

Langkah perhitungan dari Persamaan (4)-(6) diulang hingga k_{max} kali untuk setiap k dari 1 sampai k_{max} . Lalu metode *least-square* digunakan untuk menentukan slope dari garis yang terbaik dari kurva $L(k)$ vs $\ln(1/k)$. Nilai *slope* merupakan nilai HFD yang didapatkan dalam bentuk fitur skalar.

Fitur statistik yang digunakan ialah Multiscale Entropy Analysis (MSE). MSE sangat berguna dalam melakukan investigasi kompleksitas sebuah signal EEG yang saling berkorelasi di berbagai skala waktu.

C. Pengujian Classifier

Classifier yang sudah dilatihkan selanjutnya diuji dengan data uji. Data uji tidak pernah diikuti pada proses pelatihan. Data yang digunakan terbatas, sehingga pada proses pelatihan dan pengujian, data dibagi menjadi 75% sebagai data latih, dan 25% sebagai data uji. Pembagian antara data latih dan data uji dilakukan secara random. Komposisi kelas data yang digunakan pada penelitian ini tidak seimbang antara data dengan kelas nyaman dan kelas tidak nyaman. Oleh karena itu dalam pengujian *classifier* menggunakan metode *k-Fold Validation*. Pada pengujian ini menggunakan nilai $k=10$.

IV. HASIL

Tabel 1. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN dengan menggunakan 7 Fitur

Classifier	Parameter	7 Fitur	
		Mean ROC	Standar Deviasi
SVM	1. Polynomial (n=3)	0,869	0,011
	2. Polynomial (n=5)	0,868	0,011
	3. Polynomial (n=7)	0,867	0,011
	4. RBF	0,868	0,010
	5. Linear	0,870	0,011
kNN	6. k=3, Manhattan	0,823	0,015
	7. k=3, Euclidian	0,815	0,018
	8. k=5, Manhattan	0,843	0,014
	9. k=5, Euclidian	0,841	0,013
	10. k=7, Manhattan	0,849	0,013
	11. k=7, Euclidian	0,846	0,014
	12. k=9, Manhattan	0,856	0,014
	13. k=9, Euclidian	0,851	0,014
	14. k=11, Manhattan	0,857	0,015
	15. k=11, Euclidian	0,853	0,016

Pengujian dengan menggunakan data set sinyal EEG yang diambil dalam kondisi relaks dengan mengubah suhu ruangan dalam 3 kondisi suhu telah dilakukan. Adapun hasil yang didapatkan dari hasil pengujian dengan menggunakan klasifikasi KNN dan SVM pada 7 Fitur yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 memperlihatkan hasil klasifikasi dengan metode SVC dengan fitur sebanyak 7. Klasifikasi SVC mendapatkan performa tertinggi pada klasifikasi dengan fungsi linear. Performa terlihat pada nilai mean

ROC sebesar 0,870 dengan standar deviasi sebesar 0,011. Hasil klasifikasi dengan menggunakan kNN mendapatkan performa tertinggi 0,857 dengan standar deviasi 0,15 pada nilai $k=11$ dan perhitungan jarak Manhattan.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN pada Fitur Frekuensi Band dan Fitur Fraktal

Classifier	Parameter	Fitur Frekuensi Band		Fitur Fraktal	
		Mean ROC	sdv	Mean ROC	sdv
SVM	Polynomial (n=3)	0,575	0,208	0,824	0,020
	Polynomial (n=5)	0,650	0,228	0,824	0,020
	Polynomial (n=7)	0,396	0,229	0,824	0,020
	RBF	0,846	0,019	0,826	0,021
	Linear	0,853	0,019	0,825	0,020
kNN	k=3,Manhattan	0,866	0,019	0,725	0,024
	k=5,Manhattan	0,875	0,017	0,751	0,020
	k=7,Manhattan	0,876	0,021	0,761	0,021
	k=9,Manhattan	0,878	0,022	0,768	0,021
	k=11,Manhattan	0,877	0,022	0,772	0,022

Tabel 3. Hasil Klasifikasi SVM dan KNN pada Fitur Frekuensi Band+PFD dan Fitur Frekuensi Band+HFD

Classifier	Parameter	Fitur Frek Band + PFD		Fitur Frek Band + HFD	
		Mean ROC	sdv	Mean ROC	sdv
SVM	Polynomial (n=3)	0,848	0,014	0,875	0,013
	Polynomial (n=5)	0,781	0,217	0,873	0,014
	Polynomial (n=7)	0,151	0,017	0,493	0,369
	RBF	0,851	0,017	0,877	0,013
	Linear	0,856	0,018	0,877	0,013
kNN	k=3,Manhattan	0,834	0,009	0,849	0,021
	k=5,Manhattan	0,852	0,011	0,862	0,018
	k=7,Manhattan	0,856	0,011	0,864	0,018
	k=9,Manhattan	0,854	0,013	0,862	0,018
	k=11,Manhattan	0,852	0,014	0,861	0,017

