

Journal of Informatics and Computer Science

<https://www.jurnal.stkipppgritulungagung.ac.id/index.php/joincos>

Vol. 1 No. 2, 2024, Hal. 22-27

Diserahkan: 20-06-2024; Direvisi: 25-06-2024; Diterima: 29-06-2024

Prediksi Kerusakan Mesin Produksi Berbasis Model SVR

Wega Putra Trimulyo^{a,1}, Taufiq Agung Cahyono^{b,2}

^{a,b}Universitas Bhinneka PGRI, Jl. Mayor Sujadi No.7, Manggis, Plosokandang, Tulungagung 66229, Indonesia

¹Werata02@gmail.com*; ²Taufiqagungcahyono@gmail.com

Abstrak—Kemajuan teknologi di bidang industri dipengaruhi oleh pertumbuhan dan perkembangan teknologi informasi. Hal ini dikarenakan banyak sistem industri yang dibangun sebagai jawaban atas kesulitan-kesulitan yang dihadapi oleh industri. Di sektor industri, solusi statistik untuk memprediksi kerusakan mesin masih sangat jarang ditemukan. Banyak sektor yang membutuhkan dan belum mengadopsi sistem prediksi untuk mengurangi biaya, masalah dalam penelitian ini adalah seberapa baik pendekatan Support Vector Regression (SVR) dalam memprediksi kerusakan mesin berdasarkan uraian latar belakang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model prediksi kerusakan mesin produksi dengan menggunakan metode Support Vector Regression (SVR), dengan menggunakan library bahasa komputer Python, data variabel tersebut dapat diperiksa menggunakan Support Vector Regression (SVR) setelah variabel Time To Repair dan Time Between Failure diperoleh. 3021 menit adalah hasil prediksi untuk nilai uji 40 dalam uji regresi linier. Tabel sampel data, di mana nilai Time To Repair sebesar 40 seharusnya memiliki Time Between Failure sebesar 3011 dan nilai r^2 sistem prediksi sebesar -0.12. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengumpulkan data waktu nyata dari mesin industri melalui penggunaan teknologi sensor dan Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan perkiraan yang lebih cepat.

Kata Kunci : Python; Regresi Linier; Support Vector Regression (SVR); Time Between Failure; Time To Repair.

1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya dunia teknologi dan informasi juga mempengaruhi pertumbuhan dan kemajuan teknologi di bidang industri, Di mana banyaknya sistem yang di kembangkan sebagai respon untuk masalah-masalah yang terjadi pada dunia industri, terutama dalam sistem pengelolaan asset suatu industri. Sistem yang bersifat statistik dalam memprediksi kerusakan mesin masih sangat jarang di temui dalam dunia industri. Di mana banyak sekali industri yang membutuhkan dan belum menerapkan sistem prediksi untuk menekan biaya pengeluaran. Mesin produksi sangat penting untuk di lakukan prediksi kerusakan, karena bersifat krusial dalam lingkup dunia industri dan manufaktur. Mesin produksi adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam suatu industri karena memainkan peran sentral dalam segala proses produksi pada suatu industri dan setiap kegagalan yang terjadi pada mesin produksi dapat memiliki dampak yang sangat serius terhadap aspek-aspek seperti produktivitas, efisiensi, biaya dari produksi dan keselamatan kerja. Dengan bertambahnya usia mesin selama proses produksi, mesin akan mengalami penurunan performa yang seiring waktu semakin signifikan, di mana

