

PENERAPAN ALGORITMA *EXPECTATION-MAXIMIZATION* (EM) DALAM MENGELOMPOKKAN POPULARITAS OBJEK WISATA DI MALANG RAYA BERDASARKAN INDIKATOR BANYAK PENGUNJUNG

Nur Atikah^{1,*}, Swasono Rahardjo¹, Trianingsih Eni L¹, Lucky Tri Oktoviana¹

¹Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Email: nur.atikah.fmipa@um.ac.id (N. Atikah), swasono.rahardjo.fmipa@um.ac.id (S. Rahardjo), trianingsih.eni.fmipa@um.ac.id (T. Eni), lucky.tri.fmipa@um.ac.id (L. T. Oktoviana)

*Corresponding Author

Abstract

The Malang Raya Area is one of the tourist destination in East Java..Batu City is an area of Malang Raya which is visited by many for sightseeing. Given the development of tourism in Malang Raya, it is necessary to classify the popularity of tourist objects so that they can be used as a reference in policy making by the tourism office and tourism object managers. In this study, the Expectation Maximization (EM) algorithm is used to determine the clustering of tourist objects in Malang Raya using data on the number of visitors. The results of grouping the popularity of leading tourist attractions in Malang Raya based on the number of visitors are divided into 5 groups, namely: Group 1: Selecta; Group 2: Balekambang, Wendit Baths and Brawijaya Souvenir Tour; Group 3: Transport Museum, Coban Rondo, Animal Museum, Jatim Park, BNS, Picking Apples "Makmur Abadi and Agro Wonosari Tea Plantation; Group 4: Kusuma Agro Wisata, Kampoeng Kidz, Cangar Hot Springs, Eco Green Park, Predator Fun Park, Coban Rais Tourism Area, Mount Banyak, Mahajaya T-Shirt & Souvenirs, Ngliyep and Selorejo Dam; Group 5: "Dammadhipa Arama" Temple, "Kaliwatu" Rafting, Batu Rafting, Coban Talun Tourism Wana, Tirta Nirwana Baths, Songgoriti Natural Hot Springs, Wonderland Waterpark, Friends of Water Rafting, Independent Apple Picking, Apple Agro Stone, Tourism Village.

Keywords: EM algorithm, tourist attraction, Malang Raya

Submitted: 15 April 2021; Revised: 20 Mei 2021; Accepted Publication: 16 Juni 2021;

Publishd Online: July 2021

DOI:10.17977/um055v2i2p14-20

PENDAHULUAN

Saat ini kota Malang berubah menjadi kota terbesar ke-2 di Jawa Timur, setelah Surabaya. Hal ini menjadi salah satu penyebab kota Malang tumbuh menjadi daerah perdagangan dan jasa, kota pendidikan dan juga industri ekonomi kreatif. Malang Raya terus berkembang menjadi Kota Metropolitan. Secara geografis, kota Malang berdekatan dengan Kabupaten Malang dan Kota Batu yang selanjutnya dikenal dengan istilah Malang Raya. Malang Raya merupakan kota Metropolitan yang sejuk. Oleh karena itu, sangatlah beralasan bila Malang Raya menjadi tujuan wisata terkemuka di Indonesia dengan Kota Batu menjadi pusatnya..

Dinas Kebudayaan dan Pariwisata (Disbudpar) Kabupaten dan Kota Malang mengungkapkan bahwa pencapaian jumlah kunjungan wisatawan pada tahun 2017 di Kabupaten Malang mencapai 6,5 juta orang dan Kota Malang mencapai 4 juta orang. Sedangkan berdasarkan data Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kota Batu, jumlah wisatawan tercatat mencapai 4,7 juta orang. Tingginya kunjungan wisatawan ke Malang Raya menjadi motivasi bagi pemerintah Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu untuk terus fokus menggalakkan bidang pariwisata. Dengan adanya peningkatan tersebut dapat meningkatkan

Pendapatan Asli Daerah (PAD). Berbagai potensi yang ada dapat dikemas kembali secara lebih menarik untuk merevitalisasi perekonomian masyarakat (Kurniawan, 2017).

