

Pengenalan Emosi untuk Evaluasi User Experience Pada Aplikasi Google Form Dengan Metode K-Nearest Neighbor

Wirdha Ningsih^{a,1,*}, Murein Miksa Mardhia^{a,2}

^a Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia

¹ wirdhaningsih98@gmail.com; ² murein.miksa@tif.uad.ac.id

* Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Electroencephalography (EEG) merupakan alat untuk merekam aktivitas gelombang otak yang dapat dimanfaatkan untuk memvalidasi tingkat kebergunaan dengan pendekatan *user experience* (UX) dalam mendesain antarmuka aplikasi. Proses pengujian UX secara umum termasuk mengamati perubahan emosi seseorang yang sedang berinteraksi dengan aplikasi dimana hasilnya tidak bisa langsung disimpulkan. Klasifikasi emosi yang diteliti yaitu keadaan senang dan sedih. Emosi senang mempresentasikan kemudahan yang dirasakan saat berinteraksi dengan aplikasi, sedangkan emosi sedih merepresentasikan adanya perasaan bingung atau frustrasi. Sinyal yang digunakan sinyal beta berjenis *attention* dengan stimulus pengerjaan *task* pada aplikasi *google form*. Penelitian ini mengaplikasikan metode *K-Nearest Neighbor* sebagai klasifikasi dengan ekstraksi fitur orde pertama. Responden yang digunakan sebanyak 30 dengan 3 kali perulangan berjumlah 90 data. Sebanyak 20 responden 3 kali perulangan berjumlah 60 data dijadikan sebagai data *training* dan 10 responden dengan 3 kali perulangan berjumlah 30 data dijadikan sebagai data uji. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian emosi seseorang dalam keadaan senang dan sedih. Pengujian yang dilakukan dengan *Confusion Matrix* untuk menentukan tingkat akurasi. Nilai akurasi tertinggi yang didapat pada pengujian sinyal beta berjenis *attention* sebesar 73,3%.



Kata Kunci

EEG
User Experience
K-Nearest Neighbor



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Berkembangnya zaman sebuah sistem informasi akademik menjadi sarana yang sangat penting dalam suatu pendidikan, karena diakses oleh banyak pengguna. Seluruh admin, dosen dan mahasiswa menggunakan untuk melakukan kegiatan perkuliahan. Salah satu cara pengujian untuk mengetahui apakah pengguna mudah menggunakan desain *interface* atau antarmuka dikenal dengan nama uji ketergantungan atau *usability testing* [1]. Uji kegunaan atau *usability* adalah mengukur kemudahan pengguna, kemudahan dalam mempelajari, efisiensi dan kepuasan untuk mencapai tujuan tertentu.

Tingkat emosi manusia bisa terjadi pada saat dalam keadaan dimana seseorang menemukan diri sendiri atau suatu keadaan yang saat ini sedang terjadi. Ada banyak teknik yang digunakan untuk pengenalan emosi yaitu pada ekspresi wajah, ucapan verbal, atau bahasa tubuh. Sinyal EEG telah terbukti memberikan lebih banyak wawasan tentang proses emosi dan tanggapan [2].

Seluruh aktivitas tubuh manusia dikendalikan dan dikuasai oleh otak. *Electroencephalography* (EEG) merupakan alat yang diletakkan pada permukaan kulit kepala dengan menempelkan electrode selama periode tertentu untuk merekam suatu aktivitas gelombang otak yang terdiri dari jutaan *neuron* sehingga menghasilkan sinyal elektrik [3]. Sinyal elektrik yang dihasilkan oleh otak akan direpresentasikan dalam bentuk garis gelombang. Untuk dapat melakukan proses pengenalan sinyal EEG diperlukan suatu pola aktivitas otak yang bersifat menonjol dan konstan [4]. Pola aktivitas otak tersebut muncul sebagai akibat dari adanya rangsangan tertentu terhadap relawan. Disamping itu sinyal EEG amat dipengaruhi oleh

berbagai variabel, antara lain kondisi mental, kesehatan, aktivitas dari responden, lingkungan perekaman, gangguan listrik dari organ tubuh lain, dan rangsangan luar [5].

