

**KLASIFIKASI CUACA BERDASARKAN CITRA
AWAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI HYBRID
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN
LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)**

TESIS

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister



OLEH :

**YULIA HAPSARI
09042681620010**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI CUACA BERDASARKAN CITRA AWAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI CIRI HYBRID PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)

TESIS

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

OLEH :

YULIA HAPSARI
09942631629010

Palembang, Desember 2018

Pembimbing

Samsarradi, M.Kom., Ph.D.
NIP 197102041997021003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Magister Teknik Informatika

Widya
Dr.Ir. Sukemi, M.T
NIP 1966120320060412001

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Selasa tanggal 18 Desember 2018 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis II oleh Magister Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

N a m a : Yulia Hapsari
N I M : 09042681620010
Judul : Klasifikasi Cuaca Berdasarkan Citra Awan Menggunakan Ekstraksi Ciri Hybrid Principal Component Analysis (PCA) dan Linear Discriminant Analysis (LDA)

1. Pembimbing

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197102041997021003



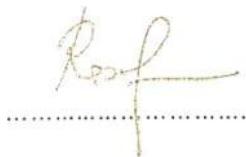
2. Pengaji I

Dr. Iwan Pahendra, M.T.
NIP. 197403222002121002



3. Pengaji II

Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
NIP. 197604252010121001



Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Magister Teknik Informatika

Dr.Ir. Sukemi, M.T
NIP 1966120320060412001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yulia Hapsari
NIM : 09042621620010
Program Studi : Magister Teknik Informatika
Judul Tesis : Klasifikasi Cuaca Berdasarkan Citra Awan Menggunakan
Ekstraksi Ciri Hybrid Principal Component Analysis
(PCA) dan Linear Discriminant Analysis (LDA)

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : **18 %**

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan
bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat
dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari
Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada
paksaan oleh siapapun.



Palembang, 17 Desember 2018



NIM. 09042681620010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, yang atas rahmat dan karunia Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Shalawat dan salam tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarganya.

Selama melaksanakan Tesis ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Samsuryadi, M.kom., Ph.D. selaku pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dan semangat dalam menyelesaikan Tesis ini;
2. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. dan Bapak Dr. Iwan Pahendra, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan pengarahan dalam penyelesaian Tesis ini;
3. Bapak, Ibu dan saudara-saudara tercinta, berserta seluruh keluarga yang memberi semangat, doa dan dukungannya;
4. Seluruh staf dan karyawan Fasilkom, yang telah membantu;
5. Teman-teman seperjuangan S2 Teknik Informatika yang selalu memberikan motivasi kepada penulis dan
6. Semua pihak yang membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini bukanlah tanpa kelemahan, untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Palembang, Desember 2018

Penulis

Klasifikasi Cuaca Berdasarkan Citra Awan Menggunakan Ekstraksi Ciri Hybrid Principal Component Analysis (PCA) dan Linear Discriminant Analysis (LDA)

Yulia Hapsari

Abstrak

Perubahan cuaca dan kondisi iklim memiliki konsekuensi pada berbagai sektor kehidupan dan sangat mempengaruhi aktivitas kehidupan manusia. Oleh karena itu diperlukan sistem yang dapat mendeteksi kondisi cuaca berdasarkan citra awan. Metode untuk mendeteksi kondisi cuaca pada satu waktu dengan pemrosesan gambar adalah inovasi baru yang muncul dalam pemodelan cuaca saat ini. Hal ini didorong oleh tingginya kebutuhan berbagai pihak untuk melakukan penelitian dalam mendeteksi suatu kondisi secara hati-hati dan tanpa harus mengamatinya secara langsung. Tahap penelitian ini meliputi citra awan diubah menjadi citra keabuan, diekstraksi ciri menggunakan *Hybrid PCA* dan LDA, dan klasifikasi dengan metode *Euclidean Distance*. Hasil penelitian untuk memprediksi awan cerah, berawan dan hujan mencapai tingkat akurasi 94%.