Secara khusus, untuk mencapai hal tersebut diperlukan strategi untuk membangun industri pariwisata yang baik dan mengembangkan industri pariwisata yang sudah ada agar berdampak positif terhadap perkembangan kualitas dan kondisi ekonomi. Perencanaan yang sempurna, strategi yang efektif dan tepat sasaran, penambahan fasilitas, pelayanan hingga pemasaran pariwisata yang menjadi faktor penting untuk mencapai target pembangunan pariwisata.

Data pengunjung wisatawan pada masing-masing objek wisata merupakan input yang utama dan potensial untuk mengembangkan pariwisata. Tentunya, tidak semua objek wisata dikembangkan karena keterbatasan dana pemerintah. Dengan demikian sangatlah perlu informasi tentang objek wisata yang menjadi prioritas pengembangan. Tentunya diperlukan pengelompokan objek wisata yang akan mempermudah pihak pengelola dalam melakukan perbaikan sarana dan prasarana yang dapat meningkatkan jumlah wisatawan. Secara statistika, pengelompokan objek wisata dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu metode dalam statistika, yaitu metode pengelompokan atau *clustering*. Beberapa penelitian tentang *clustering* antara lain Silvi (2018) mengelompokkan indikator HIV.AIDS di Indonesia dengan metode *Centriod Linkage* dan *K-means Clustering* yang mengandung data *outlier*. Selain *Centriod Linkage* dan *K-Means Clustering*, metode pengelompokan yang lain adalah dengan menggunakan algoritma *Expectation Maximization* (EM). Algoritma EM yaitu algoritma yang berfungsi untuk menemukan nilai estimasi *Maximum Likelihood* dari parameter dalam sebuah model probabilistik (Sean, 2009). Kelebihan dari algoritma EM adalah bisa menyelesaikan permasalahan bidang statistik antara lain pendugaan parameter untuk gabungan fungsi-fungsi serta parameter dari data yang tidak lengkap (Kusuma & Suparman, 2014). Dalam algoritma ini, ada dua hal yang digunakan secara bergantian yaitu E-step yang digunakan untuk menghitung nilai ekspektasi dari *likelihood* dan M-step digunakan untuk menghitung nilai estimasi ML dari parameter dengan memaksimalkan nilai ekspektasi dari *likelihood* yang ditemukan pada E-step.

Kebaharuan dari tulisan ini adalah penerapan tentang metode *Expectation Maximization* (EM) untuk mengetahui pengelompokan popularitas objek wisata di Malang Raya berdasarkan banyak pengunjung tahun 2018. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan pengelompokan dengan algoritma EM antara lain adalah Darwianto & Sirait (2015) mendeskripsikan implementasi dan analisis algoritma *clustering Expectation – Maximization* pada tugas akhir Universitas Telkom. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengelompokkan dokumen menurut kemiripannya sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan informasi dari kumpulan dokumen. Soeyapto & Johari (2015) mengkaji penerapan data mining pada data jumlah kendaraan dengan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) pada Dispenda Kota Palembang. Penelitian tersebut bertujuan untuk melihat pengelompokan jumlah kendaraan di suatu wilayah agar dapat memberikan informasi yang lebih jelas untuk pihak Dispenda dan memudahkan menganalisis peningkatan jumlah kendaraan.

METODE

Jenis penelitian ini yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif yang mempelajari masalah-masalah yang ada, memodelkan dalam sistem input dan output dalam aplikasi Data Mining WEKA, memecahkan masalah dan menafsirkannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan tingkat kepopuleritasan objek wisata di Malang Raya berdasarkan indikator banyak pengunjung objek wisata dengan menggunakan algoritma *Expectation-Maximization* (EM). Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Menginputkan data ke dalam aplikasi Data Mining WEKA 3.8.
2. Menggunakan metode *clustering* yang digunakan untuk menentukan nilai *cluster* yang akan diproses. Metode yang digunakan dengan mengelompokkan data yang telah di inputkan dari data tersebut.
3. Menghitung nilai *cluster centroid*. Menentukan nilai *cluster* terlebih dulu apabila setelah dilakukan pengclusteran tetap ada data yang berubah maka diulang kembali ke proses iterasi *cluster*.
4. Menampilkan pengelompokan *clustering*, bertujuan untuk menunjukkan proses iterasi dan *class* pada *cluster* dengan jumlah *record* pada *store name*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis akan menentukan pengelompokan (*clustering*) menjadi 2 kelompok, 3 kelompok, 4 kelompok dan 5 kelompok. Pengelompokan dengan 2 kelompok terdiri dari kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi dan kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah. Pengelompokan dengan 3 kelompok terdiri dari kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sedang dan kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah. Pengelompokan dengan 4 kelompok terdiri dari kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah dan kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat rendah. Pengelompokan dengan 5 kelompok terdiri dari kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sedang, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah dan kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat rendah.

