

**SIMULASI KEBOCORAN GAS KLORIN DENGAN
BANTUAN *SOFTWARE* ALOHA (*AREAL LOCATIONS
OF HAZARDOUS ATMOSPHERES*)**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana di bidang ilmu Teknik
Kimia

oleh:

Theodorick Jeremy Virreldi

(2016620023)

Stella Avinca

(2016620119)

Pembimbing:

Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Yansen Hartanto, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2020

**SIMULASI KEBOCORAN GAS KLORIN DENGAN
BANTUAN *SOFTWARE ALOHA (AREAL LOCATIONS
OF HAZARDOUS ATMOSPHERES)***

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana di bidang ilmu Teknik
Kimia

oleh:

Theodorick Jeremy Virreldi

(2016620023)

Stella Avinca

(2016620119)

Pembimbing:

Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Yansen Hartanto, S.T., M.T.



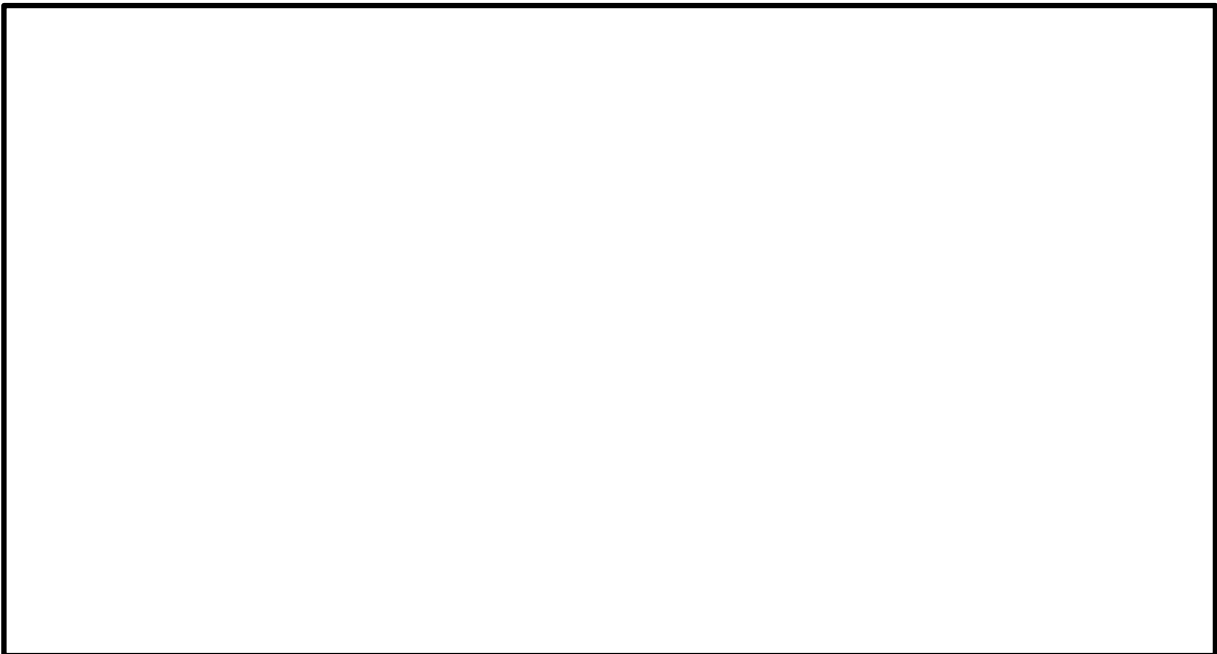
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : SIMULASI KEBOCORAN GAS KLORIN DENGAN BANTUAN SOFTWARE ALOHA (AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES)

CATATAN:



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Januari 2020

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Yansen Hartanto, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Theodorick Jeremy Virreldi

NRP : 6216023

Nama : Stella Avinca

NRP : 6216119

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

Simulasi Kebocoran Gas Klorin dengan Bantuan *Software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*)

adalah hasil pekerjaan kami dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 15 Januari 2020

