

Implementasi Sistem Pendeteksi Polusi Asap Rokok pada Ruangan Tertutup berbasis Arduino Uno dengan Metode *K-Nearest Neighbors*

Ghifarie Sa'id Abdussaalam¹, Eko Setiawan², Dahnia Syauqy³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ghifaries@ub.ac.id, ²ekosetiawan@ub.ac.id, ³dahnial87@ub.ac.id

Abstrak

Asap rokok menjadi masalah serius di Indonesia, dengan tingginya angka perokok dan rendahnya kesadaran tentang bahaya paparan asap rokok. Asap rokok mengandung zat beracun seperti tar, nikotin, dan karbon monoksida (CO), yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah ini dengan berbagai sistem pendeteksi, namun penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan purwarupa sistem pendeteksi polusi asap rokok dengan menggunakan Arduino UNO sebagai basisnya. Metode *K-Nearest Neighbors* (K-NN) dipilih sebagai algoritma klasifikasi untuk mengenali jenis asap. Metode ini dipilih karena mudah diimplementasikan, non-parametrik, dan fleksibel dengan data yang berubah. Sensor MQ-7 digunakan sebagai sensor pendeteksi karbon monoksida (CO), sementara sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi benzena sebagai fitur pada klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk membantu kelompok atau individu yang menghirup asap rokok di ruangan tertutup, seperti ruang merokok, rumah, atau indekos. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, kedua sensor berfungsi dengan baik dalam membaca nilai ADC dan PPM. Didapatkan tingkat akurasi dengan metode *K-Nearest Neighbors* untuk nilai $K = 3, 5, 7$ dalam melakukan klasifikasi sebesar 86.66%, 53.33%, 80%. Dibutuhkan 6.23 hingga 8.32 mikrosekon untuk proses pengklasifikasian pada sistem dengan rerata waktu klasifikasi sebesar 7,4 mikrosekon.

Kata kunci: Polusi Asap Rokok, Arduino UNO, *K-Nearest Neighbors*

Abstract

Cigarette smoke has become a serious problem in Indonesia, with a high number of smokers and a low awareness of the dangers of cigarette smoke exposure. Cigarette smoke contains toxic substances such as tar, nicotine, and carbon monoxide (CO), which can potentially harm human health. Previous research has attempted to address this issue with various detection systems, but this study aims to develop a prototype cigarette smoke pollution detection system using Arduino UNO as its basis. The K-Nearest Neighbors (K-NN) method was selected as the classification algorithm to identify the type of smoke. This method was chosen because it is easy to implement, non-parametric, and flexible with changing data. The MQ-7 sensor is used as the carbon monoxide (CO) detector, while the MQ-135 sensor is used to detect benzene as a feature in the classification. This research aims to help groups or individuals who are exposed to cigarette smoke in enclosed spaces such as smoking rooms, houses, or boarding houses. Based on the conducted tests, both sensors functioned well in reading ADC (Analog to Digital Converter) and PPM (Parts Per Million) values. The results showed the accuracy rate with the K-Nearest Neighbors method for $K = 3, 5, \text{ and } 7$ were 86.66%, 53.33%, and 80% respectively. The classification process in this system takes from 6.23 to 8.32 microseconds, with an average classification time of 7.4 microseconds.

Keywords: Cigarette Smoke Pollution, Arduino UNO, *K-Nearest Neighbors*

1. PENDAHULUAN

Merokok telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sosial di Indonesia, dari anak-anak, pelajar, hingga orang dewasa.

Indonesia sendiri menempati peringkat ketiga di dunia dalam jumlah perokok terbanyak. Sebanyak 28,96% masyarakat Indonesia berumur 15 tahun keatas adalah perokok. Setiap perokok rerata menghisap 9-10 batang rokok

perhari (Statistik, 2021).

Asap rokok merupakan salah satu pencemaran udara yang masih dianggap remeh oleh masyarakat Indonesia. Paparan asap rokok memiliki potensi bahaya yang tinggi bagi kesehatan manusia karena mengandung berbagai zat beracun seperti tar, nikotin, dan karbon monoksida (CO). Saat dihirup, karbon monoksida (CO) akan terbawa oleh aliran darah dan mengikat hemoglobin, mengganggu kemampuan darah untuk mengantarkan oksigen ke organ tubuh (Crofton & Simpson, 2009).

