

Perancangan Sistem Pendeteksi Ketidakseimbangan Motor PMSM Berbasis Sinyal Akustik Dengan Model Transformer

Nama Mahasiswa : Ahcmad Altur Situmeang
NIM : 04221006
Dosen Pembimbing Utama : Thorikul Huda, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Pendamping : Happy Aprillia, S.ST., M.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Industri yang menggunakan *Permanent Magnet Synchronous Motors* (PMSM) memerlukan metode diagnosis dini terhadap ketidakseimbangan rotor untuk mencegah kerusakan mekanis lanjutan. Penelitian ini merancang sistem diagnosis ketidakseimbangan rotor PMSM berbasis sinyal akustik dengan memanfaatkan ekstraksi fitur *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) yang diproses melalui model regresi berbasis arsitektur Transformer dengan mekanisme *self-attention*. Hyperparameter model dioptimasi menggunakan Bayesian Optimization melalui Optuna, dan performa dievaluasi dengan empat metrik sekaligus, yaitu MAPE, MAE, MSE, dan RMSE, pada dua skenario pengujian: *Unseen Speed* dan *Unseen Label*. Hasil pengujian menunjukkan model mencapai akurasi tinggi pada data latih dan uji dengan MAPE di bawah 5%, namun mengalami degradasi performa signifikan pada validasi eksternal akibat pergeseran domain (*domain shift*), dengan MAPE meningkat hingga sekitar 14%. Analisis visual deret waktu mengungkap fenomena *overshoot* dan *undershoot* pada titik transisi ekstrem, yang dipengaruhi oleh derau mekanis frekuensi tinggi pada sinyal akustik serta kondisi ruang uji yang tidak dilaksanakan dalam *anechoic chamber*, sehingga sinyal yang terekam berpotensi bercampur pantulan suara dan kebisingan lingkungan. Dibandingkan dengan model *Recurrent Neural Network*, Transformer terbukti unggul pada kondisi distribusi data yang sejalan dengan data latih. Penelitian ini merekomendasikan augmentasi data dan pengujian pada lingkungan akustik terisolasi untuk meningkatkan ketahanan model terhadap derau dan pergeseran domain pada implementasi nyata.

Kata kunci: PMSM, ketidakseimbangan rotor, sinyal akustik, MFCC, Transformer, regresi

INSTITUT TEKNOLOGI
KALIMANTAN