

**ANALISIS KESEHATAN TERUMBU KARANG BERDASARKAN
KARAKTERISTIK SUNGAI, LAUT, DAN POPULASI AREA
PEMUKIMAN MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING**

***ANALYSIS OF CORAL REEF HEALTH BASED ON THE
CHARACTERISTICS OF RIVER, SEA, AND THE POPULATION OF THE
RESIDENCE AREA USING MACHINE LEARNING***

Adinda Miftahul Ilmi Habiba¹, Agi Prasetiadi², Cepi Ramdani³

¹²³Fakultas Informatika, Teknik Informatika

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Email: 16102109@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Penelitian ini untuk mengetahui kualitas kesehatan terumbu karang disuatu wilayah di Indonesia dengan mengambil beberapa faktor seperti wisatawan yang datang, *latitude*, *longtitude*, suhu, tahun, populasi warga, jumlah pemuda, dan jumlah industri, dan metode yang digunakan adalah *machine learning* dengan algoritma *K-Nearest Neighbor*, *Support Vector Machine*, dan *Ensemble Classifier*, untuk ensemble menggunakan *randomforest* untuk mengambil cabang-cabang pohon atau fitur keputusan yang paling relevan dengan output, penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan bagi wilayah yang kondisi terumbu karangnya masih kurang baik dapat mencontoh wilayah yang kondisi terumbu karangnya sudah baik dengan melihat faktor apa saja yang mempengaruhi terumbu karang disuatu wilayah itu masuk kategori baik. Hasil akhir dari penelitian ini pada algoritma *K-Nearest Neighbor* faktor yang berpengaruh bagi kesehatan terumbu karang yaitu wisatawan yang datang, *latitude*, *longtitude*, suhu, tahun dan pupulasi warga, sementara pada algoritma *Support Vector Machine* faktor yang berpengaruh wisatawan yang datang, *Latitude*, suhu dan tahun untuk algoritma *Ensemble Classifier* faktor yang berpengaruh wisatawan yang datang, *latitude*, *longtitude*, suhu dan jumlah industry, Pada kasus ini algoritma *Support Vector Machine* memiliki kinerja lebih baik dibandingkan *K-Nearest Neighbor* dan *Ensemble Classifier*.

Kata Kunci: Ekosistem, Ensemble Classifier, K-Nearest Neighbor, Machine Learning, Support Vector Machine

Abstract

This study is to determine the quality of coral reef health in an area in Indonesia by taking several factors such as tourists who come, Latitude, longitude,

temperature, year, population, number of youth, and number of industries; and the method used is machine learning with the K-algorithm. Nearest Neighbor, Support Vector Machine, and Ensemble Classifier, for an ensemble using random forests to take tree branches or decision features that are most relevant to the output, this research is expected to be a reference for areas whose coral reef conditions are still not good enough to emulate areas with poor conditions. The coral reefs are already good, by looking at the factors that affect the coral reefs in a region, it is categorized as useful. The final result of this research is on the K-Nearest Neighbor algorithm, the factors that affect the health of coral reefs, namely the tourists who come, Latitude, longitude, temperature, year, and population, while the Support Vector Machine algorithm factors that affect tourists who come, Latitude, temperature and the year for the Ensemble Classifier algorithm, the factors that influence incoming tourists, Latitude, longitude, temperature, and several industries. In this case, the Support Vector Machine algorithm has better performance than the K-Nearest Neighbor and Ensemble Classifier

Keywords: Ecosystems, Ensemble Classifier, K-Nearest Neighbor, Machine Learning, Support Vector Machine

PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia termasuk dalam wilayah segitiga terumbu karang (*coral triangle*) yang merupakan pusat keanekaragaman hayati dunia. Menurut Tomascik (1997), luas terumbu karang di Indonesia kurang lebih 85.707 km², yang terdiri dari *fringing reefs* 14.542 km², *barrier reefs* 50.223 km², *oceanic platform reefs* 1.402 km², dan *atolls* seluas 19.540 km². Oleh sebab itu keanekaragaman hayati di laut Indonesia sangat kaya[1].

