

Pengelompokan Tren Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia Menggunakan Metode Hierarchical Clustering Ward Linkage

Clustering Trends in International Tourist Arrivals to Indonesia Using Ward's Hierarchical Clustering Method

Hardianti Hafid^{1a)}, Annisa Syalsabila²

^{1,2} Jurusan Statistika, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Indonesia

^{a)} Corresponding author: hardiantihf@unm.ac.id

ABSTRACT

This study aims to cluster the trends of international tourist arrivals to Indonesia based on entry points using the Hierarchical Clustering Ward Linkage method. The research employs secondary data on monthly tourist arrivals by entry points from 2008 to 2024, obtained from BPS. Data analysis was conducted through preprocessing, distance measurement using Euclidean distance, clustering with Ward's method, validation using the Dunn Index, and visualization through dendrograms. The results show that the optimal cluster structure is obtained when the data are grouped into four clusters, with the highest Dunn Index value of 3.201. The clustering reveals distinct patterns: Ngurah Rai International Airport and Soekarno-Hatta International Airport form separate clusters due to their dominant role in international arrivals, while Batam Port constitutes a single cluster driven by cross-border tourism with Singapore. Other entry points are grouped into a homogeneous cluster with relatively smaller volumes of arrivals. These findings highlight the importance of segmented tourism development strategies. Entry points with high tourist volumes require enhanced international capacity and services, while cross-border hubs such as Batam necessitate strengthened regional cooperation. The results provide valuable insights for policymakers in formulating more targeted and effective tourism strategies to enhance Indonesia's global competitiveness.

Keywords: hierarchical clustering, ward linkage, dunn index, indonesia tourism

1. Pendahuluan

Pariwisata merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian Indonesia yang berkontribusi terhadap devisa negara, penyerapan tenaga kerja, serta pengembangan wilayah. Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia mengalami fluktuasi setiap tahunnya, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi ekonomi global, kebijakan visa, promosi pariwisata, kondisi sosial-politik, hingga bencana alam maupun pandemi global. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis yang dapat mengelompokkan pola kunjungan wisatawan untuk melihat tren kunjungan secara lebih komprehensif. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah hierarchical clustering. Metode ini termasuk dalam teknik analisis cluster yang digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik. Melalui penerapan metode ini pada data kunjungan wisatawan mancanegara per pintu masuk, diharapkan dapat diperoleh gambaran pola kunjungan wisatawan yang bermanfaat dalam mendukung strategi pengembangan sektor pariwisata nasional.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengaplikasikan metode hierarchical clustering dalam sektor pariwisata. Penelitian oleh Rasyidi (2024) mengelompokkan data kunjungan wisatawan internasional ke Indonesia pada periode sebelum pandemi, pandemi, dan pasca-pandemi menggunakan metode agglomerative, Euclidean distance, dan Ward linkage. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya 13 cluster dengan pola pemulihan pariwisata yang berbeda, sehingga memberikan wawasan penting dalam merumuskan kebijakan pemulihan sektor pariwisata nasional. Selain itu, penelitian oleh Marzuki dkk., (2025) menggunakan pendekatan hierarchical clustering dengan cosine distance, serta validasi menggunakan silhouette score. Hasil penelitian tersebut memperoleh nilai silhouette sebesar 0,843 yang menandakan kualitas cluster yang sangat baik. Visualisasi dendrogram dan peta geospasial turut digunakan untuk menggambarkan pola perjalanan wisata antar provinsi di Indonesia, sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem rekomendasi destinasi wisata berbasis personalisasi.

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Ulinuha dkk. (2024) menggunakan hierarchical clustering untuk mengelompokkan preferensi aktivitas wisatawan potensial. Hasilnya terbentuk tiga cluster dengan karakteristik berbeda yaitu aktivitas "relax", "shopping", dan "semuanya". Segmentasi ini penting dalam pengembangan pariwisata berbasis komunitas karena dapat membantu pemerintah daerah maupun pengelola destinasi merancang strategi promosi dan paket wisata yang sesuai dengan kebutuhan pasar. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan pintu masuk wisatawan mancanegara ke Indonesia berdasarkan tren jumlah kunjungan yang terjadi selama periode pengamatan. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada upaya mengidentifikasi pola kunjungan wisatawan yang terbentuk dari hasil clusterisasi

sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik masing-masing kelompok pintu masuk. Selanjutnya, hasil pengelompokan diharapkan mampu menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi strategi kebijakan pariwisata yang lebih tepat sasaran, baik dalam konteks promosi, pengembangan infrastruktur, maupun peningkatan kualitas layanan pada pintu masuk wisatawan mancanegara.