Perhitungan jarak Manhattan dapat menghasilkan performa klasifikasi yang lebih baik dibandingkan dengan perhitungan jarak Euclidian pada klasifikasi kNN. Sehingga pada hasil Tabel 2 dan Tabel 3 hanya akan menampilkan hasil kNN dengan perhitungan jarak Manhattan. Tabel 2 dan 3 memperlihatkan hasil pengujian *classifier* dengan menguji fitur mana yang paling berpengaruh dalam mendukung performa yang baik dari *classifier* tersebut. Dari Tabel 2 dan 3,

pengujian dilakukan dalam 4 kelompok fitur. Kelompok uji fitur pertama hanya 4 nilai fitur rata-rata frekuensi band. Kelompok uji fitur kedua hanya 2 nilai fitur fraktal. Kelompok uji fitur ketiga gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band dengan PFD. Kelompok uji keempat gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band dengan HFD.

Berdasarkan pengujian tersebut, dapat dilihat performa *classifier* tertinggi berdasarkan ROC curve didapatkan pada *classifier* KNN (manhattan distance) dengan menggunakan 4 nilai fitur rata-rata frekuensi band. Hasil klasifikasi sebesar 0,878 dengan standar deviasi sebesar 0,022. Sedangkan untuk *classifier* SVM, performa *classifier* tertinggi didapatkan 0,878 dengan standar deviasi 0,013 pada kelompok uji fitur gabungan antara fitur rata-rata frekuensi band+HFD. Kernel menggunakan kernel linear dan RBF.

V. KESIMPULAN

Hasil klasifikasi tingkat kenyamanan termal dengan sinyal EEG dengan *classifier* KNN didapatkan hanya dengan menggunakan fitur rata-rata frekuensi band, yaitu sebesar 0,878 dengan standar deviasi 0,022. Sedangkan *classifier* SVM mendapatkan performa tertinggi dengan menggunakan gabungan fitur rata-rata frekuensi band+HFD, yaitu 0,877 dengan standar deviasi 0,013 pada kernel linear dan RBF.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Penelitian Dosen Pemula) No. 109/SP2H/LT/DRPM/2018. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan Fakultas Teknologi Informasi (FTI) Universitas Kristen Duta Wacana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Cheng, W. W. Shein, Y. Tan, and A. O. Lim, "Energy efficient thermal comfort control for cyber-physical home system," *2013 IEEE Int. Conf. Smart Grid Commun. SmartGridComm 2013*, pp. 797–802, 2013.
- [2] S. M. Zanolli and D. Barchiesi, "Thermal and lighting control system with energy saving and users comfort features," *2012 20th Mediterr. Conf. Control Autom. MED 2012 - Conf. Proc.*, pp. 1322–1327, 2012.
- [3] J. H. Choi, "CoBi: Bio-Sensing Building Mechanical System Controls for Sustainably Enhancing Individual Thermal Comfort," *PHD Diss.*, no. May, 2010.
- [4] K. Nakayama, T. Suzuki, and K. Kameyama, "Estimation of thermal sensation using human peripheral skin temperature," *Syst. Man Cybern.*, no. October, pp. 2872–2877, 2009.
- [5] 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 Pattern Comparison Analysis Between Alpha and Beta Eeg Signal for Relaxed Condition Classification on Active Smok," vol. 4, no. 3, pp. 3395–3402, 2017.
- [6] R. M. Mehmood and H. J. Lee, "Emotion classification of EEG brain signal using SVM and KNN," in *2015 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, 2015, pp. 1–5.
- [7] Y. Paul, V. Goyal, and R. A. Jaswal, "Comparative analysis between SVM & KNN classifier for EMG signal classification on elementary time domain features," in *2017 4th International Conference on Signal Processing, Computing and Control (ISPCC)*, 2017, pp. 169–175.
- [8] L.-Y. Hu, M.-W. Huang, S.-W. Ke, and C.-F. Tsai, *The distance function effect on k-nearest neighbor classification for medical datasets*, vol. 5, 2016.
- [9] Y. Helmi Mahendra, H. Tjandrasa, C. Fatchah, Y. H. Mahendra, and H. Tjandrasa, *KLASIFIKASI DATA EEG UNTUK MENDETEKSI KEADAAN TIDUR DAN BANGUN MENGGUNAKAN AUTOREGRESSIVE MODEL DAN SUPPORT VECTOR MACHINE*, vol. 15, 2017.
- [10] K. A. I. Aboalayon, H. T. Ocbagabir, and M. Faezipour, "Efficient sleep stage classification based on EEG signals," in *IEEE Long Island Systems, Applications and Technology (LISAT) Conference 2014*, 2014, pp. 1–6.
- [11] F. S. Bao, X. Liu, and C. Zhang, "PyEEG: An Open Source Python Module for EEG/MEG Feature Extraction," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2011, 2011.