Terumbu karang merupakan ekosistem bawah laut yang terdiri dari kumpulan binatang karang yang membentuk struktur kalsium karbonat atau batu kapur. Ekosistem terumbu karang merupakan habitat bagi berbagai

satwa laut dan menjadi penjaga keanekaragaman hayati di lautan. Ekosistem bawah laut ini menjadi tempat hidup dan perkembangbiakan aneka spesies, seperti ikan-ikan kecil hingga predator yang membentuk hubungan rantai makanan di lautan. Istilah terumbu karang merupakan gabungan dari dua kata, yaitu terumbu dan karang. Terumbu adalah struktur kalsium karbonat (CaCO₃) yang dihasilkan oleh karang. Sedangkan karang ialah sekumpulan binatang. Dalam bahasa Inggris, terumbu karang dikenal dengan istilah *coral reef*. Secara kasat mata, karang terlihat seperti tumbuhan dan tidak seperti binatang, padahal karang adalah kumpulan

hewan-hewan kecil yang bernama polip, merupakan hewan karang bentuknya aneh, menyerupai batu dan mempunyai warna dan bentuk beraneka rupa. Hewan ini disebut polip, merupakan hewan pembentuk utama terumbu karang yang menghasilkan zat kapur. Polip-polip ini selama ribuan tahun membentuk terumbu karang[2].

Terumbu karang dan segala kehidupan yang terdapat didalamnya merupakan salah satu kekayaan alam yang bernilai tinggi. Manfaat yang terkandung dalam ekosistem terumbu karang sangat besar dan beragam seperti gudang keanekaragaman hayati biota laut, tempat mencari makan, berpijah dll. Terlepas dari begitu banyak manfaat terumbu karang, dari segi hayati, terumbu karang di Indonesia tergolong yang terkaya di dunia dengan kandungan keanekaragaman tumbuhan dan hewan laut yang luar biasa[3].

Ekosistem terumbu karang di Indonesia dapat menguntungkan dari segi perekonomian yaitu dengan dijadikan sebagai tujuan wisata bahari. Salah satu tempat wisata yang menyajikan panorama ekosistem terumbu karang adalah wisata bahari di Pulau Pramuka, kepulauan Seribu. wisatawan dapat melakukan kegiatan wisata seperti *diving*, *Snorkeling*, menikmati panorama pantai dan *photo Hunting*[3].

Perubahan kualitas perairan baik secara langsung maupun tidak langsung

dapat mempengaruhi kondisi terumbu karang. Pencemaran yang berasal dari daratan secara tidak langsung akan mengubah kualitas perairan sehingga dapat merusak terumbu karang[4], kualitas air dipengaruhi oleh kualitas pasokan air yang berasal dari daerah tangkapan sedangkan kualitas pasokan air dari daerah tangkapan berkaitan dengan aktivitas manusia yang ada di dalamnya. Perubahan kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak dari buangan penggunaan lahan yang ada buangan dari penggunaan lahan yang ada perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan pemukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu Daerah Aliran Sungai. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. DAS termasuk suatu wilayah daratan yang

merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Daerah aliran sungai (*Watershed*) atau dalam skala luasan kecil disebut *Catchment Area* adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau, waduk atau ke laut[5].