Keywords: Perubahan cuaca, kondisi iklim, *Principal Component Analysis*, *Linear Discriminant Analysis*, awan cerah, awan berawan dan awan hujan, *Euclidean Distance*

Weather Classification Based on Cloud Image Using Feature Extraction of Hybrid Principal Component Analysis (PCA) and Linear Discriminant Analysis (LDA)

Yulia Hapsari

Abstract

Changes in weather and climate conditions have consequences on various sectors of life and greatly affect the activities of human life. Therefore we need a system that can detect weather conditions based on cloud images. The method for detecting weather conditions at one time with image processing is a new innovation that appears in current weather modeling. This is driven by the high need of various parties to conduct research in carefully detecting a condition and without having to observe it directly. The research phase included the image of a cloud converted into a gray image, extracted features using Hybrid PCA and LDA, and classification using the Euclidean Distance method. The results of the study to predict bright, cloudy clouds and rain reached an accuracy rate of 94%.

Keywords: Weather changes, climate conditions, Principal Component Analysis, Linear Discriminant Analysis, bright clouds, cloudy clouds and rain clouds, Euclidean Distance

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Lembar Pernyataan Bukan Plagiat	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Singkatan	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metodologi Penulisan	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Teori Dasar Awan	8
2.2.1 Jenis Awan Berdasarkan Bentuk	8
2.2.2 Karakteristik Awan	10
2.3 Unsur-unsur yang mempengaruhi Perubahan cuaca	12
2.3.1 Suhu atau Temperatur Udara	12
2.3.2 Tekanan Udara	12
2.3.3 Angin	12
2.3.4 Kelembaban	13
2.3.5 Curah Hujan	13
2.4 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	14
2.5 <i>Linear Discriminant Analysis (LDA)</i>	16
2.6 Distance (Jarak)	17
2.6.1 <i>Euclidean Distance</i>	17

2.7 Confusion Matrix	18
2.8 Pengujian Metode <i>Euclidean Distance</i>	19
2.9 Ekstraksi citra awan dengan Algoritma PCA+LDA	20
2.10 Reduksi Dimensi Linear	21
2.11 Hybrid PCA-LDA Model	23
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Pendahuluan	27
3.2 Kerangka Kerja (<i>Framework</i>)	27
3.3.1 Prosedur Operasional pengenalan cuaca	28
3.3.1.1 Sumber Data	28
3.3.1.2 Metode Ekstraksi Ciri	28
3.3.1.3 Perangkat Lunak	29
3.3.1.4 Representasi Data	29
3.3.2 Tahap Realisasi	29
3.4 Perancangan Sistem	30
3.4.1 Proses Learning	31
3.4.2 Proses Klasifikasi	32
3.5 Metode Pengujian dan Analisa	33
3.6 <i>Computational Complexity</i> PCA dan LDA	33
3.6.1 <i>Computational Complexity</i> PCA	33
3.6.2 <i>Computational Complexity</i> LDA	34
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Pengujian Aplikasi	35
4.2 Hasil Perancangan	37
4.2.1 Antarmuka sistem identifikasi awan PCA dan LDA	38
4.3 Pengujian Sistem Pengenalan Cuaca	40
4.3.1 Dataset	40
4.3.2 Threshold	40
4.3.3 Hasil data testing metode Hybrid PCA+LDA	48
4.3.4 Hasil data testing metode LDA	51
4.3.5. Waktu Pemrosesan Rata-rata	54
4.4 Analisis Sistem	55
BAB V. KESIMPULAN	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Awan Cerah	11
Gambar 2.2 Awan Mendung	11
Gambar 2.3 Awan Hujan	11
Gambar 2.4 Gambaran baris vektor dari citra awan 2-dimensi	20
Gambar 3.1 Kerangka Kerja klasifikasi cuaca	27
Gambar 3.2 Gambaran Umum Sistem	30
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Sistem <i>learning</i> pengenalan cuaca	31
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Sistem Klasifikasi pengenalan cuaca	32
Gambar 4.2 Antarmuka Pengguna Prototipe Pengenalan Awan	38
Gambar 4.3 Antarmuka <i>learning</i> sistem pengenalan cuaca PCA dan LDA	39
Gambar 4.4 Antarmuka <i>testing</i> sistem identifikasi awan PCA dan LDA	39
Gambar 4.5 Grafik tingkat akurasi dan error rate metode hybrid PCA+LDA	56
Gambar 4.6 Grafik tingkat akurasi dan error rate metode hybrid LDA	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 MainMenu.java	L1-L3
Lampiran 2 FormTraining.java	L4-L12
Lampiran 3 FormPengenalan.java	L13-L17
Lampiran 4 PCA.java	L18-L22
Lampiran 5 LDA.java	L23-L30