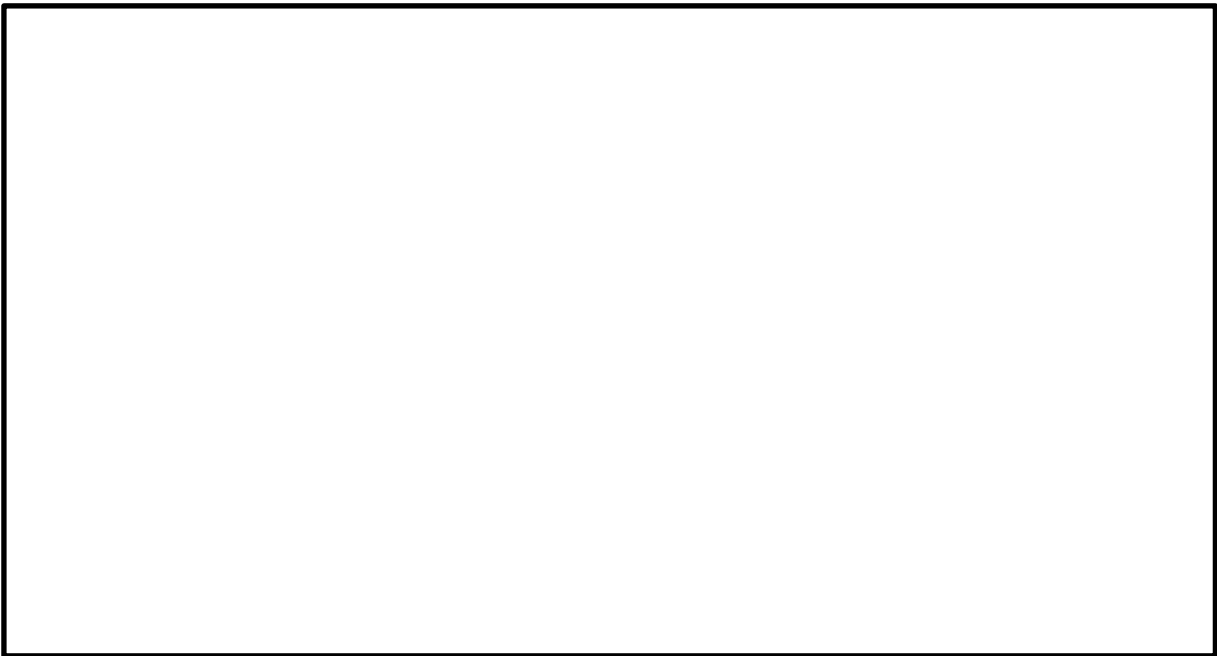
Theodorick Jeremy Virreldi
(6216023)

Stella Avinca
(6216119)

LEMBAR REVISI

JUDUL : **SIMULASI KEBOCORAN GAS KLOORIN DENGAN BANTUAN SOFTWARE ALOHA (AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES)**

CATATAN:



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Januari 2020

Penguji 1

Penguji 2

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng.

I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun laporan penelitian ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Saat penyusunan laporan penelitian ini dilakukan, penulis mendapat tantangan dan hambatan, tetapi dengan bantuan dari beberapa pihak, hal tersebut bisa diatasi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran selama penyusunan laporan penelitian.
2. Bapak Yansen Hartanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran selama penyusunan laporan penelitian.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan secara moril dan materil.
4. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat.
5. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Akhir kata dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna baik dari bentuk penyusunan maupun materinya karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan sangat membantu penulis untuk penyempurnaan laporan penelitian ini. Penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 8 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Premis.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gas Beracun	9
2.1.1 Jenis Gas Beracun.....	9

2.1.1.1 <i>Neutrally Buoyant Gas</i>	9
2.1.1.2 <i>Dense Gas</i>	9
2.1.2 Gas Klorin (Cl ₂)	9
2.2 Dispersi	11
2.2.1 Prinsip Dispersi	11
2.2.2 Faktor yang Dapat Mempengaruhi Dispersi	12
2.2.2.1 Pengaruh Daya Apung Terhadap Dispersi	12
2.2.2.2 Pengaruh Durasi Sumber Terhadap Dispersi	13
2.2.2.3 Pengaruh Topografi Tanah Terhadap Dispersi	14
2.2.2.4 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Dispersi	15
2.2.2.5 Pengaruh Stabilitas Atmosfer Terhadap Dispersi	15
2.3 Model Dispersi	17
2.3.1 Model Dispersi Gas Ringan (<i>Neutrally Buoyant Gas</i>)	18
2.3.1.1 Model Transfer Gradien/ Model K/ Model Roberts	18
2.3.1.2 Model Statistik Pasquill-Gifford	19
2.3.2 Model Dispersi <i>Dense Gas</i>	20
2.3.2.1 Model SLAB	22
2.3.2.2 Model <i>Dense Gas Dispersion</i> (DEGADIS)	22
2.4 <i>Level of Concern</i>	23
2.4.1 <i>Acute Exposure Guideline Levels</i> (AEGs)	23
2.4.2 <i>Emergency Response Planning Guidelines</i> (ERPGs)	24
2.4.3 <i>Immediately Dangerous to Life and Health Limits</i> (IDLHs)	25
2.5 ALOHA (<i>Areal Locations of Hazardous Atmospheres</i>)	24
 BAB 3 METODE PENELITIAN	 28