2. Landasan Teori

2.1. User Experience (UX)

User experience adalah persepsi seseorang dan responnya dari penggunaan sebuah produk, sistem atau jasa [6]. User experience (UX) menilai kepuasan dan kenyamanan seseorang terhadap sebuah produk, sistem dan jasa. Seberapa bagus fitur sebuah produk, sistem atau jasa seseorang dapat merasakan kepuasan, kaidah dan nyaman dalam berinteraksi maka tingkat UX menjadi rendah.

2.2. EEG

Electroencephalography (EEG) merupakan suatu kegiatan untuk merekam suatu aktivitas elektrik dari otak selama periode tertentu [7]. EEG menggunakan aktivitas elektrik dari *neuron* yang terdapat dalam otak. *Neuron* menghasilkan elektrik ketika mereka aktif. Elektrik ini dilakukan dengan menggunakan alat EEG yang dilakukan dengan cara menempelkan elektroda EEG ke bagian-bagian tertentu. Alat EEG dapat mendeteksi pola pikir atau kondisi mental seseorang sehingga menghasilkan berupa pola grafik.

Gelombang otak manusia memiliki rentang frekuensi dan amplitudo yang berbeda sehingga terbagi menjadi beberapa jenis gelombang yaitu gelombang delta yang bernilai (0-3 Hz) ketika seseorang tertidur lelap, tanpa mimpi. Gelombang theta (4-7 Hz) ketika seseorang mengalami tidur ringan, imajinasi, mimpi. Gelombang alfa (8-12 Hz) ketika seseorang sedang melakukan relaksasi atau santai, tidak mengantuk, tenang, sadar. Gelombang beta yang bernilai (13-30 Hz) ketika seseorang sedang berada dalam kondisi berpikir atau melakukan aktivitas sehari-hari. Gelombang beta dengan frekuensi normal (12-30 Hz) memiliki 3 jenis gelombang beta yaitu, low beta ketika seseorang dalam keadaan santai, focus, terintegrasi dengan frekuensi (12-15 Hz), midrange beta ketika seseorang berpikir, sadar akan lingkungan sekitar dengan frekuensi (16-20 Hz), high beta seseorang dalam keadaan kewaspadaan dan agitasi dengan frekuensi (21-30 Hz). Gamma bernilai (30-100 Hz) ketika seseorang sedang mengalami aktivitas mental yang sangat tinggi seperti ketakutan, sangat panik. Pola gelombang otak dapat dilihat pada Gambar 1.

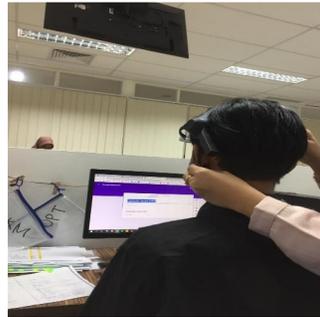
Gelombang		Frekuensi
Jenis	Bentuk	
Delta		0 – 3 Hz
Theta		4 – 7 Hz
Alfa		8 – 12 Hz
Beta		12 – 30 Hz



Gambar 1. Frekuensi dan Pola Gelombang Otak [8]

2.3. Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan suatu proses pengambilan berupa data sinyal kemudian data tersebut akan diolah pada penelitian ini. Untuk pengambilan data sendiri menggunakan alat EEG dengan memberikan stimulus yang diberikan sebuah aplikasi *google form* yang sudah disiapkan terlebih dahulu terhadap responden yang terlihat pada Gambar 2.



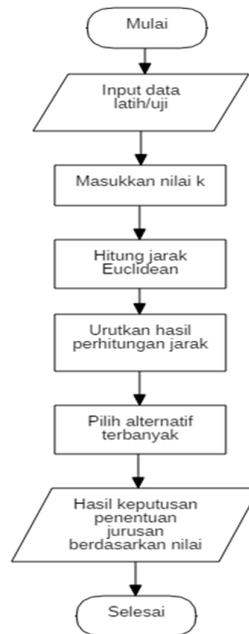
Gambar 2. Proses Pengambilan Data

2.4. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi ciri berdasarkan analisis tekstur pada umumnya membutuhkan ekstraksi ciri pada tahap awal [9]. Salah satu ekstraksi ciri dapat dilakukan dengan ekstraksi ciri orde satu. Ekstraksi ciri merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai histogram yang dihasilkan dapat dihitung beberapa parameter ciri, antara lain adalah mean, variance, skewness, kurtosis, dan entropy.

