

KLASIFIKASI SAMPAH PLASTIK BERDASARKAN KEPAKARAN AHLI MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR

Tantri Indrabulan*¹, Herlina²

¹Teknik Komputer dan Jaringan, Politeknik Negeri Ujung Pandang

²Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Al Asyariah Mandar

e-mail: tantri.indrabulan@poliupg.ac.id*

Abstract

The Garbage Bank in Polewali Mandar Regency is one solution in handling the waste problem. However, in the process, especially in plastic waste, the Waste Bank has not been able to distinguish various types of plastic which actually have variations in selling value. Therefore, expert expertise is applied to a system that is able to classify plastic waste based on the type of plastic characteristics inputted. The method adapted into the system is the K-Nearest Neighbor method. To determine the performance of the system, testing is done through 3 methods, namely the method of Cross Tabulation, Classification Metrics, and Cross Validation. From the test results, the accuracy of KNN on testing data is 88%.

Keyword: Waste Bank; Plastic Classification; K-Nearest Neighbors; Cross Tabulation; Classification Metrics; Cross Validation

Abstrak

Bank Sampah yang ada di Kabupaten Polewali Mandar merupakan salah satu solusi dalam penanganan masalah sampah. Namun dalam prosesnya, terkhusus pada sampah plastik, Bank Sampah tersebut belum mampu membedakan berbagai jenis plastik yang sebenarnya memiliki variasi nilai jual. Oleh karena itu diterapkan kepakaran ahli ke dalam sebuah sistem yang mampu mengklasifikasi sampah plastik berdasarkan jenis karakteristik plastik yang diinput. Adapun metode yang diadaptasi ke dalam sistem ialah metode *K-Nearest Neighbour* (KNN). Untuk mengetahui kinerja sistem, pengujian dilakukan melalui 3 metode yaitu metode *Cross Tabulation*, *Classification Metrics*, dan *Cross Validation*. Dari hasil pengujian diperoleh tingkat akurasi KNN terhadap data *testing* sebesar 88%.

Kata kunci: Bank Sampah; Klasifikasi Plastik; *K-Nearest Neighbour*; *Cross Tabulation*; *Classification Metrics*; *Cross Validation*

1. Pendahuluan

Plastik pertama kali diperkenalkan di London pada tahun 1862 oleh Alexander Parkses, kemudian dikembangkan oleh ahli kimia bernama Leo Baekeland pada tahun 1907 di New York dan terus dikembangkan sampai sekarang [1]. Plastik memiliki beberapa kelebihan misalnya bahannya ringan, kuat, gampang dibentuk, tahan terhadap bahan kimia, anti karat, serta lebih murah. Inilah yang menyebabkan sehingga penggunaan plastik secara global terus meningkat setiap tahunnya [2]. Asumsi penggunaan plastik sepanjang tahun 2005 mencapai 220 juta ton, dan terus mengalami peningkatan [3]. Sejak tahun 1950 produksi plastik di dunia sudah mencapai 8,3 miliar ton, hanya 9 % atau 747 juta ton yang bisa didaur ulang [4].

Indonesia sendiri, penggunaan plastik juga mengalami kenaikan yaitu sebesar 200 ton setiap tahunnya, pada tahun 2011 penggunaan plastik mencapai 2,6 juta ton dan yang menjadi sampah plastik sebesar 15% atau sekitar 28.400 ton setiap harinya [5]. Menurut laporan *World Bank* pada tahun 2016, sampah plastik menyumbang sebesar 12% penyebab terjadinya pencemaran lingkungan tingkat global, dan diprediksi terus meningkat sampai angka 70% pada tahun 2050 [6].

Pemerintah pusat maupun pemerintah daerah sebenarnya telah melakukan berbagai upaya preventif terkait persoalan sampah, tetapi memang belum maksimal dalam pelaksanaannya, salah satu penyebabnya adalah karena permasalahan sampah di Indonesia berbeda-beda disebabkan perbedaan karakteristik demografi manusia di setiap provinsinya [7]. Padahal sampah juga memiliki potensi besar dan menjanjikan jika diolah dengan tepat, contohnya sampah plastik dapat di daur ulang kembali menjadi produk yang bernilai ekonomis.