3.1 Penentuan Studi Kasus	28
3.2 Penentuan Variabel Atmosfer	29
3.3 Penentuan Variabel Sumber	29
3.4 Simulasi Studi Kasus	30
3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian	31
BAB 4 PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Pengamatan.....	32
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Pengaruh Jumlah Klorin yang Bocor.....	39
4.2.2 Pengaruh Diameter Lubang Sumber Kebocoran Klorin.....	40
4.2.3 Pengaruh Tinggi Lubang Bocornya Klorin	41
4.2.4 Pengaruh Kecepatan Angin pada Lokasi Bocornya Klorin	42
4.2.5 Pengaruh Temperatur Lingkungan pada Lokasi Bocornya Klorin.....	43
4.2.6 Pengaruh Fraksi Awan pada Lokasi Bocornya Klorin	43
4.2.7 Studi Kasus Karawang.....	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN A: PERSAMAAN-PERSAMAAN MATEMATIS DISPERSI	51
A.1 Persamaan Dispersi	51
A.2 Persamaan Dispersi Model Transfer Gradien (Model K atau Model Roberts)...	54

A.3 Persamaan Dispersi Model Pasquill-Gifford	55
A.4 Persamaan Dispersi Model SLAB	56
A.5 Persamaan Dispersi Model DEGADIS (<i>Dense Gas Dispersion</i>)	58
LAMPIRAN B: HASIL SIMULASI.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram lingkaran statistik penggunaan klorin dalam industri tahun 2006 (Hasan, 2006).....	1
Gambar 2.1 Kurva tekanan uap klorin terhadap temperatur (<i>Hydro Instrument</i> , 2016).....	11
Gambar 2.2 Gas <i>plume</i> (Crowl dan Louvar, 2011).....	14
Gambar 2.3 Gas <i>puff</i> (Crowl dan Louvar, 2011)	14
Gambar 2.4 Pengaruh topografi tanah terhadap gradien angin di ketinggian tertentu (Crowl dan Louvar, 2011)	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> tahap-tahap penyelesaian.....	28
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> simulasi menggunakan <i>software</i> ALOHA	30
Gambar 4.1 Pengaruh kebocoran gas klorin di Karawang	45
Gambar A.1 Pergerakan molekul saat terjadinya difusi: a) Distribusi awal, b) Gerakan acak, c) Distribusi akhir partikel (Socolosky dan Jirka, 2002)	52
Gambar A.2 Kontrol volume untuk persamaan adveksi (Hundsdofer dan Verwer, 2003) ...	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Fisik Klorin (<i>Hydro Instrument</i> , 2016)	11
Tabel 2.2 Definisi Kategori Kestabilan Pasquill (Devauil dkk., 1995)	16
Tabel 2.3 Persamaan Koefisien Dispersi <i>Plume</i> (Crowl dan Louvar, 2011).....	17
Tabel 2.4 Nilai AEGLs untuk klorin (dalam ppm) (NOAA,2019).....	24
Tabel 2.5 Nilai ERPGs klorin (dalam ppm) (AIHA, 2016).....	25
Tabel 3.1 Tabel Rancangan Percobaan Penelitian	31
Tabel 3.2 Jadwal Kerja Penelitian	31
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i>	32
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	33
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	34
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	35
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	36
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	37
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Setiap <i>Run</i> (lanjutan)	38
Tabel 4.8 Hasil Variasi Jumlah Klorin yang Bocor	39
Tabel 4.9 Hasil Variasi Diameter Lubang Sumber Kebocoran Klorin	40
Tabel 4.10 Hasil Variasi Tinggi Lubang Bocornya Klorin.....	41
Tabel 4.11 Hasil Variasi Kecepatan Angin pada Lokasi Bocornya Klorin	42
Tabel 4.12 Hasil Variasi Temperatur Lingkungan pada Lokasi Bocornya Klorin	43
Tabel 4.13 Hasil Variasi Fraksi Awan pada Lokasi Bocornya Klorin	44
Tabel 4.14 Kondisi Sumber dan Atmosfer yang Digunakan	45
Tabel 4.15 Hasil Simulasi Studi Kasus di Karawang	45
Tabel A.1. Batas Kestabilan Atmosferik Tiap Lapisan (Havens dan Spicer, 1985).....	59

