

SKRIPSI

**PENERAPAN *NON-NEGATIVE MATRIX FACTORIZATION*
UNTUK MENGIDENTIFIKASI DIMENSI UTAMA
PERMASALAHAN PETANI DI INDONESIA TAHUN 2024**



**INDRAYANI
E0221532**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2025**

SKRIPSI
PENERAPAN *NON-NEGATIVE MATRIX FACTORIZATION*
UNTUK MENGIDENTIFIKASI DIMENSI UTAMA
PERMASALAHAN PETANI DI INDONESIA TAHUN 2024



INDRAYANI
E0221532

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2025

SKRIPSI

**PENERAPAN *NON-NEGATIVE MATRIX FACTORIZATION*
UNTUK MENGIDENTIFIKASI DIMENSI UTAMA
PERMASALAHAN PETANI DI INDONESIA TAHUN 2024**



Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sulawesi Barat

**INDRAYANI
E0221532**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2025**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawa ini:

Nama : Indrayani
Tempat/Tgl Lahir : Polo pangale, 15 Maret 2002
NIM : E0221532
Program Studi : Statistika

menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "Penerapan *Non-negative Matrix Factorization* untuk Mengidentifikasi Dimensi Utama Permasalahan Petani di Indonesia Tahun 2024" disusun berdasarkan prosedur ilmiah yang telah melalui pembimbingan dan bukan merupakan plagiat dari karya ilmiah/naskah yang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai yang berlaku.

Majene, 12 September 2025



Indrayani

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Indrayani
NIM : E0221532
Judul : Penerapan *Non-negative Matrix Factorization*
untuk Mengidentifikasi Dimensi Utama
Permasalahan Petani di Indonesia Tahun 2024

Telah berhasil dipertahankan di depan Tim Penguji (SK Nomor 179/UN55.7/HK.04/2025, tanggal 19 September 2025) dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sulawesi Barat.



Disahkan oleh:
Dekan FMIPA
Universitas Sulawesi Barat

Musafira, S.Si., M.Sc.
NIP. 197709112006042002

| | | |
|---------------|--|---------|
| Tim Penguji: | | |
| Ketua Penguji | : Musafira, S.Si., M.Sc. | (.....) |
| Sekretaris | : Putri Indi Rahayu, S.Si., M.Stat. | (.....) |
| Pembimbing 1 | : Retno Mayapada, S.Si., M.Si. | (.....) |
| Pembimbing 2 | : Reski Wahyu Yanti, S.Si., M.Si. | (.....) |
| Penguji 1 | : Putri Indi Rahayu, S.Si., M.Stat. | (.....) |
| Penguji 2 | : Muhammad Hidayatullah, S.Pd., M.Kom. | (.....) |
| Penguji 3 | : Muh. Rifandi, S.Si., M.Si. | (.....) |

ABSTRAK

Pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam menopang ketahanan pangan, perekonomian nasional, serta kesejahteraan rumah tangga petani di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data enam variabel yang menggambarkan kondisi dan permasalahan usaha pertanian pada tiga puluh delapan provinsi di Indonesia tahun 2024. Variabel-variabel tersebut mencakup aspek akses sarana produksi, permodalan, pemasaran hasil pertanian, kondisi pendapatan petani, serta akses terhadap dukungan pemerintah, yang secara keseluruhan merepresentasikan situasi ekonomi dan keberlanjutan usaha pertanian di berbagai wilayah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dimensi utama permasalahan petani di Indonesia tahun 2024 menggunakan metode *Non-negative Matrix Factorization* (NMF) pada enam variabel dari tiga puluh delapan provinsi, dengan dekomposisi menggunakan inisialisasi NNDSVD dan algoritma *Multiplicative Update Rules*. Evaluasi *Residual Sum of Squares* (RSS) menunjukkan penurunan besar dari 27.365 pada k dua menjadi 14.662 pada k tiga, sementara penurunan setelah k tiga hanya terjadi dalam selisih kecil sehingga tidak memberikan perbaikan yang konsisten, sehingga titik siku menunjukkan tiga faktor sebagai pilihan optimal. Interpretasi menghasilkan tiga dimensi utama, yaitu Aksesibilitas Sarana Produksi Pertanian, Permasalahan Pemasaran Hasil Pertanian, dan Kerentanan Ekonomi Petani, dengan variasi antarwilayah yang jelas; Papua Tengah, Papua Pegunungan, dan Maluku lebih dipengaruhi keterbatasan akses sarana produksi, sedangkan Aceh, Sumatera Utara, Riau, Lampung, dan Banten didominasi kendala pemasaran. Pada sisi lain, dimensi kerentanan ekonomi mendominasi Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Gorontalo; pada wilayah maju seperti Bali, kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun daerah maju, petani skala kecil tetap menghadapi hambatan modal, tekanan fluktuasi harga, dan ketergantungan pada dukungan pemerintah, sehingga kemajuan wilayah tidak selalu sejalan dengan kesejahteraan ekonomi rumah tangga petani.