secara tidak langsung seiring waktu akan membuat mesin produksi terjadi kegagalan dan mengalami kerusakan. Hal ini juga mempengaruhi mesin ketika sudah di perbaiki, namun performa mesin tidak akan se optimal sebelum terjadinya kerusakan mesin secara fatal. Oleh karena itu sangat penting dalam melakukan prediksi kerusakan mesin sebelum terjadinya kerusakan yang dapat memberikan dampak secara signifikan. Sejumlah penelitian telah mengusulkan metode C4.5 untuk memprediksi kerusakan mesin. Penelitian yang terdahulu menggunakan model C4.5 sebagai metode untuk melakukan peramalan terhadap breakdown mesin ATM. Dalam penelitian tersebut metode C4.5 memiliki hasil peramalan yang di harapkan, di mana metode tersebut dapat mendahului kegagalan yang terjadi pada mesin ATM berdasarkan tingkat kerusakan dan dapat mengoptimalkan kinerja mesin dengan meminimalkan kesalahan, serta dapat di jadikan keputusan ketika terjadi kegagalan pada mesin ATM [1]. Penelitian selanjutnya menggunakan model based dan hybrid, Dimana model tersebut melakukan pendekatan yang berfokus pada data historis untuk membuat prediksi data-driven sedangkan model based nya menggunakan model algoritma Autoregressive Moving Average (ARMA) maupun sensor fisik dari mesin yang diprediksi. Autoregressive Moving Average (ARMA) merupakan model time series yang di gunakan untuk memperkirakan waktu blockage dan starvation untuk memprediksi bottleneck [2]. Pendekatan hybrid tersebut, memungkinkan untuk melakukan peningkatan akurasi prediksi. Penelitian selanjutnya yang menggunakan metode dan algoritma Random Forest untuk memprediksi kerusakan mesin industri. Model algoritma Random Forest di gunakan untuk memprediksi berdasarkan sejumlah besar Keputusan yang nantinya untuk menemukan simpul akar dan membaginya secara acak untuk menghasilkan prediksi yang akurat. Pada penelitian ini juga membandingkan model algoritma Decision Tree [3]. Sedangkan data yang di gunakan oleh peneliti untuk di jadikan parameter prediksi adalah data sensor getaran pada mesin. Sedangkan dalam penelitiannya untuk memprediksi umur bearing dari mesin menggunakan metode dan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN), dimana metode dari model tersebut menggunakan kuadrat terkecil untuk dijadikan sebagai parameter Weibull dari data eksperimen bearing. Data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah data bearing yang nantinya di bagi menjadi 3 data set untuk menghitung peluang terjadinya suatu kegagalan pada mesin [4].

Penelitian selanjutnya dalam memprediksi kerusakan mesin yang berputar, penelitian tersebut menggunakan algoritma Fast Fourier Transform (FFT), Dimana algoritma tersebut mengubah sinyal dari domain waktu ke dalam domain frekuensi. Pada penelitian ini untuk mendeteksi kegagalan mesin atau memprediksi kapan terjadinya kerusakan di lakukan dengan cara, membandingkan nilai frekwensi dengan nilai amplitudo untuk menentukan jenis kegagalan yang terjadi pada mesin yang berputar [5]. Yang berupa ke tidak seimbangan komponen mesin, ketidak sejajaran komponen mesin, serta kesalahan yang terjadi akibat bantalan mesin. Sedangkan penelitian selanjutnya melakukan pengujian dengan menggunakan banyak sekali algoritma untuk menentukan model terbaik dalam memprediksi kerusakan industri kereta api. Algoritma yang di gunakan antara lain adalah algoritma Random Forest(RF), Naïve Bayes Generative Model, Logistic Regression, Decision Tree, Gradient Boosted Trees, Longshort term Memory dan Recurrent neural Network(RNN). Data yang di gunakan sebagai pelatihan model merupakan data yang berasal dari sensor yang berada pada seluruh peralatan dan mesin kereta api. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi algoritma dari Machine Learning dan Data Mining lebih efektif dalam memprediksi kegagalan mesin serta merencanakan Preventive Maintenance [6].

Namun demikian metode-metode tersebut belum cocok untuk melakukan prediksi dengan data yang sangat minimum, serta data yang hanya memiliki beberapa variabel untuk dijadikan sebagai bahan acuan atau parameter dalam melakukan prediksi. Metode-metode tersebut juga tidak bisa melakukan prediksi dengan menggeneralisasi data latih ke dalam data uji, Metode tersebut juga tidak mendukung kernelization, yang memungkinkan model untuk mengolah data yang tidak linier serta menangani masalah klasifikasi pada data yang lebih rumit dan kompleks.

Penelitian ini mengusulkan metode Support Vector Regression (SVR) sebagai metode untuk memprediksi kerusakan mesin produksi pada salah satu Perusahaan produksi, karena metode SVR dapat menangani data yang tidak linier, serta dapat menangani hubungan data yang kompleks antara variabel yang dapat mempengaruhi kinerja mesin, dengan menggunakan kernel untuk menangani hubungan data yang kompleks tanpa menggunakan variabel parameter dari sensor mesin.