2. Metodologi

2.1. Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai jumlah kunjungan wisatawan mancanegara per bulan ke Indonesia menurut pintu masuk tahun 2008–2024. Data diakses melalui situs web BPS di <https://www.bps.go.id>.

Tabel 1. Data Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Per Bulan Ke Indonesia Menurut Pintu Masuk Tahun 2008–2024

Pintu Masuk	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	...	November	Desember
Bandara Ngurah Rai	414937	454398	463804	502870	544492	520792	...	472714	548685
Bandara Soekarno-Hatta	157979	187641	160917	157409	201574	225985	...	212178	207019
Bandara Juanda	17196	28026	18543	29043	31222	25015	...	20820	19265
Bandara Kualanamu	14751	24628	15068	25178	20469	16949	...	19145	21142
Bandara Adi Sucipto	6879	9813	6258	8790	11323	8134	...	6728	7167
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Pintu Darat Entikong	2366	4380	2540	4042	3737	2819	...	2797	5017
Pintu Darat Aruk	1733	4433	2400	3521	2225	2878	...	2208	3787
Pintu Darat Nanga Badau	687	950	965	486	833	1028	...	732	1493

2.2. Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini:

- a. Pengumpulan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara menurut pintu masuk dari situs resmi BPS.
- b. *Praprocessing data* diantaranya pembersihan data agar data siap untuk dianalisis.
- c. Analisis statistika deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data kunjungan wisatawan mancanegara berdasarkan pintu masuk.
- d. Penerapan metode hierarchical *clustering*, dengan memilih ukuran jarak (*distance measure*) dan metode ward linkage.
- e. Visualisasi hasil *clustering* menggunakan dendrogram untuk menggambarkan hubungan antar *cluster*.
- f. Interpretasi hasil *clustering* dengan mengidentifikasi karakteristik utama setiap *cluster*.

2.3. Teknik Analisis Data

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menganalisis data dalam penelitian ini adalah:

- a. Analisis statistika deskriptif
Digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara berdasarkan pintu masuk.
- b. Pengukuran jarak (*distance measure*)
Penelitian ini menggunakan *Euclidean distance* karena umum digunakan dalam data numerik (Murtagh & Contreras, 2012)

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

dimana

$d(x, y)$: jarak *Euclidean* antara objek x dan objek y,

x_i : nilai variabel ke-i pada objek x,

y_i : nilai variabel ke-i pada objek y,

n : banyaknya variabel yang digunakan

- c. Pemilihan metode linkage

Penelitian ini menerapkan Ward’s method untuk meminimalkan variansi dalam *cluster* (Hastie dkk., 2009). Ward linkage atau sering disebut metode Ward merupakan salah satu teknik linkage dalam analisis *hierarchical clustering* yang didasarkan pada kriteria kualitas *clusterisasi*, bukan sekadar jarak antar anggota *cluster*. Prinsip dasarnya adalah memilih dua *cluster* yang jika digabung akan menghasilkan kenaikan variansi dalam *cluster* yang paling kecil. Oleh karena itu, metode ini juga dikenal sebagai *minimum variance method* (Ward, 1963). Secara matematis, fungsi ward linkage didefinisikan sebagai total jumlah kuadrat ketidakmiripan antara anggota *cluster* dan pusat *cluster* (*centroid*). Proses penggabungan dua *cluster* d_1 dan d_2 dievaluasi dengan membandingkan selisih total kuadrat jarak sebelum dan sesudah penggabungan, sebagaimana dituliskan dalam persamaan berikut (Cichosz, 2015):

