

Studi Implementasi *Alarm Management System* pada Kolom Distilasi dengan Menggunakan *Distributed Control System*

¹ Atindriyo K. Pamososuryo & ² Hafid S.N. Muzwar

Engineering Physics, Faculty of Industrial Technology;

Bandung Institute of Technology; Jl. Ganesha 10, Bandung, 40132, Indonesia

Email: ¹atindriyo.kusumo@students.itb.ac.id; ²hafid.sidqi@students.itb.ac.id

Abstrak

Di dalam penelitian ini dihasilkan sebuah simulasi terjadinya *alarm flooding* beserta implementasi *Alarm management system* di dalam suatu *plant* petrokimia dengan menggunakan DCS. *Plant* yang digunakan adalah kolom distilasi. Dinamika kolom distilasi cukup kompleks dan berpotensi menimbulkan banyak alarm. Untuk menunjukkan fenomena tersebut, pada penelitian ini disimulasikan sistem kolom distilasi deetanizer dan depropanizer beserta kondisi yang memicu *alarm flooding*. Selanjutnya, diimplementasikan *alarm management system* untuk meredam *alarm flooding* yang muncul pada kedua kolom tersebut.

Peredaman jumlah alarm dilakukan dengan pertama-tama menentukan prioritas alarm. Setelah itu dilakukan penonaktifan alarm-alarm yang dinilai kurang efektif berdasarkan prioritas tersebut. Pada akhirnya alarm yang muncul benar-benar alarm dengan pesan bahaya tanpa tertutup oleh alarm yang sifatnya tidak berpotensi bahaya. Simulasi dengan MATLAB juga dilakukan untuk memvisualisasikan *alarm floody* dan terminasi dari variabel proses karena fenomena tersebut.

Kata Kunci: *alarm flooding, Alarm management system, DCS, kolom distilasi, MATLAB.*

Abstract

In this study, an alarm flooding simulation and the implementation of alarm management system for petrochemical plant was developed on a Distributed Control System. The plant was a pair of distillation columns. The dynamics on these columns were serve and prone to alarm flooding. Accordingly, an alarm management system was developed to reduce the number of alarms.

The alarm reduction was implemented by determining alarm priority. Based on these priorities, non essential alarm were eliminated. The reduction was iterated until the most significant alarms were determined. A Matlab simulation was also used to visualize the alarm flooding and the termination of proces based on the phenomena.

Keyword: *alarm flooding, alarm management system, DCS, distillation column, MATLAB*

1 Pendahuluan

Industri proses membutuhkan sistem keamanan yang baik demi melindungi segenap pekerja yang terlibat di dalam pabrik serta mencegah kerugian secara ekonomis dari suatu kecelakaan yang mungkin dapat terjadi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan sensor-sensor pada setiap komponen di pabrik untuk dapat mengendalikan variabel proses tertentu: tekanan, kecepatan aliran fluida, kedalaman fluida, dan temperatur. Dengan adanya sensor-sensor tersebut, nilai variabel proses yang lebih dari atau kurang dari standar normal dapat diketahui dan dihubungkan dengan piranti yang dinamakan alarm.

Alarm dari seluruh pabrik dapat dihubungkan dengan satu sistem pengontrolan yang dinamakan *Distributed Control System* (DCS). Dengan DCS alarm dapat dengan mudah dipantau dan dikendalikan.

Kemudahan yang ditawarkan DCS dalam memantau alarm, menyebabkan semakin banyaknya data alarm yang dapat diakuisisi ke dalam basis data DCS. Terlepas dari kemudahan tersebut, timbullah masalah karena terlampau banyak alarm yang muncul dalam rentang waktu tertentu. Masalah ini dinamakan *alarm flooding*. *Alarm flooding* dapat menyebabkan kecelakaan kerja mengingat semakin mudahnya alarm yang memiliki konsekuensi besar untuk terabaikan oleh operator [1].

Salah satu kasus kecelakaan akibat *alarm flooding* adalah kasus Three Mile Island di Amerika Serikat pada tahun 1979 yang disebabkan oleh *operator overload* dengan kerugian mencapai US\$ 1 Miliar. Adapun alarm yang muncul pada saat peristiwa terjadi kurang lebih 100 alarm [5]. Hal serupa juga pernah terjadi pada Milford Haven Refinery di Inggris pada tahun 1994 dengan kerugian mencapai GBP 48 juta dan 26 orang luka-luka. Jumlah alarm yang muncul pada kecelakaan tersebut mencapai 275 kali dalam 10 menit [4].