2.5. K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor merupakan metode untuk klasifikasi terhadap objek berdasarkan data latih yang jaraknya paling dekat dengan objek [10]. Pada klasifikasi ini perhitungan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan Euclidean Distance. Data latih dengan jarak terdekat dikatakan sebagai tetangga (Nearest Neighbor) kemudian diurutkan dari jarak yang terdekat ke jarak yang terjauh. Tetangga sejenis dengan jumlah terbanyak diantara k tetangga adalah data yang sesuai dengan objek yang diklasifikasi. Analisis yang dilakukan pada K-NN adalah pengaruh penggunaan pengukuran kemiripan pada nilai k dan jenis jarak yang digunakan terhadap akurasi sistem dalam mengklasifikasikan berpengaruh pada hasil. Dipilihnya nilai k ganjil agar mengurangi kesalahan algoritma jika perulangan kemiripannya sama. Penjelasan alur algoritma perhitungan K-NN ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Algoritma *K-Nearest Neighbor*

3. Metode

3.1. Preprocessing

Suatu langkah setelah data sinyal yang sudah diakuisisi terhadap proses pengolahan data responden yang sudah diambil menggunakan alat EEG. Tahap preprocessing setelah data diakuisisi biasanya terdapat noise, dikarenakan adanya gangguan eksternal seperti koneksi Bluetooth antara alat rekam dengan aplikasi, kalibrasi dari alat atau gangguan seperti pemasangan alat yang tidak sesuai/sepurna pada bagian kepala responden. Pengambilan data yang diambil berupa gelombang sinyal otak beta jenis attention dengan frekuensi 13-30 Hz. Alur preprocessing dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur *Preprocessing*

Tahap pertama melakukan *preprocessing* yaitu mulai dengan melakukan normalisasi sinyal mentah yang merupakan hasil sinyal baru yang direkam menggunakan alat EEG. Kemudian dilakukan normalisasi

karena terdapat amplitudo sinyal yang muncul saat kalibrasi. Setelah itu dilakukan proses *Grounding Magnitude*, yaitu proses untuk menghilangkan *noise* yang terjadi saat alat memulai pengambilan data 2 detik pertama [11].

Pada tahap ini, data sebelumnya sudah melalui tahap *preprocessing* kemudian diekstraksi untuk mencari nilai dari ciri orde pertama statistika. Ekstraksi fitur dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi dari data yang telah diolah oleh *mean*, *standar deviasi*, *skewness*, dan *kurtosis*.

Proses dimana data latih dan data uji dikelompokkan menggunakan metode klasifikasi K-NN dalam hitungan matematis dengan rumus Euclidean untuk menghitung jarak paling dekat dengan fitur dari ciri orde pertama statistika [12]. Ketika perhitungan jarak dari data yang diperoleh maka ditentukan terlebih dahulu nilai k yang akan digunakan.

Setelah mendapatkan hasil dari suatu klasifikasi kelompok data yang sudah diketahui kategorinya, dilakukan evaluasi atau pengujian sistem menggunakan *Confusion Matrix*, Precision recall untuk mengetahui besarnya hasil tingkat akurasi sebagai bahan evaluasi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Akuisisi Data

Pengambilan data terhadap responden dilakukan 3 kali perulangan dengan rentang waktu pengambilan minimal 3 hari terhadap 30 responden. Responden akan diberikan stimulus dan akan dipasang alat EEG dilingkar kepala ketika mengerjakan stimulus yang diberikan. Waktu perekaman menggunakan alat EEG terhadap responden selama 7 menit.

