

HALAMAN MOTTO

“Pernah kau bayangkan tak takut melihat berita? Tak takut jadi dirimu yang seada-adanya? Tak takut punya mimpi yang lumayan agak gila?

Berat tapi besok ada di tangan kita”.

(Hindia/Baskara Putra)

“Pasti doamu yang lancarkan upayaku, Mesti doa yang meluncur dari bibirmu

Dan yang kutahu kau takkan pernah berhenti, Tumbuhku kini

semoga sesuai yang kau impi”.

(Perunggu)

“There is nothing before Her and There is nothing after Her, She's everything”.

(Otto – *A Man Called Otto*)

“Terlepas apa yang engkau percayai, Tetap takkan ada yang dibawa mati

Menimbun surga yang tak bisa dibagi, Akhirnya pun wafat sendiri-sendiri”.

(Hindia/Baskara Putra)

“There are only 2 days in your life that last 24 hours, namely the day you were born and the day you died”.

(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur yang mendalam kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang senantiasa diberikan, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Perjalanan menyusun karya ini bukanlah proses yang singkat maupun mudah, ada banyak keraguan yang harus dilalui, waktu yang harus dikorbankan, dan lelah yang harus dijadikan alasan untuk terus melangkah, bukan untuk berhenti. Namun di balik setiap prosesnya, penulis menyadari bahwa tidak ada satu langkah pun yang benar-benar dijalani sendirian. Ada doa yang menyertai, dukungan yang menguatkan, serta kehadiran orang-orang yang selalu percaya bahkan di saat penulis sendiri sempat meragukannya. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai bentuk rasa syukur dan terima kasih yang tulus kepada mereka yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini, dengan penuh rasa hormat, kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, dan kemudahan yang tak henti diberikan, sehingga penulis mampu menuntaskan perjalanan ini hingga titik akhir.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Pardi dan Ibu Sri Partini, terima kasih atas doa yang tak pernah putus dan kerja keras yang menjadi alasan penulis untuk terus bertahan. Setiap pengorbanan yang jarang terucap namun selalu terasa, menjadi bekal paling berharga yang penulis bawa hingga hari ini. Semoga langkah kecil ini bisa menjadi salah satu cara membalas segala yang telah diberikan.

3. Ibu Wahyuni Windasari, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing, serta Bapak/Ibu penguji, atas kesabaran, arahan, dan waktu yang diberikan selama proses bimbingan. Ilmu dan masukan yang diberikan menjadi bagian penting dari terselesaikannya skripsi ini.
4. Keluarga besar, atas dukungan dan doa yang selalu mengiringi, serta kehangatan yang menjadi salah satu alasan penulis untuk terus melangkah.
5. Baskara Putra/Hindia atas album “Lagipula Hidup Akan Berakhir”, Dari tiap bait dan jeda nadanya yang menari di telinga, saya belajar bahwa hidup bukan soal selalu kuat, tapi tentang bagaimana kita tetap berjalan meski banyak hal yang tak bisa dimengerti.
6. Dan kepada seseorang yang telah saya kagumi sejak tahun-tahun awal remaja, sejak masa seragam biru hingga saat ini waktu telah banyak berubah. Rasa itu tumbuh diam-diam, berjalan seiring waktu tanpa pernah menuntut untuk dimiliki. Di kehidupan yang hanya sekali ini, mungkin semesta memang tidak menulis kisah kita untuk bersama, tapi biarlah kekaguman itu tinggal sebagai catatan kecil di antara perjalanan panjang saya.
7. Teman-teman seperjuangan, Aldi Indra Nugraha, Azki Nur Fauzan, Anggun Cahyadi, Dewi Saputri, Nafisatul Istingadah dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan semangat yang menemani sepanjang masa perkuliahan.
8. Kepada Anindya Fasya, Tri Wahyu Setyani, Nur Hudan, Anisa Dwi Sulistyowati, Retno Widyawati, dan Robin Priyono, teman-teman yang

selalu ada di setiap hajatan konser dan festival yang pernah kita datangi bersama. Terima kasih untuk setiap nyanyian yang diteriakkan bersama, kerumunan yang dilalui berdesakan, dan euforia yang tak pernah terasa lengkap tanpa kalian di sana.

