

# Penerapan Metode *Single-Layer Feed-Forward Neural Network* Menggunakan Kernel Gabor untuk Pengenalan Ekspresi Wajah

Johanes Cristanto<sup>#1</sup>, Ken Ratri Retno Wardani<sup>#2</sup>

*#Faculty of Informatics Engineering, Institut Teknologi Harapan Bangsa*

*Jl. Dipatiukur no. 80-84, Bandung, Jawa Barat, Indonesia*

<sup>1</sup>johanesristanto@gmail.com

<sup>2</sup>ken\_ratri@ithb.ac.id

**Abstract--** Expression is a common thing shown by humans to respond to an event. The face is one of the mediums that humans use to show their expressions. Facial expression consists of 7 are happy, sad, angry, scared, disgusted, shocked, and neutral. Humans can easily recognize expressions issued by a person and use them to be able to determine what reaction should be done to that person. It can be utilized by computers in order to interact more naturally with humans or can be utilized in the medical field to help the treatment of patients. In this study the method used to recognize facial expressions is Gabor as a method to extract features, Adaboost is used to select features, and neural networks are a method to classify facial expressions. For testing use the manually selected JAFFE dataset to remove imagery that has an expression that is less suited to the label. Using this method the introduction of facial expressions managed to get an accuracy of 52%. The results show that the Gabor function has a greater influence on the accuracy of AdaBoost than the parameter changes  $\theta$  (theta) and  $\sigma$  (sigma).

**Keywords--** Classification, Computer Vision, Expression, Gabor Filter, Adaboost

**Abstrak—**Ekspresi merupakan hal yang biasa ditunjukkan oleh manusia untuk merespons suatu kejadian. Wajah adalah salah satu media yang digunakan manusia untuk menunjukkan ekspresinya. Ekspresi wajah terdiri atas 7 yaitu senang, sedih, marah, takut, jijik, terkejut, dan netral. Manusia dapat dengan mudah mengenali ekspresi yang dikeluarkan oleh seseorang dan menggunakan untuk dapat menentukan apa reaksi yang harus dilakukan pada orang tersebut sesuai dengan ekspresi yang dikeluarkan. Hal tersebut dapat di manfaatkan oleh komputer untuk dapat berinteraksi lebih natural dengan manusia, selain itu dapat dimanfaatkan dalam bidang medis untuk membantu pengobatan pasien. Dalam penelitian ini metode yang digunakan agar dapat mengenali ekspresi wajah manusia adalah *Gabor* sebagai metode untuk mengekstraksi fitur, *Adaboost* digunakan untuk menyeleksi fitur, dan *neural network* merupakan metode untuk mengklasifikasi ekspresi wajah. Untuk pengujian menggunakan *dataset* JAFFE yang sudah diseleksi secara manual untuk menghilangkan citra yang memiliki ekspresi yang kurang sesuai dengan label. Menggunakan metode – metode tersebut pengenalan ekspresi wajah berhasil mendapatkan akurasi sebesar 52%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa fungsi *Gabor* lebih berpengaruh terhadap akurasi *AdaBoost* dibandingkan dengan mengubah parameter  $\theta$  (theta) dan  $\sigma$  (sigma).

**Kata kunci —**Klasifikasi, Computer Vision, Expression, Gabor Filter, Adaboost

## I. PENDAHULUAN

Pengenalan artinya adalah usaha untuk bisa mengetahui akan suatu hal. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengenalan adalah proses, cara, perbuatan mengenal atau mengenali. Pengenalan wajah adalah salah satu pengenalan yang digunakan dalam berbagai bidang IT seperti robotik, aplikasi *mobile*, dan bidang medis. Saat ini, hampir semua kamera sudah menerapkan sistem pengenalan wajah yang akan membantu kamera untuk menentukan letak titik fokus agar hasil fotonya bisa menjadi lebih baik. Selain itu salah satu contoh aplikasi yang memiliki fitur pengenalan wajah yang terkenal adalah Facebook. Facebook menerapkan fitur pengenalan wajah pada *gallery* yang bisa mendeteksi siapa orang yang ada di dalam foto untuk dijadikan rekomendasi di dalam *tagging*. Tetapi untuk saat ini sistem pengenalan wajah belum sampai kepada mendeteksi ekspresi wajah.