DAFTAR SINGKATAN

BMKG	= Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
C	= <i>Celsius</i>
EOF	= <i>Empirical Orthogonal Function</i>
F	= <i>Fahrenheit</i>
FLD	= <i>Fisher's Linear Discriminant</i>
FN	= <i>false negatives</i>
FP	= <i>false positives</i>
GB	= GigaByte
GHz	= Gigahertz
HMM	= <i>Hidden Markov Model</i>
k-NN	= <i>k-Nearest Neighbor</i>
LDA	= <i>Linear Discriminant Analysis</i>
LVQ	= <i>Learning Vector Quantization</i>
NMR	= <i>Nuclear Magnetic Resonance</i>
PC	= <i>principal component</i>
PCA	= <i>Principal Component Analysis</i>
R	= <i>Reamur</i>
SRDA	= <i>Spectral Regression Discriminant Analysis</i>
SVD	= <i>Singular Value Decomposition</i>
SVM	= <i>Support Vector Machine</i>
TB	= TeraByte
TN	= <i>True negatives</i>
TP	= <i>True positives</i>
USG	= <i>ultrasongrafi</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan kondisi cuaca dan iklim memberikan resiko jika tidak diketahui secara awal. Ini didorong oleh kondisi cuaca yang tidak sama di suatu tempat (Krishnamurthi dkk, 2015). Perubahan kondisi cuaca dan iklim ini membawa konsekuensi pada berbagai sektor kehidupan dan sangat mempengaruhi aktivitas kehidupan manusia. Pada dasarnya fenomena alam itu sulit dikendalikan kecuali dalam skala kecil.

Teknologi pengolahan citra kini sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan. Pada bidang perdagangan, teknologi pengolahan citra digunakan dalam pembacaan *barcode* yang tertera pada barang di pasar swalayan/supermarket. Pengolahan citra juga diterapkan dalam bidang kedokteran, seperti NMR (*Nuclear Magnetic Resonance*) dan rekonstruksi foto janin hasil USG.

Dari berbagai contoh penerapan teknologi pengolahan citra umumnya digunakan untuk proses pendekripsi seperti, deteksi gerak, deteksi wajah, serta deteksi cuaca. Untuk pendekripsi cuaca, sebelumnya sudah ada pendekripsi cuaca dengan menggunakan sensor kelembapan. Sistem prediksi cuaca menggunakan sensor kelembapan memiliki beberapa kekurangan, yakni dari segi sistem serta biaya yang dikeluarkan. Pertama adalah sistem pengontrolan tidak praktis, karena menggunakan media seperti pengukur curah hujan. Selain itu sensor kelembapan membutuhkan banyak komponen, sehingga sulit untuk dipindah tempatkan. Kedua dengan menggunakan alat pendekripsi sebagai prediksi cuaca tersebut membutuhkan banyak biaya (Widyarto dan Hayarsa, 2010).

Beberapa artikel pernah membahas sistem prakiraan cuaca menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dengan kondisi cuaca yang diprediksi yaitu cerah, mendung atau hujan dengan mencapai akurasi sistem rata – rata sebesar 87% (Yunita dkk, 2011). Penelitian lain sistem deteksi cuaca berdasarkan pencitraan awan menggunakan Algoritma *k-Nearest Neighbor* (*k-*

NN) dengan kondisi cuaca yang diprediksi adalah kondisi cerah berawan, berawan, hujan, malam cerah dan malam hujan dan mencapai akurasi sistem rata – rata sebesar 84.21% (Handoko dkk, 2015) dan Perancangan Sistem Prediksi Cuaca Berdasarkan Kondisi Awan dengan menggunakan Metode Pengolahan Nilai Histogram, Sistem ini mengambil 2 gambar awan dalam satu kali percobaan maka diperoleh data yang mengerucut menjadi penentu tiga kondisi cuaca yaitu berawan, cerah, dan hujan. Penelitian ini menghasilkan cuaca berawan dengan nilai histogram bernilai 56194, cuaca cerah dengan histogram bernilai 342622 dan cuaca hujan dengan nilai histogram bernilai 143646 (Widyarto dkk, 2010).

Penelitian lain merancang aplikasi untuk mendapatkan informasi prakiraan cuaca yang terjadi di daerah Riau. Metode yang digunakan yaitu *Moving Average* dan *k-Nearest Neighbor*. Hasil dari kombinasi metode tersebut mencapai tingkat akurasi 66,7% untuk nilai $k=7$, untuk $k=4$ dan 53,3% untuk $k=3$ (Dahril, 2014). Penelitian metode peramalan cuaca, hasil percobaan penerapan metode *Principal Component Analysis* (PCA) pada tahap pra-pemrosesan data input juga disajikan, dalam hal ini kesalahan prediksi rata-rata dan rata-rata persentase kesalahan prediksi masing-masing adalah sebesar $1,41^{\circ}\text{C}$ dan 7,93% (Jaruszewicz, 2002).