Analisis dengan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) dihitung menggunakan bantuan *software* Weka 3.8. Algoritma diawali dengan tahap ekspektasi yaitu inisialisasi nilai awal kemudian dilakukan iterasi sehingga mencapai nilai yang konvergen. Adapun hasil pengelompokannya adalah sebagai berikut:

Pengelompokan dengan 2 Kelompok

Berdasarkan analisis dengan algoritma EM dengan menggunakan bantuan *software* Weka 3.8, diketahui bahwa bahwa tahap iterasi yang dilakukan dengan 2 kelompok adalah sebanyak 27 kali sehingga diperoleh hasil yaitu kelompok 1 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi terdiri dari 22 objek wisata. Kelompok 2 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah terdiri dari 18 objek wisata. Adapun pembagian anggota dalam 2 kelompok disajikan pada Gambar 4.1.

Kelompok 1: Kusuma Agro Wisata, Selecta, BNS, Museum Satwa, Jatim Park, Petik Apel "Makmur Abadi", Air Panas Cangar, Museum Angkut, Eco Green Park, Predator Fun Park, Wana Wisata Coban Rais, Pemandian Tirta Nirwana, Wana Wisata Coban Talun, Gunung Banyak, Mahajaya T-Shirt & Oleh-oleh, Wisata Oleh-Oleh Brawijaya, Agro Kebun Teh Wonosari, Bendungan Selorejo Balekambang, Ngliyep, Pemandian Wendit dan Coban Rondo.

Kelompok 2: Vihara "Dammadhipa Arama", Rafting "Kaliwatu", Kampoeng Kidz, Batu Rafting, Pemandian Air Panas Alam Songgoriti, Wonderland Waterpark, Sahabat Air Rafting, Petik Apel Mandiri, Batu Agro Apel, Kampung Wisata Kungkuk, Desa Wisata Sumberejo, Desa Wisata Bumiaji, Mega Star Indonesia, Wisata Oleh-oleh Deduwa, Candi Jago, Sengkaling, Pemandian Dewi Sri dan Candi Kidal.

Gambar 4.1 Sebaran Obyek Wisata dalam 2 Kelompok

Pengelompokan dengan 3 Kelompok

Berdasarkan analisis dengan algoritma EM dengan menggunakan bantuan *software* Weka 3.8, diketahui bahwa tahap iterasi yang dilakukan dengan 3 kelompok adalah sebanyak 18 kali sehingga diperoleh hasil yaitu kelompok 1 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi terdiri dari 5 objek wisata. Kelompok 2 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sedang terdiri dari 17 objek wisata. Kelompok 3 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah terdiri dari 18 objek wisata. Adapun pembagian anggota dalam 3 kelompok disajikan pada Gambar 4.2.

- Kelompok 1: Selecta, Wisata Oleh-Oleh Brawijaya, Balekambang, Pemandian Wendit dan Coban Rondo.
- Kelompok 2: Kusuma Agro Wisata, Jatim Park, Air Panas Cangar, BNS, Petik Apel "Makmur Abadi", Museum Satwa, Eco Green Park, Museum Angkut, Predator Fun Park, Gunung Banyak, Pemandian Tirta Nirwana, Wana Wisata Coban Talun, Wana Wisata Coban Rais, Mahajaya T-Shirt & Oleh-oleh, Agro Kebun Teh Wonosari, Ngliyep dan Bendungan Selorejo.
- Kelompok 3: Vihara "Dammadhipa Arama", Rafting "Kaliwatu", Kampoeng Kidz, Batu Rafting, Pemandian Air Panas Alam Songgoriti, Wonderland Waterpark, Sahabat Air Rafting, Petik Apel Mandiri, Batu Agro Apel, Kampung Wisata Kungkuk, Desa Wisata Sumberejo, Desa Wisata Bumiaji, Mega Star Indonesia, Wisata Oleh-oleh Deduwa, Candi Jago, Sengkaling, Pemandian Dewi Sri dan Candi Kidal.

