

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Tembakau Menggunakan Metode Klasifikasi K-NN

*Mohammad Nur¹, Ahmad Mustofa², Rikawulandari³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Madura

Jl Raya Camplong KM 4 Sampang

¹mnur@poltera.ac.id

²mustofaahmad@poltera.ac.id

³Rikawulandariww@gmail.com

Abstrak— Tembakau adalah komoditas penting di Pulau Madura, di mana para petani mengolahnya menjadi rajangan yang dijual kepada tengkulak. Kualitas rajangan sangat berpengaruh terhadap harga jual, ditentukan oleh faktor-faktor seperti warna, aroma, elastisitas daun, dan pegangan. Saat ini, penilaian kualitas masih bergantung pada metode manual yang mengandalkan panca indra para ahli. Namun, ketidakstabilan kondisi fisik dan emosional para ahli dapat mengganggu akurasi penilaian ini. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan alat yang mampu mendeteksi kualitas tembakau secara otomatis tanpa bergantung pada observasi manual. Alat ini dirancang dengan menggunakan serangkaian sensor, termasuk TCS3200 untuk analisis warna dan sensor MQ (MQ4, MQ135, MQ138) untuk mendeteksi komponen aroma. Output dari sensor-sensor ini berupa nilai ADC yang kemudian diproses sebagai data latih. Metode K-NN (K-Nearest Neighbors) akan diterapkan untuk mengklasifikasikan kualitas tembakau menjadi tiga kategori: rendah, standar, dan bagus. Proses penghitungan jarak menggunakan rumus Manhattan Distance dengan parameter $K=4$ akan memastikan hasil yang lebih akurat. Dengan adanya alat ini, penilaian kualitas tembakau menjadi lebih konsisten dan dapat diandalkan, karena mengurangi risiko ketidakakuratan dari faktor kemanusiaan.

Kata kunci: Kualitas Tembakau, K-NN, klasifikasi, rajangan tembakau

Abstract— Tobacco is an important commodity on Madura Island, where farmers process it into shredded tobacco sold to middlemen. The quality of the shredded tobacco significantly affects its selling price, determined by factors such as color, aroma, leaf elasticity, and handling. Currently, quality assessment still relies on manual methods dependent on the sensory perceptions of experts. However, the physical and emotional instability of these experts can disrupt the accuracy of these evaluations. To solve this issue, there is a need for a tool that can automatically detect tobacco quality without relying on manual observation. This tool is designed using a series of sensors, including the TCS3200 for color analysis and MQ sensors (MQ4, MQ135, MQ138) for detecting aroma components. The output from these sensors is in the form of ADC values, which are then processed as training data. The K-NN (K-Nearest Neighbors) method will be applied to classify tobacco quality into three categories: low, standard, and good. The distance calculation uses the Manhattan Distance formula with a parameter of $K=4$, ensuring more accurate results. With this tool, the assessment of tobacco quality becomes more

consistent and reliable, because reducing the risk of inaccuracies due to human factors.

Keywords: Tobacco quality, K-NN, Classification, shredded tobacco

*Mohammad Nur

I. PENDAHULUAN

Tembakau Madura memiliki dua peran penting bagi Indonesia, yaitu sebagai bahan utama dalam racikan sigaret kretek dan sebagai faktor yang berpengaruh terhadap perekonomian, baik pada tingkat mikro (rumah tangga) maupun makro (wilayah) [1]. Mutu tembakau Madura sangat bervariasi, dan penentuan kualitasnya biasanya bergantung pada metode manual dan secara visual/organoleptik, yang sangat dipengaruhi oleh kebutuhan pabrik rokok. Secara umum, standar mutu tembakau tercermin dari aspek seperti warna, rasa, aroma, umur daun, kekeringan, lebar stek, kebersihan, kemurnian, dan posisi daun. Berdasarkan standar tersebut, tembakau dibagi menjadi empat jenis mutu: tipe I (sangat baik), tipe II (baik), tipe III (cukup), dan tipe IV (sedang) [2].

Observasi di lapangan menunjukkan bahwa para tengkulak menilai kualitas rajangan tembakau dengan metode manual, yakni dengan memperhatikan warna, aroma, dan pegangan [3]. Namun, penilaian ini sering kali kurang maksimal karena tergantung pada kondisi fisik penilai. Warna, aroma, dan pegangan menjadi indikator utama dalam menentukan kualitas tembakau. Dalam penelitian ini, kami akan menggunakan sensor TCS3200 untuk mendeteksi warna RGB pada tembakau dan sensor MQ (MQ4, MQ135, MQ138) untuk mengukur konsentrasi gas yang terdeteksi pada tembakau. Algoritma K-NN akan diterapkan untuk penentuan kualitas, yang berfungsi sebagai metode klasifikasi berdasarkan data yang telah diklasifikasikan sebelumnya.