Ekspresi wajah adalah sebuah transformasi yang terjadi pada wajah seseorang yang terjadi secara otomatis akibat dari ke tidak stabilan emosi manusia, sering kali perubahan ekspresi ini terjadi secara tidak disengaja dan tidak dapat dikontrol. Ekspresi itu sendiri dalam KBBI berarti pengungkapan atau proses menyatakan (yaitu memperlihatkan atau menyatakan maksud, gagasan, perasaan, dan sebagainya).

Dalam bidang robotik saat ini sudah mulai dikembangkan untuk mendeteksi ekspresi wajah seseorang, robot akan mengikuti ekspresi senang jika lawan bicaranya juga mengeluarkan ekspresi senang. Dalam bidang medis pengenalan ekspresi wajah ini sangat efektif untuk diterapkan dalam memonitor kesehatan secara intens [1]. Akan tetapi untuk saat ini algoritme untuk mengklasifikasi ekspresi wajah manusia masih perlu banyak yang harus dikembangkan dan diperbaiki.

Untuk bisa mengenali wajah diperlukan metode untuk *pre-processing* citra, dan metode utama. Terdapat beberapa metode *pre-processing* yaitu *AdaBoost-based algorithm* yang memiliki kelebihan untuk mempercepat proses seleksi fitur [1], *two-dimensional (2-D) discrete cosine transform (DCT)* yang bisa membuat pendeteksian wajah secara 3 dimensi [2], dan *Coupled Gaussian Processes* digunakan untuk melakukan pendeteksian tepi [3].

Saat ini terdapat beberapa metode utama yang bisa digunakan untuk pengenalan ekspresi wajah yaitu *Multilayer feed-forward neural network (MFFNN)* yang dalam penelitian

[1] telah terbukti berhasil meningkatkan akurasi dan kecepatan dari pengenalan wajah [1], *Constructive one hidden-layer neural network* yang dalam penelitian [3] disebutkan bahwa metode ini bisa mengurangi waktu perancangan karena tidak perlu mencari jumlah *node* dan *hidden-layer* yang dibutuhkan agar menghasilkan hasil yang maksimal akan tetapi memiliki kekurangan yaitu akurasi yang kurang baik [3], *Support Vector Machine (SVM)* yang terbukti bisa digunakan untuk pengenalan wajah akan tetapi memiliki waktu proses yang cukup lama [4].

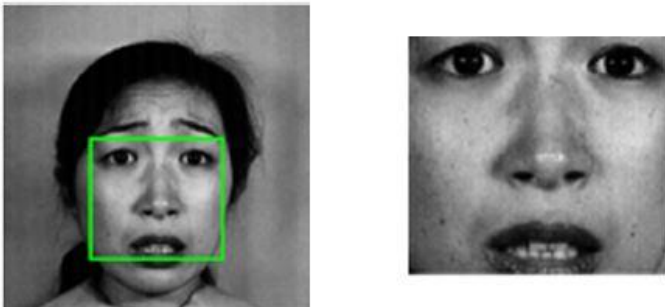
## II. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur akurasi penggunaan metode ekstraksi fitur *Gabor*, *adaboost* untuk seleksi fitur, dan *Feed Forward Neural Network* untuk mengenali 7 ekspresi wajah manusia [5] yang ada di dalam citra.

## III. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Face Detection

Sebelum dapat mengenali ekspresi dibutuhkan proses untuk mengambil data hanya bagian wajah pada citra, sehingga bagian citra yang memiliki latar belakang bisa dihilangkan. Seperti pada gambar 1.