INTISARI

Klorin sudah banyak digunakan dalam industri. Pada kenyataannya, semakin banyak resiko terhadap keselamatan meskipun desain dan operasi proses kimia tersebut sudah baik karena sifat-sifat fisik bahan-bahan tersebut seperti cairan kryogenik, bahan beracun, bahan mudah terbakar dan meledak, bahkan bahan radioaktif. Ditambah lagi, kecelakaan yang disebabkan oleh klorin sudah terjadi di luar maupun dalam negeri sehingga diperlukan tindakan antisipatif yaitu dengan menggambarkan profil konsentrasi gas klorin yang sudah terdispersi tersebut jika terjadi kebocoran. Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat seperti meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya gas klorin yang bocor dan memberikan informasi kepada industri mengenai zona yang dapat terpapar sebagai dampak dari kebocoran gas klorin.

Penelitian ini akan menggunakan *software* simulasi ALOHA. *Software* ini berdasar pada model *Dense Gas Dispersion* untuk memodelkan *dense gas*. Tahap-tahap metode yang digunakan dimulai dari penentuan studi kasus, penentuan variabel atmosfer, penentuan variabel sumber, dan simulasi dispersi kebocoran. Studi kasus dilakukan di salah satu pabrik di Karawang. Variabel sumber yang divariasikan adalah jumlah klorin yang bocor (1000 pounds dan 2000 pounds), diameter lubang kebocoran (10 cm dan 20 cm), dan tinggi lubang kebocoran (20% dari dasar tangki dan 40% dari dasar tangki), sedangkan variabel atmosfer yang divariasikan adalah kecepatan angin (4 mph, 6 mph, dan 9 mph), temperatur lingkungan (24°C, 29 °C, dan 35 °C), dan jumlah awan (*clear* dan 70% berawan). Hasil yang didapat akan di-*plot* dalam bentuk diagram kontur yang menggambarkan profil konsentrasi klorin tersebut terhadap posisi serta waktu yang diperlukan untuk gas klorin terpapar ke lingkungan.

Kecenderungan hasil yang didapat sebagian besar dapat meningkatkan waktu yang diperlukan untuk gas klorin terpapar ke lingkungan dan zona yang dapat terpapar oleh gas klorin tersebut semakin luas, seperti peningkatan jumlah klorin yang bocor, diameter lubang kebocoran, dan jumlah awan. Sedangkan jika kecepatan angin dan temperatur lingkungan meningkat, waktu yang diperlukan untuk gas klorin terpapar ke lingkungan berkurang namun zona yang dapat terpapar oleh gas klorin tersebut juga semakin luas. Diketahui juga bahwa warga yang saat itu berada di 1,2 km dari titik kebocoran gas klorin di Karawang dapat meninggal, 2,8 km dari titik kebocoran dapat terkena penyakit kronis, dan 4,4 km dari titik kebocoran tersebut dapat terkena dampak ringan seperti iritasi dari gas klorin.

Kata kunci: klorin, konsentrasi, ALOHA, simulasi

ABSTRACT

Chlorine has been used commonly in industries. In fact, higher risk for safety has been found, not even chemical processes' designs and operations can stop because of those materials' physical properties such as cryogenic liquid, toxic materials, flammable and explosive material, and radioactive materials. Also, many accidents caused by chlorine happen, overseas and domestic, so anticipatory action is needed by profiling dispersed chlorine gas concentration if accidents happen. This research is expected for its benefits such as intensify people's awareness about the danger of leaked chlorine gas, and giving information to industries about threat zones that might be created because of leaked chlorine gas.

This research will use ALOHA simulation software. This software is based on Dense Gas Dispersion model to model dense gas. The research was done by deciding a case study, deciding atmospheric variables, deciding source variables, and leakage dispersion simulation. The case study is done at one industry in Karawang. Source variables such as leaked chlorine's mass (1000 pounds and 2000 pounds), leaked chlorine's hole diameter (10 cm and 20 cm), and level of leaked chlorine's hole (20% from the bottom of the tank and 40% from the bottom of the tank) and atmospheric variables such as wind speed (4 mph, 6 mph, 9 mph), ambient temperature (24°C, 29°C, and 35°C), and number of clouds are being varied. (clear and 70% cloudy). The result of the research will be plotted in contour diagram that will define position of chlorine gas concentrations in varied positions and release durations of the chlorine.

