

Predictive Maintenance Pada Line Mesin Produksi DRY 8 Menggunakan Support Vector Machine (SVM)

Oleh:

Mohammad Andi Rasyid,

Tedjo Sukmono

Progam Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2024

Pendahuluan

- PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang menghasilkan produk berupa mie. Beberapa jenis produk yang dihasilkan antara lain mie kering, mie instan dan mie bihun. Untuk menjaga mutu dan kualitas produk yang dihasilkan, perusahaan telah memiliki sertifikat ISO 22000:18 untuk manajemen pangan dan terus melakukan perbaikan secara konsisten dan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam proses produksinya, perusahaan memiliki lini mesin instan, mesin kering dan mesin bihun. Dalam hal perawatan mesin, perusahaan menerapkan *preventive maintenance*, *breakdown maintenance* dan *scheduling maintenance* [1].
- Salah satu masalah utama yang dihadapi oleh perusahaan adalah terjadinya kerusakan mesin DRY 8 yang mengakibatkan *downtime* sehingga proses produksi terganggu. Dengan keterbatasan teknisi sebagai pelaksana perbaikan dan kurangnya ketersediaan suku cadang mesin, maka perusahaan perlu memastikan dapat menentukan solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan tersebut. Jumlah jam kerja yang tersedia sebanyak 22,5 jam per hari dan rata-rata jumlah kerusakan mesin sebanyak enam kali dalam sebulan akan mengurangi jam kerja rata-rata sebanyak 0,71 jam per hari yang dapat berakibat tidak tercapainya produktivitas yang ingin dicapai oleh perusahaan. Komponen mesin yang sering mengalami kerusakan seperti *gear box*, *bearing*, *as sprocket*, roda gigi dan *cutter box*. Oleh karena itu, perusahaan harus mencari alternatif terbaik yang akan membantu menyelesaikan permasalahan tersebut [2].