Bank Sampah adalah salah satu alternatif sebagai upaya partisipasi aktif masyarakat dalam membantu pemerintah menangani persoalan sampah [8]. Hasil penelitian yang dilakukan di kota Surabaya, Bank Sampah terbukti berhasil dalam mereduksi jumlah timbulan sampah sebesar 81,50% setiap bulan [9].

Kabupaten Polewali Mandar pada tahun 2020 membina 20 Bank Sampah di bawah naungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan [10]. Namun berdasarkan hasil survei yang dilakukan secara langsung, Bank Sampah yang ada di Kabupaten Polewali Mandar belum mengenali jenis-jenis plastik secara menyeluruh, padahal harga jual setiap jenis sampah plastik itu berbeda-beda. Untuk membedakan jenis sampah plastik memang membutuhkan keahlian dan kecerdasan khusus, orang awam biasanya mengalami kesulitan dalam membedakannya karena plastik memiliki karakteristik dan tampilan yang hampir sama.

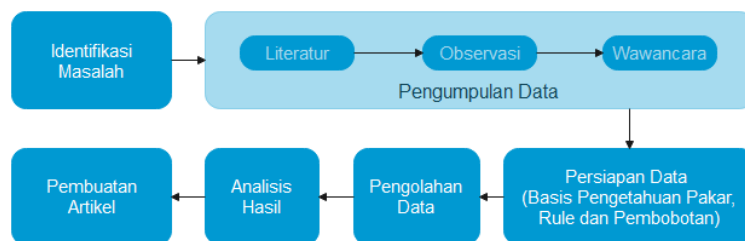
Untuk menjawab tantangan yang dialami oleh Bank Sampah yang ada di Kabupaten Polewali Mandar, maka dibutuhkan sistem yang mampu mengklasifikasi sampah plastik berdasarkan jenis karakteristik plastik yang diinput menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN).

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, digunakan pendekatan deskriptif kualitatif, dimana dataset jenis-jenis plastik berupa data kualitatif yang akan dikuantitatifkan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode studi literatur, observasi, dan wawancara secara langsung dengan pakar yang dalam hal ini adalah Direktur Bank Sampah Induk Kabupaten Polewali Mandar di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mandar. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan diformulasikan menggunakan metode KNN.

2.1. Pengumpulan Data

Secara umum, kerangka kerja penelitian berfungsi untuk memvisualisasikan keterkaitan antar variabel dalam penelitian atau untuk menunjukkan pendekatan yang digunakan dalam pemecahan masalah dalam penelitian, seperti yang terlihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

Pada tahap awal penelitian, dilakukan proses identifikasi masalah kemudian merumuskan masalah-masalah tersebut dan menyajikannya secara sistematis melalui tahapan-tahapan penelitian dengan mengikuti kaidah-kaidah melalui metode atau algoritma yang ditentukan. Mengacu pada hasil identifikasi maka ditetapkan beberapa teknik untuk pengumpulan data. Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari literatur-literatur yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal dan Undang-undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah [11], serta observasi langsung dan wawancara dengan pakarnya di Bank Sampah Induk Kabupaten Polewali Mandar.

Adapun informasi mengenai jenis-jenis plastik dan karakteristiknya yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Jenis-jenis plastik dan ciri-cirinya

