

## IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM PENGENALAN WAJAH DALAM RUANGAN PADA VIDEO MENGGUNAKAN METODE LNMF DAN NMFsc

### IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF FACE RECOGNITION SYSTEM INDOOR ON VIDEO BY LNMF AND NMFsc METHOD

Della Gressinda Wahana<sup>1</sup>, Dr.Ir.Bambang Hidayat,DEA<sup>2</sup>, Suci Aulia ST.,MT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi,Fakultas Teknik Elektro,Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi,Fakultas Ilmu Terapan,Universitas Telkom

<sup>1</sup>[gressindadella@gmail.com](mailto:gressindadella@gmail.com), <sup>2</sup>[bhidayat@telkomuniversity.ac.id](mailto:bhidayat@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[suciaulia@telkomuniversity.ac.id](mailto:suciaulia@telkomuniversity.ac.id)

---

#### Abstrak

Pengenalan wajah manusia merupakan bidang penelitian yang penting dan banyak aplikasi dapat menerapkannya. Untuk dapat mengenali suatu wajah manusia diperlukan metode yang telah dikembangkan diantaranya, PCA (*Principal Component Analysis*) yang sudah banyak digunakan. Kemudian saat ini muncul metode baru untuk mengenali wajah melalui pendekatan linier dari suatu database yang telah diajukan yaitu NMF (*Non-negative Matrix Factorization*). Karena metode NMF masih memiliki kekurangan maka dari itu dikembangkan menjadi beberapa metode diantaranya, metode NMFsc (*Non-negative Matrix Factorization with sparseness constraints*) dan metode LNMF (*Local Non-negative Matrix Factorization*).

Pada tugas akhir ini, penulis menganalisis sistem pengenalan wajah dalam ruangan pada video dengan menggunakan metode NMFsc dan LNMF. Metode LNMF ini merupakan metode yang menambahkan proses penguatan sifat lokal pada basis gambar untuk membantu proses pengenalan pola dalam NMF. Sedangkan Metode NMFsc adalah metode untuk membatasi NMF apabila menemukan solusi dengan derajat *sparseness* yang diinginkan. Dengan memanfaatkan proses *face detection*, kita dapat melakukan pencarian wajah dari video.

Dengan menggunakan kedua metode tersebut, sistem dapat melakukan pengenalan wajah lalu memberikan keluaran citra wajah yang dikenal dimana nilai akurasi rata-rata metode LNMF sebesar 71.61% dengan waktu komputasi 152.634 sekon sedangkan nilai akurasi rata-rata metode NMFsc sebesar 86,759% dengan waktu komputasi 467.785 sekon.

Kata kunci : *face detection*, *face recognition*, LNMF, NMFsc, NMF

---

#### Abstract

Human face recognition is an important research and many applications can implement it. To be able to recognize a human face requires some methods that have been developed, among them, the PCA (Principal Component Analysis) which is often used. Then recently appeared a new methods for face recognition that has been proposed are NMFsc method (Non-negative Matrix Factorization with sparseness constraints) and LNMF method (Local Non-negative Matrix Factorization).

In this final project, the writer has to analyze a face recognition system indoor on the video by using NMFsc and LNMF method. LNMF method is a method that adds the process of strengthening the local of the base image. Whereas, NMFsc method is a method to limit the NMF if finding a solution with the sparseness degree. By utilizing the process of face detection, we can look face from video.

By using both methods, the system can perform face recognition and provide the output face image which is known wherein LNMF method get average value of accuracy 71.61% with computation time 152.634 second and NMFsc method get average value of accuracy 86,759% with computation time 467.785 second.