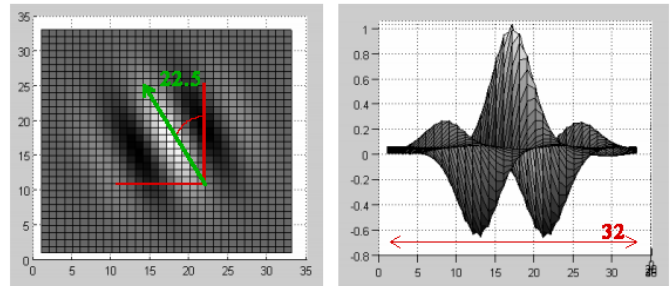


Gambar. 1 Proses mendeteksi bagian wajah yang terdapat pada citra dan hasil *cropping* untuk menghilangkan bagian lain[1]

Proses mendeteksi wajah ini akan dilakukan dengan menggunakan *library OpenCV*. Setelah citra wajah berhasil diambil, citra akan diubah menjadi ukuran 20x20 piksel agar proses perhitungan menjadi lebih cepat.

### B. Ekstraksi Fitur *Gabor*

*Gabor* merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam *Computer Vision* untuk mengekstrak fitur – fitur yang terdapat dalam sebuah citra. Dengan metode *Gabor*, citra akan di konvolusikan dengan sebuah *kernel*, gambar 2.



Gambar. 2 Kernel *Gabor* dengan parameter  $\theta = 22.5$  dan  $\sigma = 32$ [6]

Terdapat beberapa macam fungsi yang dapat digunakan untuk menentukan nilai kernel di dalam *Gabor* yang dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2.

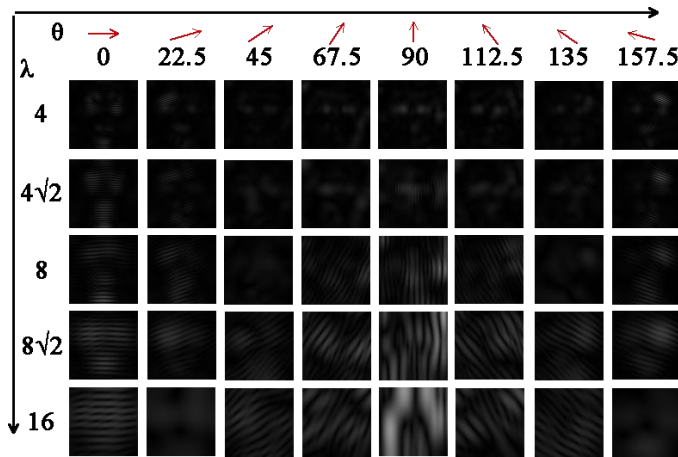
$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x^2 + \gamma^2 y^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right) \quad (1)$$

$$g(x, y; \lambda, \theta, \sigma) = \frac{\lambda^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{\lambda^2}{2\sigma^2}(x^2 + y^2)\right) \cos(\lambda \cos(\theta)x + \lambda \sin(\theta)y) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (2)$$

Dengan parameter sebagai berikut :

1.  $x, y$  : merupakan koordinat pada *kernel* yang akan diisi oleh sebuah nilai. Nilai tersebut akan membentuk sebuah *range* angka dari panjang *kernel*/2 sampai panjang *kernel*/2 sehingga jika panjang *kernel* adalah 10, *range* yang terbentuk adalah -5 sampai 5.
2.  $\lambda$ : merupakan panjang gelombang (*wavelength*)
3.  $\theta$ : merupakan orientasi, atau sudut yang akan mengarahkan kemiringan *filter* seperti yang dijelaskan pada Gambar 2
4.  $\psi$ : merupakan *phase offset*
5.  $\sigma$ : merupakan standar deviasi dari *filter* dan merupakan panjang *grafik* seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.
6.  $\gamma$ : merupakan *spatial aspect ratio*

Proses konvolusi dilakukan dengan menggunakan 5 buah parameter  $\lambda$  yaitu 4,  $4\sqrt{2}$ , 8,  $8\sqrt{2}$ , 16. Dan memiliki 8 parameter  $\theta$  dengan nilai 0, 22.5, 45, 67.5, 90, 112.5, 135, dan 157.5 [1][6]. Parameter – parameter di atas digunakan untuk mengubah sudut dari pencahayaan citra sehingga bisa mengekstrak fitur secara lebih menyeluruh. Sehingga 1 citra masukkan di akhir proses akan mendapatkan 40 buah citra baru. Hasil dari operasi konvolusi citra dengan *kernel Gabor* adalah sebagai berikut (gambar 3) :



Gambar. 3 Hasil konvolusi menggunakan fungsi Gabor

Nilai 40 citra hasil dari konvolusi akan diambil per piksel, dan setiap pikselnya akan menjadi sebuah fitur. Sehingga fitur yang dimiliki adalah  $40 \times 20 \text{ piksel} \times 20 \text{ piksel} = 1600$  fitur.

