

DETEKSI KEBOCORAN PIPA MENGGUNAKAN METODE MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS (MFCC) DAN MACHINE LEARNING (STUDI KASUS: SKALA LABORATORIUM DAN WORKSHOP)

Deskripsi

Kebocoran pada pipa penyalur memiliki kemungkinan besar akan terjadi karena pengaruh dari berbagai faktor baik internal di dalam pipa maupun eksternal seperti suhu dan kelembapan lingkungan di tempat pipa penyalur. Kebocoran pada pipa penyalur gas memiliki dampak yang cukup besar seperti muncul percikan api atau hingga ledakan. Oleh karena itu diperlukan adanya deteksi kebocoran sejak dini guna meminimalisir berbagai kerugian yang ditimbulkan. Dalam praktiknya, untuk memonitoring dan mendeteksi kebocoran pipa dilakukan dengan bantuan sensor Acoustic Emission (AE). Sinyal audio yang ditangkap oleh sensor AE akan diekstraksi menggunakan metode MFCC dan dimodelkan dengan machine learning. Data kebocoran pipa terbagi berdasarkan dataset single sensor dan multi sensor yang diklasifikasi menggunakan model SVM dan KNN. Metode validasi pemodelan menggunakan 5-fold cross validation dengan seleksi 5 fitur terbaik berdasarkan algoritma MRMR. Pada setiap kondisi (leak dan no leak) diambil 80% sebagai data training dan 20% sebagai data testing. Sebagai evaluasi, pengukuran performansi dilakukan dengan 5 metode evaluasi performansi. Hasil menunjukkan bahwa berdasarkan nilai performansi, model menunjukkan posisi microphone terbaik adalah microphone 1 dan 3. Penurunan persentase performansi kedua model terjadi pada skala laboratorium ke skala workshop dengan rentang persentase 2% sampai 8% karena adanya perbedaan kebisingan. Perbandingan penggunaan dataset single sensor dan multi sensor juga dilakukan pada kedua skala dimana pada penggunaan dataset multi sensor menunjukkan penurunan mencapai lebih dari 6% pada nilai performansi kedua model dibandingkan penggunaan dataset single sensor.

Rumusan Masalah

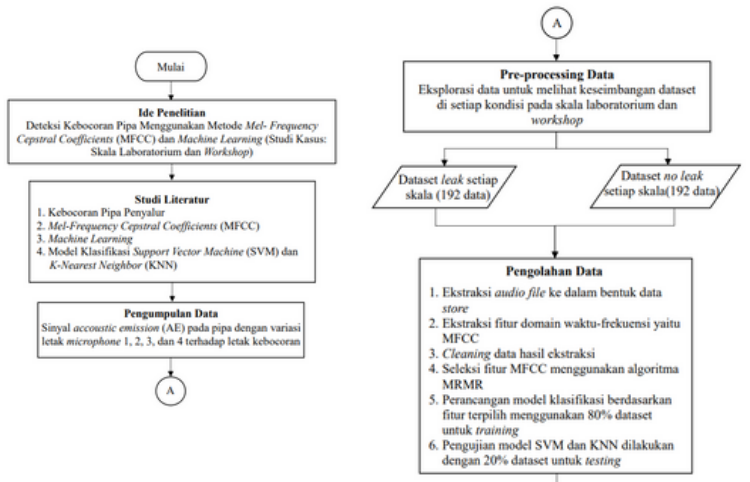
Bagaimana hasil performansi model untuk deteksi kebocoran pipa pada skala laboratorium dan workshop menggunakan metode MFCC dan machine learning?