The trend of the variable varying result is mainly able to increase release durations of the dispersed chlorine gas and increasing threat zones such as the increasing number of leaked chlorine's mass, leaked chlorine's hole diameter, and number of clouds. If wind speed and ambient temperature increase, the release durations of chlorine gas decreases but the threat zone increases. It is also known that people who live or being in 1.2 km from the source point, might pass away, 2.8 km from the source point might get chronic diseases, and 4.4 km from the source point might get irritated by chlorine gas.

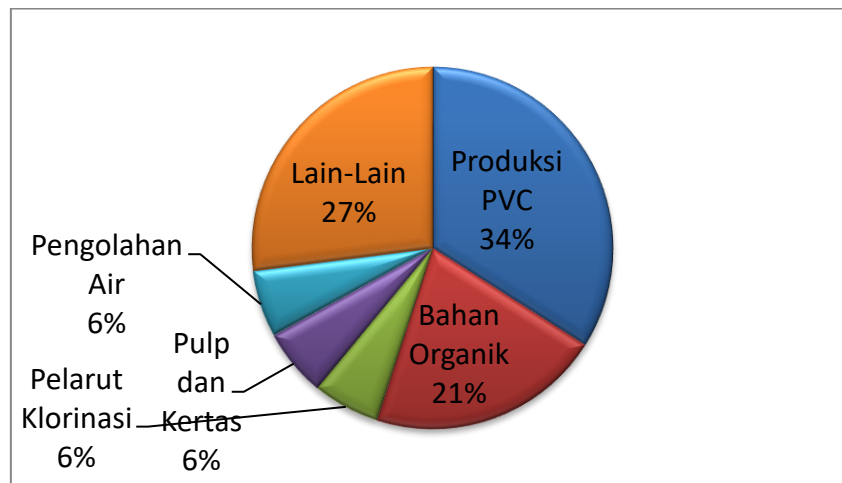
Key words: chlorine, concentration, ALOHA, simulation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri sudah banyak berevolusi dan berkembang. Kehidupan manusia pun tidak dapat dipisahkan dari hasil produksi industri kimia (Sanders, 1999). Perkembangan industri dimulai dari zaman batu hingga teknologi-teknologi yang memberikan dampak bagi kemajuan industri dan kehidupan manusia (Clark dan Cooke, 2015). Meskipun demikian, seiring dengan kemajuan teknologi, semakin banyak resiko terhadap keselamatan meskipun desain dan operasi proses kimia tersebut sudah baik karena sifat-sifat fisik bahan-bahan tersebut seperti cairan kriogenik, bahan beracun, bahan mudah terbakar dan meledak, bahkan bahan radioaktif (Raju, 2014). Industri pun banyak menggunakan klorin dalam bidang kesehatan sebagai desinfektan dalam pengolahan air minum, pemutih dan penghalus pada industri tekstil, *pulp*, dan kertas, bidang pertanian sebagai pestisida, industri *polyvinylchloride* (PVC), pelarut (*solvent*), *dry cleaning*, dan gas beracun perang (*bertholite*) (Hasan, 2006). Pada tahun 2006, statistik pun menunjukkan bahwa klorin banyak digunakan pada pabrik. Penggunaan klorin dalam industri dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram lingkaran statistik penggunaan klorin dalam industri tahun 2006
(Hasan, 2006)