Keyword : *face detection*, *face recognition*, LNMF, NMFsc, NMF

---

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer pada dewasa ini telah mengalami kemajuan, termasuk dalam bidang *computer vision* yang membuat komputer dapat melihat dan mengenali suatu citra layaknya manusia. Pengenalan citra yang dimaksud salah satunya adalah pengenalan wajah (*face recognition*). Terdapat metode pengenalan wajah yang sering digunakan, metode tersebut adalah PCA (*Principal Component Analysis*). Tetapi, PCA menghadapi permasalahan dalam menghadapi database wajah yang sangat besar, dimana waktu proses dari pengenalan menjadi lama dan akurasi menjadi menurun dengan cepat apabila jumlah data semakin bertambah banyak (Li, S.Z., Hou, X.W., Zhang, H.J., Cheng, Q.S., 2001).

Baru-baru ini muncul metode baru yang disebut dengan NMF (*Non-negative Matrix Factorization*) digunakan sebagai ekstraksi ciri. Metode ini memfaktorisasi sebuah matriks menjadi 2 matriks lain yang tidak mengandung nilai negatif. NMF sendiri terus dikembangkan menjadi beberapa metode diantaranya LNMF (*Local Non-negative Matrix Factorization*) yang memunculkan sifat lokal dari pola yang dikenali dan juga metode NMFsc (*Non-negative Matrix Factorization with Sparseness Constraints*) yang menemukan solusi dengan derajat sparseness yang diinginkan.

Dalam jurnal ini, penulis membuat sistem pengenalan wajah dengan membandingkan tingkat akurasi antara metode LNMF dan NMFsc. Dimana sistem ini dapat melakukan pengenalan wajah dari wajah yang telah terdeteksi dan akan menampilkan citra wajah yang dikenal beserta nama dari orang yang terdeteksi pada GUI Matlab. Serta penulis ingin mendapatkan metode yang performansinya baik diantara metode LNMF dan NMFsc untuk ekstraksi ciri. Maka dari itu penulis memberi judul tugas akhir ini yaitu Implementasi dan Analisis Sistem Pengenalan Wajah Dalam Ruangan Pada Video Menggunakan Metode LNMF dan NMFsc.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi Perancangan

### 2.1 DASAR TEORI

#### 2.1.1 Video Digital<sup>[4]</sup>

Video digital pada dasarnya tersusun atas serangkaian frame. Rangkaian frame tersebut ditampilkan pada layar dengan kecepatan tertentu, tergantung pada frame rate yang diberikan (dalam frame/second). Jika frame rate cukup tinggi, mata manusia tidak dapat menangkap gambar atau frame, melainkan menangkapnya sebagai rangkaian frame yang saling bersambungan (*continue*).

Karakteristik suatu video digital ditentukan oleh resolusi atau dimensi, kuantisasi atau kedalaman bit, dan frame rate. Karakteristik - karakteristik ini akan menentukan kualitas video dan jumlah bit yang dibutuhkan untuk menampilkannya.

#### 2.1.2 LNMF (*Local Non-negative Matrix Factorization*)<sup>[2]</sup>

Metode ini ditujukan untuk memperkuat sifat lokal pada *basis image* sehingga fitur yang dihasilkan lebih cocok untuk digunakan pada kasus yang membutuhkan sifat local. Hal ini dilakukan dengan menambahkan batasan pada *cost function* seperti pada persamaan 1 yang dapat menimbulkan sifat local dari factor yang terbentuk.

$$C(W, H) = \sum_{i,j} W_{ij} \log \frac{W_{ij}}{W_{ij} + H_{ij}} + \sum_{i,j} W_{ij} - \sum_{i,j} H_{ij} \tag{1}$$

Dimana  $W_{ij} > 0$ ,  $H_{ij} = \sum_{k=1}^K W_{ij} H_{kj}$  Untuk memperbaiki nilai matriks W dan matriks H yang terjadi pada LNMF dapat digunakan persamaan 2 dan 3.