| Jenis Plastik | Jenis Plastik | Ciri-ciri | Contoh produk |
|--|---------------|--|--|
| PET, PETE (Polyethylene Terephthalate) | 1 | <ul style="list-style-type: none"> Tidak berwarna, transparan, jernih, Bahannya keras tetapi fleksibel | Botol minuman air mineral, botol minuman lainnya, botol minyak goreng, botol kecap, botol sambal, botol obat, botol madu, dan lain-lain |
| HDPE (High Density Polyethylene) | 2 | <ul style="list-style-type: none"> Berwarna Tampak seperti berililin dipermukaan luar Bahannya lebih keras tetapi tidak fleksibel | Botol susu cair, botol jus, wadah es krim, botol obat, botol shampoo, botol sabun, botol oli, botol pembersih toilet, botol kosmetik, tutup botol, dan lain-lain |
| PVC (Polyvinyl Chloride) | 3 | <ul style="list-style-type: none"> Berwarna Bahannya keras dan kasar | Pipa, tube, isolasi kabel listrik dan telpon, sol sepatu, sepatu, sepatu boot, container, bagian-bagian dari produk elektrik dan elektronika, komponen mobil |
| LDPE (Low Density Polyethylene) | 4 | <ul style="list-style-type: none"> Berwarna atau putih tetapi tidak tembus cahaya Bahannya lunak dan fleksibel | Kantong kresek, plastik tipis, tali rapih |
| PP (Polyethylene) | 5 | <ul style="list-style-type: none"> Terlihat transparan tapi tidak jernih atau terlihat seperti berawan Bentuknya keras tetapi lebih fleksibel | Kemasan makanan, tempat obat, botol susu, sedotan, dan lain-lain |
| PS (Polystyrene) | 6 | <ul style="list-style-type: none"> Terdapat 2 jenis PS yaitu yang kaku dan yang lunak. Yang kaku, bentuknya biasanya jernih seperti kaca, kaku, mudah dibentuk sedangkan yang lunak berbentuk seperti busa, biasanya berwarna putih dan lunak | Styrofoam, wadah makanan dan minuman sekali pakai, wadah tempat CD |
| Other | 7 | <ul style="list-style-type: none"> Bening atau berwarna tetapi tembus cahaya Bersifat keras dan kasar | Gallon air minum, botol susu, peralatan makan bayi |

2.2. Sistem Pakar

Informasi terkait data selanjutnya dirangkum ke dalam pengetahuan pakar yang kemudian akan dijadikan basis pengetahuan sistem atau *rules*. Basis pengetahuan memegang peranan yang sangat penting dalam sistem pakar, berisi data atau informasi, fakta, teori, pengetahuan dan aturan-aturan dalam hal ini pengetahuan tentang jenis-jenis sampah plastik [12], [13].

Penentuan basis pengetahuan diperoleh melalui proses wawancara secara langsung dengan pakar yang mengetahui jenis-jenis sampah plastik yaitu Direktur Bank Sampah Unit

Kabupaten Polman. Sedapat mungkin wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi yang jelas, rinci serta valid.

Tabel 2. Pengetahuan pakar

| Kode | Ciri-ciri | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
|------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| R001 | Tidak berwarna, transparan, jernih | | | | | | ✓ | |
| R002 | Terlihat transparan tapi tidak jernih atau terlihat seperti berawan | | | | | ✓ | | |
| R003 | Bening atau berwarna tetapi tembus cahaya | | | | | | | ✓ |
| R004 | Berwarna atau putih tetapi tidak tembus cahaya | | | | ✓ | | | |
| R005 | Berwarna | | ✓ | ✓ | | | | |
| R006 | Bahannya lunak dan fleksibel | | | | ✓ | | | |
| R007 | Bahannya keras dan kasar | | | ✓ | | | | ✓ |
| R008 | Bahannya keras tetapi fleksibel | ✓ | | | | | ✓ | |
| R009 | Bahannya lebih keras tetapi tidak fleksibel | | ✓ | | | ✓ | | |
| R010 | Permukaannya normal | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| R011 | Permukaan luarnya terlihat seperti berkilin | | ✓ | | | | | |

Keterangan:

- P1 : Plastik jenis PET
- P2 : Plastik jenis HDPE
- P3 : Plastik jenis PVC
- P4 : Plastik jenis LDPE
- P5 : Plastik jenis PP
- P6 : Plastik jenis PS
- P7 : Plastik jenis 0

Dari pengetahuan pakar, selanjutnya dilakukan pengklasifikasian secara langsung berdasarkan ciri-ciri dan target klasifikasi yang disajikan dalam atribut. Adapun jenis atribut data antara lain: [Warna Plastik], [Sifat Bahan], [Bentuk Permukaan], dan [Kategori]. Pada atribut [Warna Plastik], [Sifat Bahan], dan [Bentuk Permukaan], datanya bersifat kualitatif sehingga untuk transformasi ke data kuantitatif dilakukan dengan cara pembobotan menggunakan bilangan bulat yang disesuaikan dengan jumlah ciri-ciri.