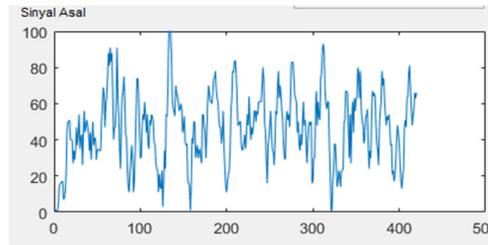
4.2. Preprocessing

Suatu proses pengolahan data responden yang sudah direkam menggunakan alat EEG. Data yang akan digunakan berupa gelombang beta dengan jenis gelombang *attention*. Pada tahap *preprocessing* data *attention* yang sudah diambil dipotong 2 detik awal untuk meminimalisir terjadi *noise* pada awal perekaman. Kemudian data tersebut dihitung rata-rata sehingga mendapatkan hasil. Dari hasil nilai rata-rata yang akan digunakan yaitu nilai di atas rata-rata.

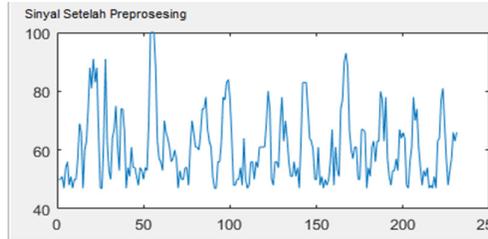
Pada Gambar 5 hasil setelah pengambilan data terhadap responden yang sudah di ekstensi *.csv kemudian sinyal yang akan digunakan yaitu *attention*. Kemudian data *attention* diproses ke sistem menghasilkan grafik sinyal awal seperti pada Gambar 6. Selanjutnya sinyal awal akan melakukan proses *preprocessing* dengan menghasilkan grafik seperti pada Gambar 7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	'Time'	'VidTime'	'Signal Lev'	'Blink'	'Attention'	'Meditatic'	'Zone'	'Delta'	'Theta'	'Low Alph'
2	02:20.0	00:00.0	100	2	54	69	61	37839	36665	15082
3	02:21.0	00:00.0	100	2	57	57	57	2664049	318553	8259
4	02:22.0	00:00.0	87	2	57	57	57	856791	461567	58248
5	02:23.0	00:00.0	100	2	50	63	56	1320521	154839	29590
6	02:24.0	00:00.0	100	2	30	53	41	635352	181134	19738
7	02:25.0	00:00.0	100	2	16	50	33	604049	124492	19611
8	02:26.0	00:00.0	100	2	13	57	35	320313	55812	4779
9	02:27.0	00:00.0	100	2	27	57	42	176402	88082	12239
10	02:28.0	00:00.0	100	2	56	61	58	2292920	133025	16982
11	02:29.0	00:00.0	100	2	54	64	59	373591	299160	42195
12	02:30.0	00:00.0	100	2	64	61	62	1579650	191806	43477
13	02:31.0	00:00.0	100	2	53	66	59	202069	28950	9380
14	02:32.0	00:00.0	100	2	47	75	61	392283	31045	28908
15	02:33.0	00:00.0	100	2	38	53	45	329931	115644	2149
16	02:34.0	00:00.0	100	2	26	63	44	174639	51292	13429
17	02:35.0	00:00.0	100	2	43	61	52	589668	35346	10236
18	02:36.0	00:00.0	100	2	35	51	43	658363	288393	26803
19	02:37.0	00:00.0	100	2	60	67	63	77058	8522	2936
20	02:38.0	00:00.0	100	2	78	67	72	104372	7235	1369
21	02:39.0	00:00.0	100	2	64	74	69	530562	43216	24706
22	02:40.0	00:00.0	100	2	75	74	74	161350	52254	8587
23	02:41.0	00:00.0	100	2	50	63	56	619993	592076	20324

Gambar 5. Data Mentah Sebelum Preprocessing



Gambar 6. Tampilan Sinyal Awal



Gambar 7. Tampilan Sinyal Setelah *Preprocessing*

4.3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi Fitur digunakan untuk mengetahui hasil statistik yang tersedia pada data EEG yang sudah diambil. Kemudian data tersebut dihitung dengan menggunakan perhitungan ciri orde pertama. Pada responden 1 sampai 20 sebanyak 3 kali pertemuan berjumlah 60 data dijadikan sebagai data latih. Responden 21 sampai dengan 30 dengan 3 kali perulangan berjumlah 30 data dijadikan sebagai data uji. Pada tabel 4.1 hasil perhitungan ekstraksi ciri.