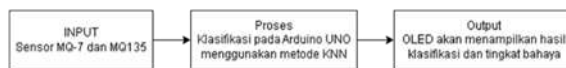
Sisa-sisa rokok yang ditinggalkan dalam ruangan akan menghasilkan zat beracun yang dapat bertahan selama periode yang panjang, bahkan sampai hingga beberapa dekade. Kadar zat beracun yang terakumulasi di ruangan semakin meningkat seiring berjalannya waktu (Dinas Kesehatan Kota Surakarta, 2021).

Peneliti akan membangun purwarupa sistem pendeteksi polusi asap rokok dengan Arduino UNO sebagai basisnya yang ditujukan untuk kelompok atau seseorang yang menghirup asap rokok pada ruangan tertutup seperti ruang merokok, rumah atau indekos. Metode K-NN digunakan sebagai klasifikasi karna memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah di implementasikan, non-parametrik, fleksibel dengan data yang berubah, efektif dengan data latih yang kecil, mengatasi masalah kelas tidak seimbang. Sensor MQ-7 digunakan sebagai sensor pendeteksi karbon monoksida (CO), yang menjadi indikator tingkat bahaya dan sensor MQ-135 sebagai sensor pendeteksi benzena yang nantinya digunakan untuk fitur pada klasifikasi. Pada penelitian ini benzena digunakan sebagai fitur klasifikasi karena benzena merupakan salah satu senyawa kimia yang umum ditemukan dari berbagai sumber asap.

2. GAMBARAN UMUM SISTEM

2.1. Diagram Blok Sistem

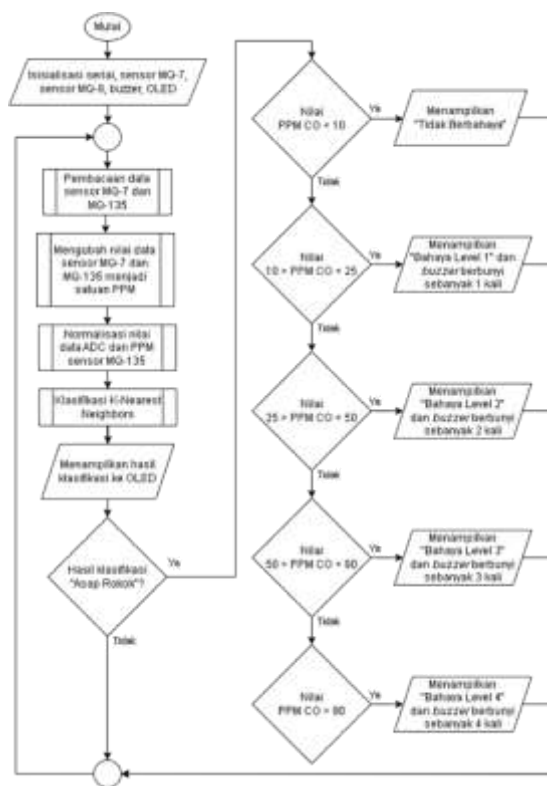
Diagram blok sistem pada Gambar 1 terdiri atas masukan dari sensor MQ-7 dan MQ-135, yang berperan dalam pembacaan karbon monoksida dan benzena. Selanjutnya nilai dari sensor MQ-135 diproses pada Arduino Uno untuk digunakan sebagai fitur pada klasifikasi jenis asap, sedangkan nilai dari sensor MQ-7 digunakan sebagai indikator tingkat bahaya polusi. Hasil klasifikasi dan indikator tingkat bahaya ditampilkan pada layar OLED.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

2.2. Diagram Alir Sistem

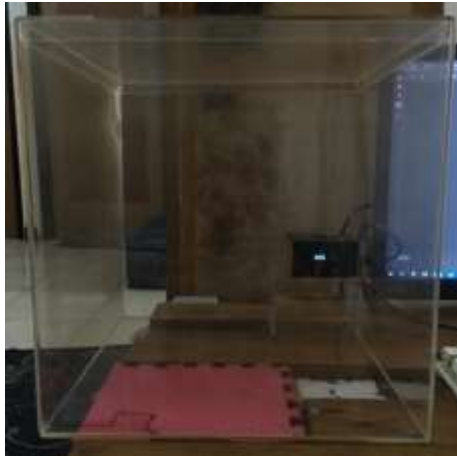
Diagram alir sistem pada Gambar 2 diawali dengan inisialisasi sistem dan dilanjutkan dengan proses perulangan yang dimulai dengan pembacaan data dari sensor, konversi nilai data menjadi PPM, normalisasi data, klasifikasi menggunakan metode K-NN, menampilkan hasil klasifikasi, dan yang terakhir pembacaan kondisi level bahaya polusi.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

2.3. Implementasi Sistem

Prototipe sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 3. Pada bagian atas terdapat dua buah sensor gas, modul OLED pada bagian depan dan Arduino Uno pada bagian alas.