$$\Delta_{B,T}^{Ward}(d_1, d_2) = \sum_{x \in T \cup d_{12}} \delta^2(x, \zeta_{d_{12}}) - \left(\sum_{x \in T \cup d_1} \delta^2(x, \zeta_{d_1}) + \sum_{x \in T \cup d_2} \delta^2(x, \zeta_{d_2}) \right) \quad (2)$$

dimana

- d_1, d_2 : dua *cluster* yang dipertimbangkan untuk digabung
- d_{12} : *cluster* hasil penggabungan d_1 dan d_2
- x : anggota data
- ζ_d : pusat (*centroid*) dari *cluster* d
- $\delta^2(x, \zeta_{d_{12}})$: jarak kuadrat antara anggota data x dengan pusat *cluster* d

d. Validasi *cluster*

Evaluasi hasil *clustering* dilakukan dengan menggunakan indeks validitas seperti Dunn Index untuk menilai kesesuaian *cluster*. Dunn Index adalah salah satu indeks validasi yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas hasil pengelompokan data secara kuantitatif, indeks ini termasuk ukuran validitas yang dinilai efektif ketika diterapkan pada berbagai metode *clustering*. Dunn dalam Pratiwi dkk. (2019) mendefinisikan rumus Dunn Index sebagai berikut:

$$DU = \left\{ \frac{\min_{\substack{1 \leq i \leq k \\ i+1 \leq j \leq q}} (d(C_i, C_j))}{\max_{1 \leq l \leq q} d(C_l)} \right\} \quad (3)$$

$$d(C_i, C_j) = \min_{i \in C_i, j \in C_j} d_{ij}$$

$$d(C_l) = \max_{i, j \in C_l} d_{ij}$$

dimana

- DU : Dunn Index,
- q : jumlah *cluster*
- $d(C_i, C_j)$: jarak squared *euclidean* antar pasangan objek pada *cluster* i dan *cluster* j (*intercluster distance*)
- $d(C_l)$: jarak squared *euclidean* antar anggota dalam *cluster* l (*intracluster distance*),
- d_{ij} : jarak squared *euclidean* antara objek i dan objek j

- e. Visualisasi dendrogram digunakan untuk menginterpretasikan struktur hierarki hasil pengelompokan.
- f. Interpretasi hasil: *cluster* yang terbentuk dianalisis untuk mengetahui tren kunjungan wisatawan mancanegara pada tiap pintu masuk serta implikasi kebijakannya terhadap pengembangan sektor pariwisata di Indonesia.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Statistika Deskriptif Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara

Sebelum analisis *clustering*, terlebih dahulu dilakukan analisis statistika deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai data kunjungan wisatawan mancanegara berdasarkan pintu masuk di Indonesia selama periode 2008–2024. Statistik deskriptif yang digunakan meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata (mean), dan standar deviasi jumlah kunjungan wisatawan.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara

	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Januari	0	414937	28787,31	85457,72

	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Februari	0	454398	34671,77	94901,50
Maret	0	463804	32411,65	95050,49
April	0	502870	33672,08	101286,18
Mei	0	544492	37722,27	111728,09
Juni	0	520792	38931,73	109886,02
Juli	0	625569	44020,12	130741,71
Agustus	0	613540	44881,73	128957,40
September	0	591848	42754,58	123499,32
Oktober	0	554892	39535,12	114715,51
November	0	472714	35563,27	99924,04
Desember	0	548685	41043,42	114412,70