**C. Adaboost Based Algorithm**

*Boosting* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melakukan *filter* terhadap fitur - fitur yang sudah di ekstrak oleh *Gabor* yang merupakan *weak classifier*, dengan memilih fitur yang berpengaruh terhadap suatu label. Setelah itu menggabungkan semua fitur – fitur tersebut sehingga menghasilkan *strong classifier* [7]. Dengan menggunakan *Adaboost* akan mempercepat proses klasifikasi karena tidak menggunakan semua fitur yang ada.

Fungsi *Gabor* akan menghasilkan 1600 buah fitur, jika semua fitur tersebut digunakan maka akan memakan waktu perhitungan yang terlalu lama. Dengan menggunakan *Adaboost* hanya fitur – fitur yang paling berpengaruh terhadap label yang akan diambil dan digabungkan untuk menjadi *strong classifier*.

Setiap kelas ekspresi akan memiliki 1 buah model *adaboost*. Sehingga akan terdapat 7 buah model *adaboost* yang akan merepresentasikan setiap label yang ada. Proses *training* juga akan dilakukan sebanyak 7 kali dengan memberikan nilai 1 kepada label yang sesuai dengan model, misalkan pada model ekspresi senang, seluruh citra yang memiliki ekspresi senang akan diberi nilai 1, sedangkan semua citra lainnya akan diberikan nilai 0, begitu juga untuk model lainnya.

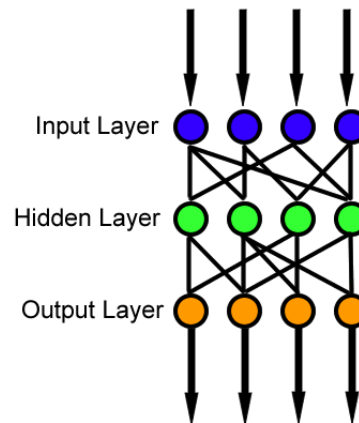
Setelah proses *training* dilakukan, maka setiap model akan mengklasifikasi citra dan mengeluarkan nilai 1 atau 0. Akan terdapat 7 buah nilai 1 atau 0 yang merupakan keluaran dari setiap model yang telah dibuat. Fungsi *adaboost* menggunakan *library WEKA*.

**D. Single layer Feed-Forward Neural Network**

*Neural Network* merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan hasil dari *Adaboost*. Karena terdapat kemungkinan lebih dari 1 angka 1 yang keluar dari model *adaboost* maka *neural network* yang akan menentukan ekspresi apa yang terdapat pada citra.

Terdapat 3 jenis *layer* di dalam *Neural Network*, yaitu *layer* masukan yang merupakan tempat memasukkan data, *hidden layer* yang *layer* yang membantu dalam proses perhitungan, dan

terdapat *layer* keluaran yang merupakan tempat nilai keluaran. Seperti yang terlihat pada gambar 4.



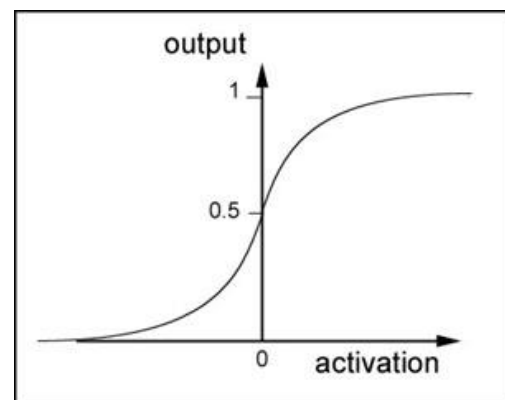
Gambar. 4 Feed Forward Neural Network[8]

**Fungsi Aktivasi** : berguna untuk membuat nilai kalkulasi dari *layer* sebelumnya menjadi terbatas antara -1 dengan 1. Hasil dari fungsi inilah yang akan disimpan pada *node* di layer selanjutnya. Rumus paling umum yang digunakan untuk melakukan aktivasi adalah fungsi *sigmoid*.