II. METODE

A. Algoritma K-NN

Algoritma K-NN termasuk dalam klasifikasi yang memiliki sifat *supervisor learning* yaitu sebuah metode yang sudah memiliki data *training* yang sebelumnya sudah dilatih selain itu termasuk dalam metode klasifikasi dimana label atau kelasnya sudah ditentukan sebelumnya. K-NN merupakan singkatan dari *K-Nearest Neighbor* yang memiliki arti tetangga terdekat jadi dapat dikatakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan data yang akan diuji. Nilai k yang akan digunakan tergantung banyaknya data, dimana semakin tinggi nilai k maka akan menghasilkan keputusan yang akurat. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam penentuan jarak ketetanggaan, yaitu:

a. Euclidean Distance

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

b. Makowski Distance

$$d(x,y) = (\sum_{i=1}^m |x_i - y_i|^r)^{\frac{1}{r}} \quad (2)$$

$r \neq 1$ dan $r \neq 2$

c. Manhattan Distance

$$d(x,y) = \sum_{i=1}^m |x_i - y_i| \quad [6] \quad (3)$$

Terdapat beberapa langkah dalam penerapan algoritma K-NN, yaitu:

1. Menentukan parameter k (menentukan tetangga terdekat).
2. Menghitung jarak ketetanggaan terhadap masing-masing objek data sampel yang diberikan.
3. Mengurutkan hasil data dari jarak terkecil hingga jarak terbesar
4. Tentukan jarak terdekat berdasarkan parameter k.
5. Tentukan kategori dari tetangga terdekat dengan objek.

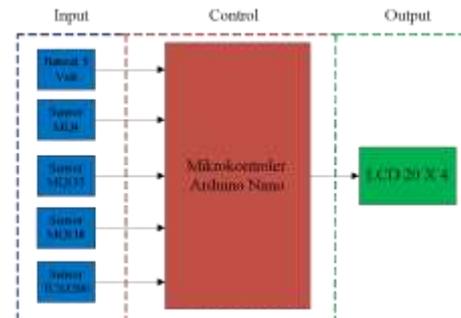
Gunakan kategori mayoritas dalam penentuan klasifikasi objek [7].

B. Cara Kerja Sistem

Sistem pendeteksi kualitas tembakau ini terdiri dari *input*, *control*, dan *output* seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Input pada alat ini berupa baterai 5 volt yang berfungsi sebagai suplai untuk menghidupkan Arduino Nano dan LCD, sensor MQ4 berfungsi sebagai pendeteksi kadar gas alam pada sampel tembakau, sensor MQ135 berfungsi untuk memonitor kualitas udara yang berada dalam ruang pengujian sampel tembakau, sensor MQ138 berfungsi sebagai pendeteksi uap organik yang dihasilkan oleh sampel tembakau, sensor TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi warna RGB pada sampel tembakau.

Control yang digunakan pada alat ini yaitu berupa mikrokontroler Arduino Nano, berfungsi sebagai pusat pengendali, proses, dan penerima masukan dari semua *input*.

Output dari hasil pendeteksi kualitas tembakau akan ditampilkan pada LCD dengan ukuran 20 x 4.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

C. Perancangan Sistem

Perangkat keras mekanik ini terdiri dari 2 tempat, yaitu tempat pengujian sampel tembakau dan tempat mikrokontroler serta komponen lainnya. Perangkat keras mekanik ini memiliki ukuran yang relatif kecil agar mudah dibawa kemana-mana, selain itu perangkat keras mekanik ini didesain agar pengujian dapat dilakukan dalam kondisi apa pun. Gambar 2 merupakan desain dari perangkat keras mekanik yang digunakan untuk pengujian sampel tembakau.



Gambar 2. Desain Perangkat Keras Mekanik

Tempat mikrokontroler ini terbuat dari bahan akrilik dengan ukuran dimensi 17 x 10 x 5 cm. Pada tempat ini terdapat pintu agar dapat dibuka dan ditutup. Pada bagian pintu tersebut terdapat tombol saklar *on/off* untuk menyalakan dan mematikan alat, 4 *switch push button* untuk tombol *up* dengan *push button* berwarna kuning, tombol *down* dengan *push button* berwarna hijau, tombol *ok* dengan *push button* berwarna biru tua, dan tombol *back* dengan *push button* berwarna merah, kemudian terdapat LCD 20 x 4 untuk menampilkan menu yang tersedia pada alat.