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara menurut pintu masuk di Indonesia memiliki variasi yang cukup besar pada setiap bulan pengamatan. Nilai minimum pada seluruh bulan bernilai 0, yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa pintu masuk yang tidak menerima kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan tertentu. Kondisi ini umumnya terjadi pada pintu masuk dengan aktivitas internasional yang relatif rendah atau tidak beroperasi secara aktif sebagai jalur utama wisatawan mancanegara. Nilai maksimum tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 625,569 kunjungan, diikuti bulan Agustus sebesar 613.540 kunjungan dan September sebesar 591,848 kunjungan. Nilai maksimum tersebut didominasi oleh Bandara Ngurah Rai sebagai salah satu pintu masuk utama wisatawan mancanegara di Indonesia. Sementara itu, rata-rata jumlah kunjungan wisatawan tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 44.881,73 kunjungan dan terendah pada bulan Januari sebesar 28.787,31 kunjungan. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan jumlah kunjungan wisatawan pada pertengahan hingga akhir tahun. Selain itu, nilai standar deviasi pada seluruh bulan tergolong besar, dengan nilai tertinggi pada bulan Juli sebesar 130.741,71. Tingginya standar deviasi menunjukkan adanya perbedaan jumlah kunjungan yang cukup signifikan antar pintu masuk wisatawan mancanegara di Indonesia. Dengan demikian, data memiliki karakteristik yang heterogen sehingga sesuai untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *hierarchical clustering*.

3.2 Perhitungan Euclidean Distance

Setelah dilakukan analisis statistika deskriptif, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak antar objek menggunakan *euclidean distance*. Pengukuran jarak ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar pintu masuk wisatawan mancanegara berdasarkan pola jumlah kunjungan wisatawan. Semakin kecil nilai jarak *euclidean*, maka semakin mirip karakteristik kedua objek tersebut, sedangkan semakin besar nilai jarak menunjukkan perbedaan karakteristik yang semakin tinggi. Misalnya dilakukan perhitungan jarak antara Bandara Ngurah Rai dan Bandara Soekarno-Hatta berdasarkan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara selama periode Januari hingga Desember. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Bandara Ngurah Rai = (414937, 454398, 463804, 502870, 544492, 520792, 625569, 613540, 591848, 554892, 472714, 548685)

Bandara Soekarno-Hatta = (157979, 187641, 160917, 157409, 201574, 225985, 271680, 272849, 250852, 218170, 212178, 207019)

Maka perhitungan jarak *euclidean* berdasarkan persamaan (1) diperoleh sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(414937 - 157979)^2 + (454398 - 187641)^2 + (463804 - 160917)^2 \dots + (548685 - 207019)^2}$$

$$d = 1099252,88$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak *Euclidean* antara Bandara Ngurah Rai dan Bandara Soekarno-Hatta relatif besar. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pintu masuk tersebut memiliki karakteristik jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang berbeda. Bandara Ngurah Rai cenderung memiliki jumlah kunjungan wisatawan yang lebih tinggi dibandingkan Bandara Soekarno-Hatta pada hampir seluruh periode pengamatan. Oleh karena itu, nilai jarak yang besar mengindikasikan tingkat kemiripan yang rendah antara kedua objek tersebut dalam proses *clustering*.

3.3 Pengelompokan dengan Metode Hierarchical Clustering Ward Linkage

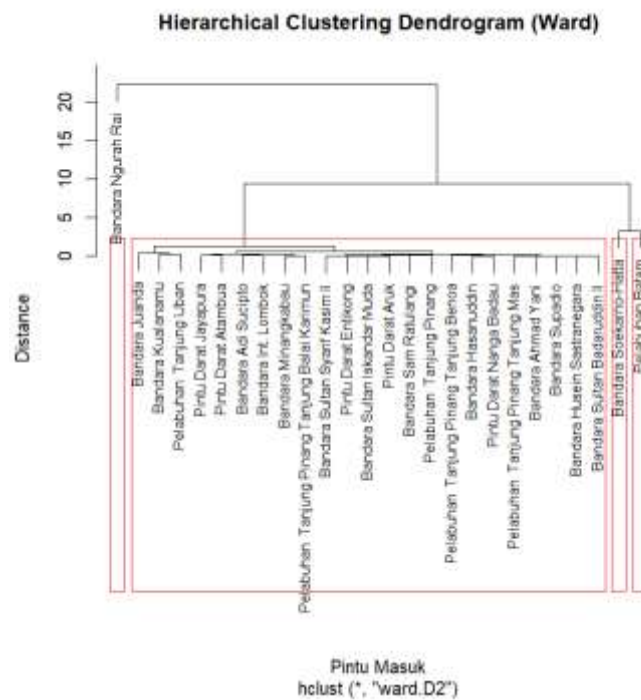
Untuk mengevaluasi kualitas hasil pengelompokan dengan metode *Hierarchical Clustering Ward*