2.3. Pembuatan Dataset

Masing-masing contoh produk mewakili sampel data sehingga dapat diperoleh sampel sebanyak 42 buah. Berikut ini disajikan hasil pemrograman untuk menampilkan frekuensi berdasarkan atribut [Kategori].

```
[ ] plastik.columns = ["warna plastik", "sifat bahan", "bentuk permukaan", "kategori"]

pd.value_counts(plastik.kategori)

P3    13
P2    10
P1     6
P4     4
P5     4
P7     3
P6     2
Name: kategori, dtype: int64
```

Gambar 2. Frekuensi data dalam atribut [Kategori]

Untuk mengetahui kesesuaian data yang akan diproses maka dilakukan uji statistik dasar terhadap atribut [Warna Plastik], [Sifat Bahan], dan [Bentuk Permukaan]. Hasil pengujian yang diperoleh merupakan nilai jumlah data, rerata, standar deviasi, nilai minimum, nilai rentang, dan nilai maksimum seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

| | warna plastik | sifat bahan | bentuk permukaan |
|-------|---------------|-------------|------------------|
| count | 42.000000 | 42.000000 | 42.000000 |
| mean | 3.690476 | 2.595238 | 1.238095 |
| std | 1.537944 | 1.105629 | 0.431081 |
| min | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 |
| 25% | 2.250000 | 2.000000 | 1.000000 |
| 50% | 4.000000 | 3.000000 | 1.000000 |
| 75% | 5.000000 | 3.000000 | 1.000000 |
| max | 5.000000 | 5.000000 | 2.000000 |

Gambar 3. Uji statistik data pada atribut

Setelah pemeriksaan data dinyatakan sesuai maka dilanjutkan dengan membagi data ke dalam 2 jenis yaitu data *training* dan data *testing* dengan perbandingan 8:2. Sehingga dari total 42 sampel diperoleh 34 sampel data *training* dan 8 sampel data *testing*. 5 sampel data *training* yang diambil secara *random* terlihat pada gambar berikut.

```

warna plastik  sifat bahan  bentuk permukaan
20             5           3                 1
36             2           3                 1
33             2           3                 1
11             5           3                 2
40             3           1                 1
20           P3
36           P5
33           P5
11           P2
40           P7
Name: kategori, dtype: object

```

Gambar 4. Pengambilan random sampel data training

2.4. Klasifikasi KNN

Penelitian ini menggunakan metode KNN merupakan bagian dari Machine Learning (ML) yaitu kategori supervised learning yang biasanya dipakai untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi, prinsip kerja KNN yaitu dengan melakukan “kedekatan” dengan tetangga terdekatnya atau yang memiliki jarak terpendek [14] [15]. KNN memiliki kelebihan karena lebih sederhana sehingga mudah diterapkan tetapi tetap memiliki kemampuan atau keakuratan yang cukup tinggi [16] Meskipun harus diakui jika KNN juga memiliki kelemahan diantaranya KNN memiliki ketergantungan terhadap variable K sehingga menghasilkan nilai akhir yang berpotensi berbeda-beda pada saat dijalankan [17]. Cara kerja KNN dengan membandingkan jarak antara data *training* dan data uji menggunakan rumus jarak yang disebut Euclidean menggunakan persamaan 1 berikut [18]:

$$D(X, Y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_k - y_k)^2} \tag{1}$$

Keterangan:

D = Jarak lokasi titik X dan Y

X = Nilai data *training*

Y = Nilai data uji

n = Jumlah banyaknya data

i = Data yang ke-i

Untuk implementasi sistem, digunakan pemrograman Python yang sudah menyediakan library “SKlearn” yang *support* terhadap algoritma KNN [19]. Selain itu, penggunaan Python relative lebih efisien karena tersedia secara online dan gratis melalui Google Colab. Prosedur klasifikasi KNN yaitu proses *training*, *testing*, dan validasi. Dalam melakukan proses *training* dibutuhkan pengaturan nilai parameter. Adapun parameter yang digunakan dalam *training* KNN terlihat pada gambar berikut.

```
[ ] knn.fit(X_train,y_train)
      KNeighborsClassifier(algorithm='auto', leaf_size=30, metric='minkowski',
                          metric_params=None, n_jobs=None, n_neighbors=3, p=2,
                          weights='uniform')
```

