracoba 3	Tidak Tertarik	4	2
7	Naracoba 4	Tertarik	4	2
8	Naracoba 4	Tidak Tertarik	4	2
9	Naracoba 5	Tertarik	4	2
10	Naracoba 5	Tidak Tertarik	4	2
11	Naracoba 6	Tertarik	4	2
12	Naracoba 6	Tidak Tertarik	4	2
13	Naracoba 7	Tertarik	4	2
14	Naracoba 7	Tidak Tertarik	4	2
15	Naracoba 8	Tertarik	4	4
16	Naracoba 8	Tidak Tertarik	4	4
17	Naracoba 9	Tertarik	4	2
18	Naracoba 9	Tidak Tertarik	4	2
19	Naracoba 10	Tertarik	4	2
20	Naracoba 10	Tidak Tertarik	4	2
Total Dikenali			80	44

Pada orde 10 jumlah data yang dapat dikenali pada saat pengujian sebanyak 44 data atau sebesar 55%.

Untuk orde 20 jumlah data yang dapat dikenali pada saat pengujian yaitu sebanyak 64 data atau sebesar 80%. Data tersebut dapat dilihat pada TABEL 2.

TABEL 2. PENGUJIAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI ORDE 20

No.	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1	Naracoba 1	Tertarik	4	4
2	Naracoba 1	Tidak Tertarik	4	4
3	Naracoba 2	Tertarik	4	4
4	Naracoba 2	Tidak Tertarik	4	4
5	Naracoba 3	Tertarik	4	4
6	Naracoba 3	Tidak Tertarik	4	4
7	Naracoba 4	Tertarik	4	2
8	Naracoba 4	Tidak Tertarik	4	2
9	Naracoba 5	Tertarik	4	2
10	Naracoba 5	Tidak Tertarik	4	2
11	Naracoba 6	Tertarik	4	4
12	Naracoba 6	Tidak Tertarik	4	4
13	Naracoba 7	Tertarik	4	2
14	Naracoba 7	Tidak Tertarik	4	2
15	Naracoba 8	Tertarik	4	4
16	Naracoba 8	Tidak Tertarik	4	4
17	Naracoba 9	Tertarik	4	4
18	Naracoba 9	Tidak Tertarik	4	4
19	Naracoba 10	Tertarik	4	2
20	Naracoba 10	Tidak Tertarik	4	2
Total Dikenali			80	64

Pengujian dengan menggunakan ekstraksi orde 30 menghasilkan data yang dapat dikenali sebanyak 60 data latih atau sebesar 75%.

TABEL 3 PENGUJIAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI ORDE 30

No.	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1	Naracoba 1	Tertarik	4	4
2	Naracoba 1	Tidak Tertarik	4	4
3	Naracoba 2	Tertarik	4	3
4	Naracoba 2	Tidak Tertarik	4	1
5	Naracoba 3	Tertarik	4	2
6	Naracoba 3	Tidak Tertarik	4	2
7	Naracoba 4	Tertarik	4	4
8	Naracoba 4	Tidak Tertarik	4	4
9	Naracoba 5	Tertarik	4	3
10	Naracoba 5	Tidak Tertarik	4	1
11	Naracoba 6	Tertarik	4	2
12	Naracoba 6	Tidak Tertarik	4	2
13	Naracoba 7	Tertarik	4	4
14	Naracoba 7	Tidak Tertarik	4	4
15	Naracoba 8	Tertarik	4	2
16	Naracoba 8	Tidak Tertarik	4	2
17	Naracoba 9	Tertarik	4	4
18	Naracoba 9	Tidak Tertarik	4	4
19	Naracoba 10	Tertarik	4	4
20	Naracoba 10	Tidak Tertarik	4	4
Total Dikenali			80	60