Keberadaan industri di daerah yang dialiri sungai sangat berpengaruh untuk kebersihan sungai itu sendiri, berbagai limbah yang dikeluarkan oleh pabrik yang berada di area dekat sungai dapat merusak ekosistem terumbu karang, limbah yang dikeluarkan oleh pabrik itu akan mengalir ke laut yang akan mempengaruhi ekosistem yang ada dilaut, salah satunya terumbu karang, terumbu karang merupakan komponen yang penting untuk menyeimbangkan ekosistem kehidupan dilaut, karena terumbu karang juga merupakan rumah bagi ikan-ikan kecil yang ada di laut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, disini penulis bermaksud mengajukan sebuah penelitian mengenai analisa kesehatan dan persebaran terumbu karang berdasarkan keadaan sungai, laut dan populasi area menggunakan metode *machine learning* dengan algoritma *KNN*, *SVC* dan *Ensemble Classifier* karena ketiga algoritma ini sangat baik untuk menguji data *text*, *int* dan *float*. Untuk *KNN* dan *SVC* untuk mengoptimalkan kategorisasi berdasarkan centroid grup yang dijadikan pengelompokan untuk ensemble menggunakan *randomforest* untuk mengambil cabang-cabang pohon atau fitur keputusan yang paling *relevan* dengan output. Karena baru ada penelitian yang hanya menghasilkan kesehatan terumbu karang dan belum menjelaskan faktor apa saja yang mempengaruhi kesehatan terumbu karang itu sendiri, dengan beberapa faktor yang digunakan yaitu wisatawan yang datang, *latitude*, *longtitude*, suhu, tahun, populasi warga, jumlah pemuda, dan jumlah industri, Keluaran yang direncanakan berupa akurasi sebuah sistem yang dapat memprediksi kesehatan dan persebaran terumbu karang di wilayah laut tertentu, dengan akurasi yang tinggi dapat membantu masyarakat yang berada disekitar terumbu karang dapat

mengetahui faktor yang berpengaruh bagi kesehatan terumbu karang.

LANDASAN TEORI

1. Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem bawah air khususnya laut yang dihuni oleh hewan berkarang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga bernama *zooxanthellae*. Ekosistem ini memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi. Selain berperan melindungi pantai dari erosi, banjir pantai, dan peristiwa perusakan lain yang diakibatkan oleh fenomena air laut, terumbu karang juga mempunyai nilai ekologis sebagai habitat, tempat mencari makanan, tempat asuhan dan tumbuh besar, serta tempat pemijahan bagi berbagai biota laut[6]. Definisi tersebut mengacu pada aktivitasnya yang aktif mencari makan melalui aliran air yang masuk ke pori yang berarti tidak dapat membuat makanannya sendiri (*heterotrof*) dan menghasilkan karang untuk membentuk terumbu. Terumbu karang adalah terumbu yang terbentuk dari kapur akibat adanya aktivitas karang. Kata “terumbu” memiliki pengertian yaitu sedimentasi kapur yang berasal dari karang hidup atau mati. Sementara arti dari kata

“karang” adalah sekumpulan hewan yang dapat membentuk karang yang berasal dari ordo *scleractinia* yang berperan sebagai pembentuk utama terumbu[7].

2. Machine Learning

Pembelajaran mesin atau machine learning memungkinkan komputer mempelajari sejumlah data (learn from data) sehingga dapat menghasilkan suatu model untuk melakukan proses input-output tanpa menggunakan kode program yang dibuat secara eksplisit. Proses belajar tersebut menggunakan algoritma khusus yang disebut *Machine Learning Algorithm*[8].

3. KNN

K-Nearest Neighbor merupakan suatu metode yang menggunakan algoritma supervised learning dimana hasil dari instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori k-tetangga terdekat. Algoritma *K-Nearest Neighbor* menggunakan *Neighborhood Classification* sebagai nilai prediksi dari nilai *instance* yang baru[9].

4. SVM

Sistem pembelajaran yang pengklasifikasiannya

menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linear dalam sebuah ruang fitur (*feature space*) berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan *learning* yang berasal dari teori pembelajaran *statistic*[10].

5. **ENSEMBLE CLASSIFIERS**

Merupakan algoritma dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) dimana algoritma ini sebagai pencarian solusi prediksi terbaik dibandingkan dengan algoritma yang lain karena metode *ensemble* ini menggunakan beberapa algoritma pembelajaran untuk pencapaian solusi prediksi yang lebih baik daripada algoritma yang bisa diperoleh dari salah satu pembelajaran algoritma kosituen saja. Kenyataan bahwa pendekatan *ensemble learning* mampu memberikan solusi prediksi yang lebih akurat daripada model-model tunggal. Teknik-teknik *ensemble* yang mengandalkan variasi dari pendekatan *random forest* dan *boosting* mampu memberikan prediksi dengan akurasi yang sangat baik. *Random forest* bekerja dengan membuat model-model penyusun *ensemble* sedemikian rupa sehingga berbagai kemungkinan dapat