Kata kunci: NMF, RSS, permasalahan petani, faktor laten, dimensi utama

ABSTRACT

Agriculture is one of the sectors that plays an important role in supporting food security, the national economy, and the welfare of farming households in Indonesia. This study uses data from six variables that describe the conditions and challenges of agricultural enterprises across thirty-eight provinces in Indonesia in 2024. These variables include access to production inputs, capital, agricultural product marketing, farmers' income conditions, and access to government support, which collectively represent the economic situation and sustainability of agricultural enterprises across regions. This study aims to identify the main dimensions of farmers' problems in Indonesia in 2024 using the Non-negative Matrix Factorization (NMF) method applied to six variables from thirty-eight provinces, with decomposition using NNDSVD initialization and the Multiplicative Update Rules algorithm. The evaluation of the Residual Sum of Squares (RSS) shows a substantial decrease from 27.365 at k two to 14.662 at k three, while the reduction after k three occurs only in small differences and does not provide consistent improvement, indicating an elbow point that suggests three factors as the optimal choice. The interpretation yields three main dimensions, namely Accessibility of Agricultural Production Inputs, Agricultural Product Marketing Constraints, and Farmers' Economic Vulnerability, with clear regional variations; Central Papua, Highland Papua, and Maluku are more influenced by limited access to production inputs, while Aceh, North Sumatra, Riau, Lampung, and Banten are dominated by marketing constraints. Meanwhile, the economic vulnerability dimension dominates Bali, West Nusa Tenggara, South Kalimantan, Central Sulawesi, North Sulawesi, and Gorontalo; in advanced regions such as Bali, this condition indicates that despite regional advancement, small-scale farmers continue to face capital constraints, pressure from price fluctuations, and dependence on government support, meaning that regional progress does not always align with the economic welfare of farming households.

Keywords: *Non-negative Matrix Factorization, Residual Sum of Squares, farmers' problems, latent factors, main dimensions.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian adalah salah satu sektor yang sangat penting dalam sistem perekonomian di Indonesia yang memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan, lapangan pekerjaan, dan pendapatan masyarakat. Namun, kegiatan pertanian menghadapi berbagai fenomena dan permasalahan (Lasaksi, 2023). Permasalahan yang dihadapi petani di Indonesia sangat beragam, mencakup aspek ekonomi, sosial, teknologi, dan lingkungan. Di antaranya adalah rendahnya pendapatan petani, keterbatasan akses terhadap sarana produksi, harga jual hasil pertanian yang tidak menguntungkan, serta lemahnya posisi tawar petani di pasar. Sektor pertanian memang memiliki peran besar dalam menyerap tenaga kerja nasional, namun kesejahteraan buruh tani belum mengalami peningkatan yang signifikan. Salah satu penyebab utamanya adalah rendahnya upah buruh tani, yang menunjukkan bahwa kontribusi sektor ini terhadap peningkatan taraf hidup atau tingkat kesejahteraan masyarakat pedesaan masih belum optimal (Permana, 2021). Berdasarkan Sensus Pertanian 2023, dari 27,8 juta petani pengguna lahan di Indonesia, sekitar 17,2 juta tergolong sebagai petani gurem yang hanya mengelola lahan kurang dari 0,5 hektar. Kondisi ini menunjukkan masih adanya ketidakmerataan kepemilikan lahan serta menggambarkan tingginya kerentanan ekonomi di kalangan petani kecil (BPS, 2023).

Dalam upaya menganalisis permasalahan kompleks pertanian, data menjadi komponen penting yang tidak dapat diabaikan. Namun data terkait permasalahan petani biasanya bersifat besar dan tidak terstruktur dengan baik, sehingga memerlukan analisis melalui metode reduksi dimensi data, analisis yang mampu mengekstraksi informasi penting dalam data. Sakinah (2020), mengatakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan pendekatan faktorisasi matriks (*Matrix Factorization*). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memecah matriks berdimensi besar menjadi matriks berdimensi kecil. Beberapa metode yang termasuk dalam faktorisasi matriks antara lain *Principal Component Analysis*

(PCA), serta *Non-negative Matrix Factorization* (NMF), *Latent Dirichlet Allocation* (LDA), dan *Independent Component Analysis* (ICA).