Pendahuluan

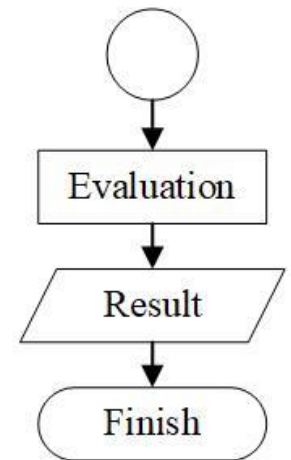
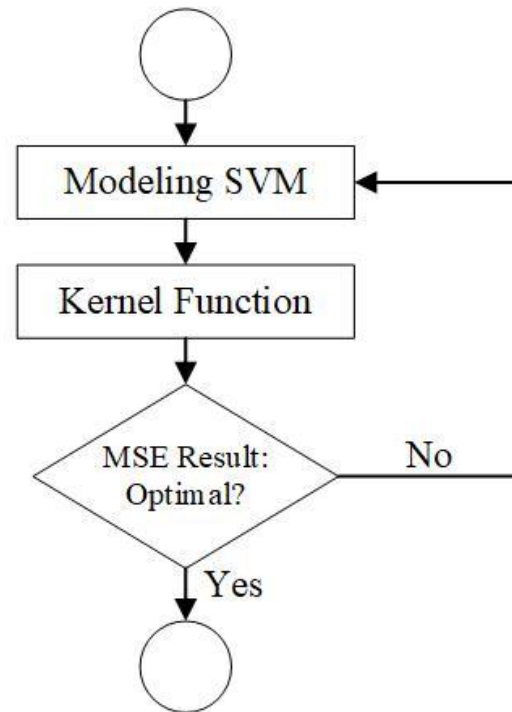
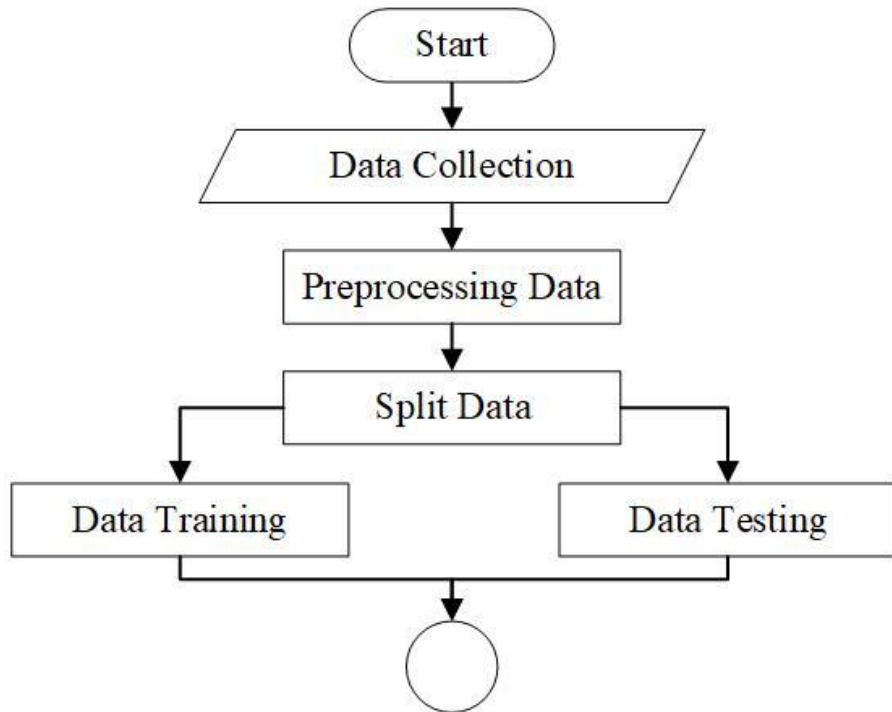
- Penelitian mengenai *predictive maintenance* dengan menggunakan metode *support vector machine (SVM)* telah dilakukan oleh Haliza yang menyatakan bahwa metode SVM mampu menghasilkan nilai akurasi yang tinggi dalam melakukan prediksi [3]. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Saputra menyatakan bahwa algoritma SVM dapat dilakukan dengan fungsi *kernel linear*, *radial basis function (RBF)*, *polynomial*, dan *sigmoid* [4]. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Wafa menyatakan bahwa penggunaan metode *radial basis function (RBF) SVM* dapat menghasilkan nilai akurasi yang tinggi pada kasus prediksi dengan nilai *mean square error (MSE)* yang optimal [5]. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Patriya metode SVM dapat menghasilkan kemampuan prediksi dengan nilai *root mean square error (RMSE)* baik pada data *training* maupun data *testing* [6].
- Berdasarkan permasalahan yang terjadi, metode *support vector machine (SVM)* dipilih sebagai alternatif terbaik untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. *Support vector machine (SVM)* dikenal dapat memberikan akurasi yang tinggi dalam memprediksi data yang potensial. Hal ini telah dibuktikan dalam banyak implementasi SVM untuk mencari solusi optimal secara global yang memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan algoritma lainnya, terutama dalam hal prediksi. Dengan adanya implementasi SVM ini diharapkan perusahaan dapat memberikan solusi dalam melakukan *predictive maintenance* dan *preventive maintenance* sehingga kedepannya akan lebih baik dalam melakukan perawatan mesin dan dapat meminimalisir kerusakan pada mesin-mesin produksi [7].

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Membuat model *support vector machine (SVM)* sebagai *predictive maintenace* yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan evaluasi perawatan mesin.
2. Mengevaluasi implementasi *SVM* dengan menganalisis nilai akurasi dan *error* dari hasil pengujian.

Metode

- Alur Penelitian



Metode

- Support Vector Machine (SVM)

Penelitian ini menggunakan algoritma *support vector machine* (SVM). Algoritma ini dapat menyelesaikan masalah prediksi atau klasifikasi dengan cara membagi kelas data dengan garis pemisah. Tujuan dari SVM digunakan sebagai perancangan metode pembelajaran lebih efisien secara komputasi guna memisahkan *hyperplane* pada ruang fitur yang memiliki dimensi tinggi. Algoritma SVM mempunyai beberapa metode kernel yang berguna untuk menggerakkan ruang fitur dengan memetakan data pelatihan secara implisit ke ruang yang memiliki dimensi tinggi. Pada penelitian ini kernel yang akan digunakan yaitu linear, radial basis function, sigmoid dan polynomial.