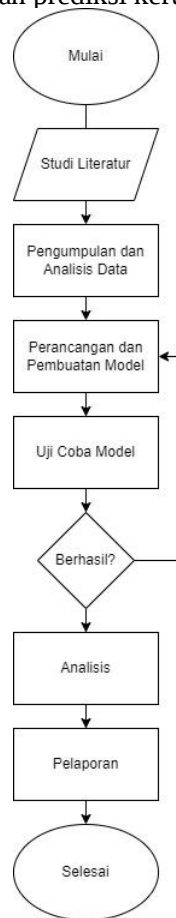
2. Metode penelitian

2.1. Support Vector Regression

Support Vector Regression (SVR) adalah metode yang di gunakan untuk estimasi fungsi dalam sebuah konteks regresi[5]. SVR merupakan salah satu dari percabangan serta varian dari metode Machine Learning yaitu Suport Vector Machine (SVM) yang kususny di gunakan untuk kasus regresi, di mana tujuan dari metode SVR adalah untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berfokus pada masalah bernilai kontinu. Support Vector Regression (SVR) memanfaatkan konsep-konsep dasar yang dimiliki oleh metode Support Vector Machine(SVM) untuk melakukan estimasi fungsi dari regresi. Pada dasarnya metode SVR mencari Hyperplane atau yang biasa disebut bidang linier, yang memiliki deviasi maksimum dari titik-titik data yang biasa dinamakan dengan vector. Hyperplane sendiri memiliki tujuan yang berfokus pada meminimalkan kesalahan fungsi prediksi, maupun deviasi. Dengan demikian metode SVR memiliki tujuan utama untuk mengembangkan model regresi dengan memastikan titik data pelatihan berada pada batas toleransi kesalahan. Menjaga Integritas dan Spesifikasi.

2.2. Tahap Penelitian

Berikut adalah work flow dari penelitian prediksi kerusakan mesin:



Gmb. 1. Diagram Workflow Penelitian

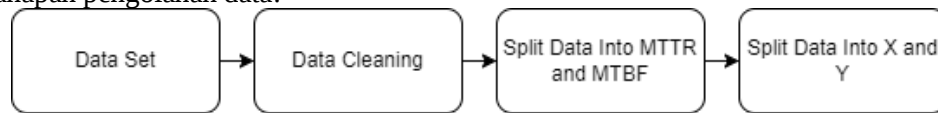
2.3. Studi Literatur

Penelitian ini memiliki tahap studi dengan cara mencari dan menganalisis informasi yang berkaitan dengan prediksi kerusakan mesin terutama berfokus pada model yang di gunakan yaitu Suport Vector Regression (SVR).

2.4. Pengumpulan dan Analisis Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan metode studi dokumen yang terkait dengan data Riwayat kerusakan mesin atau di sebut dengan data Work_Order. Data yang di gunakan tersebut meliputi deskripsi asset, jenis kegagalan mesin, waktu mulainya di lakukan perbaikan serta waktu terjadinya kerusakan dan berapa lama estimasi waktu perbaikan. Sebelum di lakukanya proses Pembangunan model serta pengujian data, ada beberapa tahapan pengolahan data sebelum data siap

pakai, untuk meminimalisir kegagalan serta lompatan pola data yang tidak beratur. Gambar 2 adalah beberapa tahapan pengolahan data:



Gmb. 2. Diagram Proses Data

2.5. Uji Coba Sample

Proses uji coba model yang telah di kembangkan di lakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa efisien model algoritma Support Vector Regression (SVR) dalam memprediksi kerusakan mesin. Model machine learning memberikan akurasi dari proses pelatihan yang nantinya akan di bagi menjadi data testing dan data training. Pada dasarnya metode dari model yang di gunakan dapat di katakana berhasil jika nilai dari variabel data testing dan training tidak memiliki selisih pola yang sangat jauh. Metode R2 Score di gunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi hasil dari suatu model algoritma prediksi. Evaluasi di lakukan dengan cara membandingkan variabel hasil prediksi model yang telah dibuat dengan variabel perhitungan matematis. Model prediktif akan menampilkan di menit beberapa kerusakan mesin akan terjadi, berdasarkan data yang telah di analisis sebelumnya

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemrosesan Data

Dalam pengujian model SVR menggunakan bahasa pemrograman python tentu membutuhkan library untuk memudahkan dalam proses pengujian regresi linier. Dimana library di atas memiliki fungsi sebagai berikut :

```

In [2]: import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
# from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.model_selection import train_test_split
  