terakomodir secara maksimal, sedangkan *boosting* bekerja secara *iterative* sehingga kasus-kasus yang tidak mudah diprediksi menjadi bukan masalah lagi[11]. Terdapat 3 model teknik *ensemble* yang telah dikenal, yaitu *Bagging* membangun multiple model (tipe sama) dari beberapa sub sample. *Boosting* membangun multiple model (tipe sama) dimana setiap model bertujuan untuk belajar untuk memperbaiki prediksi error dari model, dan *Stacking* membangun multiple model (tipe berbeda) yang bertujuan untuk mencari cara terbaik untuk mengabungkan prediksi dari model utama[12].

METODE PENELITIAN

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan dataset berupa data wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, Tahun, Populasi Warga, Jumlah Penduduk dan Jumlah Industri, kemudian dilakukan proses kombinasi untuk memisahkan beberapa faktor, kombinasi adalah penggabungan beberapa objek dari suatu grup tanpa memperhatikan urutan. Menggunakan algoritma *KNN*,

SVC dan *Ensemble Classifier* untuk melakukan prediksi.

PERANCANGAN SISTEM

	namawisatawan	wisatawanyangdatang	latensi	Latitude	Longitude	Suhu	Tahun	populasiwarga	jumlahpenduda	JumlahIndustri	TingkatKesehatan
0	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98421	95.25280	30.9	2018	33210	0.95	0	1
1	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98420	95.25187	30.9	2018	33210	0.95	0	1
2	kelabang	27817	StateSAGD01	5.97524	95.25847	30.9	2018	33210	0.95	0	1
3	kelabang	27817	StateSAGD01	5.84178	95.28624	30.9	2018	33210	0.95	0	1
4	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98347	95.25270	30.9	2018	33210	0.95	0	1
5	kelabang	27817	StateSAGD01	5.97522	95.25740	30.9	2018	33210	0.95	1	1
6	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98032	95.24720	30.9	2018	33210	0.95	0	1
7	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98370	95.24342	30.9	2018	33210	0.95	0	1
8	kelabang	27817	StateSAGD01	5.98847	95.25702	30.9	2018	33210	0.95	0	1
9	kelabang	27817	StateSAGD01	5.94234	95.27431	30.9	2018	33210	0.95	0	1
10	kelabang	27817	StateBLT02	-2.53040	107.81666	30.9	2018	87945	0.22	0	2

Gambar 2. Dataset yang digunakan

Ini merupakan sebagian dataset yang akan digunakan untuk menguji kesehatan terumbu karang dengan menggunakan algoritma *KNN*, *SVC*, dan *Ensemble Classifiers*, kolom ke-0 merupakan objek data nama daerah yang terdapat terumbu karang, kolom ke-1 merupakan wisatawan yang datang ke daerah yang terdapat terumbu karang setiap tahunnya, kolom ke-2 merupakan station lokasi daerah menurut *website* pusat penelitian oseanografi LIPI, pada kolom ke-3 dan 4 merupakan lokasi latitude dan longitude lokasi wilayah yang terdapat terumbu karang, kolom ke-5 merupakan suhu dari wilayah lautan yang terdapat terumbu karang, kolom ke-6 merupakan tahun untuk mengetahui wisatawan yang datang, suhu, populasi warga, jumlah pemuda, dan tingkat kesehatan terumbu karang itu sendiri, pada kolom ke-7 merupakan populasi dari daerah yang terdapat terumbu karangnya, dimana populasi yang banyak apakah akan berpengaruh terhadap kesehatan terumbu karang di wilayah tersebut, pada kolom ke-8 merupakan jumlah pemuda yang ada di wilayah yang terdapat terumbu karang, pada kolom ke-9 merupakan jumlah

industry yang ada di daerah yang terdapat terumbu karangnya, dimana apakah banyaknya industry akan berpengaruh bagi kesehatan terumbu karang, dan pada kolom ke-10 merupakan tingkat kesehatan terumbu karang dimana 0 adalah buruk, 1 adalah sedang dan 2 adalah baik, dan kolom yang akan dipakai pada penelitian kali ini hanya pada kolom ke-1,3,4,5,6,7,8,9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. SVC