Gambar 3. Implementasi Sistem

2.4. Implementasi Klasifikasi

Dalam implementasi Klasifikasi K-NN, terdapat beberapa tahapan yang harus dijalankan. Tahapan awal adalah menentukan nilai k (tetangga), kemudian dilakukan penghitungan jarak Euclidean antara data uji dengan tiap data latih menggunakan Persamaan 1. Selanjutnya dilakukan pengurutan data berdasarkan jarak dari yang terkecil hingga terbesar, dan tahapan terakhir yaitu menentukan kelas modus berdasarkan frekuensi kemunculan kelas data sebanyak k (tetangga) untuk mendapatkan kelas hasil klasifikasi data yang sedang diuji. Diagram alir dari klasifikasi K-Nearest Neighbors dapat dilihat pada Gambar 4.

$$Euclidean = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$



Gambar 4. Diagram Alir Implementasi Klasifikasi

3. HASIL PENGUJIAN

3.1. Pengujian Fungsionalitas Sensor Gas

Pengujian fungsionalitas sensor gas dilakukan sebanyak 10 kali, dengan pembagian 5 data pada kelas Asap Rokok dan Asap Obat Nyamuk. Pada Tabel 1, Tampak Layar (Baris ke-) 1 dan 2 merupakan nilai ADC dan PPM dari sensor MQ-7. Sedangkan 3 dan 4 merupakan nilai ADC dan PPM dari sensor MQ-135.

Tabel 1. Pengujian Fungsionalitas Sensor Gas

No	Jenis Asap	Visual Asap	Tampak Layar (Baris Ke-)			
			1	2	3	4
1	Asap Rokok	✓	91	1,23	117	16,51
2	Asap Rokok	✓	101	1,47	634	37,37
3	Asap Rokok	✓	112	1,65	396	62,73
4	Asap Rokok	✓	136	2,44	449	142,69
5	Asap Rokok	✓	141	2,63	457	169,79
6	Asap Obat Nyamuk	✓	90	1,22	254	4,76
7	Asap Obat Nyamuk	✓	91	1,24	281	6,18
8	Asap Obat Nyamuk	✓	96	1,24	301	12,17
9	Asap Obat Nyamuk	✓	99	1,46	321	16,66
10	Asap Obat Nyamuk	✓	117	1,67	362	36,74

3.2. Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi

Pengujian akurasi hasil klasifikasi K-Nearest Neighbors dilakukan sebanyak 15 kali, dengan pembagian 5 data pada setiap kelas. Dimana kelas 0 merupakan "Udara Bersih", kelas 1 merupakan "Asap Rokok" dan kelas 2 merupakan "Asap Obat Nyamuk". Dari 15 kali pengujian, didapatkan didapati akurasi tertinggi adalah K=3, sebesar 86.66% sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 1. Pengujian Fungsionalitas Sensor Gas

Data ke-	Kelas Asli	Hasil Klasifikasi		
		K=3	K=5	K=7
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	1	1	2	2
7	1	2	2	2
8	1	1	2	2
9	1	1	2	1
10	1	2	2	1
11	2	2	2	2
12	2	2	2	2
13	2	2	2	2
14	2	2	1	2
15	2	2	1	2
Tingkat akurasi		86,6%	53,33%	80%

Kemudian untuk menghitung precision dapat menggunakan Persamaan 2.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

Untuk perhitungan dari precision pada setiap nilai K ditunjukkan pada perhitungan berikut:

$$Precision\ Udara\ K_3 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Precision\ Udara\ K_5 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Precision\ Udara\ K_7 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Precision\ Asap\ Rokok\ K_3 = \frac{3}{3} = 1$$

$$Precision\ Asap\ Rokok\ K_5 = \frac{0}{2} = 0$$

$$Precision\ Asap\ Rokok\ K_7 = \frac{2}{2} = 1$$

$$Precision\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_3 = \frac{5}{5+2} = 0,72$$

$$Precision\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_5 = \frac{3}{3+5} = 0,38$$

$$Precision\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_7 = \frac{5}{5+3} = 0,63$$

