

## PERANCANGAN MODEL DETEKSI ANOMALI PADA UNIT KOMPRESI *SYNTHESIS LOOP* PABRIK AMONIA MENGUNAKAN *LONG SHORT-TERM MEMORY AUTOENCODER*

Muhammad Tanzilul Alif Rahman Hariadi

20/456120/TK/50250

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 25 September 2024  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

### INTISARI

Penurunan produksi di pabrik amonia akibat *shutdown* pabrik yang tidak direncanakan, salah satunya disebabkan oleh kegagalan pada *rotating equipment* dengan persentase sebesar 34,5%. Sebesar 26% dari kegagalan tersebut terjadi di unit kompresi *synthesis loop*. Unit ini terdiri dari kompresor sentrifugal yang digerakkan oleh turbin uap untuk mengirimkan *syngas* dari *purifier* menuju konverter guna proses reaksi pembentukan amonia. Peristiwa *shutdown* pabrik dapat terjadi secara tiba-tiba setelah alarm muncul. Hal tersebut menandakan bahwa kondisi proses pembentukan amonia berada di luar nilai batas aman, sedangkan pada nilai aman bisa saja terjadi anomali. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan pada variabel proses yang saling berkaitan pada unit tersebut sehingga anomali dapat dideteksi sebelum munculnya sebuah alarm.

Metode pemantauan yang dirancang adalah deteksi anomali berbasis *deep learning* menggunakan arsitektur *Long Short-Term Memory (LSTM) Autoencoder* dengan 16 variasi model berdasarkan *hyperparameter* berupa ukuran *batch* dan jumlah *epoch*. Objek yang diukur adalah kecepatan *shaft* antara turbin dan kompresor serta laju alir massa uap masukan turbin. *Dataset* yang digunakan merupakan data historis pembacaan sensor dari kedua variabel tersebut di pabrik amonia P2B Pupuk Sriwidjaja Palembang dari 13 Mei 2018 2018 pukul 23:31 hingga 17 Mei 2018 2018 pukul 04:00 dengan proporsi data latih sebesar 80% dan data uji 20%.

Model *LSTM Autoencoder* berhasil dirancang untuk mendeteksi anomali pada kecepatan *shaft* turbin dan kompresor serta laju alir massa uap masukan turbin. Berdasarkan hasil evaluasi model pada proses pengujian data, model dengan variasi terbaik memiliki nilai akurasi sebesar 96,75%, presisi sebesar 86,51%, *recall* sebesar 91,6%, dan *f1-score* sebesar 88,98%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model telah mampu mendeteksi anomali sesuai dengan tuntutan perancangan.

**Kata kunci:** Pabrik Amonia, Unit Kompresi *Synthesis Loop*, Deteksi Anomali, *Long Short-Term Memory Autoencoder*

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

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



***DESIGN OF ANOMALY DETECTION MODEL  
FOR COMPRESSION UNIT SYNTHESIS LOOP OF AMMONIA PLANT  
USING LONG SHORT-TERM MEMORY AUTOENCODER***

Muhammad Tanzilul Alif Rahman Hariadi

20/456120/TK/50250

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *September 25, 2024*  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

**ABSTRACT**

The decline in production at the ammonia plant due to unplanned plant shutdowns, one of which was caused by failures in rotating equipment with a percentage of 34.5%. As much as 26% of these failures occurred in the synthesis loop compression unit. This unit consists of a centrifugal compressor driven by a steam turbine to send syngas from the purifier to the converter for the ammonia formation reaction process. The plant shutdown event can occur suddenly after an alarm appears. This indicates that the condition of the ammonia formation process is outside the safe limit value, while at the safe value an anomaly can occur. Therefore, it is necessary to monitor the interrelated process variables in the unit so that anomalies can be detected before an alarm appears.

The monitoring method designed is deep learning-based anomaly detection using the Long Short-Term Memory (LSTM) Autoencoder architecture with 16 model variations based on hyperparameters in the form of batch size and number of epochs. The objects measured are the shaft speed between the turbine and the compressor and the mass flow rate of the turbine input steam. The dataset used is historical data of sensor readings from both variables at the P2B Pupuk Sriwidjaja Palembang ammonia plant from May 13, 2018 2018 at 23:31 to May 17, 2018 2018 at 04:00 with a proportion of training data of 80% and test data of 20%.

The LSTM Autoencoder model was successfully designed to detect anomalies in the turbine and compressor shaft speeds and the turbine input steam mass flow rate. Based on the results of the model evaluation in the data testing process, the model with the best variation has an accuracy value of 96.75%, a precision of 86.51%, a recall of 91.6%, and an f1-score of 88.98%. These values indicate that the model has been able to detect anomalies according to design demands.

**Keywords:** Ammonia Plant, Synthesis Loop Compression Unit, Anomaly Detection, Long Short-Term Memory Autoencoder

Supervisor : Ir. Nazrul Effendy, S. T., M. Eng., Ph.D., IPM  
Co-supervisor : Ir. Agus Arif, M.T.

