SEMINAR NASIONAL HASIL
PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT 2026
UNIVERSITAS LAMPUNG

# SISTEM PENDETEKSI KEGAGALAN PADA MOTOR LISTRIK INDUSTRI

## Berbasis SCADA untuk Efisiensi Energi Menggunakan Data-Driven System Identification

Ir. Anisa Ulya Darajat, S.T., M.T.[1] • Umi Murdika, S.T., M.T.[1] • Herlinawati, S.T., M.T.[1] • Ir. Yetti Yuniati, S.T., M.T.[1]
Ir. Titin Yulianti, S.T., M.Eng.[2] • Fadli Hamdani, S.T., M.T.[1]
[1] Program Studi Teknik Elektro, Universitas Lampung [2] Program Studi Teknik Informatika, Universitas Lampung
anisa.ulya@eng.unila.ac.id

## 1 LATAR BELAKANG & TUJUAN

### Latar Belakang

Kegagalan gearbox pada motor listrik industri dapat mengganggu proses produksi, meningkatkan konsumsi energi, dan berpotensi menimbulkan kerusakan lanjutan. Pemantauan *real-time* berbasis SCADA diperlukan untuk mendeteksi kegagalan secara dini.

### Masalah

- Kerusakan gearbox sering terlambat terdeteksi.
- Model diagnosis konvensional kurang efektif pada variasi kecepatan dan beban.
- Diperlukan sistem ringan yang terintegrasi dengan SCADA untuk perangkat industri.

### Tujuan

Mengembangkan sistem pendeteksi kegagalan gearbox berbasis 6-channel 1D-CNN terintegrasi SCADA untuk efisiensi energi dan implementasi edge-AI pada industri.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Akuisisi Sinyal Getaran 6 Kanal → Segmentasi Jendela Data (N = 256, 512, 1024, 2048) → Normalisasi Skor-Z per Kanal → 1D-CNN (4 Tahap + GAP) → Klasifikasi 6 Kondisi

### Dataset & Kelas

- 18 berkas dataset multi-kecepatan (1000, 2000, 3000 RPM)
- 6 kelas kerusakan: Health, Miss Teeth, Pitting, Crack, Break, Wear
- Sinyal getaran 6 saluran (motor X, Y, Z dan gearbox X, Y, Z)

### Parameter Model

- Arsitektur: 6-channel 1D-CNN (4 tahap konvolusi + GAP)
- Ukuran model: 697,11 KB
- Latensi inferensi: 1,504 ms/jendela
- Flow: Sequential 1-by-1 sample streaming (online real-time)
- Implementasi pada perangkat tertanam dan terintegrasi SCADA

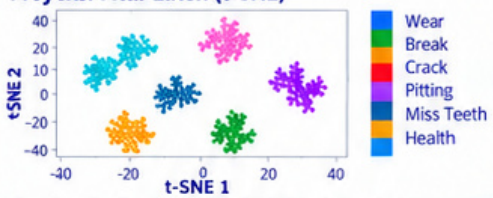
## 3 ARSITEKTUR 6-CHANNEL 1D-CNN




## 4 HASIL PENELITIAN

| 82,87% | 0,8314 | 697,11 KB | 1,504 ms | 88,89% – 92,87% | 1024 sampel (1,024 detik) |
|---|---|---|---|---|---|
| Akurasi Stream Keseluruhan | Macro F1-Score | Ukuran Model | Latensi Inferensi per Jendela | Akurasi Steady-State | Ukuran Jendela Optimal |