Hasil dari 8 fitur

Tabel 1 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *SVC*

Fitur	<i>SVC</i>
TA2_8fitur	0.7578947368421053

Dari 8 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, Tahun, Populasi Warga, Jumlah Penduduk dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.810526316 dengan algoritma *SVC*.

Hasil dari 7 fitur

Tabel 2 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *SVC*

Fitur	<i>SVC</i>
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	0.726315789
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 9	0.768421053
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	0.831578947
...	...
TA2_7fitur_1, 3, 4, 6, 7, 8, 9	0.726315789
TA2_7fitur_1, 3, 5, 6, 7, 8, 9	0.694736842

TA2_7fitur_1, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0.705263158
--------------------------------	-------------

Dari 7 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, Tahun, Populasi warga, Jumlah pemuda dan Jumlah industry dengan akurasi sebesar 0.778947368 dengan menggunakan algoritma SVC.

Hasil dari 6 fitur

Tabel 3 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma SVC

Fitur	SVC
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7	0.694736842
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 8	0.789473684
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 9	0.778947368
...	...
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 7, 9	0.694736842
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 8, 9	0.778947368
TA2_6fitur_1, 3, 4, 6, 7, 8	0.778947368

Dari 6 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, Tahun, Populasi warga dan Jumlah pemuda dengan akurasi sebesar 0.789473684 dengan menggunakan algoritma SVC.

Hasil dari 5 fitur

Tabel 4 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma SVC

Fitur	SVC
TA2_5fitur_1, 3, 4, 7, 8	0.789473684
TA2_5fitur_1, 3, 4, 7, 9	0.736842105
TA2_5fitur_1, 3, 4, 8, 9	0.715789474
...	...
TA2_5fitur_1, 3, 5, 6, 8	0.8
TA2_5fitur_1, 3, 5, 6, 9	0.757894737
TA2_5fitur_1, 3, 5, 7, 8	0.842105263

Dari 5 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah wisatawan yang

datang, Latitude, Longitude, Jumlah pemuda dan Jumlah industri dengan akurasi sebesar 0.842105263 dengan menggunakan algoritma SVC.

Hasil dari 4 fitur

Tabel 5 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma SVC

Fitur	SVC
TA2_4fitur_1, 3, 4, 5	0.8
TA2_4fitur_1, 3, 4, 6	0.778947368
TA2_4fitur_1, 3, 4, 7	0.694736842
...	...
TA2_4fitur_1, 3, 4, 9	0.705263158
TA2_4fitur_1, 3, 5, 6	0.863157895
TA2_4fitur_1, 3, 5, 7	0.757894737

Dari 4 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah wisatawan yang datang, Longitude, Suhu dan Jumlah Industri dengan akurasi sebesar 0.821052632 dengan menggunakan algoritma SVC.

Hasil dari 3 fitur

Tabel 6 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma SVC

Fitur	SVC
TA2_3fitur_1, 3, 4	0.726315789
TA2_3fitur_1, 3, 5	0.705263158
TA2_3fitur_1, 3, 6	0.715789474
...	...
TA2_3fitur_1, 3, 8	0.768421053
TA2_3fitur_1, 3, 9	0.663157895
TA2_3fitur_1, 4, 5	0.789473684

Dari 3 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah Latitude, Suhu dan populasi Warga dengan akurasi sebesar 0.789473684 dengan menggunakan algoritma SVC.