Solusi dari *alarm flooding* adalah *Alarm Management System* (AMS) atau sistem manajemen alarm. Misi dari AMS adalah memangkas jumlah alarm yang muncul dengan mengurangi faktor-faktor penyebab kemunculan alarm, contohnya mengurangi kemunculan *nuisance alarm* (alarm yang berulang-ulang) dan menetapkan alarm dengan prioritas tertentu. Pemangkasan ini tentunya dengan tetap mempertahankan fungsi alarm untuk mencegah kecelakaan di dalam industri proses.

Penelitian ini, secara khusus, mensimulasikan *alarm flooding* yang terjadi dalam kolom distilasi deethanizer dan depropanizer. Setelah simulasi *alarm flooding* dilakukan, pencegahan dengan AMS diimplementasikan. Penelitian ini memanfaatkan parameter-parameter fisis sistem kolom distilasi dalam penelitian [2].

2 Alarm

Alarm merupakan sebuah indikator yang digunakan secara audio dan/atau visual untuk menginformasikan kepada operator bahwa terdapat proses yang bekerja di luar fungsi normal atau telah melewati batas aman tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil kunci dari efektifnya respon operator terhadap peralatan yang berjalan secara tidak normal sangat tergantung dari kecepatan dan akurasi operator membaca indikator alarm yang membutuhkan tindakan secepatnya.

2.1 Alarm Flooding

Alarm flooding ('banjir' alarm) merupakan salah satu fenomena dalam operasi alarm di mana angka kemunculan alarm sangat banyak dibandingkan dengan kapabilitas operator untuk mengatasinya dalam rentang waktu tertentu. Tabel 1 berikut memperlihatkan jumlah alarm yang dinilai aman menurut ISA 18.2 [1].

Tabel 1 Batas jumlah alarm menurut ISA 18.2

Jumlah Alarm yang Dapat Diterima	Jumlah Alarm Terbanyak yang Dapat Diatur
150 alarm/hari	300 alarm/hari
6 alarm/jam	12 alarm/jam
1 alarm/10 menit	2 alarm/10 menit

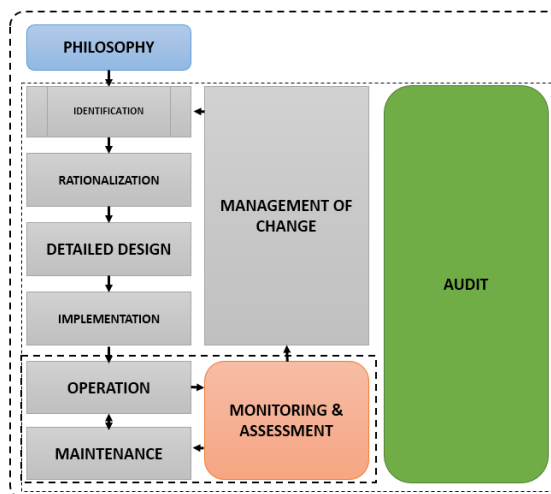
2.2 Alarm Management System

Alarm flooding dapat diatasi dengan suatu metode yang sistematis yang sering disebut dengan *alarm management system*. *Alarm management*, menurut ISA 18.2, didefinisikan sebagai: “the processes and practices for determining, documenting, designing, operating, monitoring, and maintaining alarm systems.” Tabel 2 menunjukkan standar-standar internasional yang digunakan dalam kaitannya dengan *alarm management system*. Adapun di dalam penelitian ini hanya standar ISA 18.2 saja yang digunakan sebagai acuan.

