

## PERANCANGAN SOFT SENSOR MENGGUNAKAN LONG-SHORT TERM MEMORY UNTUK PREDIKSI KANDUNGAN OKSIGEN PADA GAS BUANG BOILER DI UNIT PENGOLAHAN MINYAK BUMI

M. Zaky Firdaus

20/463282/TK/51274

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 21 Agustus 2024  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

### INTISARI

Kandungan oksigen dalam gas buang boiler merupakan salah satu parameter penting untuk meningkatkan efisiensi pembakaran. *Zirconia oxygen analyzer* sering digunakan untuk mengukur kandungan oksigen dalam gas buang, meskipun praktis, alat ini memiliki kelemahan seperti rentan terhadap kerusakan, biaya perawatan yang tinggi, dan masa pakai yang singkat. Sebagai alternatif, *soft sensor* berbasis pembelajaran mendalam, seperti *Long-Short Term Memory* (LSTM), dapat memprediksi kandungan oksigen dalam gas buang boiler. *Soft sensor* dapat digunakan sebagai pencadangan perangkat pengukuran saat *Oxygen Analyzer* tidak tersedia untuk sementara waktu ketika pemeliharaan perangkat. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan *soft sensor* berbasis LSTM untuk memprediksi kandungan oksigen dalam gas buang boiler.

Prediksi kandungan oksigen pada gas buang dengan *soft sensor* berbasis LSTM dilakukan dengan memvariasikan beberapa hyperparameter seperti jumlah *nodes* dari setiap lapisan LSTM, jumlah *epoch*, nilai *learning rate*, dan menggunakan *Adam* sebagai pengoptimalisasi. Tujuan dari memvariasikan hyperparameter ini adalah untuk mengembangkan model terbaik untuk memprediksi kadar oksigen dalam gas buang. Setelah dilakukan pengujian, model terbaik dapat menghasilkan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,0153 dan *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,0006. Hasil ini menunjukkan bahwa *soft sensor* berbasis LSTM dapat memprediksi kadar oksigen dengan akurat.

**Kata kunci:** kandungan oksigen, *Long-Short Term Memory*, boiler, *oxygen analyzer*

Pembimbing Utama : Ir. Nazrul Effendy, S.T, M.T., Ph.D., IPM.

Pembimbing Pendamping : Ir. Agus Arif, M.T.



**SOFT SENSOR DESIGN USING LONG-SHORT TERM MEMORY FOR  
OXYGEN CONTENT PREDICTION IN BOILER FLUE GAS IN  
PETROLEUM PROCESSING UNITS**

M. Zaky Firdaus

20/463282/TK/51274

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 21 August, 2024  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

**ABSTRACT**

Oxygen content in boiler flue gas is one of the critical parameters for improving combustion efficiency. Zirconia oxygen analyzers are often used to measure the oxygen content in flue gas, although they are practical, they have disadvantages such as susceptibility to damage, high maintenance costs, and short service life. Alternatively, deep learning-based soft sensors, such as Long-Short Term Memory (LSTM), can predict the oxygen content in the boiler flue gas. Soft sensors can be used as a backup measurement device when the Oxygen Analyzer is temporarily unavailable during device maintenance. Therefore, this research will use LSTM-based soft sensors to predict the oxygen content in boiler flue gas.

Prediction of oxygen content in flue gas with an LSTM-based soft sensor is made by varying several hyperparameters such as the number of nodes of each LSTM layer, number of epochs, learning rate value, and using Adam as an optimizer. The purpose of varying these hyperparameters is to develop the best model for predicting oxygen levels in exhaust gas. After testing, the best model can produce a Mean Absolute Error (MAE) value of 0.0153 and a Mean Squared Error (MSE) of 0.0006. These results show that the LSTM-based soft sensor can predict oxygen levels accurately.

**Keywords:** oxygen content, Long-Short Term Memory, *boiler*, oxygen analyzer

Supervisor : Ir. Nazrul Effendy, S.T, M.T., Ph.D., IPM.

Co-supervisor : Ir. Agus Arif, M.T.