Hasil dari 2 fitur

Tabel 7 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma SVC

Fitur	SVC
TA2_2fitur_1, 3	0.789473684
TA2_2fitur_1, 4	0.705263158
TA2_2fitur_1, 5	0.726315789
...	...
TA2_2fitur_1, 7	0.726315789
TA2_2fitur_1, 8	0.757894737
TA2_2fitur_1, 9	0.652631579

Dari 2 fitur yang diambil diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah wisatawan yang datang, Suhu dan Latitude, jumlah Pemuda dengan akurasi sebesar 0.8 dengan menggunakan algoritma SVC.

2. KNN

Hasil dari 8 fitur

Tabel 8 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma KNN

Fitur	KNN
TA2_8fitur	0.7578947368421053

Dari 8 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, Tahun, Populasi Warga, Jumlah Penduduk dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.810526316 dengan algoritma KNN.

Hasil dari 7 fitur

Tabel 9 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma KNN

Fitur	KNN
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	0.8
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 9	0.673684211
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	0.694736842
...	...
TA2_7fitur_1, 3, 4, 6, 7, 8, 9	0.736842105

TA2_7fitur_1, 3, 5, 6, 7, 8, 9	0.831578947
TA2_7fitur_1, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0.694736842

Dari 7 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, populasi Warga, jumlah Pemuda dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.778947368 dengan algoritma KNN.

Hasil dari 6 fitur

Tabel 10 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma KNN

Fitur	KNN
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7	0.842105263
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 8	0.736842105
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 6, 9	0.821052632
...	...
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 7, 9	0.768421053
TA2_6fitur_1, 3, 4, 5, 8, 9	0.736842105
TA2_6fitur_1, 3, 4, 6, 7, 8	0.757894737

Dari 6 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, Tahun, jumlah Pemuda dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.8 dengan algoritma KNN.

Hasil dari 5 fitur

Tabel 11 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma KNN

Fitur	KNN
TA2_5fitur_1, 3, 4, 7, 8	0.736842105
TA2_5fitur_1, 3, 4, 7, 9	0.747368421
TA2_5fitur_1, 3, 4, 8, 9	0.778947368
...	...
TA2_5fitur_1, 3, 5, 6, 8	0.747368421
TA2_5fitur_1, 3, 5, 6, 9	0.684210526
TA2_5fitur_1, 3, 5, 7, 8	0.621052632

Dari 5 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, jumlah Pemuda, menghasilkan tingkat akurasi 0.831578947 dengan algoritma *KNN*.

Hasil dari 4 fitur

Tabel 12 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *KNN*

Fitur	<i>KNN</i>
TA2_4fitur_1, 3, 4, 5	0.789473684
TA2_4fitur_1, 3, 4, 6	0.747368421
TA2_4fitur_1, 3, 4, 7	0.726315789
...	...
TA2_4fitur_1, 3, 4, 9	0.705263158
TA2_4fitur_1, 3, 5, 6	0.8
TA2_4fitur_1, 3, 5, 7	0.757894737

Dari 4 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Suhu dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.821052632 dengan algoritma *KNN*.

Hasil dari 3 fitur

Tabel 13 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *KNN*

Fitur	<i>SVC</i>
TA2_3fitur_1, 3, 4	0.663157895
TA2_3fitur_1, 3, 5	0.778947368
TA2_3fitur_1, 3, 6	0.778947368
...	...
TA2_3fitur_1, 3, 8	0.778947368
TA2_3fitur_1, 3, 9	0.831578947
TA2_3fitur_1, 4, 5	0.726315789

Dari 3 fitur yang diuji yaitu Latitude, Suhu, populasi Warga, menghasilkan tingkat akurasi 0.789473684 dengan algoritma *KNN*.

Hasil dari 2 fitur

Tabel 4.14. 2 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *KNN*

Fitur	<i>KNN</i>
TA2_2fitur_3, 6	0.726315789
TA2_2fitur_3, 7	0.789473684
TA2_2fitur_3, 8	0.810526316
...	...

TA2_2fitur_4, 5	0.705263158
TA2_2fitur_4, 6	0.663157895
TA2_2fitur_4, 7	0.684210526

Dari 2 fitur yang diuji yaitu Latitude, jumlah Pemuda, menghasilkan tingkat akurasi 0.789473684 dengan algoritma *KNN*.