*Sigmoid* adalah fungsi eksponensial yang akan membatasi nilai dari -1 sampai 1. Dapat dilihat pada grafik, pada titik puncak atau titik terendah grafik perubahan nilai yang terjadi akan semakin kecil. Rumus dari fungsi *sigmoid* terdapat pada persamaan 3.

$$S(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}} \tag{3}$$

Grafik dari fungsi *sigmoid* seperti dalam gambar 5.



Gambar. 5 Grafik fungsi Sigmoid[8]

**Backpropagation** adalah metode yang digunakan untuk mengajari jaringan saraf tiruan yang sudah dibuat. Metode ini akan bergerak secara mundur untuk mengoreksi bobot-bobot yang ada pada JST dengan melihat nilai MSE. Metode ini sangat umum digunakan untuk segala jenis jaringan saraf tiruan.

Algoritme ini terbagi menjadi 2 fase, propagasi dan ubah bobot. ketika *input* sudah diberikan ke JST, propagasi akan dilakukan secara maju dari *layer* 1 ke *layer* yang lain sampai mencapai *layer* keluaran. Setelah itu keluaran akan dibandingkan dengan nilai harapan dan menghitung nilai *error*. Nilai *error* tersebut akan digunakan untuk propagasi mundur, mulai dari *layer* keluaran sampai ke *layer* pertama. Backpropagasi menggunakan *error* tadi untuk mengkalkulasi nilai gradien dari *loss function* (merupakan perbedaan antara hasil sebenarnya dengan hasil harapan) dan mengubah nilai bobot dari jaringan untuk memperkecil nilai *loss function*.

Fungsi *Loss function* terdapat pada persamaan 4.

$$E = \frac{1}{2n} \sum_x ||y(x) - y'(x)||^2 \quad (4)$$

Algoritme dari *feed forward neural network* :

```

1: inisialisasi bobot (angka dibuat random).
2: Do
3:   forEach data training
4:     prediksi = output()
5:     actual = expected()
6:     kalkulasi error (prediksi - actual)
7:     hitung ΔWh semua bobot dari hidden layer sampai output
8:     hitung ΔWi semua bobot dari layer input sampai hidden layer
9:     perbaharui semua bobot pada jaringan
10: until kondisi berhenti terpenuhi
11: return jaringan
    
```

IV. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan melakukan *training* kepada 7 model *adaboost* dan 1 *neural network*. Dengan menggunakan *dataset* JAFFE [9] yang memiliki 194 citra yang sudah dibagi dengan perbandingan 80 : 20, dimana 80% citra tersebut digunakan untuk melakukan proses *training*, sedangkan 20% digunakan untuk proses *testing*.

Nilai *Epoch* yang digunakan dalam pengujian untuk metode *adaboost* adalah 50, 150, 200, 1000, dan 2000. Yang memiliki hasil terbaik secara keseluruhan adalah *epoch* 2000.

Hasil dari pengujian dapat dirangkum dalam tabel *confusion matrix*[10] pada tabel 1 dan 2 :

TABEL I  
HASIL PENGUJIAN DENGAN *CONFUSION MATRIX*

Actual/ Predicted	HA	SA	AN	FE	DI	SU	NE
HA	3	0	0	0	0	0	0
SA	0	0	0	0	0	1	1
AN	0	0	2	0	0	0	0
FE	0	0	0	2	0	0	0
DI	0	0	0	0	2	0	0
SU	0	0	0	0	0	5	0
NE	2	5	3	2	2	0	4

TABEL. II  
HASIL PENGUJIAN DENGAN *CONFUSION MATRIX*

	HA	SA	AN	FE	DI	SU	NE
Presisi	60%	40%	0%	50%	50%	100%	80%
Sensitivitas	100%	0%	100%	100%	100%	100%	22%
Spesifisitas	93.5%	84.4%	90.6%	93.7%	93.7%	96.5%	93.7%

