

Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Deteksi Dini Kondisi Peralatan Berdasarkan Data Sensor

Stefanny Aprilia

Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Sejarah Artikel: Diterima: Juni 2025 Revisi: Juni 2025 Diterima: Juli 2025 Dipublikasi: Juli 2025 Kata Kunci: SVM, klasifikasi, sensor industri, prediktif maintenance, data mining. *Penulis Korespondensi: steffapril12@gmail.com	Dalam dunia industri modern, sistem otomasi berbasis data semakin banyak digunakan, salah satunya untuk keperluan pemeliharaan peralatan secara prediktif. Penelitian ini membahas penerapan algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam mendeteksi kondisi peralatan (normal atau bermasalah/faulty) berdasarkan data sensor seperti suhu, tekanan, getaran, dan kelembaban. Data yang digunakan sebanyak 1.535 data yang terbagi menjadi dua kelas, yaitu 0 (normal) dan 1 (faulty). Proses dimulai dari pra- pemrosesan data, normalisasi, pemisahan data latih dan uji, hingga pelatihan model SVM menggunakan kernel RBF. Hasil evaluasi menunjukkan model SVM memiliki akurasi sebesar 97%, nilai AUC 0,978, serta f1-score untuk kelas faulty sebesar 0,87. Hasil ini menunjukkan bahwa SVM mampu melakukan klasifikasi kondisi peralatan dengan sangat baik dan cocok digunakan untuk sistem maintenance otomatis. Abstract <i>In modern industrial systems, data-driven automation is increasingly utilized, especially for predictive maintenance purposes. This research explores the application of the Support Vector Machine (SVM) algorithm to detect equipment condition (normal or faulty) based on sensor data such as temperature, pressure, vibration, and humidity. The dataset contains 1,535 entries, categorized into two classes: 0 (normal) and 1 (faulty). The process involved data preprocessing, normalization, train-test splitting, and model training using SVM with a radial basis function (RBF) kernel. Evaluation results showed that the SVM model achieved 97% accuracy, an AUC score of 0.978, and an F1-score of 0.87 for the faulty class. These results demonstrate that SVM is highly effective for equipment condition classification and suitable for implementation in automated maintenance systems.</i>

PENDAHULUAN

Dalam sistem produksi modern, pemeliharaan mesin menjadi aspek krusial yang memengaruhi efisiensi dan kontinuitas operasional. Pendekatan tradisional seperti maintenance berkala sering kali tidak efisien dan menimbulkan downtime yang tidak perlu. Oleh karena itu, sistem pemeliharaan prediktif mulai dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi otomasi dan machine learning. Dengan membaca data sensor yang dikumpulkan dari mesin secara real-time, kita bisa memprediksi apakah suatu alat mengalami gangguan atau tidak.

Support Vector Machine (SVM) merupakan salah satu algoritma machine learning yang cukup populer dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi klasifikasi industri. SVM bekerja dengan mencari hyperplane terbaik yang memisahkan dua kelas data secara optimal. Kelebihan utama SVM adalah kemampuannya menangani data berdimensi tinggi dan memberikan performa tinggi meski dengan jumlah data yang tidak terlalu besar.

Penelitian ini bertujuan menerapkan algoritma SVM pada data sensor industri untuk mengklasifikasikan kondisi alat. Tujuannya adalah membangun model deteksi dini yang dapat membantu sistem pemeliharaan bekerja lebih efektif dan mengurangi kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba di lingkungan pabrik.

LANDASAN TEORI (Optional)

Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu algoritma supervised learning yang digunakan untuk klasifikasi maupun regresi. SVM bekerja dengan mencari hyperplane terbaik yang dapat memisahkan dua kelas data secara maksimal. Vapnik (1995) menjelaskan bahwa prinsip kerja SVM adalah memaksimalkan margin antar kelas untuk meningkatkan generalisasi model.

Dalam penelitian oleh Widodo & Yang (2007), SVM telah berhasil digunakan untuk mendeteksi kondisi mesin berdasarkan sinyal getaran dan menunjukkan akurasi yang tinggi. Sementara itu, Brownlee (2022) mencatat bahwa SVM sangat cocok untuk dataset berdimensi tinggi dan mampu bekerja dengan baik meskipun jumlah data tidak terlalu besar.

Dibandingkan dengan algoritma lain seperti Decision Tree atau k-NN, SVM memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan kestabilan terhadap data yang tidak seimbang. Oleh karena itu, algoritma ini sangat relevan untuk diterapkan dalam sistem prediktif maintenance yang berbasis sensor.