Beberapa penelitian sebelumnya juga telah membandingkan efektivitas dari model-model ini. Ramadhani (2020), membandingkan efektivitas model *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) dan model *Non-negative Matrix Factorization* (NMF) berdasarkan *Mean Reciprocal Rank* (MRR) dengan hasil menunjukkan bahwa LDA memperoleh skor sebesar 0,677 dari evaluator kalangan dokter dan 0,746 dari evaluator non-medis. Sebaliknya, model NMF menghasilkan akurasi lebih tinggi sebesar 0,793 dari penilaian dokter dan 0,747 oleh evaluator non-medis. Hasil ini menunjukkan bahwa model NMF memberikan hasil yang lebih relevan dibandingkan LDA, karena memperoleh penilaian yang lebih tinggi dari kedua jenis evaluator. Dalam konteks lain, dari hasil penelitian Olaya & Otman (2022), menemukan bahwa metode PCA dan ICA menyebabkan hilangnya informasi penting saat digunakan untuk mereduksi dimensi data wajah. Berbeda dengan metode NMF justru berhasil mempertahankan fitur wajah penting, sehingga informasi tetap utuh meskipun telah melalui proses reduksi.

Efektivitas metode NMF juga ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sutranggono & Sarno (2024), yang mengimplementasikan metode ini untuk mengekstraksi topik-topik tersembunyi terkait gangguan mental dari teks di media sosial. Topik-topik tersebut kemudian dikategorikan ke dalam lima aspek gangguan mental yaitu ADHD, *anxiety*, *bipolar*, *depression*, dan PTSD, melalui pendekatan *semantic similarity*. Sementara itu, penelitian oleh Bisoumi et al. (2024), juga mendukung keunggulan *Non-Negative Matrix Factorization* (NMF) dalam konteks pemodelan topik. Dalam studinya, NMF menghasilkan nilai koherensi topik sebesar 0,8546 lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) yang hanya mencapai 0,7710. Temuan ini mengindikasikan bahwa NMF tidak hanya mampu mempertahankan kualitas informasi, tetapi juga unggul dalam menjaga struktur semantik teks secara keseluruhan, menjadikannya metode yang lebih efektif dalam analisis teks berbasis topik.

Berdasarkan penelitian terdahulu dengan penerapan NMF dalam berbagai bidang untuk mengidentifikasi informasi tersembunyi dari data kompleks, serta kemampuannya menghasilkan representasi yang mudah diinterpretasikan. Metode ini dipilih karena lebih unggul dalam mengungkap struktur laten dibandingkan pendekatan reduksi lainnya. Dengan demikian, NMF dinilai tepat untuk mengidentifikasi faktor utama permasalahan petani di Indonesia secara lebih terarah dan informatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang maka dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana hasil dekomposisi data indikator permasalahan petani di Indonesia tahun 2024 menggunakan metode NMF?
- 2) Apa interpretasi dari faktor-faktor laten hasil dekomposisi NMF terhadap permasalahan yang dihadapi petani?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mengetahui hasil dekomposisi data indikator permasalahan petani di Indonesia tahun 2024 menggunakan metode NMF.
- 2) Menginterpretasikan faktor-faktor laten hasil dekomposisi NMF guna memahami dimensi utama dari permasalahan yang dihadapi petani.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Memberikan informasi tentang permasalahan utama yang dihadapi petani di Indonesia berdasarkan data Survei Ekonomi Pertanian tahun 2024.
- 2) Menjadi referensi dalam penerapan metode *Non-Negative Matrix Factorization* (NMF) untuk mengolah data pertanian.
- 3) Memberikan gambaran yang dapat digunakan sebagai masukan dalam pembuatan kebijakan pertanian yang lebih tepat sasaran.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan agar pembahasan lebih terarah dan fokus, yaitu:

- 1) Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya berasal dari Survei Ekonomi Pertanian (SEP) tahun 2024 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS).
- 2) Variabel yang dianalisis terbatas pada indikator-indikator permasalahan petani yang tersedia dalam survei, tidak mencakup seluruh aspek pertanian.
- 3) Metode yang digunakan dalam penelitian ini hanya *Non-Negative Matrix Factorization* (NMF), tanpa membandingkan dengan metode lain.
- 4) Analisis dilakukan pada tingkat provinsi di Indonesia, sehingga tidak membahas kondisi per daerah/kabupaten secara rinci.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “*Penerapan Non-negative Matrix Factorization (NMF) untuk Mengidentifikasi Dimensi Utama Permasalahan Petani di Indonesia Tahun 2024*”, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dekomposisi data indikator permasalahan petani menggunakan metode NMF menunjukkan bahwa struktur data paling tepat direpresentasikan oleh tiga faktor laten ($k = 3$). Penentuan $k = 3$ didukung oleh pola penurunan nilai *Residual Sum of Squares* (RSS) yang membentuk *elbow point*, sehingga jumlah faktor tersebut dinilai paling efisien dalam menangkap pola atau struktur tersembunyi dari enam variabel permasalahan petani. Dekomposisi matriks menghasilkan dua matriks, yaitu matriks H yang menggambarkan kontribusi tiap variabel terhadap masing-masing faktor, serta matriks W yang menunjukkan representasi tiap provinsi pada setiap faktor laten.
2. Interpretasi faktor-faktor laten hasil dekomposisi NMF menghasilkan tiga dimensi utama permasalahan petani di Indonesia. Ketiga dimensi ini dihasilkan melalui pengamatan terhadap pola nilai pada matriks H dan matriks W , di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan variabel atau provinsi yang memberikan kontribusi paling dominan terhadap faktor laten tertentu. Berdasarkan pola tersebut, diperoleh tiga dimensi utama yang mencerminkan aspek aksesibilitas sarana produksi pertanian, permasalahan pemasaran hasil pertanian, serta kerentanan ekonomi petani. Ketiga dimensi ini menggambarkan karakteristik permasalahan yang menonjol pada setiap wilayah dan memberikan pemahaman yang lebih terstruktur mengenai isu-isu yang dihadapi petani di Indonesia

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, beberapa saran berikut diajukan agar temuan ini dapat memberikan manfaat yang lebih optimal.

1. Pemerintah perlu menyusun kebijakan yang lebih terarah berdasarkan tiga dimensi utama permasalahan petani, yaitu aksesibilitas sarana produksi, pemasaran hasil pertanian, dan kerentanan ekonomi petani. Upaya yang dapat dilakukan meliputi peningkatan ketersediaan dan keterjangkauan sarana produksi (seperti pupuk, bibit, dan modal), penguatan sistem pemasaran (melalui koperasi atau lembaga pemasaran), serta pemberian dukungan ekonomi seperti subsidi atau bantuan langsung agar kondisi petani menjadi lebih stabil.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menambah variabel dan cakupan analisis, seperti aspek sosial-lingkungan, analisis per kabupaten, serta perbandingan metode NMF dengan metode reduksi lainnya (misalnya PCA).

DAFTAR PUSTAKA

- Amandari, Y. (2024). *Topic modelling pada sosial media Twitter terhadap vaksin COVID menggunakan metode Combined Component Approach (CCA)*. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah].
- Ar-Rozi, A. M., Kolopaking, L. M., & Agusta, I. (2019). Peran lembaga pemasaran swadesa dalam meningkatkan pendapatan petani. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 7(1), 1–9. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/sodality/article/view/24441>
- Ariyanti, N., Taurusta, C., & Amir, M. F. (2022). Matrix Calculator Based on Android as The Implementation of Independent Campus Learning. *Procedia of Sciences and Humanities*, 0672(c), 1237–1251. <https://pssh.umsida.ac.id>.
- Bisoumi, Y. N., Munandar, J., Amrullah, S., Tegar, M., Pandiriyana, Akmalia, K. R., & Fauzi, F. (2024). Papua dalam perspektif komentar Youtube: Studi pemodelan topik dan analisis sentimen dengan pendekatan text mining. *Proceedings of Seminar Nasional Sains Data (SENADA)*.
- Boutsidis, C., & Gallopoulos, E. (2008). SVD based initialization: A head start for nonnegative matrix factorization. *Pattern Recognition*, 41(4), 1350–1362. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2007.09.010>
- BPS. (2023). *Petani Gurem*. Badan Pusat Statistik. <https://sensus.bps.go.id/main/index/st2023>
- BPS. (2024). *Hasil Survei Ekonomi Pertanian (SEP) 2024* (Vol. 17). Badan Pusat Statistik.
- Brereton, R. G. (2016). Basic matrix algebra. *Journal of Chemometrics*, 31(3). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198927839.003.0003>
- Cao Thi, T.-X. (2023). Singular value decomposition and applications in data processing and artificial intelligence. *Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, 2(3), 34–41. <https://doi.org/10.56764/hpu2.jos.2023.2.3.34-41>
- Chalise, P., & Fridley, B. L. (2017). Integrative clustering of multi-level 'omic