- Confusion Matrix

Penelitian ini menggunakan confusion matrix untuk mengevaluasi performa model data mining klasifikasi dengan memprediksi kebenaran objek. Penggunaan confusion matrix dilakukan dengan menganalisis nilai akurasi, presisi, recall dan f1-score. Parameter confusion matrix yang akan digunakan antara lain yaitu True Positive (TP) merupakan nilai aktual bernilai positif dan prediksi bernilai positif. False Positive (FP) merupakan nilai aktual bernilai negatif tetapi nilai prediksi bernilai positif. True Negative (TN) merupakan nilai aktual bernilai negatif dan nilai prediksi bernilai negatif. False Negative (FN) merupakan nilai aktual bernilai positif tetapi nilai prediksinya bernilai negative.

Hasil dan Pembahasan

- Dataset

Gambar berikut Merupakan source code import dataset pada google drive dan output pemanggilan dataset.

```
df=pd.read_csv("../content/drive/MyDrive/predictive_maintenance.csv")
```

	UDI	Product ID	Type	Air temperature [K]	Process temperature [K]	Rotational speed [rpm]	Torque [Nm]	Tool wear [min]	Target	Failure Type
0	1	M14860	M	298.1	308.6	1551	42.8	0	0	No Failure
1	2	L47181	L	298.2	308.7	1408	46.3	3	0	No Failure
2	3	L47182	L	298.1	308.5	1498	49.4	5	0	No Failure
3	4	L47183	L	298.2	308.6	1433	39.5	7	0	No Failure
4	5	L47184	L	298.2	308.7	1408	40.0	9	0	No Failure
...
9995	9996	M24855	M	298.8	308.4	1604	29.5	14	0	No Failure
9996	9997	H39410	H	298.9	308.4	1632	31.8	17	0	No Failure
9997	9998	M24857	M	299.0	308.6	1645	33.4	22	0	No Failure
9998	9999	H39412	H	299.0	308.7	1408	48.5	25	0	No Failure
9999	10000	M24859	M	299.0	308.7	1500	40.2	30	0	No Failure

10000 rows × 10 columns

Hasil dan Pembahasan

- Preprocessing Data

1. Data cleaning

Tahap data *cleaning* dilakukan dengan menghapus data yang tidak lengkap dan tidak konsisten. Gambar berikut merupakan *source code* data *cleaning*.

```
df.isnull().sum()
```

2. Data reduction

Tahap data *reduction* menghilangkan atribut yang tidak digunakan dalam proses pengujian. Atribut data yang akan dihapus adalah atribut UDI dan *Product ID*. Gambar berikut merupakan *source code* data *reduction*.

```
df = df.drop(["UDI", "Product ID"],axis=1)
```


Hasil dan Pembahasan

- Pembagian data

Tahap pembagian data merupakan proses membagi data menjadi dua jenis data, yaitu data training dan data testing. Pada penelitian ini, perbandingan pembagian data training dan testing adalah 90%:10%. Gambar berikut merupakan source code pembagian data.

```
X_train,X_test,y_train,y_test = train_test_split(X,y,test_size=0.1,random_state=13)
```

- Pemodelan Support Vector Machine

Setelah dilakukan preprocessing dan pembagian data, proses selanjutnya yaitu pembuatan model SVM dengan menggunakan library sklearn pada python. Pada tahap ini juga memanfaatkan fungsi kernel antara lain linear, radial basis function (RBF), polynomial dan sigmoid. Gambar berikut merupakan source code pemodelan SVM.

```
svm_model = SVC()  
svm_model.fit(X_train, y_train) #melatih model menggunakan data latih  
preds = svm_model.predict(X_test) #menghasilkan prediksi
```

Hasil dan Pembahasan

- Evaluasi

Pada tahap evaluasi dilakukan analisis terhadap nilai akurasi, presisi, recall, f1-score dan mean square error yang dihasilkan pada proses pengujian.

- Akurasi

Fungsi Kernel	Accuracy
Linear	99,8%
Radial Basis Function (RBF)	97,4%
Sigmoid	96,7%
Polynomial	97,3%

Berdasarkan tabel tersebut nilai akurasi tertinggi pada penggunaan fungsi kernel linear sebesar 99,8%.

- Presisi

Fungsi Kernel	Precision
Linear	83%
Radial Basis Function (RBF)	33%
Sigmoid	16%
Polynomial	16%

Berdasarkan tabel tersebut nilai presisi tertinggi pada penggunaan fungsi kernel linear sebesar 83%.

Hasil dan Pembahasan

3. Recall

Fungsi Kernel	Recall
Linear	83%
Radial Basis Function (RBF)	19%
Sigmoid	17%
Polynomial	17%

Berdasarkan tabel tersebut nilai recall tertinggi pada penggunaan fungsi kernel linear sebesar 83%.