Gambar 5. Parameter training KNN

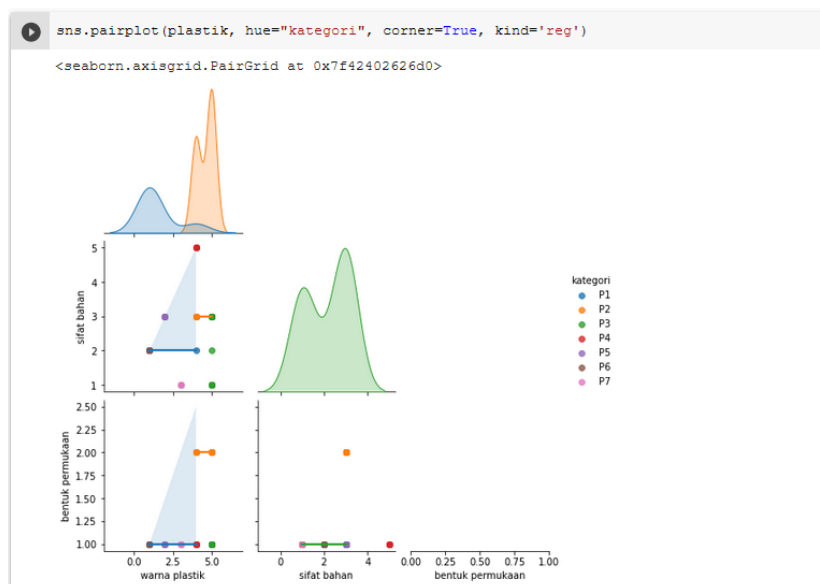
Penelitian ini yang menggunakan pengukur jarak Euclidean, dan untuk membantu pengukuran Euclidean digunakan parameter metric jenis Minkowski. Minkowski umumnya digunakan untuk menggeneralisasi jarak antara Euclidean dan jarak Manhattan [20], umumnya digunakan pada machine learning yang menggunakan metode pengukur jarak tujuannya untuk memberikan kontrol pada pengukur jarak melalui parameter "p" yang dapat diatur. Hasil yang ditemukan dari pengukuran menggunakan metode minkowski ini adalah kondisi terbaik saat K=3.

3. Hasil dan diskusi

Setelah dilakukan pengklasifikasian menggunakan metode KNN, diperoleh hasil berupa sebuah variabel prediksi. Variabel ini berisi pola database dari atribut masukan terhadap atribut target. Untuk mengetahui keakuratan model variabel prediksi maka dilakukan analisis pengujian menggunakan metode *Cross Tabulation*, *Classification Metrics*, dan *Cross Validation*. Selain analisis terhadap hasil klasifikasi KNN, dilakukan pula analisis konvensional terhadap *dataset* yang digunakan dalam pengetahuan pakar. Analisis konvensional tersebut menggunakan bantuan grafik Pairplot Seaborn yang dapat memvisualisasikan pengelompokan data.

3.1. Visualisasi Dataset

Grafik berikut ini merupakan hasil penyajian Pairplot Seaborn terhadap masing-masing pasangan atribut [Warna Plastik], [Sifat Bahan], dan [Bentuk Permukaan] dengan sebaran data berdasarkan atribut [Kategori].



Gambar 6. Grafik visualisasi dataset

Dari gambar terlihat bahwa tidak seluruh data tercakup dalam pola distribusi regresi atau dengan kata lain terdapat beberapa data yang tidak memiliki korelasi. Hanya beberapa atribut [Kategori] seperti P1, P2, dan P3 yang dapat membentuk garis regresi dan gelombang sinusoidal. Regresi adalah metode yang mempelajari keterkaitan antar variabel, atau untuk menentukan keterkaitan secara kuantitatif antara variabel-variabel [19]. Jika dianalisis lebih lanjut maka dari grafik yang menggunakan Library Pairplot Seaborn, diperoleh distribusi data yang tidak terbentuk sempurna dan beberapa data seolah-olah tidak tampak. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah data yang dimasukkan cukup sedikit, mengingat bahwa frekuensi sampel terbanyak hanya pada atribut [Kategori] P1, P2, dan P3. Selain itu penentuan pembobotan juga kurang akurat atau menggunakan nilai bilangan bulat yang hampir sama di semua data sampel. Oleh karenanya beberapa data saling tumpang tindih dan sulit membentuk pola regresi. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian berikutnya disarankan agar pembobotan dilakukan dengan menambahkan penggunaan algoritma yang tepat.