Penelitian berikutnya menggunakan metode interval PCA diusulkan untuk mengetahui fitur dengan data cuaca interval di bawah musim. Selain itu, interval PCA mengungkapkan struktur yang mendasarinya, serta mengekspos variasi dalam pengamatan. yaitu, menggunakan kumpulan data cuaca dengan panjang waktu yang berbeda (misalnya: bulan, musim) disajikan untuk menunjukkan masing-masing pola. Akhirnya, hasil perbandingan antara data cuaca bernilai-tanggal dan interval-nilai menggambarkan bahwa analisis data interval-nilai dapat menampilkan lebih banyak informasi (Cheng He, 2016). Penelitian lain, Klasifikasi hari badai dan tidak badai di Calcutta (India) berdasarkan *linear Discriminant analysis*. Hasil dari penelitian ini, mengungkapkan bahwa jika teknik LDA akan digunakan untuk tujuan operasional mengklasifikasikan hari badai dan tidak badai di Calcutta, maka alih-alih berurusan dengan matriks data yang sangat besar, dimensi mereka dapat dikurangi terlebih dahulu dengan bantuan PCA. teknik tanpa kehilangan informasi penting. Pekerjaan telah dilakukan dalam dua tahap yaitu analisis dengan 20 parameter termodinamika dan

dinamis yang berasal dari data *radiosonde* harian di Calcutta dan analisis dengan 10 parameter yang baru terbentuk, yang sebenarnya merupakan 10 komponen utama pertama yang dibentuk dengan 20 parameter asli. Studi ini menunjukkan bahwa indeks yang dikenal sebagai *linear discriminant function* (LDF) dapat dibangun untuk memprediksi cuaca pra-musim di Calcutta. Tidak hanya itu, penelitian ini juga mengungkapkan bahwa jika dimensi matriks data berkurang, maka keakuratan hasil dapat meningkat. (S.Ghosh dkk, 2004). Tetapi tingkat akurasi dan komputasi sistem masih belum maksimal.

Penelitian metode *hybrid* PCA dan LDA, yaitu model *hybrid* PCA-LDA untuk reduksi dimensi, tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan diskriminasi data yang dapat dicapai dengan subruang yang dipelajari hanya dengan PCA atau LDA saja. model *hybrid* dapat mengatasi masalah generalisasi ke data baru dengan cara yang lebih langsung, (Zhao dkk, 2011). Penelitian lain, pengenalan wajah dapat dilakukan dengan menggabungkan algoritma PCA dan LDA untuk ekstraksi ciri, dan sebagai metode klasifikasinya menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ). Berdasarkan pengujian terhadap 100 sampel wajah diperoleh bahwa unjuk kerja metode LVQ 11% lebih baik dari SVM. (Utami dkk, 2015). Jadi telah ada metode yang menggunakan *Hybrid* PCA dan LDA.

Berdasarkan fakta-fakta di atas, maka penelitian ini akan membuat sebuah kerangka kerja klasifikasi kondisi cuaca dengan memanfaatkan citra atau gambar. sehingga citra tersebut dapat menjadi alternatif untuk melihat kondisi cuaca. Penulis melakukan penelitian untuk membuat suatu sistem yang dapat mengenali cuaca saat itu, kemudian sistem akan mengklasifikasikan cuaca secara otomatis, memproses dengan cepat dan memperoleh hasil yang akurat. Tesis ini memanfaatkan pengolahan citra awan menggunakan ekstraksi ciri *hybrid Principal Component Analysis* (PCA) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Dari suatu gambar dapat berisi informasi yang sangat penting dalam citra awan yang akan terjadi sehingga manusia dapat menganalisa objek pada suatu gambar tanpa harus mengamatinya secara langsung dan *Euclidean Distance* sebagai metode pengklasifikasianya ini dapat terealisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian klasifikasi awan sebelumnya, baru mencapai akurasi kurang dari 90%. Sementara itu, kondisi cuaca sangat diperlukan untuk kehidupan seperti penerbangan, pertanian, transportasi, kesehatan dan lain-lain, maka perlu dilakukan peningkatan akurasi. Untuk itu, disusun pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana model / kerangka kerja pengenalan kondisi cuaca menggunakan ekstraksi ciri *hybrid PCA* dan *LDA* dengan metode klasifikasi *Euclidean Distance*?
2. Bagaimana menentukan nilai parameter *threshold* berdasarkan hasil ekstraksi ciri?
3. Bagaimana pengaruh nilai parameter *threshold* terhadap klasifikasi awan dari tingkat akurasi dan waktu komputasi sistem?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan model atau kerangka kerja pengenalan kondisi cuaca berdasarkan citra awan menggunakan ekstraksi ciri *hybrid Principal Component Analysis (PCA)* dan *Linear Discriminant Analysis (LDA)* dengan metode klasifikasi *Euclidean Distance*.
2. Mendapatkan parameter *threshold* terbaik berdasarkan tingkat akurasi dan waktu komputasi sistem.
3. Melihat pengaruh nilai parameter *threshold* terhadap klasifikasi awan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijelaskan, maka manfaat penelitian adalah :