$$W_{ij} = \frac{H_{ij}}{\sum_{k=1}^K H_{kj}} \tag{2}$$

$$H_{kj} = \frac{W_{ij}}{\sum_{i=1}^I W_{ij}} \tag{3}$$

$$H_{kj} = \frac{W_{ij}}{\sum_{i=1}^I W_{ij}} \tag{4}$$

2.1.3 NMFsc (Non-negative Matrix Factorization with Sparseness Constrains)<sup>[1]</sup>

Metode ini lebih menunjukkan tingkat *sparseness* pada suatu citra wajah. Dimana tingkat *sparseness* dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

$$L1 = \sum_{i,j} |x_{ij}| = \sum_{i,j} (x_{ij} / \sqrt{x_{ij}^2}) / \sqrt{1} \tag{5}$$

Dimana n merupakan nilai dimensi dari x. Fungsi diatas berguna untuk menyatukan jika dan hanya jika x berisi hanya komponen tunggal *non-negative*, dan mengambil nilai nol jika dan hanya jika semua komponen yang sama. Untuk menentukan tingkat *sparseness* dari masing-masing matriks W dan H dapat digunakan persamaan 6 dan 7.

$$L1 = \sum_{i,j} |x_{ij}| \tag{6}$$

$$L2 = \sum_{i,j} |x_{ij}| \tag{7}$$

Sedangkan untuk memperbarui nilai matriks W dan H dapat menggunakan persamaan 8 dan 9.

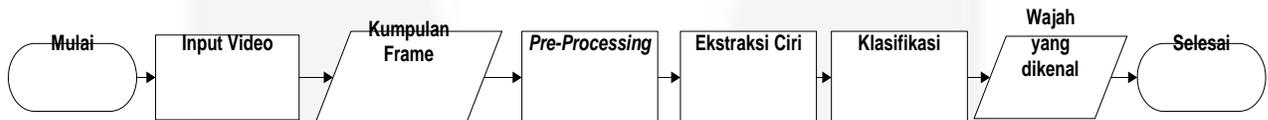
$$W = W - \eta (W H^T - X) H \tag{8}$$

$$H = H - \eta (W^T X - W) \tag{9}$$

2.2 METODOLOGI PERANCANGAN

Sebelum membuat sistem pengenalan wajah yang sesungguhnya, terlebih dahulu dibuat perancangan sistem agar sistem dapat bekerja untuk mengenali wajah sesuai dengan yang kita inginkan. Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah dari setiap diagram alir sistem.

2.2.1 Diagram Alir Sistem



Gambar 1 Diagram Alir Sistem

2.2.1.1 Input Video

Pada tahap ini dilakukan input video yang mempunyai resolusi 640 x 480 piksel berejenis RGB, yang akan diubah menjadi kumpulan frame, dimana kumpulan frame ini merupakan masukan untuk diproses selanjutnya.

2.2.1.2 Pre-Processing

Pada tahap ini, kumpulan frame tadi diproses lebih lanjut, diantaranya proses konversi RGB ke *grayscale*, deteksi wajah dengan menggunakan algoritma Haar Cascade Classifier [3], *cropping* bagian wajahnya saja sehingga menghasilkan citra wajah, dan *resize* menjadi 30x30 piksel.

2.2.1.3 Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini dilakukan proses ekstraksi ciri untuk mendapatkan ciri-ciri dari sebuah citra wajah pada masing-masing orang. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan 2 metode untuk melakukan proses ekstraksi ciri yaitu metode LNMF (Local Non-negative Matrix Factorization) dan metode NMFsc (Non-negative Matrix Factorization with sparseness constrains).

2.2.1.3.1 Dengan LNMF

Pada metode LNMF ini akan dilakukan beberapa tahap untuk memproses citra wajah hasil dari *pre-processing* hingga mendapatkan ciri latihan dan ciri uji, dimana input dari proses ekstraksi ciri ini adalah matriks V(30x30) yang berupa citra wajah.