3.2. Cross Tabulation

Pengujian terhadap hasil klasifikasi KNN yang pertama menggunakan *Cross Tabulation* atau *Confusion Matrix*, dengan output sebagai berikut.

```

Validasi : Cross Tabulation

[ ] print(pd.crosstab(y_test, results, rownames=['Real'], colnames=['Predicted'], margins=True, margins_name='total'))

Predicted P1 P2 P3 total
Real
P2         0  4  0     4
P3         0  0  3     3
P6         1  0  0     1
total      1  4  3     8
    
```

Gambar 7. Output Cross Tabulation

Hasil validasi menggunakan *Cross Tabulation* seperti yang terlihat pada gambar di atas, diperoleh dari hasil pengujian 8 sampel data. *Cross Tabulation* menganalisis hasil berdasarkan perbandingan atribut [Kategori] prediksi terhadap atribut [Kategori] sebenarnya. Plastik jenis P2 dan P3 diprediksi benar dengan hasil masing-masing 4 dan 3 sampel, tetapi 1 buah sampel untuk P1 diprediksi salah sebagai P6. Kesalahan yang terjadi antara atribut [Kategori] P1 dan P6 disebabkan karena pada saat pembobotan memiliki nilai yang hampir serupa, sehingga model variabel prediksi melakukan kesalahan dalam memprediksi.

3.3. Classification Metrics

Validasi ini merupakan perhitungan nilai hasil *Cross Tabulation*. *Classification Metrics* terbagi ke dalam beberapa variabel, antara lain: *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *support*, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.

```

Validasi : Classification Metrics

[ ] print(metrics.classification_report(y_test, results))

              precision    recall  f1-score   support

 P1             0.00         0.00         0.00         0
 P2             1.00         1.00         1.00         4
 P3             1.00         1.00         1.00         3
 P6             0.00         0.00         0.00         1

 accuracy              0.88         0.88         0.88         8
 macro avg              0.50         0.50         0.50         8
 weighted avg           0.88         0.88         0.88         8
    
```

Gambar 8. Output Clasifikasi Metric

Secara keseluruhan, dari analisis *Classification Metrics* terhadap kinerja model variabel prediksi diperoleh nilai akurasi sebesar 88%.

3.4. Cross Validation

Metode analisis *Cross Validation* dilakukan untuk mencari rerata akurasi pada 5 jenis model variabel prediksi. Berikut ini hasil dari pengujian *Cross Validation*.

```

Validasi : Cross Validation

[ ] var="%", print("Accuracy: %0.1f" % (knn.score(X_test,y_test)*100))
Accuracy: 87.5

[ ] scores = cross_val_score(knn, plastik.drop('kategori',axis=1), plastik.kategori, cv=5, scoring='accuracy')
scores

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/sklearn/model_selection/_split.py:667: UserWarning: The least populated class
% (min_groups, self.n_splits), UserWarning)
array([0.88888889, 1.         , 0.875     , 0.875     , 1.         ])

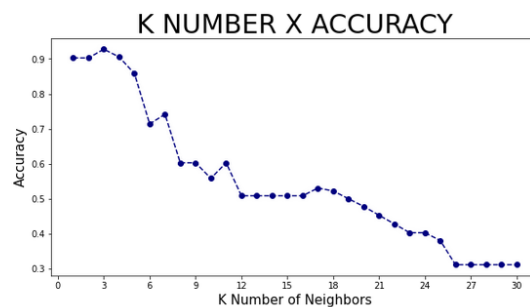
[ ] var="%", print("Accuracy for Cross Validation: %0.1f" % (scores.mean()*100),var[0],"(+/- %0.1f)" % (scores.std(
Accuracy for Cross Validation: 92.8 % (+/- 5.9) %
    
```

Gambar 9. Output Cross Validation

Variasi model variabel prediksi dibentuk berdasarkan variasi score dengan nilai persentasi yaitu 88,9%, 100%, 87,5%, 87,5%, dan 100%. Sehingga rerata akurasi *Cross Validation* sebesar 92,8% dengan toleransi kurang-lebih 5,9%.