```

Gmb. 3. Library

Dibawah ini adalah penjelasan dari kode fungsi yang dijelaskan, Secara keseluruhan, kode ini digunakan untuk melakukan analisis prediktif menggunakan Support Vector Regression (SVR). Setelah memanggil library, file csv dari data sampel di masukkan ke dalam source code di mana file csv tersebut di upload pada laman jupyter karena di sini proses pengujian dan coding menggunakan laman yang di sediakan jupyter. Gambar 4 adalah perintah untuk memanggil file csv ke dalam source code pengujian:

```

df = pd.read_csv('work_type1.csv', delimiter=';')

df1 = df[['TimeBetweenFailure', 'TimeToRepair']]
  
```

Gmb. 4. Perintah Memanggil File Csv ke dalam Source code pengujian

3.2. Variabel X serta Y

Berdasarkan penjelasan tentang regresi linier pada kajian teori menyebutkan bahwa terdapat dua variabel yaitu variabel x dan variabel y, di mana variabel x adalah variabel independen dan variabel y adalah variabel dependen, dengan demikian data variabel Time Between Failure dan Time To Repaire harus di pisahkan dan di tentukan variabel y dan x. Gambar 5 adalah source code untuk menentukan variabel x dan variabel y pada pengujian ini:

```

X = df1[['TimeToRepair']]
y = df1[['TimeBetweenFailure']]
  
```

Gmb. 5. Source Code Untuk Menentukan Variabel X Dan Variabel Y

3.3. Data Training serta Data Test

Pada tahapan ini sampel data akan di bagi menjadi dua yaitu data training dan data test, data training berfungsi untuk melatih model regresi linier sedangkan data tes berfungsi untuk menguji kinerja model pada data yang belum pernah di uji sebelumnya. Berikut adalah source code untuk membagi data set menjadi dua bagian yaitu sebagai data pelatihan dan data pengujian:

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, y, test_size=0.2, random_state=41)
```

Gmb. 6. Data Training dan Data Testing

Berdasarkan source code di atas `train_test_split` merupakan data set yang akan di bagi, dengan `test_size=0.2` yang berarti bahwa 20% dari data akan di masukkan dalam set pengujian (testing), sedangkan 80% lainnya akan dialokasikan sebagai data pelatihan. Sedangkan `random_state=41` berfungsi untuk menginisialisasi generator pengacak angka.

3.4. Model Support Vector Regression (SVR) dan R-squared score

```
# membuat model svm dan melatihnya
model = SVR(kernel='linear')
model.fit(X_train, y_train)

# membuat prediksi
y_pred = model.predict(X_test)
```

Gmb. 7. Model Support Vector Regression (SVM)

Berikut adalah penjelasan source code yang ada pada Model Support Vector Regression (SVR) dan R-squared score di bawah ini:

1. Membuat Model Objek SVR. Membuat objek model yang merupakan instance dari kelas SVR dengan kernel linear.
2. Melatih Model. Menggunakan metode `fit()` dari objek model untuk melatih model dengan data training (`X_train, y_train`).
3. Membuat Prediksi. Menggunakan metode `predict()` dari objek model untuk membuat prediksi menggunakan data testing (`X_test`). Hasil prediksi disimpan dalam variabel `y_pred`, yang akan berisi nilai prediksi untuk setiap sampel dalam `X_test`.
4. R-squared score

```
r2 = r2_score(y_test, y_pred)
print(f'R-squared score: {r2:.2f}')
```

Gmb. 8. R-Squared Score

Kode `r2 = r2_score(y_test, y_pred)` digunakan untuk menghitung nilai R-squared score (koefisien determinasi) antara nilai target yang sebenarnya (`y_test`) dan nilai prediksi (`y_pred`) yang dihasilkan oleh model.

3.5. Input Data Baru

Pengujian dilakukan dengan menguji data baru untuk melihat selisih antara model yang telah di latih dengan hasil pengujian dari data baru. Berikut adalah nilai data yang di gunakan:

```
new_data = {
    'TimeToRepair': [40]}
}
```

Gmb. 9. Input Data Baru

Dengan melakukan pengujian pada nilai dari data baru, menggunakan metode Support Vector Regression di atas, memiliki hasil prediksi sebagai berikut:

```
new_df = pd.DataFrame(new_data)
predicted_time_to_repair = model.predict(new_df)
print('Prediksi Kerusakan Mesin di Menit:', predicted_time_to_repair)
```

R-squared score: -0.12

Prediksi Kerusakan Mesin di Menit: [3021.]

Gmb. 10. Hasil Prediksi Metode Support Vector Regression

Variabel Time Between Failure dan Time To Repair di pilih sebagai variabel dependen dan independen karena ingin memahami apakah waktu perbaikan sebelumnya dapat memprediksi kapan waktu terjadinya kerusakan. Pembagian data menjadi data latih dan data uji penting untuk memvalidasi kinerja model. Data latih digunakan untuk melatih model, sementara data uji digunakan untuk menguji seberapa baik model tersebut melakukan prediksi. Setelah mendapatkan variabel Time To Repair dan Time Between Failure, data variabel tersebut dapat diuji dalam Support Vector Regression (SVR) dengan menggunakan library pada Bahasa pemrograman python. Pada pengujian regresi linier tersebut menggunakan nilai uji 40 di mana nilai tersebut memiliki hasil prediksi 3021 menit. Hasil tersebut memiliki selisih 10 menit dari tabel sampel data, di mana time to repair yang bernilai 40 seharusnya memiliki Time Between Failure sebesar 3011, dengan hasil r2 score dari sistem prediksi sebesar - 0.12. Berdasarkan hasil tersebut dapat di simpulkan bahwa Predictive Maintenance dengan metode Support Vector Regression (SVR) sederhana menggunakan data pengujian berdasarkan data histori dari kerusakan asset memiliki hasil koefisiensi yang cukup baik.

4. Kesimpulan

Pada sistem prediksi kerusakan mesin yang telah dibuat diperoleh hasil koefisiensi dengan menggunakan r2 score dari sistem prediksi sebesar - 0.12. Keluaran dari sistem prediksi predictive maintenance pada mesin produksi menunjukkan bahwa ada beberapa kondisi dimana hasil prediksi sesuai dengan data aktual dan tidak sesuai. Kondisi ini dapat disebabkan beberapa faktor antara lain, jumlah data yang kurang cukup luas, terlalu banyak data rusak dan data mines pada model sehingga menyebabkan underfitting atau overfitting. Melalui hasil prediksi yang ada, setidaknya para user dapat mengira-ngira kapan harus dilakukan perencanaan jadwal pencegahan pemeliharaan agar mesin tidak mengalami breakdown. Biaya pemeliharaan mesin produksi dapat ditekan seminimal mungkin dan proses produksi tidak terhambat.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Jurnal JOINCOS atas dedikasi dan waktu yang telah diluangkan untuk membuat template ini.

Referensi

- [1] Davari, N., Veloso, B., Costa, G. de A., Pereira, P. M., Ribeiro, R. P., & Gama, J. (2021). A survey on data-driven predictive maintenance for the railway industry. *Sensors*, 21(17), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s21175739>
- [2] Lee, J., Ni, J., Singh, J., Jiang, B., Azamfar, M., & Feng, J. (2020). Intelligent Maintenance Systems and Predictive Manufacturing. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 142(11). <https://doi.org/10.1115/1.4047856>
- [3] P, K. (2021). Machine Learning Approach to Predictive Maintenance in Manufacturing Industry - A Comparative Study. *Journal of Soft Computing Paradigm*, 2(4), 246–255. <https://doi.org/10.36548/jscp.2020.4.006>
- [4] Romanssini, M., de Aguirre, P. C. C., Compassi-Severo, L., & Girardi, A. G. (2023). A Review on Vibration Monitoring Techniques for Predictive Maintenance of Rotating Machinery. *Eng*, 4(3), 1797–1817. <https://doi.org/10.3390/eng4030102>
- [5] Smola, A. J., & Schölkopf, B. (2004). A tutorial on support vector regression. *Statistics and Computing*, 14(3), 199–222. <https://doi.org/10.1023/B:STCO.0000035301.49549.88>
- [6] Unaijah, U., & Darwis, S. (2022). Prediksi Sisa Umur Bearing Menggunakan Distribusi Weibull. *Jurnal Riset Statistika*, 73–81. <https://doi.org/10.29313/jrs.vi.909>