Untuk menghitung recall dapat menggunakan Persamaan 3.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Perhitungan dari recall pada setiap nilai K ditunjukkan pada perhitungan berikut:

$$Recall\ Udara\ K_3 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Recall\ Udara\ K_5 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Recall\ Udara\ K_7 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Recall\ Asap\ Rokok\ K_3 = \frac{3}{3+2} = 0,6$$

$$Recall\ Asap\ Rokok\ K_5 = \frac{0}{5} = 0$$

$$Recall\ Asap\ Rokok\ K_7 = \frac{2}{2+3} = 0,4$$

$$Recall\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_3 = \frac{5}{5} = 1$$

$$Recall\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_5 = \frac{3}{3+2} = 0,6$$

$$Recall\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_7 = \frac{5}{5} = 1$$

Untuk menghitung F1-score dapat menggunakan Persamaan 4.

$$F1 - Score = \frac{2 \times (Precision \times Recall)}{Precision + Recall} \quad (4)$$

Perhitungan F1-score pada setiap nilai K ditunjukkan pada perhitungan berikut:

$$F1 - Score\ Udara\ Bersih\ K_3 = \frac{2 \times (1 \times 1)}{1+1} = 1$$

$$F1 - Score\ Udara\ Bersih\ K_5 = \frac{2 \times (1 \times 1)}{1+1} = 1$$

$$F1 - Score\ Udara\ Bersih\ K_7 = \frac{2 \times (1 \times 1)}{1+1} = 1$$

$$F1 - Score\ Asap\ Rokok\ K_3 = \frac{2 \times (1 \times 0,6)}{1+0,6} = 0,75$$

$$F1 - Score\ Asap\ Rokok\ K_5 = \frac{2 \times (0 \times 0)}{0+0} = 0$$

$$F1 - Score\ Asap\ Rokok\ K_7 = \frac{2 \times (1 \times 0,4)}{1+0,4} = 0,57$$

$$F1 - Score\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_3 = \frac{2 \times (0,72 \times 1)}{0,72+1} = 0,84$$

$$F1 - Score\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_5 = \frac{2 \times (0,38 \times 0,6)}{0,38+0,6} = 0,47$$

$$F1 - Score\ Asap\ Obat\ Nyamuk\ K_7 = \frac{2 \times (0,63 \times 1)}{0,63+1} = 0,77$$

3.3. Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi

Pengujian waktu komputasi dilakukan sebanyak 15 kali, dengan pembagian 5 data pada setiap kelas. Waktu komputasi klasifikasi dihitung menggunakan selisih antara waktu awal klasifikasi dan waktu akhir klasifikasi, diukur dalam satuan milisekon. Dibutuhkan 6.23 hingga 8.32 mikrosekond untuk proses pengklasifikasian pada sistem dan rerata waktu klasifikasi sebesar 7.43 mikrosekond sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 1. Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi

Data ke-	Jenis Pengujian	Waktu Komputasi (mikrosekond)
1	Udara Bersih	6,32
2	Udara Bersih	6,32
3	Udara Bersih	6,30
4	Udara Bersih	6,23
5	Udara Bersih	6,30
6	Asap Rokok	7,79
7	Asap Rokok	7,70
8	Asap Rokok	8,00
9	Asap Rokok	8,13
10	Asap Rokok	8,32
11	Asap Obat Nyamuk	7,82
12	Asap Obat Nyamuk	7,90
13	Asap Obat Nyamuk	7,99
14	Asap Obat Nyamuk	8,07
15	Asap Obat Nyamuk	8,21
Rerata Waktu Komputasi		7,43

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sesuai rumusan masalah, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Sensor MQ-7 dalam sistem berfungsi untuk