3.5. Optimasi Nilai K

Nilai K yang digunakan pada klasifikasi KNN ialah sebesar 3. Untuk memastikan bahwa model yang terbentuk dari K=3 merupakan model terbaik maka perlu dilakukan optimasi nilai K. Hasil optimasi jumlah K dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 10. Optimasi jumlah K

Grafik di atas memperlihatkan hubungan antara peningkatan jumlah K terhadap akurasi model yang diperoleh. Tampak bahwa semakin tinggi jumlah K maka nilai akurasinya semakin menurun. Akurasi tertinggi diperoleh pada saat jumlah K=3. Hal tersebut dapat diartikan bahwa dengan mencari 3 titik ketetanggaan terdekat dalam sebaran *dataset* maka sebuah data telah dapat diklasifikasikan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar yang mampu mengklasifikasi jenis-jenis sampah plastik berdasarkan karakteristik plastik yang diinput menggunakan metode KNN. Parameter yang digunakan adalah warna, sifat bahan dan bentuk permukaan dari sampah plastik. Data input berupa data kualitatif yang dikuantitatifkan menggunakan pembobotan manual. Jumlah *dataset* yang digunakan sebanyak 42 data dengan perbandingan 8:2 untuk data *training* dan *testing*, sehingga 34 data digunakan untuk data *training* dan 8 data untuk data *testing*. Nilai optimasi K terbaik saat K=3 dengan akurasi sebesar 92,8%. Pengujian dilakukan menggunakan 3 metode yaitu metode *Cross Tabulation*, *Classification Metrics*, dan *Cross Validation*. Dari hasil pengujian diperoleh tingkat akurasi KNN terhadap data *testing*

sebesar 88%. Nilai akurasi yang diperoleh cenderung rendah, penyebabnya karena dataset yang digunakan jumlahnya sedikit, selain itu proses pembobotan yang masih manual menyebabkan rentang nilai dataset cenderung dekat dan mirip satu dan lainnya. Untuk meningkatkan akurasi, maka proses pembobotan kedepannya dapat menggunakan algoritma atau pembobotan berdasarkan *image processing* bukan berdasarkan kepakaran sebab salah satu kelemahan dari pengetahuan kepakaran adalah dapat menimbulkan penilaian yang ambigu dan bersifat subjektif yang dapat menimbulkan nilai yang heterogen. Untuk menyempurnakan pengembangan sistem kedepannya, dapat diimplementasikan dengan menambahkan parameter tambahan, pembobotan dilakukan dengan metode algoritma yang sesuai untuk kasus pembobotan, atau pembobotan dapat dilakukan dengan menggunakan *image processing*. Selain itu, metode klasifikasi dapat dikembangkan dengan menggunakan beberapa metode, tujuannya untuk membandingkan kemampuan tingkat akurasi yang dihasilkan.