Tabel 2 Standar internasional *alarm management system*

NO.	Standar	Konten
1	API 1167	<i>Alarm management system</i>
2	EEMUA Publication no. 191:1999	<i>Alarms Systems; A Guide to Design, Management and Procurement.</i>
3	ISA 18.2	<i>Management of Alarm Systems for the Process Industries</i>

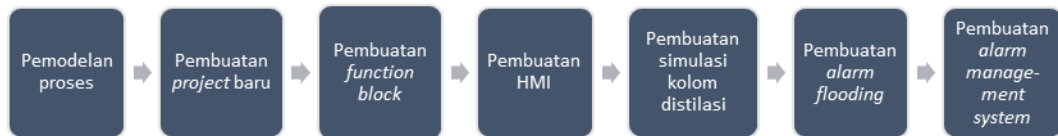
Alarm management lifecycle (AMLC) atau siklus manajemen alarm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, merupakan sebuah rangkaian kegiatan yang dilaksanakan demi mendapatkan *alarm management system* yang terbaik untuk sebuah sistem alarm, terutama untuk mencegah munculnya fenomena *alarm flooding*. Siklus ini dibuat berdasarkan standar ISA 18.2.



Gambar 1 Alarm management lifecycle

3 Pembangunan Simulator

Pembangunan simulasi dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 2 di bawah ini. Di dalam penelitian ini, hanya tahap pembuatan *alarm flooding* dan *alarm management system* saja yang dijelaskan. Adapun tahap pemodelan proses hingga pembuatan simulasi kolom distilasi telah dilakukan di dalam penelitian sebelumnya [3].

Gambar 2 Diagram alir pembangunan simulasi *alarm management system*

3.1 Kondisi Awal

Kondisi awal merupakan kondisi awal kolom distilasi pada saat umpan tengah mengalir dengan laju sesuai data pabrik petrokimia [2]. Pada penelitian ini digunakan nilai laju aliran umpan kolom distilasi seperti pada Tabel 3 dan nilai fraksi mol komponen ringan kolom distilasi seperti pada Tabel 4.

Tabel 3 Nilai laju aliran umpan pada deethanizer dan depropanizer saat kondisi awal

Deethanizer	Lokasi	Laju Aliran Umpan (mol/detik)	Depropanizer	Lokasi	Laju Aliran Umpan (mol/detik)
	Umpan ke-1	90,5		Umpan ke-1	240,167
	Umpan ke-2	316,167		Umpan ke-2	199,167
	Umpan ke-3	132,667			

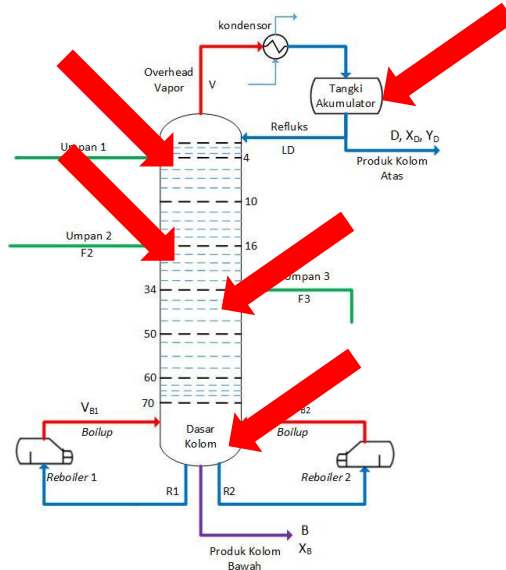
Tabel 4 Nilai fraksi mol komponen ringan pada deethanizer dan depropanizer saat kondisi awal

Deethanizer	Lokasi	Fraksi mol komponen ringan (mol%)	Depropanizer	Lokasi	Fraksi mol komponen ringan (mol%)
	Akumulator	0.976		Akumulator	0.999
	Umpan ke-1	0.934		Umpan ke-1	0.719
	Umpan ke-2	0.766		Umpan ke-2	0.606
	Umpan ke-3	0.514		Bawah kolom	0.595
	Bawah kolom	0.01			

3.2 Pembuatan Alarm Flooding

Gangguan yang diberikan saat simulasi masing-masing kolom distilasi berupa sinyal step pada umpan sebesar 1%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pada kondisi awal yang dinamakan “skenario ke-1”, nilai-nilai parameter alarm didefinisikan kepada masing-masing subsistem kolom distilasi yaitu tangki akumulator, naman umpan, dan bagian dasar kolom. Untuk masing-masing subsistem kolom distilasi, terdapat tiga variabel proses yang diamati: keadaan *hold up*, perubahan *hold up*, dan keadaan fraksi mol.