Sedangkan empat pengujian sampel tembakau terbuat dari paralon dengan ukuran yang berbeda. Paralon pertama memiliki ukuran 2 inch dan panjang 14,5 cm, pada bagian tubuh paralon terdapat 3 buah sensor, yaitu sensor MQ4, MQ135, dan MQ138 sedangkan pada tutup paralon terdapat sensor TCS3200, fungsi dari paralon pertama sebagai tempat pengujian sampel. Paralon kedua memiliki ukuran 3 inch dan panjang 17,5 cm, fungsi dari paralon kedua sebagai cover agar menutupi deret sensor yang terdapat pada paralon pertama.

Pada Gambar 3 merupakan bentuk fisik hasil realisasi perangkat keras untuk pengujian sampel tembakau.



Gambar 3. Realisasi Perangkat Keras Mekanik

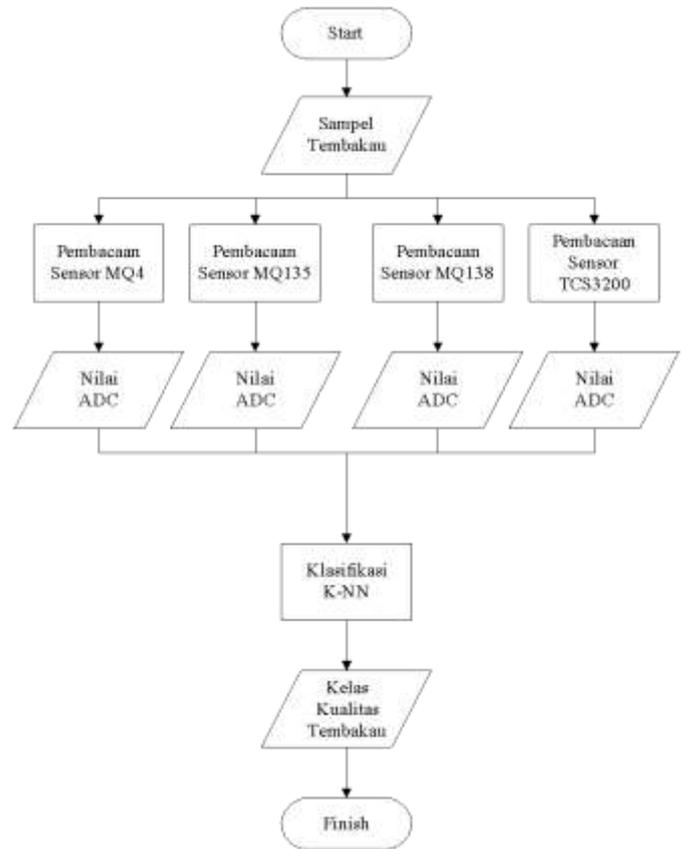
Perangkat keras mekanik ini bekerja dengan cara memasukkan sampel tembakau, kemudian tunggu hingga 1 menit, hasil akan muncul pada layar LCD, yaitu berupa tulisan kualitas tembakau rendah, standar, atau bagus sesuai dengan kualitas tembakau yang dijadikan sebagai uji coba.

Program pada alat menggunakan Arduino dengan bahasa pemrograman yaitu bahasa C. Program dirancang agar dapat memunculkan nilai ADC pada sensor serta dapat mengklasifikasikan kualitas tembakau dengan metode K-NN. Proses kerja program pada alat ini dapat dijelaskan pada alur *flowchart* yang terdapat pada Gambar 4.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Metode Pengujian

Nilai ADC yang dihasilkan tiap pembacaan sensor akan dijadikan sebagai data latih dan diuji dengan metode klasifikasi K-NN. Dalam pengujian tersebut akan menggunakan 3 macam rumus jarak, yaitu *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance*, dan *Makowski Distance* dengan parameter nilai $K = 4$, $K = 7$, $K = 10$, $K = 13$, $K = 16$. Dengan beberapa macam rumus dan nilai K , nilai akan dihitung secara matematis menggunakan *Confusion Matrix* agar dapat mempresentasikan antara prediksi dan kondisi sebenarnya dari data yang dihasilkan oleh algoritma. Tujuan dari pengujian tersebut untuk mencari rumus dan parameter nilai K yang tepat yang akan diterapkan pada alat ini.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem

B. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membagi data menjadi 2 bagian, yaitu dataset sebanyak 600 data dan data tes sebanyak 90 data. Dataset merupakan data yang diperoleh berdasarkan observasi manual yang sudah tergolong dalam 4 kelas kualitas tembakau. Dan data tes adalah data yang akan dijadikan sebagai data percobaan untuk menentukan akurasi dari alat penentu kualitas tembakau. Data ini akan diuji dengan menggunakan aplikasi pemrograman Dev C++. Berikut merupakan hasil pengujian tersebut.

Keterangan:

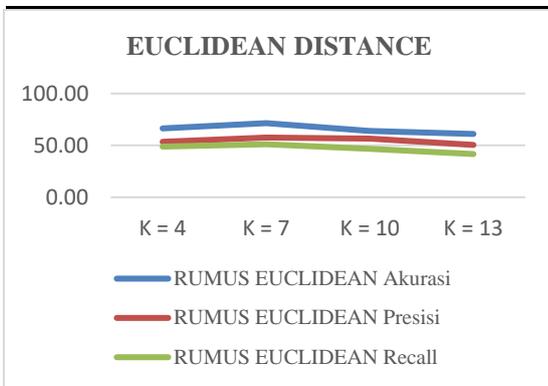
- Kelas 1 merupakan tembakau dengan kualitas bagus.
- Kelas 2 merupakan tembakau dengan kualitas standar.
- c. Kelas 3 merupakan tembakau dengan kualitas rendah.
- d. Warna abu-abu merupakan hasil prediksi yang tidak sesuai dengan kelas sebenarnya

Dari hasil percobaan diperoleh data berdasarkan 3 metode penentuan jarak ketetanggaan sebagai berikut:

1) *Euclidean Distance*

Tabel 1. Hasil Perhitungan

RUMUS EUCLIDEAN			
	Akurasi	Presisi	Recall
K = 4	64,07 %	54,09 %	45,56 %
K = 7	66,30 %	53,49 %	48,89 %
K = 10	71,44 %	57,57 %	51,11 %
K = 13	64 %	56,54 %	46,67 %
K = 16	61,04 %	50,47 %	41,67 %



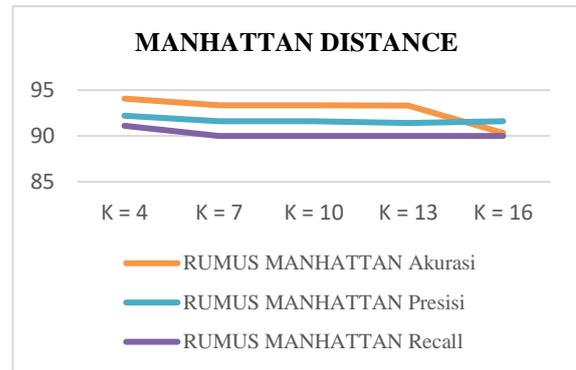
Gambar 5. Grafik Persebaran Nilai K Menggunakan Metode Euclidean Distance

Pada grafik diatas diperoleh nilai akurasi = 66,30% - 61,04 %, Presisi = 53,49 % - 50,47 % dan recall = 48,89 % - 41,67 %. Nilai tersebut semakin rendah dengan nilai K yang semakin tinggi, sehingga nilai K berbanding terbalik dengan nilai akurasi, presisi, dan recall.

2) *Manhattan Distance*

Tabel 2. Hasil Perhitungan

RUMUS MANHATTAN			
	Akurasi	Presisi	Recall
K = 4	94,07 %	92,21 %	91,11 %
K = 7	93,33 %	91,61 %	90 %
K = 10	93,33 %	91,61 %	90 %
K = 13	93,32 %	91,41 %	90 %
K = 16	90,33 %	91,61 %	90 %