9. Kepada Anisa Nabila Juliana, Fauzin Nur Tsani, Mualif Afif Najamudin, Rizka Oktavia Ramadhani, Adillah Alya Atma Aulia, Achmad Fikri Fadholi, Andy Satrio Wibowo, Nabila Nayla Naswa Ramadhani, Sekar Setianingrum, Unsta Rahma Fadilah, terima kasih untuk waktu yang selalu bisa diluangkan hanya demi obrolan sore. Percakapan sederhana bersama kalian sering kali menjadi jeda di tengah padatnya proses menulis karya ilmiah ini.
10. Kepada Ahmad Hirmanto, Dwi Yuni Resnata, Abdul Hadi, dan Tatah Ahdiyat, sahabat perjalanan yang telah menemani sejak langkah pertama saya mengenal dunia *traveling*. Terima kasih telah menjadi bagian dari setiap kisah, jalan yang ditempuh, dan cerita yang dibawa pulang dari tiap perjalanan bersama.
11. Kepada Muhammad Zacky Alvarino, Bayu Surya Akbar, dan Chintya Ramadhani Arriyadi, Pradipa Widya Pasha, rekan pendakian yang telah menemani beberapa perjalanan menuju puncak.
12. Diri sendiri, terima kasih telah bertahan menyelesaikan ini meski dengan segala keraguan dan kelelahan yang datang silih berganti. Skripsi ini menjadi bukti bahwa proses yang tidak selalu mudah, tetap bisa dituntaskan dengan baik.

ABSTRAK

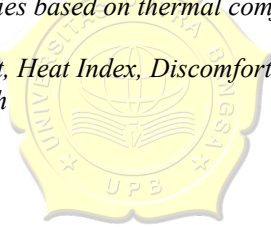
Pantai Setrojenar, Kebumen, merupakan destinasi wisata pesisir dengan aktivitas kunjungan yang cukup tinggi, tetapi belum memiliki informasi sistematis mengenai kondisi kenyamanan termal wisatawan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi zona kenyamanan termal menggunakan *K-Means Clustering* berbasis *Heat Index* (HI) dan *Discomfort Index* (DI), serta menganalisis pola kenyamanan termal berdasarkan waktu dan bulan untuk menentukan periode kunjungan yang lebih kondusif. Data penelitian menggunakan data meteorologi per jam dari NASA POWER periode 2020–2024 berupa suhu udara dan kelembapan relatif, dengan 43.848 observasi awal. Setelah melalui proses seleksi dan pembersihan data, diperoleh 23.149 observasi yang digunakan dalam analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua *cluster* merupakan jumlah yang paling optimal dan menghasilkan dua zona termal, yaitu Zona Nyaman dengan nilai rata-rata HI sebesar 26,50°C yang mencakup 26,7% observasi dan Zona Sangat Waspada dengan nilai rata-rata HI sebesar 32,54°C yang mencakup 73,3% observasi. Berdasarkan analisis temporal, pukul 06.00 memiliki proporsi Zona Nyaman tertinggi sebesar 35,6%, sedangkan pukul 12.00 memiliki proporsi Zona Sangat Waspada tertinggi sebesar 77,2%. Secara bulanan, Agustus menunjukkan kondisi paling kondusif, sedangkan April menunjukkan kondisi termal paling berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi termal di Pantai Setrojenar selama periode penelitian lebih dominan berada pada zona yang memerlukan kewaspadaan. Periode pagi hari sebelum pukul 09.00 menjadi waktu yang relatif lebih kondusif untuk aktivitas wisata berdasarkan kondisi kenyamanan termal

Kata Kunci: Kenyamanan Termal, *Heat Index*, *Discomfort Index*, *K-Means Clustering*, Pantai Setrojenar

ABSTRACT

Setrojenar Beach in Kebumen is a coastal tourism destination with relatively high visitation, yet systematic information on tourists' thermal comfort conditions remains limited. This study aims to identify thermal comfort zones using K-Means Clustering based on the Heat Index (HI) and Discomfort Index (DI), and to analyze temporal patterns by hour and month to identify more favorable periods for tourism activities. The study uses hourly meteorological data from NASA POWER for the 2020–2024 period, consisting of air temperature and relative humidity, with 43,848 initial observations. After data selection and cleaning, 23,149 observations were retained for analysis. The results indicate that two clusters provide the optimal clustering solution, producing two thermal zones: a Comfortable Zone with a mean HI of 26.50°C, representing 26.7% of the observations, and a High-Alert Zone with a mean HI of 32.54°C, representing 73.3% of the observations. Temporal analysis shows that 06:00 has the highest proportion of the Comfortable Zone at 35.6%, while 12:00 has the highest proportion of the High-Alert Zone at 77.2%. August is identified as the most favorable month, whereas April exhibits the most thermally stressful conditions. These findings indicate that thermal conditions at Setrojenar Beach are predominantly characterized by conditions requiring caution. Morning hours before 09:00 are identified as relatively more favorable for tourism activities based on thermal comfort conditions.