4.4. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan teknik untuk mengelompokkan data terhadap data sampel. Teknik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode K-NN untuk klasifikasi terhadap objek berdasarkan data latih yang jaraknya paling dekat dengan objek. Data kemudian dipresentasikan dengan ukuran jarak, sehingga dapat diolah ke dalam hitungan matematis dengan menggunakan *Euclidean Distance*. Sampel awal menjelaskan pemberian sampel terhadap responden ketika responden diberikan stimulus dan menggunakan alat EEG.

Pengelompokan sebagai data uji sebanyak 10 responden dengan 3 kali perulangan berjumlah 30 data akan diuji oleh sistem sehingga didapat hasil klasifikasi dengan menggunakan algoritma KNN dengan menentukan nilai k terlebih dahulu. Nilai k dipilih dalam ganjil untuk menghindari munculnya jumlah jarak yang sama atau mengurangi kesalahan algoritma jika peluang kemiripannya sama dalam proses pengklasifikasi sehingga nilai k yang digunakan adalah 3, 5, dan 7 [13]. Pada penelitian ini sudah melakukan eksperimen mandiri. Hasil pengelompokan terhadap sistem dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengelompokan Sistem

No.	Sampel	Hasil Ekstraksi Ciri				Sistem k=3	Hasil k=3	Sistem k=5	Hasil k=5	Sistem k=7	Hasil k=7
		Mean	Standar Deviasi	Skewness	Kurtosis						
1	SN	69.2976	15.2404	0.41117	1.9377	SN	S	SN	S	SN	S
2	SN	73.0495	10.5551	0.70549	2.733	SN	S	SN	S	SN	S
3	SD	54.4087	11.1001	1.1084	3.9136	SD	S	SD	S	SD	S
4	SN	65.4688	8.8814	0.757	2.9579	SN	S	SD	Ts	SD	Ts
5	SD	61.7075	9.3535	0.95717	3.3272	SD	S	SN	Ts	SN	Ts
6	SN	69.5915	9.6386	0.83171	3.0024	SN	S	SN	S	SN	S
7	SN	81.0198	10.1951	0.19457	2.0107	SN	S	SN	S	SN	S

8	SD	64.0909	9.9584	1.2162	3.6273	SD	S	SD	S	SN	Ts
9	SD	59.0733	9.1901	1.1814	4.4778	SD	S	SD	S	SD	S
10	SD	64.7125	15.4612	0.44137	1.9804	SN	Ts	SN	Ts	SN	Ts
11	SD	51.2533	12.0966	0.35635	2.6486	SD	S	SD	S	SD	S
12	SD	58.929	14.6054	0.73741	3.018	SD	S	SD	S	SD	S
13	SD	53.5153	11.1252	1.1264	3.3628	SD	S	SD	S	SD	S
14	SN	65.3842	7.1032	0.70786	2.8505	SD	Ts	SN	S	SN	S
15	SN	65.5187	12.6378	0.61933	2.4523	SN	S	SN	S	SN	S
16	SD	59.3617	10.8623	1.1306	4.3478	SN	Ts	SN	Ts	SD	S
17	SD	59.3535	7.6272	1.1516	4.6806	SD	S	SD	S	SD	S
18	SD	49.583	8.0578	0.75399	2.7318	SN	Ts	SD	S	SD	S
19	SD	55.6616	7.5442	0.9699	3.536	SD	S	SD	S	SN	Ts
20	SN	67.4603	12.6266	0.6146	2.4111	SN	S	SN	S	SN	S
21	SD	60.0805	6.558	1.0447	3.6188	SN	Ts	SD	S	SD	S
22	SD	66.6765	12.8033	0.33617	2.2081	SN	Ts	SN	Ts	SN	Ts
23	SD	59.8228	9.187	1.0563	3.758	SD	S	SN	Ts	SN	Ts
24	SN	71.8879	9.5645	0.76091	2.7161	SN	S	SN	S	SN	S
25	SD	53.3977	9.3851	1.1614	4.2194	SD	S	SD	S	SD	S
26	SN	68.8163	8.5681	0.58051	2.5838	SN	S	SN	S	SN	S
27	SD	48.3738	12.6168	0.92039	2.7541	SD	S	SD	S	SD	S
28	SN	49.583	8.0578	0.75399	2.7318	SN	S	SD	Ts	SD	Ts
29	SD	59.2103	10.2309	1.0616	3.9707	SN	Ts	SN	Ts	SD	S
30	SN	52.0061	7.8603	0.72686	3.0485	SD	Ts	SD	Ts	SD	Ts