1. Kerangka kerja dapat dipakai untuk klasifikasi awan dan penelitian pola citra.

2. Parameter *threshold* dapat dipakai untuk penentuan akurasi pada klasifikasi awan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Jumlah data latih 54 dan data *testing* 50.
2. Menggunakan tingkat akurasi dan kecepatan untuk mengukur performansi perangkat lunak (sistem).
3. Kondisi cuaca yaitu cerah, berawan dan hujan.

1.6 Metodologi Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun tesis ini dan memperjelas isi dari setiap bab pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang seluruh penjelasan mengenai tinjauan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penulisan tesis ini.

3. Bab III Metodologi

Bab ini berisi penjelasan secara bertahap dan terperinci tentang langkah-langkah (metodologi) yang digunakan untuk membuat perancangan dalam menyelesaikan tesis.

4. BAB IV Hasil dan Analisis

Pada bab ini berisi hasil dan analisa penelitian. Data yang didapatkan disajikan pada bagian ini dalam bentuk narasi, tabel dan gambar.

5. BAB V Kesimpulan dan saran

Kesimpulan yang didapat dari penelitian disampaikan pada bagian ini. Berdasarkan hasil penelitian juga disampaikan saran yang perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkautsar, R, 2012. **Peramalan Hujan Berdasarkan Klasifikasi Dan Jenis Awan Menggunakan Metode *Hidden Markov Model*.** Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- Bjornsson, H., and S. A. Venegas, 1997: **A manual for EOF and SVD analyses of climate data.** CCGCR Rep. 97-1, McGill University, Montreal, QC, Canada, 52 pp.
- Cai, Deng, Xiaofei, Jiawei Han, 2008. "**Training Linear Discriminant Analysis in Linear time**", Dept. of Computer Science, University of Illinois at Urbana Champaign 1334 Siebel Center, 201 N. Goodwin Ave, Urbana, IL 61801, USA
- Cheng He, Chong, Jin-Tsong Jen. 2016. **Feature Selection of Weather Data with Interval Principal Component Analysis.** Taiwan : National Chi Nan University.
- Dahril, M, 2014. **Aplikasi Prakiraan Cuaca Se-Riau Berbasis Android Menggunakan Metode Moving Average Dan K-Nearest Neighbor.** Pekanbaru: Politeknik Caltex Riau.
- Etemad, K., Chellappa, R, 1997. **Discriminant Analysis for Recognition of Human Face Images**, Journal of Optical Society of America A 4.
- Gould, S., & Bryan, B. (2017, September 02). **Hurricane Harvey is the 10th natural disaster in 2017 to cause more than \$1 billion in damage.** Business Insider. Retrieved from : <http://www.businessinsider.com/the-us-has-already-been-hit-with-9-other-billion-dollar-natural-disasters-in-2017-so-far-2017-8>
- Gunar Hendarko, 2010. "**Identifikasi Citra Sidik Jari Menggunakan Alihragam Wavelet dan Jarak Euclidean**", Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Handoko, Arif, M.Ihsan Zul, Yuli Fitrisia, 2015 " **sistem deteksi kondisi cuaca berdasarkan berbasis pengolahan citra digital menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor (k-nn) "**
- I.T. Jolliffe, 1986. "**Principal Component Analysis and Factor Analysis**", Springer Series in [Springer-Verlag, 2nd Ed., New York](#)
- Jaruszewicz, Marcin, Jacek Mandziuk, 2002. **Application of PCA Method To Weather Prediction Task.** Poland : Faculty of Mathematics and Information Science
- J. Friedman, 1989 ."**Regularized discriminant analysis,**" Journal of the American Statistical Association, vol. 84, no. 405, pp. 165-175.
- Johnson, R. 2007. **Applied Multivariate Statistical Analysis (6th ed.).** New Jersey:

Prentice Hall

Jonstone, Iain M. Arthur Yu Lu, 2004. “**Sparse Principal Components Analysis**”, Stanford University and Renaissance Technologies.