Keywords: Thermal Comfort, Heat Index, Discomfort Index, K-Means Clustering, Setrojenar Beach



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Identifikasi Zona Kenyamanan Termal Wisatawan di Kawasan Pesisir Menggunakan *K-Means Clustering* Berbasis *Heat Index* (HI) dan *Discomfort Index* (DI) (Studi Kasus: Pantai Setrojenar)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer pada Universitas Putra Bangsa.

Penyusunan skripsi ini dilatarbelakangi oleh belum tersedianya informasi sistematis mengenai kenyamanan termal wisatawan di Pantai Setrojenar, Kabupaten Kebumen, meskipun kawasan tersebut merupakan destinasi wisata pesisir dengan volume kunjungan yang tinggi. Melalui pemanfaatan data reanalisis satelit NASA POWER serta penerapan metode *K-Means Clustering* berbasis *Heat Index* dan *Discomfort Index*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran zona kenyamanan termal serta rekomendasi waktu kunjungan yang optimal, sehingga bermanfaat baik bagi wisatawan maupun pengelola kawasan wisata dalam merencanakan aktivitas dan fasilitas pendukung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian penelitian tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Wahyuni Windasari, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan arahan, masukan, serta bimbingan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini. Kesabaran dan ketelitian beliau dalam membimbing telah memberikan banyak pelajaran bagi penulis, baik dalam bidang akademik maupun dalam penyusunan karya ilmiah yang baik dan sistematis.
2. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, pengorbanan, dan semangat tanpa henti. Terima kasih atas setiap usaha, perjuangan, dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan ini. Segala pencapaian yang diraih penulis tidak terlepas dari doa dan dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah.
3. Seluruh dosen Program Studi Ilmu Komputer Universitas Putra Bangsa, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta bimbingan selama masa perkuliahan sehingga menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman seperjuangan, sahabat, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, motivasi, bantuan, serta kebersamaan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan kekurangan, terutama karena data yang digunakan bersumber dari reanalisis satelit tanpa validasi observasi lapangan secara langsung. Oleh karena itu, penulis dengan

terbuka menerima kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi kontribusi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang analisis kenyamanan termal dan pariwisata berbasis data.



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN BEBAS PLAGIARISME	v
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8

1.5.1 Manfaat Teoritis	8
1.5.2 Manfaat Praktis	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Tinjauan Teori.....	10
2.2 Indeks Kenyamanan Termal	11
2.2.1 Pengertian dan Klasifikasi <i>Thermal index</i>	11
2.2.2 <i>Heat Index (HI)</i>	12
2.2.3 <i>Discomfort Index (DI)</i>	16
2.2.4 Justifikasi Penggunaan <i>Dual-Indices (HI dan DI)</i>	18
2.3 Data Meteorologi NASA POWER	19
2.3.1 Pengertian dan Karakteristik NASA POWER	19
2.3.2 Parameter Meteorologi yang Digunakan	20
2.3.3 Validasi <i>NASA POWER</i> untuk Kawasan Tropis Indonesia.....	21
2.3.4 Keterbatasan <i>NASA POWER</i> dan Implikasinya	22
2.4 <i>K-Means Clustering</i> untuk Analisis Zona Termal.....	23
2.4.1 Pengertian dan Prinsip Dasar <i>K-Means Clustering</i>	23
2.4.2 Normalisasi Fitur Sebelum <i>Clustering</i>	26
2.4.3 Penentuan Jumlah <i>Cluster</i> Optimal.....	28
2.4.4 Perbandingan Metode <i>Clustering</i>	33
2.5 Perbandingan Pendekatan Penelitian Kenyamanan Termal	35

2.6 Penelitian Terdahulu	38
2.7 Kerangka Pemikiran	46
2.8 Sintesis Kajian Pustaka dan <i>Positioning</i> Penelitian.....	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
3.1 Objek Penelitian.....	48
3.2 Variabel Penelitian.....	49
3.3 Definisi Operasional Variabel	51
3.4 Sumber Data dan Instrumen Penelitian	53
3.4.1 Sumber Data.....	53
3.4.2 Parameter Data	54
3.4.3 Prosedur Akuisisi Data.....	55
3.5 Tahapan Penelitian.....	56
3.6 Populasi dan Sampel Data	59
3.6.1 Populasi Data	59
3.6.2 Sampel Data	59
3.7 Teknik Analisis Data	60
3.7.1 <i>Preprocessing</i> Data	60
3.7.2 Perhitungan <i>Thermal index</i>	62
3.7.3 Normalisasi Fitur.....	63
3.7.4 Penentuan Jumlah <i>Cluster</i>	65