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian identifikasi tingkat perhatian produk dengan menggunakan metode Autoregressive orde 10, 20 dan 30 serta Learning Vector Quantization dengan menggunakan parameter maksimum iterasi sebanyak 1000, minimum error sebesar 0.0001, dan learning rate 0.05 menghasilkan identifikasi yang mendekati akurat dalam mengidentifikasi tingkat perhatian produk yaitu dengan ekstraksi menggunakan orde 20 sebesar 80%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. C. Djamal, Suprijanto and A. Arif, "Identification of Alertness State Through EEG Signal Using Wavelet Extraction and Neural Networks," in *The 2014 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA 2014)*, Bandung, 2014.
- [2] M. K. Kiyuk, M. Akin and A. Subasi, "Automatic Recognition of Alertness Level by Using Wavelet Transform an Artificial Neural Networks," *Journal of Neuroscience Methods Elsevier*, pp. 231-240, 2004.
- [3] M. Soleymani and M. P. T. Pantic, "Multimodal Emotion Recognition in Response to Videos," *IEEE Transaction on Affective Computing*, Vols. Vol 3, No. 2, pp. 211-223, April-June 2012.
- [4] X. D. Zhang and H. R. Choi, "Pattern Recognition of Human Grasping Operation Based on EEG," *International Journal of Control, Automation, and Systems*, vol. Vol 4 No 5, pp. 592-600, October 2006.
- [5] D. Prasetyowati and E. C. Djamal, "Identifikasi Kondisi Perhatian Berdasarkan Sinyal Elektroensefalogram Menggunakan Transformasi Wavelet dan Support Vector Machine," *SNIIA 2015*, 2015.
- [6] E. Djamal, S. Setiadi and Suprijanto, "Classification of Human Grasping Imagination Based on EEG Signal Using Autoregressive and Neural Networks," *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 2015.
- [7] H. W. Steinberg, T. Gasser and J. Franke, "Fitting Autoregressive Models to EEG Time Series: An empirical Comparison of Estimates of the Order," *Acoustics, Speech and Signal Processing, IEEE Transactions*, pp. 143-150, 2003.

- [8] A. Turnip and K. S. Hong, "Classifying Mental Activities from EEG - p300 Signal Using Adaptive Neural Networks," *International Journal of Innovative Computing*, vol. Vol 8 No 9, pp. 6429-6443, September 2012.
- [9] R. Ramadhini and E. Djamal, "Klasifikasi Sinyal Elektroensefalogram Berdasarkan Kondisi Emosional Menggunakan Autoregressive dan Support Vector Machine," in *Seminar Ipteks Jenderal Achmad Yani*, Cimahi, 2015.
- [10] H. Hindarto, "Klasifikasi Elektroensefalogram menggunakan Metode Wavelet," *Teknoloja*, vol. 5, pp. 11-18, 2011.
- [11] W. M. Zabidi, K. Lee and C. Fadzal., "Classification Of EEG Signal from Imagined Writing Using A Combined Autoregressive Model And Multi-Layer Perceptron.," in *Biomedical Engineering and Sciences IEEE EMBS Conference*, 2012.
- [12] A. Kashtiban, K. Branch, H. Razmi and M. Kozehkonan, "Combined LVQ neural network and multivariate statistical method employing wavelet coefficient for EEG signal classification," in *Mechatronics (ICM), 2011 IEEE International Conference on*, Istanbul, 2011.
- [13] M. Kugler and H. Lopes, "Using a chain of LVQ neural networks for pattern recognition of EEG signals related to intermittent photic stimulation," in *Neural Networks, 2002. SBRN 2002. Proceedings. VII Brazilian Symposium on*, Brazilian, 2012.
- [14] S. Heranurweni, "Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Semarang, 2010.
- [15] M. A. Karyawan, A. Z. Arifin and A. Saikhu, "Klasifikasi Sinyal EEG Menggunakan Koefisien Autoregressive, F-Score, dan Least Squares Support Vector Machine," *Jurnal TIF*, vol. 2, p. 1, 2011.