- data based on non-negative matrix factorization algorithm. *PLoS ONE*, *12*(5), 11–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176278>
- Fatwa, M., Rizki, R., Sriwinarty, P., & Supriyadi, E. (2022). Pengaplikasian matlab pada perhitungan matriks. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, *1*(2), 81–93. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v1i2.260>
- Gan, J., Liu, T., Li, L., & Zhang, J. (2021). Non-negative matrix factorization: a survey. *The Computer Journal*, *64*(7), 2021.
- Gaujoux, R., & Seoighe, C. (2020). *Residual Sum of Squares and Explained Variance*. Dalam NMF Package Documentation. <https://www.quantargo.com/help/r/latest/packages/NMF/cophcor.html/rss>
- Gere, A. (2023). *Rekomendasi untuk memvalidasi pengelompokan hierarkis dalam proyek sensorik konsumen*. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100522>
- Gulo, G. B., Harefa, R. A., Sihotang, J., & Tampubolong, J. (2023). Analisis Fluktuasi Harga dan Elastisitas Transmisi Harga Bawang Merah di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, *4*(1), 17–26. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.627>
- Hartman, G. (2011). Fundamentals of Matrix Algebra. In *Virginia Military Institute*.
- Hoyer, P. O. (2004). Non-negative matrix factorization with sparseness constraints. *Journal of Machine Learning*, *5*, 1457–1469.
- Hurley, N., & Rickard, S. (2009). Comparing measures of sparsity. *IEEE Transactions on Information Theory*, *55*(10), 4723–4741. <https://doi.org/10.1109/TIT.2009.2027527>
- Hutchins, L. N., Murphy, S. M., Singh, P., & Graber, J. H. (2008). Position-dependent motif characterization using non-negative matrix factorization. *Bioinformatics*, *24*(23), 2684–2690. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btn526>
- Lasaksi, P. (2023). Analisis peran sektor pertanian pemerintah terhadap perekonomian. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, *1*(3).
- Ma'ruf, M., Ikhbaluddin, I., Suripto, S., & Abdurohim, A. (2021). Pengembangan

- Kapasitas (Capacity Building) Usaha Kecil Dan Menengah Bidang Pertanian Di Kecamatan Rancabungur Kabupaten Bogor. *Jurnal Pembangunan Pemberdayaan Pemerintahan*, 6, 16–32. <https://doi.org/10.33701/j-3p.v6i1.1512>
- Makmur, M. R., Lapau, F., Maksar, M. S., & Hamid, N. (2024). Kajian Potensi Agribisnis Hub Dalam Meningkatkan Nilai Tambah Sektor Pertanian Di Kabupaten Kolaka. *Journal Of International Entrepreneurship And Management*, 3(01), 56–77. <https://doi.org/10.62668/jiem.v3i01.1167>
- Maridjo, H., & Mudayen, Y. M. V. (2023). Affecting factors farmer welfare in Indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan*, 23(2), 79–87.
- Maryana, M., Hasrul, H., Suryanef, S., & Fatmariza, F. (2025). Upaya buruh tani dalam memenuhi kebutuhan Pendidikan Anak. *Journal of Education, Cultural and Politics*, 5(1), 87–93. <https://doi.org/10.24036/jecco.v5i1.634>
- Muslim, M. (2013). Pertanian Di Indonesia Dalam Negara Kesejahteraan. *Jispo*, 1, 58–69.
- Nijs, M., Smets, T., Waelkens, E., & De Moor, B. (2021). A mathematical comparison of non-negative matrix factorization related methods with practical implications for the analysis of mass spectrometry imaging data. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 35(21). <https://doi.org/10.1002/rcm.9181>
- Olaya, J., & Otman, C. (2022). Non-negative Matrix Factorization for Dimensionality Reduction. *ITM Web of Conferences*, 48, 03006. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20224803006>
- Permana, F. Y. (2021). *Analisis pengaruh dana desa, nilai tukar petani dan upah buruh tani terhadap kemiskinan pedesaan di kawasan timur indonesia tahun 2015-2019*. [Skripsi, Syarif Hidayatullah Jakarta].
- Rainarli, E., & Dewi, K. E. (2014). Aljabar linear dan matriks. In *UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA BANDUNG*.
- Ramadhani, A. F. (2020). *Perbandingan metode Non-negative Matrix factorization dan Latent Dirichlet Allocation pada permasalahan question*

