

# IMPLEMENTASI METODE *FUZZY MULTIPHASE MARKOV CHAIN* PADA PROGRAM VERIFIKASI *SAFETY INTEGRITY LEVEL* BERBASIS SCILAB

oleh

Herdian Raditya  
12/330308/TK/39484

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 29 Juni 2016  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

## INTISARI

Dalam menerapkan prinsip keselamatan, beberapa industri dilengkapi dengan sistem keselamatan berbasis instrumentasi (SIS). Keandalan suatu sistem instrumentasi berbasis keselamatan (*Safety Instrumented System* (SIS)) dalam menjalankan fungsi keselamatan disebut dengan *safety integrity level* (SIL). Tingkat keandalan SIS diverifikasi secara periodik untuk memastikan bahwa SIS masih memenuhi target SIL yang sudah ditentukan. Permasalahan muncul ketika data kegagalan yang tersedia tidak pasti sehingga menyebabkan ketidaktepatan hasil verifikasi SIL. Pada penelitian ini, diimplementasikan metode *fuzzy multiphase Markov chain* pada suatu program verifikasi SIL berbasis Scilab dengan melibatkan analisis ketidakpastian data kegagalan.

Ketidakpastian dimodelkan dengan menggunakan probabilitas *fuzzy* sehingga dihasilkan rentang  $PFD_{avg}$  sebagai variabel penentu SIL. Proses verifikasi SIL dilakukan terhadap 3 data SIS meliputi sistem kompresor udara, sistem *furnace* dan sistem pemisahan  $CO_2$ . Proses verifikasi SIL terhadap sistem *furnace* dan sistem pemisahan  $CO_2$  menghasilkan rentang  $PFD_{avg}$  pada 1 daerah SIL saja, sedangkan proses verifikasi SIL terhadap sistem kompresor udara menghasilkan rentang  $PFD_{avg}$  pada 2 daerah SIL berbeda. Dengan menggunakan metode *alphacuts*, diperoleh rentang  $PFD_{avg}$  baru pada 1 daerah SIL saja dengan tingkat keandalan tertentu. Pemodelan *fuzzy* dilakukan dengan fungsi *membership* Triangular dan fungsi *membership* Gaussian disertai dengan analisis hasil verifikasi SIL keduanya.

**Kata kunci:** keselamatan, SIS, SIL, *fuzzy*, *fuzzy number*, *multiphase Markov chain*, verifikasi, ketidakpastian.

Pembimbing Utama: Dr.-Ing Awang N.I. Wardana

Pembimbing Pendamping: Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

# IMPLEMENTATION OF FUZZY MULTIPHASE MARKOV CHAIN ON SAFETY INTEGRITY LEVEL VERIFICATION PROGRAM BASED ON SCILAB

by

Herdian Raditya  
12/330308/TK/39484

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on June 29, 2016  
in partial fulfillment of the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

## ABSTRACT

In applying safety principle, some industries are equipped with safety instrumented system (SIS). The performance of SIS in applying safety functions are called (*safety integrity level (SIL)*). SIS need to be checked periodically to ensure that they have required the SIL targets that have been determined. Problems arise when the failure data of SIS is uncertain. Uncertain failure data can affect any imprecision result during SIL verification process. Fuzzy multiphase Markov chain is used to handle the problem of imprecision in assesing the performance of safety instrumented system (SIS).

Uncertainty is analyzed by using fuzzy probability, resulting interval of  $PFD_{avg}$  that is used to determine SIL. SIL verification process is carried out on 3 safety system includes air compressor, furnace and CO<sub>2</sub> separation system. Verification process of furnace and CO<sub>2</sub> separation system give results in the form of  $PFD_{avg}$  interval that is located only in one region of SIL, while the verification process of air compressor gives result in the form of  $PFD_{avg}$  interval that is located in two different regions of SIL. To handle this problem, alphacuts method is used to provide a new  $PFD_{avg}$  interval that only located in one region of SIL. Fuzzy modelling is done with Triangular and Gaussian membership functions and their SIL verification results are compared to be analyzed.

**Keywords:** safety, SIS, SIL, fuzzy, multiphase Markov chain, verification, uncertainty.

Supervisor: Dr.-Ing Awang N.I. Wardana

Co-supervisor: Ir. Kutut Suryoprato, M.T., M.Sc.