Linkage, penelitian ini menggunakan Dunn Index sebagai salah satu ukuran validitas cluster. Dunn Index menilai seberapa baik cluster terbentuk dengan membandingkan jarak minimum antar cluster dan jarak maksimum dalam cluster. Nilai Dunn Index yang lebih tinggi menunjukkan bahwa cluster semakin terpisah dengan baik. Hasil perhitungan Dunn Index untuk jumlah cluster 2 hingga 5 ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Validasi Cluster Dunn Index

Cluster	Dunn Index
2	1,513
3	0,846
4	3,201
5	0,661

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai Dunn Index tertinggi diperoleh pada saat jumlah cluster adalah 4 dengan nilai 3,201 yang menunjukkan pemisahan antar cluster paling optimal dibanding jumlah cluster lainnya. Hal ini berarti pembagian data ke dalam empat kelompok menghasilkan struktur cluster yang lebih baik, karena jarak antar cluster relatif besar sementara penyebaran dalam cluster relatif kecil. Oleh karena itu, hasil validasi ini mendukung penggunaan empat cluster dalam analisis tren kunjungan wisatawan mancanegara.



Gambar 1. Plot Hasil Cluster Menggunakan Ward Linkage Hierarchical Clustering

Gambar 1 merupakan hasil analisis *hierarchical clustering* dengan metode Ward pada data pintu masuk wisatawan mancanegara menghasilkan empat kelompok (*cluster*) sebagaimana ditunjukkan pada dendrogram. Pemilihan jumlah cluster ini didasarkan pada nilai Dunn Index tertinggi (3,201) yang muncul pada saat data dipotong menjadi empat cluster, sehingga secara statistik kondisi ini dianggap memberikan pemisahan antar cluster yang paling jelas. Pada dendrogram terlihat bahwa setiap cluster dipisahkan dengan garis merah, di mana cluster 1 relatif kecil (misalnya Bandara Ngurah Rai), cluster 2 merupakan kelompok besar berisi banyak bandara dan pelabuhan dengan karakteristik kunjungan yang mirip, cluster 3 memuat Bandara Soekarno-Hatta sebagai simpul dominan, sedangkan cluster 4 hanya berisi Pelabuhan Batam. Pola ini menunjukkan adanya konsentrasi arus wisatawan mancanegara pada titik-titik tertentu yang berperan sebagai hub utama, sementara pintu masuk lain memiliki intensitas dan tren kunjungan yang lebih homogen.

Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh Tamara dkk. (2019) yang memaparkan bahwa infrastruktur transportasi udara, khususnya bandara internasional utama seperti Soekarno-Hatta dan Ngurah Rai, secara signifikan berkontribusi terhadap jumlah wisatawan mancanegara yang datang. Di sisi lain, pola kunjungan dari

pelabuhan laut, seperti Batam, biasanya dipengaruhi oleh dinamika lintas batas regional, yang berpotensi menghasilkan kelompok tersendiri dalam analisis *clustering*. Pelabuhan laut, seperti Batam, dipengaruhi oleh dinamika wisata lintas batas terutama dengan Singapura yang menghasilkan karakteristik kunjungan yang berbeda dari bandara internasional. Hal ini diperkuat oleh penelitian Amalia dkk. (2023) yang menunjukkan bahwa Batam berperan sebagai *entry point* penting dalam koridor pariwisata lintas batas dengan Singapura. Selain itu, kajian pasca-pandemi oleh membahas pemulihan perjalanan wisata melalui rute Batam–Bintan–Singapura, menegaskan kembali peranan kawasan ini sebagai pintu masuk internasional yang strategis