3.7.5 Implementasi <i>K-Means Clustering</i>	66
3.7.6 Interpretasi dan Analisis Temporal Hasil <i>Clustering</i>	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Akuisisi dan Deskripsi <i>Dataset</i>	70
4.2 <i>Preprocessing Data</i>	72
4.2.1 Seleksi Rentang Waktu dan Penanganan <i>Missing Value</i>	72
4.2.2 Perhitungan <i>Thermal index</i> (HI dan DI)	74
4.2.3 Deteksi dan Penghapusan <i>Outlier</i> (IQR).....	75
4.3 Analisis Deskriptif dan Eksplorasi Data (EDA)	77
4.3.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian.....	77
4.3.2 Distribusi Kategori <i>Heat Index</i> dan <i>Discomfort Index</i>	78
4.3.3 Pola Temporal HI dan DI (<i>Heatmap</i> Jam x Bulan).....	80
4.4 Penentuan Jumlah <i>Cluster</i> Optimal	84
4.5 Hasil <i>K-Means Clustering</i> dan Profil Zona Termal.....	86
4.5.1 Implementasi dan Konvergensi <i>K-Means</i>	86
4.5.2 Profil dan Karakteristik Setiap Zona Termal	88
4.5.3 Visualisasi Distribusi <i>Cluster</i>	92
4.6 Analisis Temporal Zona Kenyamanan Termal.....	96
4.7 Identifikasi Waktu Optimal dan Rekomendasi Kunjungan	101
4.8 Pembahasan	107

BAB V PENUTUP	114
5.1 Kesimpulan.....	114
5.2 Saran.....	116
1. Saran Akademik :	116
2. Saran Praktis :	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117



DAFTAR TABEL

Tabel III-1 Variabel Penelitian	49
Tabel III-2 Parameter yang Digunakan	54
Tabel IV-1 Dataset Mentah <i>NASA POWER</i>	70
Tabel IV-2 Ringkasan Karakteristik Dataset <i>NASA POWER</i>	72
Tabel IV-3 Ringkasan <i>Preprocessing</i> dan <i>Missing Value</i>	73
Tabel IV-4 Statistik sebelum <i>Outlier Removal</i>	75
Tabel IV-5 Batas <i>IQR Outlier HI</i> dan <i>DI</i>	76
Tabel IV-6 Statistik setelah <i>Outlier Removal</i>	77
Tabel IV-7 Distribusi Kategori <i>Heat Index</i>	78
Tabel IV-8 Distribusi Kategori <i>Discomfort Index</i>	79
Tabel IV-9 Evaluasi <i>Elbow Method</i> dan <i>Silhouette Score</i>	84
Tabel IV-10 Parameter dan Hasil Implementasi	87
Tabel IV-11 Profil <i>Centroid</i> dan Karakteristik Zona Termal.....	89
Tabel IV-12 Pembagian <i>Cluster</i> Berdasarkan Waktu dan Bulan.....	102
Tabel IV-13 Detail Proporsi Waktu Nyaman per Jam	104
Tabel IV-14 Detail Proporsi Waktu Nyaman per Bulan	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar IV-1 Histogram <i>HI</i>	81
Gambar IV-2 Histogram <i>DI</i>	81
Gambar IV-3 Distribusi Kategori <i>HI</i>	82
Gambar IV-4 Distribusi Kategori <i>DI</i>	83
Gambar IV-5 Evaluasi <i>Method</i> dan <i>Silhouette Score</i>	84
Gambar IV-6 Distribusi Zona Termal Keseluruhan (2020–2024)	88
Gambar IV-7 Distribusi Variabel per <i>Cluster</i>	92
Gambar IV-8 Scatter Plot <i>HI</i> vs <i>DI</i>	93
Gambar IV-9 Peta Hasil <i>Clustering</i> Zona Kenyamanan Termal.....	94
Gambar IV-10 Peta Parameter Suhu Udara.....	97
Gambar IV-11 Peta Parameter Kelembapan Relatif	98
Gambar IV-12 Peta Kenyamanan Termal <i>HI</i>	99
Gambar IV-13 Peta Kenyamanan Termal <i>DI</i>	100
Gambar IV-14 Proporsi Waktu Nyaman per jam.....	101
Gambar IV-15 Proporsi Waktu Nyaman per Bulan	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Bimbingan Skripsi	121
Lampiran 2 Kartu Tanda Peserta Seminar Proposal Skripsi	121
Lampiran 3 Kerangka Pemikiran.....	123
Lampiran 4 Alur Penelitian	124
Lampiran 5 <i>Dataset NASA POWER</i>	125
Lampiran 6 <i>Preprocessing Data</i>	126
Lampiran 7 <i>K-Means Clustering</i> dan Interpretasi	134
Lampiran 8 Hasil Analisis	140