Pada Gambar 3, ditunjukkan lokasi-lokasi pemasangan alarm pada sebuah kolom distilasi pada skenario ke-1. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan kondisi *hold up* dan fraksi mol komponen ringan pada depropanizer saat gangguan diberikan. Dalam skenario ini, baik deethanizer maupun depropanizer akan menghasilkan *alarm flooding* yang mempunyai total jumlah kemunculan alarm seperti pada Tabel 3.



Gambar 3 Lokasi pemasangan alarm pada skenario ke-1



Gambar 4 Kondisi *hold up* pada depropanizer saat gangguan diberikan



Gambar 5 Kondisi fraksi mol komponen ringan pada depropanizer saat gangguan diberikan

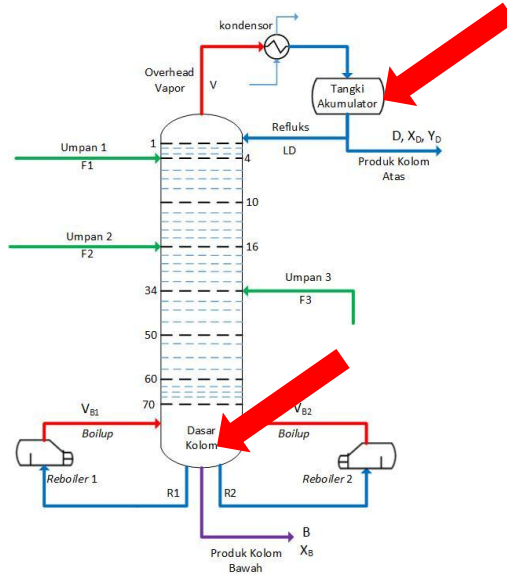
Tabel 5 Jumlah alarm pada skenario *alarm flooding* (skenario ke-1)

Persentase Gangguan (%)	Jumlah Alarm yang Muncul
0	0
1	13
5	1
10	0
15	2
20	90
TOTAL	106

3.3 Pembuatan *Alarm Management System*

Alarm management system menggunakan susunan prioritas pada alarm. Dengan prioritas, variabel proses yang benar-benar penting dan berpotensi untuk menjadi bahaya dapat dipilih. Setelah itu, variabel proses yang lain dapat direduksi atau dikurangi. Pengurangan alarm dilakukan melalui dua skenario yang dinamakan “skenario ke-2” dan “skenario ke-3”.

Pada penelitian ini, gangguan diberikan pada umpan. Pada kolom distilasi, apabila gangguan diberikan pada umpan, maka dampaknya dapat berakumulasi pada nampam-nampam di dalam kolom dan pada akhirnya pada akumulator dan bagian bawah kolom seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Maka dari itu, pada skenario ke-2, alarm pada nampam umpan ditiadakan, namun variabel proses yang diukur masih sama dengan variabel proses pada skenario ke-1. Total alarm yang dihasilkan oleh skenario ke-2 dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 6 Lokasi pemasangan alarm pada skenario ke-2

Tabel 6 Jumlah hasil pengurangan alarm pada skenario ke-2

Persentase Gangguan (%)	Jumlah Alarm yang Muncul
0	0
1	6
5	0
10	6
15	1
20	72
TOTAL	85

Alarm yang berbunyi pada skenario ke-2 berjumlah 85 kali. Skenario ke-2 ini dapat menghasilkan 19,81% lebih sedikit alarm dibandingkan skenario ke-1 seperti yang dapat dilihat pada perhitungan (1):

$$\frac{(\text{jumlah alarm skenario ke-1}) - (\text{jumlah alarm skenario ke-2})}{(\text{jumlah alarm skenario ke-1})} \cdot 100\% = \frac{106 - 85}{106} \cdot 100\% = 19,81\% \quad (1)$$

Pada skenario ke-3, variabel proses fraksi mol komponen ringan tidak digunakan mengingat perubahannya yang lambat dan tidak memunculkan bahaya. Maka dari itu digunakanlah dua variabel proses saja yaitu keadaan *hold up* dan perubahan *hold up*. Respon kedua variabel proses tersebut sangatlah cepat terhadap gangguan dan juga dapat menimbulkan bahaya apabila melebihi nilai batas aman. Tabel 7 merupakan hasil pengambilan data alarm pada skenario ke-3.