3. Ensemble Classifiers

Hasil dari 8 fitur

Tabel 15 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_8fitur	0.7578947368421053

Dari 8 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, Tahun, Populasi Warga, Jumlah Penduduk dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.810526316 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 7 fitur

Tabel 16 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	0.736842105
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 7, 9	0.757894737
TA2_7fitur_1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	0.726315789
...	...
TA2_7fitur_1, 3, 4, 6, 7, 8, 9	0.789473684
TA2_7fitur_1, 3, 5, 6, 7, 8, 9	0.747368421
TA2_7fitur_1, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0.726315789

Dari 7 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, Tahun, populasi Warga, jumlah Pemuda dan Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.831578947 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 6 fitur

Tabel 17 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_6fitur_3, 4, 5, 6, 7, 8	0.705263158
TA2_6fitur_3, 4, 5, 6, 7, 9	0.705263158
TA2_6fitur_3, 4, 5, 6, 8, 9	0.663157895
...	...
TA2_6fitur_3, 4, 6, 7, 8, 9	0.705263158
TA2_6fitur_3, 5, 6, 7, 8, 9	0.810526316
TA2_6fitur_4, 5, 6, 7, 8, 9	0.694736842

Dari 6 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, Suhu, populasi Warga, jumlah Pemuda, Jumlah Industri dan wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, populasi Warga, jumlah Pemuda, Jumlah Industri, menghasilkan tingkat akurasi 0.810526316 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 5 fitur

Tabel 18 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_5fitur_1, 3, 4, 5, 6	0.694736842
TA2_5fitur_1, 3, 4, 5, 7	0.684210526
TA2_5fitur_1, 3, 4, 5, 9	0.831578947
...	...
TA2_5fitur_1, 3, 4, 6, 7	0.778947368
TA2_5fitur_1, 3, 4, 6, 8	0.684210526
TA2_5fitur_1, 3, 4, 6, 9	0.726315789

Dari 5 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, populasi Warga, jumlah Pemuda, menghasilkan

tingkat akurasi 0.810526316 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 4 fitur

Tabel 19 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_4fitur_1, 3, 4, 9	0.810526316
TA2_4fitur_1, 3, 5, 6	0.757894737
TA2_4fitur_1, 3, 5, 7	0.8
...	...
TA2_4fitur_1, 3, 5, 9	0.673684211
TA2_4fitur_1, 3, 6, 7	0.747368421
TA2_4fitur_1, 3, 6, 8	0.684210526

Dari 4 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, populasi Warga, menghasilkan tingkat akurasi 0.821052632 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 3 fitur

Tabel 20 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_3fitur_1, 3, 4	0.768421053
TA2_3fitur_1, 3, 5	0.736842105
TA2_3fitur_1, 3, 6	0.821052632
...	...
TA2_3fitur_1, 3, 8	0.768421053
TA2_3fitur_1, 3, 9	0.705263158
TA2_3fitur_1, 4, 5	0.768421053

Dari 3 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, Latitude, Longitude, dan wisatawan yang datang, Latitude, Suhu, menghasilkan tingkat akurasi 0.8 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

Hasil dari 2 fitur

Tabel 21 fitur dataset dan hasil akurasi algoritma *Ensemble Classifiers*

Fitur	<i>Ensemble Classifiers</i>
TA2_2fitur_3, 6	0.8
TA2_2fitur_3, 7	0.778947368
TA2_2fitur_3, 8	0.789473684
...	...
TA2_2fitur_4, 5	0.673684211
TA2_2fitur_4, 6	0.642105263
TA2_2fitur_4, 7	0.673684211

Dari 2 fitur yang diuji yaitu wisatawan yang datang, populasi Warga, menghasilkan tingkat akurasi 0.821052632 dengan algoritma *Ensemble Classifiers*.