Gambar 4.2 Sebaran Obyek Wisata dalam 3 Kelompok

Pengelompokan dengan 4 Kelompok

Tahap iterasi yang dilakukan dengan 4 kelompok adalah sebanyak 29 kali sehingga diperoleh hasil yaitu kelompok 1 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi terdiri dari 6 objek wisata. Kelompok 2 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi terdiri dari 5 objek wisata. Kelompok 3 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah terdiri dari 12 objek wisata. Kelompok 4 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat rendah terdiri dari 17 objek wisata. Adapun pembagian anggota dalam 4 kelompok disajikan pada Gambar 4.3.

- Kelompok 1: Selecta, Museum Angkut, Wisata Oleh-Oleh Brawijaya, Balekambang, Pemandian Wendit dan Coban Rondo.
- Kelompok 2: Museum Satwa, Jatim Park, BNS, Petik Apel "Makmur Abadi dan Agro Kebun Teh Wonosari.
- Kelompok 3: Kusuma Agro Wisata, Kampoeng Kidz, Air Panas Cangar, Eco Green Park, Predator Fun Park, Wana Wisata Coban Rais, Pemandian Tirta Nirwana, Wana Wisata Coban Talun, Gunung Banyak, Mahajaya T-Shirt & Oleh-oleh, Ngliyep dan Bendungan Selorejo.
- Kelompok 4: Vihara "Dammadhipa Arama", Rafting "Kaliwatu", Batu Rafting, Pemandian Air Panas Alam Songgoriti, Wonderland Waterpark, Sahabat Air Rafting, Petik Apel Mandiri, Batu Agro Ape, Kampung Wisata Kungkuk, Desa Wisata Sumberejo, Desa Wisata Bumiaji, Mega Star Indonesia, Wisata Oleh-oleh Deduwa, Candi Jago, Sengkaling, Pemandian Dewi Sri dan Candi Kidal.

Gambar 4.3 Sebaran Obyek Wisata dalam 4 Kelompok

Pengelompokan dengan 5 Kelompok

Pada pengelompokan dengan 5 kelompok ini, tidak terdapat iterasi yang dilakukan, sehingga diperoleh hasil yaitu kelompok 1 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi terdiri dari 1 objek wisata. Kelompok 2 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi terdiri dari 3 objek wisata. Kelompok 3 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat

popularitas yang sedang terdiri dari 7 objek wisata. Kelompok 4 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah terdiri dari 10 objek wisata. Kelompok 5 yang termasuk dalam kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat rendah terdiri dari 19 objek wisata. Adapun pembagian anggota dalam 5 kelompok disajikan pada Gambar 4.4.

- Kelompok 1: Selecta.
 Kelompok 2: Balekambang, Pemandian Wendit dan Wisata Oleh-Oleh Brawijaya.
 Kelompok 3: Museum Angkut, Coban Rondo, Museum Satwa, Jatim Park, BNS, Petik Apel "Makmur Abadi dan Agro Kebun Teh Wonosari."
 Kelompok 4: Kusuma Agro Wisata, Kampoeng Kidz, Air Panas Cangar, Eco Green Park, Predator Fun Park, Wana Wisata Coban Rais, Gunung Banyak, Mahajaya T-Shirt & Oleh-oleh, Ngliyep dan Bendungan Selorejo.
 Kelompok 5: Vihara "Dammadhipa Arama", Rafting "Kaliwatu", Batu Rafting, Wana Wisata Coban Talun, Pemandian Tirta Nirwana, Pemandian Air Panas Alam Songgoriti, Wonderland Waterpark, Sahabat Air Rafting, Petik Apel Mandiri, Batu Agro Ape, Kampung Wisata Kungkuk, Desa Wisata Sumberejo, Desa Wisata Bumiaji, Mega Star Indonesia, Wisata Oleh-oleh Deduwa, Candi Jago, Sengkaling, Pemandian Dewi Sri dan Candi Kidal.