Referensi

- [1] "Plastik - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." <https://id.wikipedia.org/wiki/Plastik> (accessed Nov. 13, 2021).
- [2] J. Teknik Lingkungan and A. Kecamatan Jambangan, "STUDI TERHADAP TIMBULAN SAMPAH PLASTIK MULTILAYER SERTA UPAYA REDUKSI YANG DAPAT DITERAPKAN DI KECAMATAN JAMBANGAN SURABAYA STUDY ON MULTILAYER PLASTIC WASTE GENERATION AND IT'S REDUCTION EFFORTS IN JAMBANGAN DISTRICT SURABAYA MEGA DHARINI dan YULINAH TRIHADININGRUM."
- [3] H. P. Putra and Y. Yuriandala, "Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif," *J. Sains dan Teknol. Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–31, 2010.
- [4] "10 Fakta Plastik yang Bikin Merinding! | Amway." <https://www.amwaytoday.co.id/id/articles/10-fakta-plastik-yang-bikin-merinding-> (accessed Nov. 13, 2021).
- [5] D. Iswadi *et al.*, "PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK LDPE DAN PET MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN PROSES PIROLISIS Utilization of LDPE and PET Plastic Waste into Oil Fuel By Pyrolysis Process," *J. Ilm. Tek. Kim. UNPAM*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [6] M. Z. Hakim, "Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan | Amanna Gappa," *Amanna Gappa*, 2019. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/agjl/article/view/9673/4945> (accessed Nov. 13, 2021).
- [7] Herlina, "PENERAPAN UNIFIED MODELLING LANGUAGE (UML) PADA ANALISIS SISTEM SERTA PERANCANGAN DATABASE TIMBULAN SAMPAH," *J. Instek*, vol. 6, no. 2, pp. 170–177, 2021.
- [8] M. Selomo *et al.*, "Bank Sampah Sebagai Salah Satu Solusi Penanganan Sampah Di Kota Makassar," *J. MKMI*, vol. 12, no. 4, pp. 232–240, 2016.
- [9] M. K. Wardhani and A. D. Harto, "STUDI KOMPARASI PENGURANGAN TIMBULAN SAMPAH BERBASIS MASYARAKAT MENGGUNAKAN PRINSIP BANK SAMPAH DI SURABAYA, GRESIK DAN SIDOARJO," *J. Pamator*, vol. 11, no. 1, pp. 52–63, 2018.
- [10] Admin, "Polman SATUDATA." http://satudata.polmankab.go.id/dataku/?page=home&kode=SUBE-191106005923&kode_lemen=SUB-191102120454 (accessed Nov. 13, 2021).
- [11] "UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah [JDIH BPK RI]." <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008> (accessed Nov. 13, 2021).
- [12] DGD. Dharma Santhi, "Plastik Sebagai Kemasan Makanan Dan Minuman," no. April, p. 11, 2016.
- [13] I. Mujiarto, "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif," *Traksi*, vol. 3, no. 2, pp. 65–74, 2005.
- [14] R. Primartha, *Algoritma Machine Learning*, 1st ed. Bandung: Informatika, 2021.
- [15] I.- Ati and A. Kusyanti, "Metode Ensemble Classifier untuk Mendeteksi Jenis Attention Deficit Hyperactivity Disorder (SDHD) pada Anak Usia Dini," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu*

- Komput.*, vol. 6, no. 3, p. 301, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019631313.
- [16] I. W. Gamadarenda, I. Waspada, U. Diponegoro, P. Korespondensi, S. Atribut, and A. Backward, "Implementasi Data Mining Untuk Deteksi Penyakit Ginjal Kronis (Pkg) Menggunakan K-Nearest Neighbor (Knn) Dengan Backward Data Mining Implementation for Detection of Chronic Kidney (Ckd) Using K-Nearest Neighbor (Knn) With Backward Elimination," vol. 7, no. 2, pp. 417–426, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071896.
- [17] S. N. Teknologi, A. H. Bawono, A. A. Supianto, F. I. Komputer, and U. Brawijaya, "Efisiensi Klasifikasi Big Data Menggunakan Improved Nearest Big Data Classification Efficiency Using Improved Nearest," vol. 6, no. 6, pp. 1–6, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201962085.
- [18] A. Datumaya *et al.*, "KLASIFIKASI MUTU TELUR BURUNG PUYUH BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE K- NEAREST NEIGHBOR (KNN) DAN FUSI CLASSIFICATION OF THE QUALITY QUAIL EGGS BASED ON COLOR AND TEXTURE USING K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) METHOD AND INFORMATION," vol. 8, no. 5, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184393.
- [19] R. T. Handayanto and Herlawati, *Data Mining Dan Machine Learning Menggunakan Matlab Dan Python*, 1st ed. Bandung: Informatika, 2020.
- [20] "Jarak Minkowski - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." https://id.wikipedia.org/wiki/Jarak_Minkowski (accessed Nov. 15, 2021).