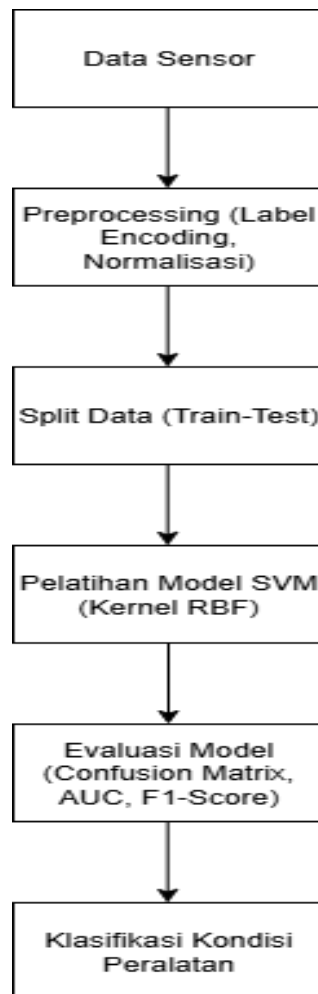
METODE PENELITIAN

Dataset yang digunakan berasal dari data simulasi kondisi peralatan industri dengan total 1.535 baris. Atribut yang digunakan meliputi temperature, pressure, vibration, humidity, equipment, location, dan label faulty (0 = normal, 1 = faulty). Proses pemodelan dimulai dari:

- Encoding fitur kategorikal (equipment, location) menggunakan LabelEncoder.
- Normalisasi fitur numerik menggunakan StandardScaler.
- Split data ke data latih (80%) dan data uji (20%) menggunakan train_test_split.
- Pelatihan model menggunakan SVM dengan kernel RBF, ditambahkan probability=True agar bisa menghitung skor AUC, dan class_weight='balanced' agar performa tetap stabil pada data yang tidak seimbang.

Evaluasi dilakukan dengan menghitung confusion matrix, classification report, nilai AUC, f1-score, dan Mean Squared Error (MSE).

Untuk memperjelas tahapan proses pemodelan, berikut adalah flowchart dari sistem tersebut:



PEMBAHASAN

Model SVM memberikan hasil yang sangat baik dengan detail sebagai berikut:

Confusion Matrix:

```
[[1347  30]
 [ 14 144]]
```

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.98	0.98	1377
1	0.83	0.91	0.87	158
accuracy			0.97	1535
macro avg	0.91	0.94	0.93	1535
weighted avg	0.97	0.97	0.97	1535

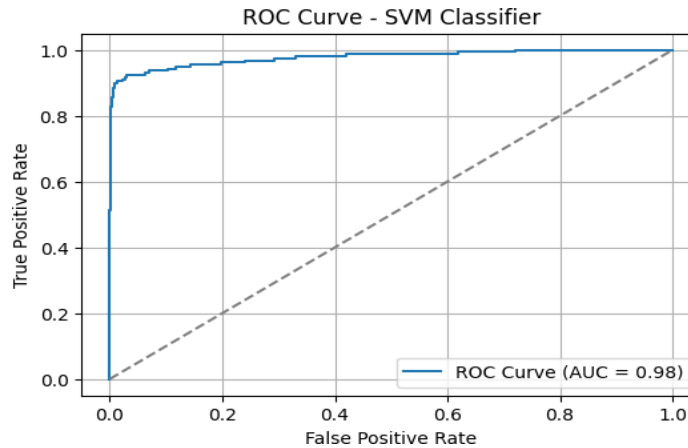
ROC AUC Score: 0.978

Mean Squared Error: 0.029

Gambar 2. Hasil Data

- Confusion Matrix: $\begin{bmatrix} 1347 & 30 \\ 14 & 144 \end{bmatrix}$
- Akurasi: 97%
- F1-score untuk kelas faulty: 0.87
- ROC AUC Score: 0.978
- Mean Squared Error: 0.029

- Cross-validation scores: [0.9752443 0.97133550.96936115 0.971968710.97718383]
- Average CV accuracy: 0.973



Gambar 3. ROC Curve

Dari hasil confusion matrix, terlihat bahwa model berhasil mengklasifikasikan 144 data yang memang bermasalah (faulty) secara tepat, dengan hanya 14 data yang salah prediksi (false negative). Hal ini sangat penting karena mendeteksi alat yang rusak lebih prioritas dibanding salah deteksi alat yang sebenarnya normal.

Skor AUC sebesar 0.978 menunjukkan bahwa model dapat memisahkan dua kelas dengan sangat baik. Nilai ini mendekati sempurna (1.0) dan menunjukkan bahwa model tidak hanya akurat, tetapi juga konsisten dalam membedakan kondisi alat.

MSE yang sangat kecil (0.029) juga menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan model sangat kecil, memperkuat kesimpulan bahwa model ini andal dan layak digunakan dalam sistem monitoring kondisi mesin industri

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa algoritma Support Vector Machine mampu digunakan sebagai alat klasifikasi kondisi peralatan berbasis data sensor. Dengan akurasi mencapai 97% dan AUC sebesar 0.978, model ini menunjukkan performa yang stabil dan sangat efektif. Penerapan model ini di industri dapat menjadi bagian dari sistem pemeliharaan berbasis prediksi (predictive maintenance), terutama jika diintegrasikan ke dalam sistem otomasi seperti SCADA atau IoT. Untuk pengembangan selanjutnya, model ini dapat diuji pada data real-time atau dikombinasikan dengan metode ensemble untuk meningkatkan ketahanan prediksi.

Daftar Pustaka

V. Vapnik, The Nature of Statistical Learning Theory, Springer, 1995.

J. Brownlee, "Support Vector Machines for Machine Learning,"
MachineLearningMastery.com, 2022. [Online]. Available:
<https://machinelearningmastery.com/support-vector-machines-for-machine-learning/>

Scikit-Learn Documentation: SVC. [Online]. Available: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.svm.SVC.html>

A. Widodo and B.-S. Yang, "Support vector machine in machine condition monitoring and fault diagnosis," Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 21, no. 6, pp. 2560-2574, 2007.