Tabel 7 Jumlah hasil pengurangan alarm pada skenario ke-3

Persentase Gangguan (%)	Jumlah Alarm yang Muncul
0	0
1	0
5	0
10	4
15	0
20	17
TOTAL	21

Alarm yang berbunyi pada skenario ke-3 berjumlah 21 kali. Skenario ke-3 ini ternyata dapat menghasilkan 80,19 % lebih sedikit alarm dibandingkan skenario ke-1 seperti yang dapat dilihat pada perhitungan berikut ini:

$$\frac{(\text{jumlah alarm skenario ke-1}) - (\text{jumlah alarm skenario ke-3})}{(\text{jumlah alarm skenario ke-3})} \cdot 100\% = \frac{106 - 21}{21} \cdot 100\% = 80,19\% \quad (2)$$

Untuk semua skenario, waktu yang dibutuhkan untuk memulai simulasi hingga selesai kurang lebih 30 menit. Nilai alarm yang berbunyi setelah skenario ke-3 dilakukan adalah 21 kali. Sehingga dapat dikatakan bahwa alarm berbunyi 21 kali/jam. Apabila kondisi ini dibandingkan pada Tabel 1 dapat dikatakan kondisi ini masih melebihi syarat alarm maksimum. Hal ini merupakan akibat tidak adanya penerapan algoritma kontrol dalam simulasi, begitu pula absennya *safety instrumented system* (SIS) yang adalah bagian dari sistem keamanan dari pabrik pada dunia nyata.

Algoritma kontrol dapat menjaga agar nilai setiap variabel proses dapat berada pada batasan desain dari kolom distilasi. *Safety instrumented system* dapat mengatasi kondisi variabel proses saat mencapai nilai di luar batasan desain dari kolom distilasi.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan skenario *alarm management system* didapatkan jumlah alarm deethanizer dan depropanizer sebagai berikut:

1. 106 kali, saat alarm terpasang pada akumulator, nampun umpan, dan bawah kolom tanpa *Alarm management system*;
2. 85 kali (berkurang 19,81%) saat dilakukan pengurangan alarm pada nampun umpan (tahap rasionalisasi pertama), mengingat akumulasi gangguan terdapat pada akumulator dan bagian bawah kolom; dan
3. 21 kali (berkurang 80,19%) saat dilakukan pengurangan alarm pada akumulator dan bawah kolom khususnya alarm pada fraksi mol komponen ringan (tahap rasionalisasi kedua), mengingat adanya pengaruh massa *hold up* terhadap fraksi mol komponen ringan, dengan kondisi masih melebihi syarat alarm maksimum ISA 18.2;

Alarm management system yang diimplementasikan berdasarkan analisis model sistem tampak mampu mengurangi jumlah alarm yang muncul terhadap gangguan sehingga dapat mengurangi beban kerja operator saat alarm bermunculan.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapat, maka disarankan kegiatan penelitian lanjutan sebagai berikut:

1. Mensimulasikan *alarm management system* pada objek industri yang lebih tinggi tingkat kompleksitasnya;
2. Mensimulasikan *alarm management system* pada variabel proses yang lain seperti tekanan dan suhu;
3. Mensimulasikan *alarm management system* dengan adanya penerapan algoritma kontrol dan safety instrumented system.

5 Daftar Pustaka

- [1] ANSI/ISA-18.2-2009. 2009. *Management of Alarm Systems for the Process Industries*.
- [2] Hersaputri, M. 2014. *Perancangan Struktur Plant dan Konfigurasi Pengontrol pada High Purity Binary Distillation Columns di Pabrik Petrokimia Olefin*. Thesis. Institut Teknologi Bandung: tidak diterbitkan.
- [3] Muzwar, H.S.N., Pamososuryo, A.K., Estiyanti, E., Leksono, E. 2015. *Pemodelan Kolom Distilasi Pabrik Petrokimia dengan Menggunakan DCS*. Jurnal Otomasi, Kontrol, dan Instrumentasi.
- [4] Executive, Health and Safety. 2014. *The Explosion and Fires at the Texaco Refinery, Milford Haven*. Tersedia: <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casetexaco94.htm>.
- [5] Nave, C.R. 2014. *Three Mile Island: A Brief Chronology*. Tersedia: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/tmi.html>.