- retrieval untuk studi kasus forum kesehatan Comparison of Non-negative Matrix Factorization and Latent Dirichlet Allocation on questi.* [Skripsi, Universitas Gadjah Mada].
- Ridok, A. (2014). Peringkasan dokumen bahasa indonesia berbasis non-negative matrix factorization (NMF). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201411104>
- Rosmalia, R. (2021). *Pemodelan topik agama minoritas di indonesia melalui media sosial twitter menggunakan metode non-negative matrix factorization.* [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta].
- Rozci, F., & Rizkiyah, N. (2024). Subsidi pupuk: kebijakan, implementasi, dan peningkatan fertilizier. *Jurnal Ilmiah Manajemen Agribisnis*, 12(1), 12–21. <https://doi.org/10.33005/jimaemagri.v12i1.24>
- Sakinah, R. N. (2020). *Analisis Sistem Rekomendasi Data Rating Airbnb Menggunakan Inisialisasi Non-Negative Double Singular Value Decomposition Pada Metode Non-Negative Matrix Factorization.* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah].
- Sitanggung, A. (2023). Sistem rekomendasi anime menggunakan metode singular value decomposition (SVD) dan cosine similarity. *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(2), 90. <https://doi.org/10.35308/jti.v2i2.7787>
- Sutranggono, A. N., & Sarno, R. (2024). Detection and sentiment analysis based on mental disorders aspects using bidirectional gated recurrent unit and semantic similarity. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 17(4), 1–15. <https://doi.org/10.22266/IJIES2024.0831.01>
- Syarifuddin, M. (2016). Analisis tentang aktivitas buruh tani dalam memenuhi kebutuhan pokok di kelurahan bukuan kecamatan palaran kota Samarinda. *EJournal Sosiatri-Sosiologi*, 4(3), 98–112.
- Wajdi, F., Seplyana, D., Juliastuti, Rumahlewang, E., Fatchiatuzahro, Halisa, N. N., Rusmalinda, S., Kristiana, R., Niam, M. F., Purwanti, E. W., Melinasari, S., & Kusumaningrum, R. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif. In *Widina Media Utama* (Vol. 7, Issue 2).

- Wang, Q., Wang, P., Chen, H., Ma, J., Jia, Y., Wang, C., Qiao, L., Fu, Q., Mellouki, A., & Li, L. (2024). Unraveling contributions from combustion, secondary, traffic, and dust sources through particle mass size distribution measurement. *Aerosol and Air Quality Research*, 24(11), 1–19. <https://doi.org/10.4209/aaqr.240135>
- Woo, J., Prince, J. L., Stone, M., Xing, F., Gomez, A. D., Green, J. R., Hartnick, C. J., Brady, T. J., Reese, T. G., Wedeen, V. J., & Fakhri, G. El. (2020). *A Sparse Non-negative Matrix Factorization framework for identifying functional units of tongue behavior from MRI*. 38(3), 730–740. <https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2870939.A>
- Wu, Y., Li, F., Shu, H., Li, S., Cui, L., Tan, M., Luo, L., & Wei, X. (2025). Mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi trauma psikologis saat melahirkan pada wanita primipara dengan menggunakan pembelajaran mesin yang dapat diinterpretasikan. *Internasional Journal of Nursing Sciences*, 15–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2025.04.008>
- Yuwono, N. P., & Munajad, D. S. (2024). Farmers' constitutional rights and subsidized fertilizer: how is the state responsible? *Asian Journal of Law and Humanity*, 4(2), 102–122. <https://doi.org/10.28918/ajlh.v4i2.6>
- Zavira, A. N., Fathiyarahmani, I., Nadhifa, K., Putri, K. A., Mulyadi, W. A., & Syawaliana, Z. (2025). Analisis persepsi publik terhadap pilkada jakarta 2024 dengan clustering dan sentimen pada artikel berita. *Journal of Data Mining and Information Systems*, 3(1), 9–17. <https://doi.org/10.54259/jdmis.v3i1.3812>