Dataset Multi Sensor

Model	Klasifier	Laboratorium		Workshop		
		Performansi	Nilai rata-rata	Performansi	Nilai rata-rata	
SVM	OSVM	Accuracy	96,89%	OSVM	Accuracy	92,17%
		F ₁ -score	95,87%	OSVM	F ₁ -score	92,17%
KNN	OKNN	Accuracy	97,21%	OKNN	Accuracy	90,20%
		F ₁ -score	95,87%		F ₁ -score	89,05%

Model	Klasifier	Workshop		Laboratorium		
		Performansi	Nilai rata-rata	Performansi	Nilai rata-rata	
SVM	LSVM	Accuracy	91,84%	LSVM	Accuracy	96,73%
		F ₁ -score	90,95%		F ₁ -score	95,87%
KNN	MKNN	Accuracy	91,34%	MKNN	Accuracy	95,10%
		F ₁ -score	89,77%		F ₁ -score	94,65%

Metode Penelitian



Perbandingan Dataset Multi vs Single Sensor

Model	Klasifier	Single Sensor		Multi Sensor		
		Performansi	Nilai rata-rata	Performansi	Nilai rata-rata	
SVM	OSVM	Accuracy	99,34%	OSVM	Accuracy	92,17%
		F ₁ -score	98,70%		F ₁ -score	89,55%
KNN	OKNN	Accuracy	99,34%	OKNN	Accuracy	90,91%
		F ₁ -score	100,00%		F ₁ -score	88,85%

Model	Klasifier	Single Sensor		Multi Sensor		
		Performansi	Nilai rata-rata	Performansi	Nilai rata-rata	
SVM	OSVM	Accuracy	100,00%	OSVM	Accuracy	96,89%
		F ₁ -score	100,00%		F ₁ -score	95,87%
KNN	OKNN	Accuracy	100,00%	OKNN	Accuracy	97,21%
		F ₁ -score	100,00%		F ₁ -score	95,87%

Kesimpulan

- Pada skala laboratorium berdasarkan nilai performansi yang dihasilkan menggunakan dua tipe dataset dengan metode MFCC dan machine learning, model SVM dan KNN memiliki nilai performansi yang tinggi yaitu antara 81,11% sampai 100% sehingga diindikasikan mampu mengklasifikasikan kondisi (leak dan no leak) dengan optimal untuk deteksi kebocoran pada pipa.
- Pada skala workshop berdasarkan nilai performansi yang dihasilkan menggunakan dua tipe dataset dengan metode MFCC dan machine learning, model SVM dan KNN memiliki nilai performansi yang lebih rendah daripada skala laboratorium dengan rentang persentase 89,45% sampai 98,70% namun model diindikasikan masih optimal dalam mengklasifikasikan kondisi (leak dan no leak) untuk deteksi kebocoran pada pipa.

Analisa dan Hasil

Model	Microphone	Klasifier	Laboratorium	
			Performansi	Nilai rata-rata
SVM	1	OSVM (17,32 s)	Accuracy	100,00%
			F ₁ -score	100,00%
KNN	1	OKNN (89,21 s)	Accuracy	100,00%
			F ₁ -score	100,00%

Model	Microphone	Klasifier	Workshop	
			Performansi	Nilai rata-rata
SVM	1	OSVM (69,83 s)	Accuracy	99,34%
			F ₁ -score	98,70%
KNN	1	OKNN (73,96 s)	Accuracy	99,34%
			F ₁ -score	98,70%

Dataset Single Sensor

Workshop				Laboratorium			
Mic	Klasifier	Performansi	Nilai	Mic	Klasifier	Performansi	Nilai
1	OSVM	Accuracy	99,34%	1	OSVM	Accuracy	100,00%
		F ₁ -Score	98,70%			F ₁ -Score	100,00%
1	OKNN	Accuracy	99,34%	1	OKNN	Accuracy	100,00%
		F ₁ -Score	98,70%			F ₁ -Score	100,00%

Laboratorium				Workshop			
Mic	Klasifier	Performansi	Nilai	Mic	Klasifier	Performansi	Nilai
1	OSVM	Accuracy	100,00%	1	OSVM	Accuracy	99,34%
		F ₁ -Score	100,00%			F ₁ -Score	98,70%
1	OKNN	Accuracy	100,00%	1	OKNN	Accuracy	99,34%
		F ₁ -Score	100,00%			F ₁ -Score	98,70%