J. Yang and J.-Y. Yang, 2003. “**Why can LDA be performed in PCA transformed space?**” Pattern Recognition, vol. 36, pp. 563-566.

Krishnamurthi, Karthik, T. Suraj, K. Lokesh, P. Arum, 2015. “**Arduino Based Weather Monitoring System,**” International Journal of Engineering Research and General Science., vol. 3, issue 2, page.452-458.

Lindsay I Smith, 2002. "A tutorial on Principal Component Analysis", February 26, Page 2-8.

O'Toole, Alice J, Kenneth Deffenbacher, H. Abdi, Dominique Valentin. **Low-dimensional representation of faces in higher dimensions of the face space.** Journal of the Optical Society of America A 10(3):405-411

P.-N. Belhumeour, J.-P. Hespanha, and D.-J. Kriegman, 1997. “**Eigenfaces vs. Fisherfaces:recognition using class specific linear projection,**” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, no. 7, pp. 711-720.

Purwanto, JE, 2008, **Prototipe Pengenalan Wajah Melalui Webcam dengan menggunakan Algoritma Principal Component Analysis dan Linier Discriminant Analysis (LDA),** Tugas Akhir, Universitas Komputer Indonesia.

R.-A. Fisher,1936. “**The use of multiple measures in taxonomic problems,**” Annals of Eugenics, vol. 7, pp. 179-188.

Samenow, J. & Fritz, A. (2015, January 02). **Five myths about weather forecasting.** The Washington Post. Retrieved from: https://www.washingtonpost.com/opinions/fivemyths-about-weather-forecasting/2015/01/02/e49e8950-8b86-11e4-a085-34e9b9f09a58_story.html?utm_term=.6067ae6442dc

S. Balakrishnama, A. Ganapathiraju, 1998.”**Linear Discriminant AnalysisA Brief Tutorial**”, Institute for Signal and Information Processing, Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State University, page 8.

S.Ghosh, P. K. Sen, U. K. De. **Classification of thunderstorm and non thunderstorm days in Calcutta (India) on the basis of linear discriminant analysis.** Calcutta: Atmospheric Science Research Group, Environmental Science Programme Faculty of Science, Jadavpur University.

Sunhem, wisuwat, K. Pasupa, 2016. “**An Approach to Face Shape Classification for Hairstyle Recommendation**”, 8th International Conference on Advanced Computational Intelligence Chiang Mai, Thailand.

Swets DL, Weng J.1996. **Using discriminative eigenfeatures for image retrieval.** IEEE

University of Illinois Department of Atmospheric Science. (1999). **The Weather World 2010.** Retrieved from: <http://ww2010.atmos.uiuc.edu/Gh/guides/mtr/fcst/home.xml>

Utami, Yustina Retno Wahyu, Teguh Susyanto, “**Unjuk Kerja Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dengan Learning Vector Quantization (LVQ) Pada Aplikasi Pengenalan Wajah**”, 2015.

Wahyu Nugroho, 2014. “**Deteksi Kerusakan Jalur PCB menggunakan Metode Tempalte Matchin**”.

Wibowo, H, 2008. **Desain Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan Jarak Jauh Dengan Pengendali Komputer.** Skripsi Universitas Jember, Jember.

Widyarto, E. N., Hayarsa, A., & Brenda C., T, 2010. **Perancangan Sistem Prediksi Cuaca**

Berdasarkan Kondisi Awan dengan Menggunakan Metode Pengolahan Nilai Histogram. Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2010 .

Yunita, N, Usman, Koredianto, Wibowo S.A, 2011. **Deteksi Dan Klasifikasi Kondisi Cuaca Berdasarkan Pencitraan Langit Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis.** Bandung: Institut Teknologi Telkom.

Zhao, Nan, ington Mio, Xiuwen Liu. 2011. **A Hybrid PCA-LDA Model for Dimension Reduction.** Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, San Jose, California, USA, July 31 – August 5, 2011