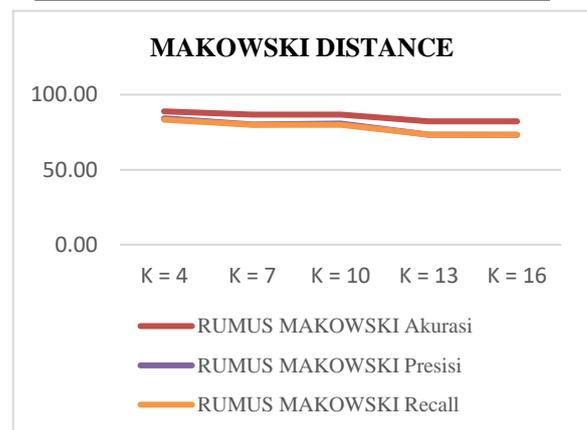
Gambar 6. Grafik Persebaran Nilai K

Pada grafik diatas diperoleh nilai akurasi = 94,07% - 90,33 %, Presisi = 92,21 % - 91,61 % dan recall = 91,11 % - 90 %. Nilai tersebut semakin rendah dengan nilai K yang semakin tinggi, sehingga nilai K berbanding terbalik dengan nilai akurasi, presisi, dan recall.

3) *Makowski distance*

Tabel 3 Hasil Perhitungan

RUMUS MAKOWSKI			
	Akurasi	Presisi	Recall
K = 4	88,89 %	84,28 %	83,33 %
K = 7	86,67 %	80,14 %	80 %
K = 10	86,67 %	80,71 %	80 %
K = 13	82,22 %	73,31 %	73,33 %
K = 16	82,22 %	73,23 %	73,33 %



Gambar 7. Grafik Persebaran Nilai K

Pada grafik diatas diperoleh nilai akurasi = 88,89% - 82,22 %, Presisi = 84,28 % - 73,23 % dan *recall* = 83,33 % - 73,33 %. Dimana nilai tersebut semakin rendah dengan nilai K yang semakin tinggi, sehingga nilai K berbanding terbalik dengan nilai akurasi, presisi, dan *recall*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian alat pendeteksi kualitas tembakau, dapat disimpulkan beberapa hal pokok sebagai berikut:

1. Alat yang dibuat bersifat portable sehingga mudah dibawa kemana-mana.
2. Berdasarkan hasil akurasi, presisi dan recall, rumus yang digunakan yaitu rumus *Manhattan Distance*.
3. Menggunakan parameter nilai K=4.
4. Performa alat dengan nilai akurasi = 94,07 %, presisi = 92,21 %, dan *recall* = 91,11 %.

Setelah pengerjaan alat ini, ada beberapa saran agar dapat digunakan untuk pengembangan alat. Beberapa saran tersebut antara lain:

1. Untuk meningkatkan hasil dataset, penyimpanan sampel tembakau harus disimpan ditempat yang kondusif sesuai dengan arahan tengkulak tembakau.
2. Untuk data hasil semakin akurat, jumlah data yang diambil semakin variatif dan banyak.
3. Menambahkan tombol reset untuk uji data selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pendonor dana yang telah memberikan dukungan luar biasa untuk penelitian ini. Tanpa kontribusi Anda, proyek ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik.

Kami juga ingin menyampaikan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan penting dalam proses penelitian ini, termasuk para ahli, rekan-rekan peneliti, serta institusi yang telah memberikan fasilitas dan sumber daya. Kerjasama dan komitmen Anda sangat berarti bagi keberhasilan penelitian ini.

Semoga kontribusi yang telah diberikan dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat. Terima kasih atas kepercayaan dan dukungan yang telah Anda berikan.

REFERENSI

- [1] M. and S. H. Iasdjoso, "SEJARAH DAN PERANAN TEMBAKAU MADURA".
- [2] T. Santoso, "Tata Niaga Tembakau di Madura," Jurnal Manajemen & Kewirausahaan, vol. Vol3, September 2001.
- [3] I. Handani, Interviewee, Jenis-jenis tembakau. [Interview]. Selasa Oktober 2020.

- [4] M. Rivai, T. and M. Rois, "Klasifikasi Aroma Tembakau Menggunakan Deret Sensor Tin-Oxide dan Neural Network," 2017.
- [5] N. L. Husni, S. Rasyad and Y. Hasan, "PENGAPLIKASIAN SENSOR WARNA PADA NAVIGASI LINE TRACKING ROBOT SAMPAH BERBASIS MIKROKONTROLER," JURNAL AMPER, vol. Vol.4, Desember 2019.
- [6] L. and R. Taufik, "4 Cara Menghitung Jarak dan Algoritma K-NN," [Online]. Available: <https://belajarkalkulus.com/clustering-part-iii/>.
- [7] Z. S.Badu, "PENERAPAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK KLASIFIKASI DANA DESA," JURNAL INFORMATIKA, September 2016.