Metode Ward yang digunakan terbukti efektif dalam mengelompokkan data kunjungan wisatawan berdasarkan kesamaan pola tahunan, sebagaimana juga diungkapkan oleh Murtagh & Legendre (2014) bahwa metode ini meminimalkan variansi dalam *cluster* dan menghasilkan pembagian yang relatif seimbang. Hasil ini memberikan implikasi bahwa strategi pengembangan pariwisata tidak bisa disamaratakan di seluruh pintu masuk, tetapi perlu disesuaikan dengan karakteristik *cluster*. Misalnya *cluster* yang didominasi oleh bandara besar memerlukan kebijakan manajemen kapasitas dan layanan internasional, sedangkan *cluster* kecil seperti Batam lebih fokus pada wisata lintas-batas dan kerjasama regional. Dengan demikian, pendekatan berbasis *cluster* ini dapat membantu pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan strategi pariwisata yang lebih tepat sasaran.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengelompokkan tren kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia berdasarkan pintu masuk menggunakan metode Hierarchical *Clustering* Ward Linkage. Hasil validasi menggunakan Dunn Index menunjukkan bahwa struktur *cluster* terbaik terbentuk ketika data dikelompokkan menjadi empat *cluster*, dengan nilai indeks tertinggi sebesar 3,201. Dari hasil klasterisasi, diperoleh pola kunjungan yang menunjukkan bahwa pintu masuk utama seperti Bandara Ngurah Rai dan Soekarno-Hatta memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan pintu masuk lain. Selain itu, Pelabuhan Batam membentuk *cluster* tersendiri karena peran strategisnya dalam wisata lintas batas dengan Singapura. Sementara itu, pintu masuk lainnya cenderung terkelompok dalam kelompok homogen dengan intensitas kunjungan yang relatif lebih kecil. Temuan ini menegaskan bahwa strategi pengembangan sektor pariwisata di Indonesia perlu dilakukan secara tersegmentasi sesuai dengan karakteristik *cluster* masing-masing. Pintu masuk dengan arus wisatawan tinggi memerlukan kebijakan peningkatan kapasitas dan layanan internasional, sedangkan pintu masuk dengan peran lintas batas memerlukan penguatan kerja sama regional.

5. Daftar Pustaka

- Amalia, E., Siti Arieta, & Pangestoeti, W. (2023). Analisa Pest Arti Penting Batam dan Bintan Sebagai Entry Point Border Tourism dengan Singapura. *Jurnal Mata Pariwisata*, 2(1), 8–15.
- Cichosz, P. (2015). *Data Mining Algorithms: Explained Using R*. Britania Raya: Wiley.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning. In *he elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (2nd ed.)*. Springer. Springer
- Marzuki, I., Hindarto, D., Dzikri, A., Damastuti, F. A., Arif, Y. M., Rachmadi, R. F., & Hariadi, M. (2025). Hierarchical Clustering-Based Geospatial Analysis for a Personalized Tourism Destination Recommender System. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(4), 24794–24799.
- Murtagh, F., & Contreras, P. (2012). Algorithms for hierarchical clustering: An overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1), 86–97. <https://doi.org/10.1002/widm.53>
- Murtagh, F., & Legendre, P. (2014). Ward's hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement Ward's criterion? *Journal of Classification*, 31(3), 274–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00357-014-9161-z>
- Pratiwi, S. I., Widiharih, T., & Hakim, A. R. (2019). Analisis Klaster Metode Ward Dan Average Linkage dengan Validasi Dunn Index dan Koefisien Korelasi Cophenetic. *Jurnal Gaussian*, 8(4), 486–495.
- Rasyidi, M. A. (2024). Resilience and Recovery : Clustering International Tourism Trends in Indonesia Amidst COVID-19. *Sustainability and Social Impact*, 1(2), 29–38.
- Tamara, D., Adityawarman, R., Candra, J., & Hutabalian, D. H. (2019). he impact of airport passenger traffic and international tourist arrivals on tourism competitiveness: Case: Indonesia's main international airports. *EPH-International Journal of Business & Management Science*, 5(4), 36–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.53555/ejbm.v5i4.93>
- Ulinuha, H., Rasyidi, M., Rizkiansyah, M., Prawira, I., & Ali, M. N. S. (2024). Clusters of Potential Tourists in Community-Based Rural Tourism and Their Online Behavior Using Hierarchical Clustering. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 409–419.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-65203-5_35

Ward, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>