4. F1-Score

Fungsi Kernel	F1-Score
Linear	83%
Radial Basis Function (RBF)	21%
Sigmoid	16%
Polynomial	16%

Berdasarkan tabel tersebut nilai presisi tertinggi pada penggunaan fungsi kernel linear sebesar 83%.

5. Mean Square Error

Fungsi Kernel	MSE
Linear	3,2%
Radial Basis Function (RBF)	23,5%
Sigmoid	41,6%
Polynomial	23,6%

Berdasarkan tabel tersebut nilai mean square error optimal pada penggunaan fungsi kernel linear sebesar 3,2%

Hasil dan Pembahasan

- Perhitungan Manual Nilai Akurasi

Berikut merupakan perhitungan manual nilai akurasi berdasarkan hasil *confusion matrix* dengan skenario pembagian data latih 90% dan data uji 10% dan fungsi *kernel SVM*.

Fungsi Kernel Linear

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} \\ \text{Accuracy} &= \frac{967 + 10 + 3 + 10 + 8}{967 + 10 + 3 + 10 + 8 + 2} \\ \text{Accuracy} &= \frac{998}{1000} \\ \text{Accuracy} &= 0,998 \end{aligned}$$

Fungsi Sigmoid

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} \\ \text{Accuracy} &= \frac{967}{967 + 6 + 5 + 2 + 9 + 4 + 2 + 5} \\ \text{Accuracy} &= \frac{967}{1000} \\ \text{Accuracy} &= 0,967 \end{aligned}$$

Fungsi Kernel Raadial Basis Function

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} \\ \text{Accuracy} &= \frac{973 + 1}{973 + 1 + 6 + 9 + 4 + 2 + 5} \\ \text{Accuracy} &= \frac{974}{1000} \\ \text{Accuracy} &= 0,974 \end{aligned}$$

Fungsi Kernel Polynomial

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} \\ \text{Accuracy} &= \frac{973}{973 + 7 + 9 + 4 + 2 + 5} \\ \text{Accuracy} &= \frac{973}{1000} \\ \text{Accuracy} &= 0,973 \end{aligned}$$

Manfaat Penelitian

- Penggunaan support vector machine mampu memprediksi kerusakan pada mesin, sehingga dapat mengurangi tingkat downtime.
- Penggunaan support vector machine mampu menghasilkan nilai akurasi tinggi dengan nilai error yang optimal.

Kesimpulan

- Setelah proses pemodelan dan pengujian sistem, disimpulkan bahwa support vector machine (SVM) dapat digunakan dalam prediksi pemeliharaan. Langkah pertama dalam menerapkan SVM adalah pengumpulan data. Kemudian data mentah tersebut diolah untuk menghilangkan data yang tidak konsisten atau data kosong sebelum dilakukan pengujian. Langkah selanjutnya membagi data menjadi dua kelas dengan perbandingan 90% data training dan 10% data testing. Kemudian model SVM dibuat dengan memanfaatkan fungsi kernel yaitu linear, radial basis function (RBF), sigmoid dan polynomial. Langkah terakhir pemodelan SVM dievaluasi dengan menggunakan confusion matrix berupa nilai akurasi, presisi, recall, f1-score dan mean squared error (MSE).
- Berdasarkan proses pengujian dan hasil evaluasi pemodelan SVM, didapatkan performa terbaik pada fungsi kernel linier dengan nilai akurasi 99,8%, nilai precision 83%, nilai recall 83%, nilai f1-score 83% dan nilai mean squared error 3,2%. Penggunaan fungsi kernel SVM linear mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai error yang optimal dibandingkan dengan fungsi kernel lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi metode support vector machine (SVM) dapat digunakan dalam prediksi pemeliharaan. Rekomendasi untuk menggunakan SVM fungsi kernel linear karena mampu menghasilkan performa dengan nilai akurasi terbaik dan nilai error optimal dalam prediksi pemeliharaan sebagai upaya mengurangi tingkat downtime.