Gambar 4.4 Sebaran Obyek Wisata dalam 5 Kelompok

Dengan pengelompokan sebanyak 5 kelompok ini diperoleh bahwa proses iterasi telah berhenti (tidak terdapat iterasi lagi). Ini menunjukkan bahwa pengelompokan objek wisata yang terbagi dalam 5 kelompok merupakan hasil maksimal.

Pemilihan Model Terbaik

Pada algoritma *Expectation-Maximization* (EM), model yang paling merepresentasikan data atau model terbaik ditunjukkan dengan nilai log *likelihood* terbesar. Berikut adalah nilai log *likelihood* dari masing-masing *cluster*.

Jumlah Cluster	Log Likelihood
2	-12,80051
3	-12,66082
4	-12,5927
5	-12,09286

Berdasarkan Tabel 1.1 terlihat bahwa pengujian dengan 5 kelompok memiliki nilai log *likelihood* yang terbesar, sehingga model yang terbaik adalah pengujian algoritma *Expectation-Maximization* (EM) dengan 5 kelompok yang menghasilkan 1 objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi, 3 objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi, 7 objek wisata dengan tingkat popularitas yang sedang, 10 objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah dan 19 objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) dalam pengelompokan popularitas objek wisata unggulan di Malang Raya berdasarkan indikator banyak pengunjung dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* WEKA 3.8 menghasilkan beberapa pengelompokan. Jumlah pengelompokan yang dihasilkan yaitu 2 kelompok, 3 kelompok, 4 kelompok dan 5 kelompok. Berdasarkan nilai log *likelihood*

diperoleh bahwa kelompok dengan 5 kelompok memiliki nilai log *likelihood* terbesar, sehingga model yang cocok digunakan pada penelitian ini adalah model dengan 5 kelompok yaitu kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang tinggi, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sedang, kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang rendah dan kelompok objek wisata dengan tingkat popularitas yang sangat rendah.

2. Hasil pengelompokan popularitas objek wisata unggulan di Malang Raya berdasarkan indikator banyak pengunjung dengan menggunakan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) adalah sebagai berikut:

Kelompok 1: Selecta.

Kelompok 2: Balekambang, Pemandian Wendit dan Wisata Oleh-Oleh Brawijaya.

Kelompok 3: Museum Angkut, Coban Rondo, Museum Satwa, Jatim Park, BNS, Petik Apel “Makmur Abadi dan Agro Kebun Teh Wonosari.

Kelompok 4: Kusuma Agro Wisata, Kampoeng Kidz, Air Panas Cangar, Eco Green Park, Predator Fun Park, Wana Wisata Coban Rais, Gunung Banyak, Mahajaya T-Shirt & Oleh-oleh, Ngliyep dan Bendungan Selorejo.

Kelompok 5: Vihara “Dammadhupa Arama”, Rafting “Kaliwatu”, Batu Rafting, Wana Wisata Coban Talun, Pemandian Tirta Nirwana, Pemandian Air Panas Alam Songgoriti, Wonderland Waterpark, Sahabat Air Rafting, Petik Apel Mandiri, Batu Agro Ape, Kampung Wisata Kungkuk, Desa Wisata Sumberejo, Desa Wisata Bumiaji, Mega Star Indonesia, Wisata Oleh-oleh Deduwa, Candi Jago, Sengkaling, Pemandian Dewi Sri dan Candi Kidal

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh tampak bahwa kelompok 4 dan kelompok 5 berupa objek wisata yang memang kurang menarik untuk dikunjungi yang dipengaruhi oleh fasilitas yang masih sangat minim dan ada juga yang harga tiketnya tidak sepadan dengan fasilitas serta wahana yang disajikan. Sedangkan kelompok 1, kelompok 2, dan kelompok 3 berupa objek wisata yang terkait dengan keindahan alam sehingga harga tiket lebih terjangkau meskipun jarak tempuhnya cukup jauh. Oleh karena itu, perlu kami sarankan:

1. Kepada pemerintah daerah Malang Raya untuk memprioritaskan peningkatan layanan di objek wisata alam dengan menambah fasilitas dan wahana yang menarik.
2. Untuk peneliti lain, disarankan untuk menambah indikator yang mempengaruhi popularitas objek wisata di Malang Raya agar lebih mewakili karakteristik masing-masing objek wisata.
3. Penggunaan metoda estimasi EM sangat memungkinkan untuk memperoleh iterasi tanpa henti. Untuk meminimalisir kejadian ini disarankan untuk menggunakan metode lain untuk pengelompokan popularitas objek wisata di Malang Raya.

DAFTAR RUJUKAN

- Azhar, R., Arifin, A. Z., Khotimah, W. N., Informatika, J. T., & Informasi, F. T. (2016). Integrasi Density-Based Clustering Dan Hmrf-Em Pada, 6, 28–37.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Kabupaten Malang Dalam Angka 2018*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Kota Batu Dalam Angka 2018*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Kota Malang Dalam Angka 2018*.
- Bain, L. J., & Engelhard, M. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. California. Duxbury Press.
- Collins, L. M. & Lanza, S. T. 2010. *Latent Class and Latent Transition Analysis*. John Wiley and Sons. New Jersey. USA.
- Creation, J. (2013). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2013*.
- Darwianto, E. & Sirait, R. 2015. Implementasi dan Analisis Algoritma Clustering Expectation-Maximization (EM) pada Data Tugas Akhir Universitas Telkom. *e-Proceeding of Engineering*, 2(2).
- Glanz, H., & Carvalho, L. (2018). An expectation-maximization algorithm for the matrix normal distribution with an application in remote sensing. *Journal of Multivariate Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2018.03.010>
- Hidayati, N. 2011. Estimasi Parameter Model Kelas Laten Menggunakan Algoritma Expectation Maximization (EM). Skripsi.
- Kemendragi. 2014 (www.kemendragi.go.id)
- Kurniawan, E. 2017. Pemkot Malang Konsentrasi Dongkrak Pariwisata untuk Tingkatkan PAD. <https://malangtoday.net/malang-roya/kota-malang/dongkrak-pariwisata-untuk-tingkatkan-pad/amp/>
- Kusrini & Luthfi, T. E. 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta. Andi.
- Kusuma, T.A. & Suparman. 2014. Algoritma Expectation-Maximization(EM) Untuk Estimasi Distribusi Mixture. *Jurnal Konvergensi* Volume 4 No. 2 Oktober 2014.
- Linzer, D. A., & Lewis, J. 2006. *poLCA: Polytomous Variable Latent Class Analysis Version 1.1*.
- Mathasari, G. I. 2017. Implementasi Teknik Data Mining untuk Evaluasi Kinerja Mahasiswa Berdasarkan Data Akademik. *Fountain of Informatics Journal*, 2(2).
- Permana, R. W. 2016. 5 Julukan yang disandang kota Malang. <https://m.merdeka.com/malang/gaya-hidup/5-julukan-yang-disandang-kota-malang-160328t.html>
- Rencher, A. 2002. *Method of Multivariate Analysis*. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Santoso, S. 2004. *Buku Latihan SPSS Statistika Multivariat*. Jakarta. Elex Media Komputindo.
- Sean, B. 2009. *The Expectation Maximization Algorithm A Short Tutorial*.
- Setianto, B. 2016. *Benchmarking Ratio Keuangan*. Jakarta. BEI Sektor Trade, Services & Investments.
- Silvi, Rini. 2018. Analisis Cluster dengan Data Outlier Menggunakan Centroid Linkage dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Indikator HIV/AIDS di Indonesia. *Jurnal Matematika MANTIK* Volume 04 No.2 Mei 2018.
- Soeyapto, D. & Johari, I. 2015. Penerapan Data Mining untuk Data Jumlah Kendaraan Menggunakan Algoritma Expectation Maximization (EM) pada Dispenda Kota Palembang. *STMIK MDP*.
- Zaenuddin, H. M. 2013. *Asal usul Kota-kota di Indonesia Tempo Doeloe*. ISBN 978-602-11-3930-1 (63-68).