### Proyeksi Fitur Laten (t-SNE)

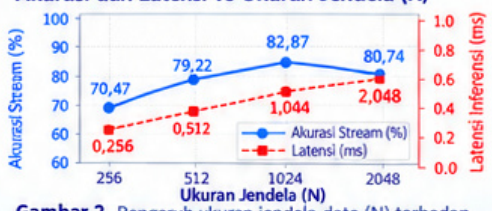



**Gambar 1.** Proyeksi 2D t-SNE fitur laten dari lapisan Global Average Pooling (GAP).

### Analisis Pengaruh Ukuran Jendela Data (N)

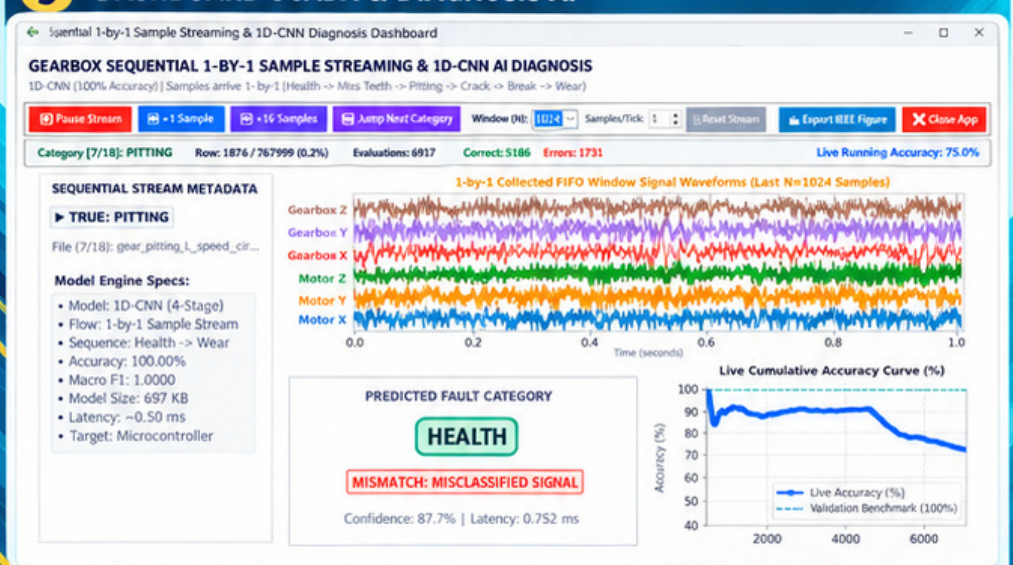
| Window (N) | Time Span (s) | Overall Stream Acc (%) | Steady-State Acc (%) |
|---|---|---|---|
| 256 | 0,256 | 70,47 | 71,76 |
| 512 | 0,512 | 79,22 | 82,16 |
| **1024** | **1,024** | **82,87** | **88,89** |
| 2048 | 2,048 | 80,74 | 92,87 |

### Akurasi dan Latensi vs Ukuran Jendela (N)




**Gambar 2.** Pengaruh ukuran jendela data (N) terhadap akurasi stream dan latensi inferensi.

## 5 DASHBOARD SCADA & DIAGNOSIS AI




## 6 KESIMPULAN

- Model 6-channel 1D-CNN mampu mengenali enam kondisi gearbox dengan akurasi stream keseluruhan 82,87%, Macro F1-Score 0,8314, ukuran model 697,11 KB, dan latensi 1,504 ms per jendela 1.024 sampel (1,024 detik).
- Jendela data 1.024 sampel memberikan keseimbangan terbaik antara akurasi steady-state (88,89%) dan latensi inferensi.
- Model berpotensi diintegrasikan dengan SCADA untuk pemantauan real-time dan mendukung efisiensi energi, dengan implementasi pada perangkat tertanam untuk aplikasi industri.

## 7 UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Universitas Lampung melalui Skema Penelitian Dasar, berdasarkan Kontrak Nomor 475/UN26.21/PN/2026.

## 8 REFERENSI

[1] H. Ahmad, W. Cheng, J. Xing, W. Wang, S. Du, L. Li, R. Zhang, X. Chen, and J. Lu, "Deep learning-based fault diagnosis of planetary gearbox: A systematic review," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 77, pp. 730–745, 2024.
[2] Z. Kong, B. Tang, L. Deng, W. Liu, and Y. Han, "Condition monitoring of wind turbines based on spatio-temporal fusion of SCADA data by convolutional neural networks and gated recurrent units," *Renewable Energy*, vol. 146, pp. 760–768, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.07.033.
[3] X. Ma, K. Zhai, N. Luo, Y. Zhao, and G. Wang, "Gearbox Fault Diagnosis Under Noise and Variable Operating Conditions Using Multiscale Depthwise Separable Convolution and Bidirectional Gated Recurrent Unit with a Squeeze-and-Excitation Attention Mechanism," *Sensors*, vol. 25, no. 16, p. 2978, 2025, doi: 10.3390/s25102978.
[4] R. B. Randall, *Vibration-Based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2011.
[5] Y. Lei, B. Yang, X. Hu, F. Jia, and A. K. Nandi, "Applications of machine learning to machine fault diagnosis: A review and roadmap," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 138, p. 106587, 2020.
[6] S. Li, G. Liu, X. Tang, and J. Zheng, "Edge-AI-enabled smart sensor for real-time machinery fault diagnosis," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 18, no. 5, pp. 3310–3320, 2022.