Keterangan :

SN = Senang

SD = Sedih

s = sesuai

ts = tidak sesuai

4.5. Pengujian

Pengujian Data Latih

Pengujian terhadap data latih menggunakan 20 responden 3 kali perulangan berjumlah 60 data yang digunakan akan diolah menggunakan perhitungan ciri orde pertama sebagai nilai data latih dan akan menyimpan sebagai data pelatihan. Data pelatihan dengan pelabelan senang sebanyak 33 data dan sedih 27 data yang akan digunakan sebagai acuan untuk pengujian data uji.

Pengujian Data Uji

Data uji akan melakukan perhitungan menggunakan metode K-NN dengan menentukan nilai k untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang diujikan oleh sistem sehingga menghasilkan jenis tingkat emosional yaitu senang dan sedih. Nilai k yang digunakan adalah 3, 5, 7. Data uji yang digunakan sebagai sampel sebanyak 10 responden 3 kali perulangan berjumlah 30 data dengan pelabelan senang sebanyak 12 data dan sedih 18 data yang akan diujikan oleh sistem.

Perhitungan Tingkat Akurasi

Perhitungan hasil dari data uji dan data label oleh sistem akan dilakukan perbandingan dengan data latih 60 data dan data uji 30 data untuk melihat tingkat akurasi sehingga dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Sistem

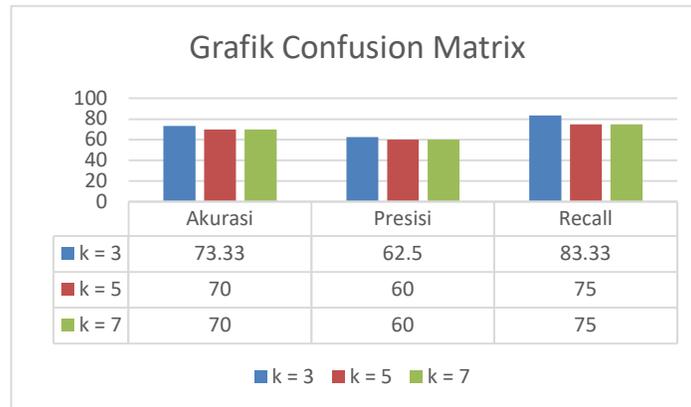
Data latih yang sudah diujikan						
Identifikasi	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai
Nilai k	3		5		7	
Sedih	12	6	12	6	12	6
Senang	10	2	9	3	9	3

Perhitungan hasil uji sistem terhadap 60 data latih dan 30 data uji untuk mendapatkan hasil tingkat akurasi dengan menggunakan nilai k 3, 5, dan 7 dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji perhitungan sistem. Hasil juga dapat dilihat pada grafik pada Gambar 8. **Grafik Hasil Confusion Matrix.**

Tabel 3. Hasil Uji Perhitungan Confusion Matrix

Kategori	Nilai K		
	3	5	7
True Positive	10	9	9
False Positive	6	6	6
True Negative	12	12	12
False Negative	2	3	3

Confusion Matrix	Nilai K		
	3	5	7
Akurasi	73.3333%	70%	70%
Presisi	62.5%	60%	60%
Recall	83.3333%	75%	75%



Gambar 8. Grafik Hasil Confusion Matrix

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Metode KNN dapat mengklasifikasikan kondisi emosional seseorang berupa senang dan sedih ketika diberikan pengerjaan *task* pada *google form* sehingga dapat digunakan untuk pendukung evaluasi pengujian *user experience*. Sistem telah berhasil memvalidasi hasil *user experience* menggunakan gelombang otak dilakukan dengan cara mengidentifikasi emosi responden berupa senang dan sedih.

2. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap 90 data dengan pengujian *confusion matrix* nilai terbesar ketika menggunakan nilai $k=3$ mendapatkan hasil akurasi sebesar 73.33%, presisi 62.5%, recall 83.33%. Nilai $k=5$ mendapat hasil akurasi sebesar 70%, presisi 60%, recall 75% dan ketika menggunakan $k=7$ menghasilkan akurasi sebesar 70%, presisi 60%, recall 75%.

Daftar Pustaka

- [1] V. do Amaral, L. A. Ferreira, P. T. Aquino, and M. C. F. de Castro, "EEG signal classification in usability experiments," in *2013 ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference: Biosignals and Robotics for Better and Safer Living (BRC)*, 2013, pp. 1–5.
- [2] L. M. Pahlevi, I. Wijayanto, and S. Hadiyoso, "Analisis Perbandingan Sinyal Beta Dan Gamma Eeg 4 Kanal Terhadap Efek Yang Ditimbulkan Pada Seseorang Saat Diberi Stimulus Berupa Potongan Film Horor," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [3] H. Huang *et al.*, "An EEG-based brain computer interface for emotion recognition and its application in patients with Disorder of Consciousness," *IEEE Trans. Affect. Comput.*, 2019.
- [4] O. Rossiana, I. Wijayanto, and R. Patmasari, "Analisis Respon Tidur Saat Mendengarkan Musik Klasik Dan Musik Rock Melalui Sinyal Eeg Menggunakan Wavelet Transform," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [5] C.-Y. Liao, R.-C. Chen, and S.-K. Tai, "Emotion stress detection using EEG signal and deep learning technologies," in *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, 2018, pp. 90–93.
- [6] A. Minichiello, J. R. Hood, and D. S. Harkness, "Bringing user experience design to bear on STEM education: A narrative literature review," *J. STEM Educ. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–33, 2018.
- [7] N. A. Sofyan, R. Purnamasari, and S. Hadiyoso, "Klasifikasi Tipe Emosi Arousal Pada Sinyal Eeg Dengan Metode Support Vector Machine," *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [8] A. Azhari, A. Susanto, and I. Soesanti, "Studi Perbandingan: Cognitive Task Berdasarkan Hasil Ekstraksi Ciri Gelombang Otak," *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, vol. 3, no. 1, pp. 1–3, 2015.
- [9] N. K. Ningrum, D. Kurniawan, and N. Hendiyanto, "Penerapan ekstraksi ciri orde satu untuk klasifikasi tekstur motif batik pesisir dengan algoritma backpropagasi," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 639–646, 2017.
- [10] J. Gou, H. Ma, W. Ou, S. Zeng, Y. Rao, and H. Yang, "A generalized mean distance-based k-nearest neighbor classifier," *Expert Syst. Appl.*, vol. 115, pp. 356–372, 2019.
- [11] C. N. A. Willmer, "The absolute magnitude of the sun in several filters," *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, vol. 236, no. 2, p. 47, 2018.
- [12] D. P. P. Mesquita, J. P. P. Gomes, A. H. S. Junior, and J. S. Nobre, "Euclidean distance estimation in incomplete datasets," *Neurocomputing*, vol. 248, pp. 11–18, 2017.
- [13] A. Hilmi, I. Wijayanto, and S. Hadiyoso, "Analisis perbandingan pola sinyal alfa dan beta eeg untuk klasifikasi kondisi rileks pada perokok aktif dengan menggunakan K-nearest Neighbor," *eProceedings Eng.*, vol. 4, no. 3, 2017.