Dimana akurasi secara keseluruhan adalah 52.94%.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Fungsi *Gabor* lebih berpengaruh terhadap akurasi *AdaBoost* dibandingkan dengan mengubah parameter  $\theta$  (theta) dan  $\sigma$  (sigma). Fungsi *Gabor* dengan persamaan 2 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan persamaan 1 karena *Gabor* persamaan 1 lebih cocok digunakan dalam pendeteksi tepi, sedangkan untuk ekstraksi fitur lebih bagus menggunakan persamaan 2.
2. Semakin besar nilai *epoch* yang digunakan untuk melakukan *training AdaBoost* maka akan semakin bagus hasil akurasi dari model tersebut, akan tetapi terdapat titik jenuh dimana kenaikan nilai *epoch* tidak terlalu berpengaruh terhadap akurasi. Sehingga *epoch* yang dipilih harus optimum.
3. Kelas SA (sedih) dan NE (netral) memiliki akurasi paling rendah. Terutama pada kelas SA, sama sekali tidak dapat mengenali citra uji yang merupakan kelas SA karena data *training* memiliki ekspresi yang kurang kuat dan cenderung tanpa ekspresi.
4. Metode *Single - Layer Feed Forward Neural Network* memberikan hasil yang baik dalam mempelajari pola yang dihasil oleh *AdaBoost*, namun faktor yang paling berpengaruh pada akurasi pengenalan ekspresi wajah adalah metode *Gabor*.

VI. SARAN

Saran penulis yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk pengembangan aplikasi di masa yang akan datang :

1. Menggunakan fungsi persamaan *Gabor* yang lebih tepat karena fungsi *gabor* paling berpengaruh dalam akurasi pengenalan ekspresi wajah.
2. Mencari *dataset* lain yang mempunyai citra dengan perbedaan setiap ekspresi yang lebih jelas.

DAFTAR REFERENSI

[1] Ebenezer, Owusu. "A neural-AdaBoost based facial expression recognition system," in Expert Systems with Applications, June 2014, Volume 41, Issue 7

[2] Gurney, K. "An Introduction to Neural Networks," London: Routledge. ISBN 1-85728-673-1 (hardback) or ISBN 1-85728-503-4 (paperback), 1997.

- [3] Ma, L., and K. Khorasani. "Facial Expression Recognition Using Constructive Feedforward Neural Networks," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 34.3
- [4] Rudovic O., Patras L., Pantic M. (2010). "Coupled Gaussian Process Regression for Pose-Invariant Facial Expression Recognition," in *Computer Vision – ECCV 2010. ECCV 2010. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6312. Springer, Berlin, Heidelberg
- [5] Daijin, Kim, dan Sung Jaewon. "Automated Face Analysis," in *Emerging Technologies and Research, Hershey, PA: Medical Information Science Reference, 2009*
- [6] *Digital image processing.*, New York, Gonzalez, R. C., & Woods, R. E., 2010
- [7] Hastie Trevor, Tibshirani Robert, and Friedman Jerome. "The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction," New York: Springer-Verlag, 2001, 1(8):371–406
- [8] Auer, Peter; Harald Burgsteiner; Wolfgang Maass. "A learning rule for very simple universal approximators consisting of a single layer of perceptrons. *Neural Networks*," 2008.
- [9] Lyons, M., S. Akamatsu, M. Kamachi, and J. Gyoba. "Coding Facial Expressions with Gabor Wavelets," *Proceedings Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 1998
- [10] Fawcett, Tom. "An Introduction to ROC Analysis," *Pattern Recognition Letters*, 2006, 27.

**Johanes Cristanto**, merupakan mahasiswa Teknik Informatika Institut Teknologi Harapan Bangsa Bandung lulus tahun 2017. Minat penelitian pada pengolahan citra dan Computer Vision.

**Ken Ratri Retno Wardani**, menerima gelar Sarjana Teknik Informatika dari Sekolah Tinggi Sains Dan Teknologi Indonesia pada tahun 1993. Menyelesaikan studi Magister di Institut Teknologi Bandung jurusan Teknologi Informasi tahun 2004. Saat ini aktif sebagai pengajar di Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Harapan Bangsa di Bandung. Minat penelitian pada pengolahan citra dan Interaksi manusia Komputer.