Referensi

- [1] N. Khumaidah, and T. Sukmono, "Forecasting the Number of Offset Printing Machine Breakdowns Using the Support Vector Machine (SVM) Method," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.1027>.
- [2] U. Farooq, M. Ademola, and A. Shaalan, "Comparative Analysis of Machine Learning Models for Predictive Maintenance of Ball Bearing Systems," *Electronics*, vol. 13, no. 2, 2024. <https://doi.org/10.3390/electronics13020438>.
- [3] S. C. R. H. Haliza, and A. Qoiriah, "Predictive Maintenance untuk Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Support Vector Machine (SVM)," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 2, no. 3, pp. 159-168, 2021. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v2n03.p159-168>.
- [4] S. Saha, "An Empirical Comparison of Linear and Non-linear Classification Using Support Vector Machines," *Article in International Journal of Computer Sciences International Journal of Computer Sciences and Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 120–126, 2023.
- [5] H. S. Wafa, A. I. Hadiana, and F. R. Umbara "Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM)," *Informatics and Digital Expert*. vol. 4, no. 1, pp. 40-45, 2022. <https://doi.org/10.36423/index.v4i1.895>.
- [6] E. Eka Patriya, "Implementasi Support Vector Machine pada Prediksi Harga Saham Gabungan (IHSG)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 1, pp. 24–38, 2020. <http://dx.doi.org/10.35760/tr.2020.v25i1.2571>.
- [7] M. Tarik, A. Mniai, and K. Jebari, "Hybrid Feature Selection and Support Vector Machine Framework for Predicting Maintenance Failures," *Applied Computer Science*, vol. 19, no. 2, pp. 112–124, 2023. <https://doi.org/10.35784/acs-2023-18>.
- [8] I. Assagaf, A. Sukandi, A. A. Abdillah, S. Arifin, and J. L. Ga, "Machine Predictive Maintenance by Using Support Vector Machines," *Recent in Engineering Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 31–35, 2023. <https://doi.org/10.59511/riestech.v1i01.6>.

Referensi

- [9] B. F. Wiguna, H. Herlawati, A. Y. P. Yusuf, "Sentiment Analysis of On-Demand Ride-Hailing Systems using Support Vector Machine and Naïve Bayes," *Penelitian Ilmu Komputer, Sistem Embedded and Logic*, vol. 11, no. 2, pp. 401-414, 2023. <https://doi.org/10.33558/piksel.v11i2.7384>.
- [10] D. Widyawati and A. Faradibah, "Comparison Analysis of Classification Model Performance in Lung Cancer Prediction Using Decision Tree, Naive Bayes, and Support Vector Machine," *Indonesian Journal of Data and Science*, vol. 4, no. 2, pp. 80–89, 2023. <https://doi.org/10.56705/ijodas.v4i2.76>.
- [11] I. T. Julianto, D. Kurniadi, M. R. Nashrulloh, and A. Mulyani, "Comparison of Data Mining Algorithm for Forecasting Bitcoin Crypto Currency Trends," *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 3, no. 2, pp. 245–248, 2022. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.2.194>.
- [12] N. Srividhya, K. Divya, N. Sanjana, K. Krishna Kumari, and M. Rambhupal, "Diabetes Prediction Using Support Vector Machines," *International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, vol. 9, no. 10, pp. 421-426, 2023. <https://doi.org/10.36713/epra14769>.
- [13] A. Desiani, "Penerapan Metode Support Vector Machine dalam Klasifikasi Bunga Iris," *IJAI (Indonesian Journal of Applied Informatics)*, vol. 7, no. 1, pp. 12-18, 2022. <https://doi.org/10.20961/ijai.v7i1.61486>.
- [14] B. Sharma and N. K. Goel, "Streamflow Prediction Using Support Vector Regression Machine Learning Model for Tehri Dam," *Appl Water Sci*, vol. 14, no. 5, p. 99, 2024. <https://doi.org/10.1007/s13201-024-02135-0>.
- [15] U. Amelia, J. Indra, and A. F. N. Masruriyah, "Implementasi Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Prediksi Penyakit Stroke dengan Atribut Berpengaruh," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. 3, no. 2, pp. 254-259, 2022.