- membaca nilai PPM Karbon Monoksida dalam udara sebagai indikator tingkat bahaya polusi. Sementara itu, sensor MQ-135 berperan dalam membaca nilai ADC dan PPM Benzena dalam udara sebagai fitur untuk klasifikasi asap. Kedua sensor tersebut berfungsi dengan baik. Kedua sensor mampu mendeteksi peningkatan nilai ADC dan PPM ketika sumber asap didekatkan.
2. Dalam sistem, metode klasifikasi K-NN berfungsi untuk pengklasifikasian berdasarkan data latih yang digunakan, sehingga menghasilkan kelas "Udara Bersih", "Asap Rokok", dan "Asap Obat Nyamuk". Dalam pengujian, ditemukan tingkat akurasi tertinggi metode K-Nearest Neighbors pada sistem pendeteksi polusi asap rokok ketika nilai $K=3$, dengan tingkat akurasi mencapai 86.66%. Klasifikasi dengan nilai $K=3$ mendapatkan tingkat *F1-score* sebesar 1 pada kelas "Udara Bersih", 0.75 pada kelas "Asap Rokok", 0.84 pada kelas "Asap Obat Nyamuk". Pada $K=5$ mendapatkan tingkat *F1-score* sebesar 1 pada kelas "Udara Bersih", 0 pada kelas "Asap Rokok", 0.47 pada kelas "Asap Obat Nyamuk". Sedangkan $K=7$ mendapatkan tingkat *F1-score* sebesar 1 pada kelas "Udara Bersih", 0.57 pada kelas "Asap Rokok", 0.77 pada kelas "Asap Obat Nyamuk".
 3. Waktu komputasi pada sistem berperan dalam mengukur durasi waktu komputasi klasifikasi yang dibutuhkan oleh sistem. Waktu komputasi klasifikasi dihitung menggunakan selisih antara waktu awal klasifikasi dan waktu akhir klasifikasi, diukur dalam satuan milisekon. Setiap pengujian menghasilkan waktu komputasi yang kemudian diambil reratanya berdasarkan jumlah pengujian yang dilakukan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dibutuhkan antara 6,23 hingga 8,32 mikrosekond untuk proses pengklasifikasian pada sistem. Dengan rerata waktu klasifikasi sebesar 7,43 mikrosekond.
- Selain itu terdapat saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan lanjut dari penelitian ini yaitu:
1. Mengingat data asap rokok dengan asap lain yang diperoleh dari sensor MQ-135 cenderung berdekatan atau tidak terlalu berbeda, penelitian ini dapat mempertimbangkan untuk menambahkan sensor MQ lainnya yang dapat memberikan informasi yang lebih spesifik tentang jenis asap yang terdeteksi.
 2. Selain fitur yang digunakan dalam penelitian ini, peneliti selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan fitur tambahan yang dapat membantu membedakan asap rokok dengan jenis asap lainnya. Hal ini dapat meningkatkan akurasi dan keandalan sistem dalam mengklasifikasikan jenis asap yang terdeteksi.
 3. Menggunakan standar deviasi pada nilai fitur sehingga penelitian selanjutnya dapat menyajikan data dengan lebih terstruktur dan tertata, yang dapat memudahkan analisis dan pemahaman tentang karakteristik asap yang terdeteksi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, L., n.d. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Klasifikasi. [Online] Available at: <https://ilmudatapy.com/algoritma-k-nearest-neighbor-knn-untuk-klasifikasi/> [Diakses 21 Januari 2023].
- Crofton, J. & Simpson, D., 2009. Tembakau : ancaman global. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Dinas Kesehatan Kota Surakarta, 2021. [Online] Available at: <https://dinkes.surakarta.go.id/bahaya-dan-dampak-asap-rokok-di-dalam-rumah/> [Diakses 02 Februari 2023]
- Purnamasari, P. D., Sumbayak, E. G., Kurniawan, V. D. & Apriliyanti, R. W., 2013. CO Pollution Warning System for Indoor Parking Area Using FPGA. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES)*, 2(2), pp. 64-75.
- Statistik, B. P., 2021. Persentase Merokok Pada Penduduk Umur ≥ 15 Tahun Menurut Provinsi (Persen), 2019-2021. [Online] Available at: <https://www.bps.go.id/indicator/30/1435/1/persentase-merokok-pada-penduduk-umur-15-tahun-menurut-provinsi.html> [Diakses 26 Agustus 2022].
- Sudarman, A. A., Linawati, L. & Wirastuti, N. M. A. E. D., 2018. Sistem Deteksi Kawasan Bebas Rokok Dengan

Menggunakan SensorMQ-7 Berbasis Raspberry PI. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(2), pp. 287-291.

Utama, H. S., Nurwijayanti, N. & Mario, M., 2008. SISTEM PENDETEKSI ASAP ROKOK DI RUANG KAMPUS. *TESLA*, 10(1), pp. 41-45.