Kecelakaan pada industri kimia terutama klorin telah banyak terjadi, baik di luar negeri maupun di dalam negeri. Pada Januari 2005, kecelakaan kereta kargo yang mengangkut klorin di Graniteville, SC menyebabkan kebocoran sekitar 70 ton klorin cair bertekanan ke udara. Kejadian ini menyebabkan 9 orang meninggal dunia dan lebih dari 500 orang terluka (Long, dkk., 2009). Pada 14 Agustus 2002 di Festus, Missouri saat klorin sedang diturunkan dari kereta pengangkut yang diparkir terjadi kebocoran pada pipa sebesar 1 inci dengan bukaan yang kasar yang menyempitkan kebocoran sebenarnya. Daun-daun pohon dan vegetasi berubah menjadi kecoklatan sepanjang terkena paparan gas klorin. Pada 28 Juni 2004, di Macdona, Texas, terjadi tabrakan dua kereta pada jalur rel di mana rel utama bertemu dengan jalur samping pada area pedesaan. Saksi mata melaporkan sebuah awan terlihat di area sekitar kecelakaan sesaat setelah kebocoran. Rerumputan berubah menjadi coklat pada area dengan radius sekitar 200 m (Hanna, dkk., 2008). Pada 21 Januari 1996 sekitar pukul 02:10 dini hari terjadi kebocoran pipa yang di dalamnya berisi klorin cair di pabrik yang memproduksi klorometan yang dimiliki oleh Erkimia di Flix di Tarragona, Spanyol menyebabkan kebocoran tangki penyimpanan sementara (5000-6000 kg) dan menyebabkan 12 orang yang membutuhkan perhatian medis, dua di antaranya dibawa ke rumah sakit untuk observasi selama 24 jam (Marco, dkk., 1998). Sedangkan di Indonesia, kebocoran gas klorin pun terjadi seperti di Pekanbaru yang mengalami kebocoran pipa gas dan menyebabkan 70 orang mengalami keracunan (Tribunnews.com, 2014) dan kebocoran tabung gas klorin di sumur PDAM yang terjadi di Klaten, Jawa Tengah (Soloraya, 2015).

Seiring berkembangnya zaman, resiko terjadinya kecelakaan semakin banyak muncul sehingga dampak dari resiko tersebut bermunculan, baik untuk lingkungan maupun kesehatan manusia. Dibutuhkan tindakan antisipatif yaitu dengan menggambarkan profil konsentrasi gas klorin yang sudah terdispersi. Penelitian ini akan dibantu menggunakan *software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*) untuk mengetahui profil konsentrasi klorin dengan berbagai macam kasus. Maka, penelitian tentang simulasi kebocoran gas klorin dengan bantuan *software* ALOHA ini dilakukan.

1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah **simulasi kebocoran gas klorin dengan bantuan *software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*)**

sehingga diperoleh profil konsentrasi pada jumlah klorin yang bocor, diameter lubang bocornya klorin, lokasi lubang bocornya klorin, kecepatan angin, temperatur udara, dan stabilitas atmosfer tertentu.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana cara melakukan simulasi kebocoran gas klorin dengan menggunakan *software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*)?
2. Bagaimana pengaruh jumlah klorin yang bocor, diameter lubang kebocoran, lokasi kebocoran dari dasar tangki, kecepatan angin, temperatur udara, dan kondisi awan terhadap durasi kebocoran gas klorin?
3. Bagaimana dampak kebocoran gas klorin terhadap populasi manusia di sekitar titik kebocoran yang dinyatakan lewat *level of concern*?

1.4 Premis

1. Panjang zona yang terpapar gas klorin menurun dengan meningkatnya kecepatan angin dan *surface roughness* (Paul dkk., 2014).
2. Panjang zona yang terpapar gas klorin meningkat dengan meningkatnya temperatur udara sebagaimana temperatur mempengaruhi kestabilan atmosfer (Paul dkk., 2014).
3. Peningkatan jumlah *dense* gas yang bocor memperlambat awan gas dan meningkatkan konsentrasi maksimum dan penyebaran gas secara lateral (Scargiali dkk., 2011).

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mempelajari cara melakukan simulasi kebocoran gas klorin dengan menggunakan *software* ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*).
2. Mempelajari pengaruh jumlah klorin yang bocor, diameter lubang kebocoran, lokasi kebocoran dari dasar tangki, kecepatan angin, temperatur udara, dan jumlah awan terhadap durasi kebocoran gas klorin.
3. Mempelajari dampak kebocoran gas klorin terhadap manusia di sekitar titik kebocoran yang dinyatakan lewat *level of concern*.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah

1. Manfaat bagi mahasiswa dan ilmuwan
 1. Menambah wawasan tentang simulasi kebocoran gas klorin dan *software* ALOHA.
 2. Mampu memprediksikan profil konsentrasi gas klorin yang bocor dalam beberapa kondisi.
2. Manfaat bagi masyarakat
 1. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya gas klorin yang bocor.
3. Manfaat bagi industri
 1. Memberikan informasi kepada industri mengenai zona yang dapat terpapar sebagai dampak dari kebocoran gas klorin.