KESIMPULAN

1. Dari ketiga algoritma yang diuji yaitu *SVC*, *KNN* dan *Ensemble Classifiers* akurasi tertinggi adalah algoritma *SVC*.
2. Pada algoritma algoritma *SVC*, *KNN* dan *Ensemble Classifiers* Faktor yang kurang berpengaruh bagi kesehatan terumbu karang adalah tahun dan jumlah industri.
3. Pada algoritma *SVC* Faktor yang berpengaruh bagi kesehatan terumbu karang adalah jumlah wisatawan yang datang, *Latitude*, suhu dan tahun, pada algoritma *KNN* faktor yang berpengaruh adalah wisatawan yang datang, *Latitude*, *Longitude*, Suhu, Tahun dan Populasi Warga untuk algoritma *Ensemble Classifiers* faktor yang berpengaruh adalah wisatawan yang datang, *Latitude*,

Longitude, Suhu dan Jumlah industri.

4. Dari akurasi yang sudah ditemukan dan faktor yang digunakan untuk mengetahui kesehatan terumbu karang dan kondisi ekosistem sehingga jika ada terumbu karang dengan kondisi yang baik bisa menjadi acuan untuk daerah yang terumbu katrangnya kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Samsul Rizal, Arief Pratomo, ST., M.Si., Henky Irawan, S.Pi., MP., "Tingkat Tutupan Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Terkulai," *TINGKAT TUTUPAN Ekosist. TERUMBU KARANG DI Perair. PULAU TERKULAI i Samsul*, p. 9, 2016.
- [2] M. Harta and K. Alam, "Terumbu Karang – Pengertian, Habitat, Manfaat, Jenis & Kondisi Kerusakan," vol. 1, no. 2003. pp. 2–3, 2017.
- [3] S. Purbaya, R. Komala, and M. N. M. Seribulan, "Hubungan Pengetahuan tentang Ekosistem Terumbu Karang dengan Sikap Wisatawan Bahari terhadap Konservasi di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu," vol. 8, no. 1, pp. 34–38, 2015.

- [4] S. Biru, “*Jurnal segara*,” *Segara*, vol. 13, no. 1, pp. 25–35, 2019.
- [5] Dinas Lingkungan Hidup, “*Apa itu Daerah Aliran Sungai (DAS)?*,” 2019. [Online]. Available: <http://www.bulelengkab.go.id/detail/artikel/apa-itu-daerah-aliran-sungai-das-28>.
- [6] Tantia Shecilia, “*Indonesia, Surga Terumbu Karang Dunia*,” 2018. [Online]. Available: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2018/05/10/indonesia-surga-terumbu-karang-dunia>.
- [7] C. E. Koba, C. Montolalu, and A. Rindengan, “*Aplikasi Penentuan Tingkat Kesehatan Terumbu Karang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dan Curve Fitting Berbasis Pengolahan Citra Digital*,” *d’CARTESIAN*, vol. 6, no. 1, p. 17, 2017.
- [8] Budyks, “*Pengertian & Konsep Dasar Machine Learning*,” *Artforum International*, 2017. [Online]. Available: <http://teknosains.com/others/pengertian-konsep-dasar-machine-learning>. [Accessed: 12-Jan-2020].
- [9] R. D. RAMADHANI, “*Memahami K-Nearest Neighbor (KNN) Dengan R*,” 2019. [Online]. Available: <https://medium.com/@16611129/memahami-k-nearest-neighbor-knn-dengan-r-de5280439053>.
- [10] M. U. Eva Darnila, Mauliza, “*Aplikasi Teknologi Sistem Pakar Berbasis Fuzzy Clustering*,” Yayasan KIIta Menulis, 2019, p. 66.
- [11] Ilmu Komputer, “*Ensemble Learning, Primadona Analitik di Masa Depan*,” 2016. [Online]. Available: <https://warungkomputer.com/ensemble-learning-primadona-analitik-di-masa-depan/>.
- [12] rezafaisal, “*Ensemble Learning–Bagging*,” 2016. [Online]. Available: <https://staf.ulm.ac.id/rezafaisal/2016/10/13/ensemble-learning-bagging/>.