Referensi

- [16] N. Pratiwi and Y. Setyawan, "Analisis Akurasi dari Perbedaan Fungsi Kernel dan Cost pada Support Vector Machine Studi Kasus Klasifikasi Curah Hujan di Jakarta," *Journal of Fundamental Mathematics and Applications (JFMA)*, vol. 4, no. 2, pp. 203–212, 2021. <https://doi.org/10.14710/jfma.v4i2.11691>.
- [17] T. Meisya, P. Aulia, N. Arifin, and R. Mayasari, "Perbandingan Kernel Support Vector Machine (SVM) dalam Penerapan Analisis Sentimen Vaksinisasi Covid-19," *SEINTECH Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 139-145, 2021. <https://doi.org/10.31598>.
- [18] B. Duraisamy, R. Sunku, K. Selvaraj, M. Sanikala, and V. V. R. Pilla, "Heart Disease Prediction Using Support Vector Machine," *Multidisciplinary Science Journal*, vol. 6, pp. 1-6, 2023. doi: 10.31893/multiscience.2024ss0104.
- [19] I. Wirasati, Z. Rustam, J. E. Aurelia, S. Hartini, and G. S. Saragih, "Comparison Some of Kernel Functions with Support Vector Machines Classifier for Thalassemia Dataset," *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, vol. 10, no. 2, pp. 430-437, 2021. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2024ss0104>.
- [20] N. E. Febriyanty, M. Amin Hariyadi, C. Crysdian, and M. A. Hariyadi, "Hoax Detection News Using Naïve Bayes and Support Vector Machine Algorithm," *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 191–200, 2023. <https://doi.org/10.25008/ijadis.v4i2.1306>.
- [21] M. Awad dan R. Khanna, *Efficient Learning Machines: Theories, concepts, and applications for engineers and system designers*, Springer Nature, 2015.

Referensi

- [22] W. Dirgantara, F. Iqbal Maulana, S. Subairi, and R. Arifuddin, "The Performance of Machine Learning Model Bernoulli Naïve Bayes, Support Vector Machine, and Logistic Regression on COVID-19 in Indonesia using Sentiment Analysis," *Jurnal Ilmiah Elektronika*, vol. 23, no. 1, pp. 153-162. <https://doi.org/10.31358/techne.v23i1.446>.
- [23] A. Andryani, A. N. Salim, and T. Sutabri, "Deteksi Email Spam dan Non-Spam Berdasarkan isi Konten Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine," *Journal Syntax Idea*, vol. 6, no. 3, pp. 1-14, 2024. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i2.3052>.
- [24] D. Rizaldi, I. Ratna, I. Astutik, and M. A. Rosid, "Classification of Sentiment Analysis of Memes on Kaggle.com Using Support Vector Machine Algorithm," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 7, pp. 184-190, 2024. <https://doi.org/10.21070/pels.v7i0.1194>.
- [25] N. A'ayunnisa, Y. Salim, and H. Azis, "Analisis Performa Metode Gaussian Naïve Bayes untuk Klasifikasi Citra Tulisan Tangan Karakter Arab," *Indonesian Journal of Data and Science (IJODAS)*, vol. 3, no. 3, pp. 115–121, 2022. <https://doi.org/10.31598>.
- [26] D. Leni, M. Chamim, R. Sumiati, and Y. Rosa, "Modeling Mechanical Component Classification Using Support Vector Machine with A Radial Basis Function Kernel," *JURNAL Teknik Mesin*, vol. 16, no. 2, pp. 165–174, 2023. <https://doi.org/10.30630/jtm.16.2.1250>.

Referensi

- [27] Y. Liang, J. Wu, Q. Zeng, Y. Zhao, K. Ma, X. Zhang, Q. Yang, J. Zhang, and Y. Qi, "Rapid Identification of the Species of Bloodstain Based on Near Infrared Spectroscopy and Convolutional Neural Network-Support Vector Machine Algorithm," *J Braz Chem Soc*, vol. 35, no. 8, pp. 1-6, 2024. <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20240023>.
- [28] Y. Feng, "Support Vector Machine for Stroke Risk Prediction," *Highlights in Science, Engineering and Technology*, vol. 38, pp. 917-923, 2023. <https://doi.org/10.54097/hset.v38i.5977>.
- [29] M. Daffa, A. Fahreza, A. Luthfiarta, M. Rafid, M. Indrawan, and A. Nugraha, "Analisis Sentimen: Pengaruh Jam Kerja Terhadap Kesehatan Mental Generasi Z," *Journal of Applied Computer Science and Technology (JACOST)*, vol. 5, no. 1, pp. 2723–1453, 2024. <https://doi.org/10.52158/jacost.v5i1.715>.
- [30] B. Raharjo, *Pembelajaran Mesin (Machine Learning)*, Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, 2021.