1. Normalisasi matriks V dengan maksimum dari matriks V(:)

2. Inisialisasi matriks  $W$  ( $30 \times 13$ ) dan matriks  $H$  ( $13 \times 30$ )
3. Perkalian antara matriks  $W$  dan matriks  $H$  sehingga mendapatkan matriks  $WH$
4. Menentukan beda antara matriks  $W$  dan matriks  $WH$  dengan menggunakan rumus  $W - WH =$
5. Masuk iterasi, jika iterasi kurang dari jumlah iterasi maksimum sebesar 1500 maka akan melakukan update nilai matriks  $W$  dan  $H$  dengan menggunakan persamaan 2 dan 3, tapi jika iterasi lebih dari 1500 maka akan menghasilkan matriks  $W$  dan  $H$  yang optimal.
6. Menyimpan matriks  $W$  sebagai ciri latih maupun ciri uji.

#### 2.2.1.3.2 Dengan NMFsc

Pada metode NMF sc ini akan dilakukan beberapa tahap untuk memproses citra wajah hasil dari *pre-processing* hingga mendapatkan ciri latih dan ciri uji, dimana input dari proses ekstraksi ciri ini adalah matriks  $V(30 \times 30)$  yang berupa citra wajah.

1. Normalisasi matriks  $V$  dengan maksimum dari matriks  $V(:)$
2. Inisialisasi matriks  $W$  ( $30 \times 25$ ) dan matriks  $H$  ( $25 \times 30$ ).
3. Menentukan nilai  $s_W$  dan  $s_H$  dimana rentang nilainya antara 0-1, kemudian mencari tingkat *sparseness* dari matriks  $W$  dan  $H$  dengan menggunakan persamaan 6 dan 7.
4. Perkalian antara matriks  $W$  dan matriks  $H$  sehingga mendapatkan matriks  $WH$ .
5. Menentukan beda antara matriks  $V$  dan matriks  $WH$  dengan menggunakan rumus  $V - WH =$
6. Masuk iterasi, jika iterasi kurang dari jumlah iterasi maksimum sebesar 100 maka akan melakukan update nilai matriks  $W$  dan  $H$  dengan menggunakan persamaan 8 dan 9, tapi jika iterasi lebih dari 100 maka akan menghasilkan matriks  $W$  dan  $H$  yang optimal.
7. Menyimpan matriks  $W$  dan  $H$  sebagai ciri latih maupun ciri uji.

#### 2.2.1.4 Klasifikasi

Setelah mendapatkan ciri dari masing-masing citra wajah, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi. Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode *KNN-Euclidean Distance*. Dalam tahap ini, mencari beda antara ciri data uji dengan ciri data latih, kemudian dicari jarak minimum dan mendapatkan kelas uji, setelah itu dicocokkan dengan hasil target yang sudah dilakukan. Jika kelas uji sama dengan kelas target maka sistem akan menampilkan citra wajah, namun jika kelas uji tidak sama dengan kelas target maka sistem akan menghiraukan citra wajah tersebut. Pentargetan ini dilakukan dengan memberikan kelas pada masing-masing citra wajah yang terdeteksi pada video setiap 3 frame dengan manual.

Pada proses penargetan kelas terdiri dari beberapa tahap diantaranya :

1. Input video kemudian di play setiap 3 frame
2. Deteksi wajah, jika ada wajah maka dilakukan proses penargetan kelas, jika tidak ada wajah maka harus play video setiap 3 frame lagi hingga mendapatkan citra wajah.
3. Masuk iterasi, tahap 1 dan 2 akan diulang-ulang sampai iterasi lebih dari jumlah frame.
4. Kemudian akan menyimpan data target

### 3. Pembahasan

Pada pembahasan akan dilakukan analisa data, berdasarkan beberapa skenario pengujian, diantaranya:

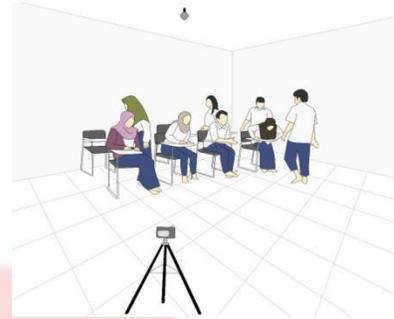
- Kondisi 1 : Kamera di tengah berhadapan dengan objek dan lampu mati seperti ditunjukkan pada gambar 2. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.
- Kondisi 2 : Kamera di tengah berhadapan dengan objek dan lampu menyala seperti ditunjukkan pada gambar 3. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.
- Kondisi 3 : Kamera di sebelah kanan objek dan lampu mati seperti ditunjukkan pada gambar 4. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.
- Kondisi 4 : Kamera di sebelah kanan objek dan lampu menyala seperti ditunjukkan pada gambar 5. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.
- Kondisi 5 : Kamera di sebelah kiri objek dan lampu mati seperti ditunjukkan pada gambar 6. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.
- Kondisi 6 : Kamera di sebelah kiri objek dan lampu menyala seperti ditunjukkan pada gambar 7. Dilakukan pengujian terhadap 10 video, masing-masing video dilakukan 6 kali percobaan.



Gambar 2



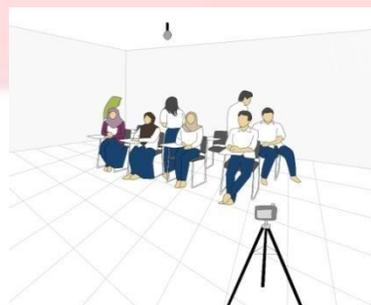
Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5



Gambar 6



Gambar 7

**A. Analisis pada Metode LNMF**

**Tabel 1 Performansi Metode LNMF**

JENIS KONDISI	NILAI AKURASI(%)	WAKTU KOMPUTASI(s)
KONDISI 1	73.462	174.113
KONDISI 2	67.635	143.702
KONDISI 3	83.155	141.347
KONDISI 4	85.536	198.474
KONDISI 5	61.643	131.1
KONDISI 6	58.229	127.07
TOTAL	71.61	152.634

**B. Analisis pada Metode NMFsc**

**Tabel 2 Performansi Metode NMFsc**

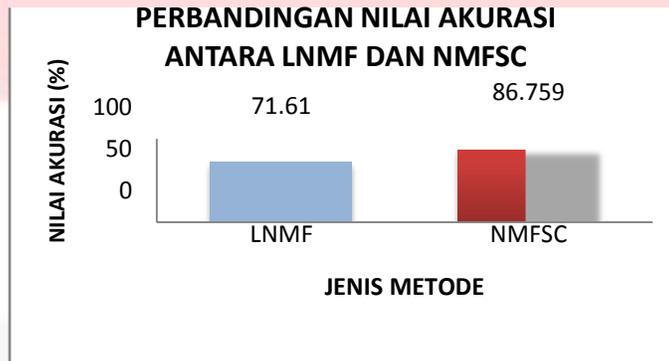
JENIS KONDISI	NILAI AKURASI(%)	WAKTU KOMPUTASI(s)
KONDISI 1	88.749	528.395
KONDISI 2	82.917	411.283
KONDISI 3	92.143	494.48
KONDISI 4	91.25	627.289
KONDISI 5	98	317.414

<b>KONDISI 6</b>	67.5	427.846
<b>TOTAL</b>	86.759	467.785

Setelah melakukan analisis data tiap kondisi pada metode LNMF dan NMFsc seperti terlihat pada tabel 1 dan tabel 2, maka didapatkan perbandingan sistem performansi antara kedua metode tersebut. Dapat dilihat berdasarkan nilai akurasi rata-rata dari kedua metode tersebut dan berdasarkan waktu komputasi rata-rata yang dihasilkan dari kedua metode tersebut.

- Berdasarkan nilai akurasi rata-rata pada metode LNMF dan NMFsc.

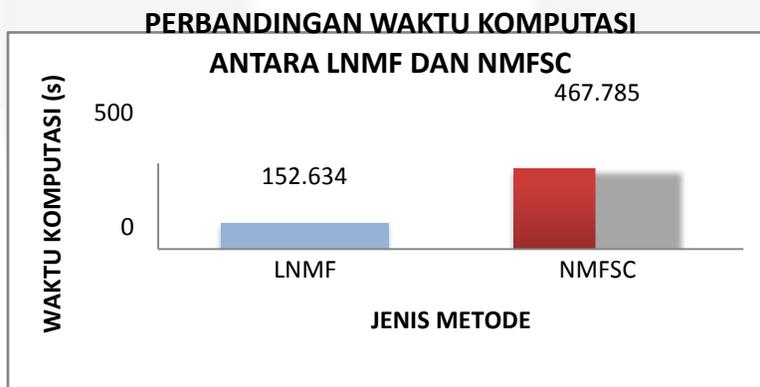
Dapat dilihat pada gambar 8 , disimpulkan bahwa metode NMFsc memiliki nilai akurasi rata-rata yang lebih baik dari pada metode LNMF.



Gambar 8 Perbandingan Nilai Akurasi Pada Metode LNMF dan Metode NMFsc

- Berdasarkan waktu komputasi rata-rata pada metode LNMF dan NMFsc.

Dapat dilihat dari gambar 9 , disimpulkan bahwa metode LNMF memiliki waktu komputasi rata-rata yang lebih baik dari pada metode NMFsc.



Gambar 9 Perbandingan Waktu Komputasi Antara Metode LNMF dan Metode NMFsc

#### 4. Kesimpulan

1. Dengan cara mengubah-ubah nilai parameter dari kedua metode , dapat menghasilkan nilai akurasi yang baik , dan lebih teliti pada saat proses penargetan.
2. Metode NMFsc memiliki nilai akurasi rata-rata 86,759 % dengan waktu komputasi 467,785 secon, sedangkan metode LNMF memiliki nilai akurasi rata-rata 71,61 % dengan waktu komputasi 152,634 secon. Secara keseluruhan Metode NMFsc memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari pada metode LNMF.

Tetapi metode NMFsc memiliki waktu komputasi yang lebih lama dibanding dengan waktu komputasi NMFsc.

3. Pengaruh intensitas cahaya dan letak kamera berpengaruh pada performansi sistem , jika letak kamera diletakkan pada posisi yang tepat terhadap objek maka akan mendapatkan performansi yang baik. Pada metode LNMF , akurasi yang bagus pada kondisi 4 yaitu 85.536 % dengan waktu komputasi 198.474 secon. , ketika kamera diletakkan di sebelah kanan objek dalam kondisi lampu menyala. Sedangkan pada metode NMFsc , akurasi yang bagus pada kondisi 5 yaitu sebesar 98% dengan waktu komputasi 317.414 secon ,ketika kamera diletakkan di sebelah kiri objek dan lampu dalam kondisi mati.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Menggunakan penerapan metode deteksi wajah yang lain untuk video processing.
2. Menggunakan penerapan metode ekstraksi wajah yang lain untuk video processing.
3. Meningkatkan akurasi dari metode LNMF dan NMFsc untuk sistem pengenalan wajah manusia pada video.
4. Membuat sistem pengenalan wajah yang lebih baik , tidak perlu melakukan penargetan kelas terlebih dahulu.
5. Membuat sistem pengenalan wajah yang lebih efisien terhadap waktu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hoyer, P.2004. *Non-negative matrix factorization with sparseness constraints. Journal of machine Learning Research 5, 1457-1469.*
- [2]. I. Buciu, N. N. 2006. *A comparative study of NMF, DNMF, and LNMF algorithms applied for face recognition. 2006 Second IEEE-EURASIP International Symposium on Control, Communications, and Signal Processing.*
- [3].Rachman,Arief.2013.*Pembangunan Virtual Accessories Room Pada E-Commerce Di Distro Heaven Skateboards Bandung.*Unikom: Bandung
- [4]. Sabrina, Dennis. 2011. *“PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM MANAJEMEN INFORMASI LALU LINTAS BERDASARKAN PENGOLAHAN VIDEO STREAMING DENGAN METODE FRAME DIFFERENCE”.* Institute Teknologi Telkom :Bandung