

Rancang Bangun Fearless (Fire Supression and Smart Alert System) pada Kebocoran Gas



Notifikasi Penulis
06 Agustus 2022
Akhir Revisi
07 September 2022
Terbit
01 Oktober 2022

Lindra Aulia Rachman¹
Hasbullah²

Universitas Mercubuana

Jl. Raya, RT.4/RW.1, Meruya Sel., Kec. Kembangan, Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
11650

E-mail: lindra.aulia.rachman@gmail.com¹; hasbullah@mercubuana.ac.id²

Aulia Rachman, L., & Hasbullah, H. (2022). Rancang Bangun Fearless (Fire Supression and Smart Alert System) pada Kebocoran Gas. *Technomedia Journal*, 7(2 Oktober), 262–279.

<https://doi.org/10.33050/tmj.v7i2.1904>

ABSTRAK

Dalam industri pengelolaan gas bumi, kebocoran gas merupakan hal yang harus diperhatikan. Hal ini dikarenakan jika kebocoran tersebut tidak segera ditangani akan mengakibatkan terjadinya insiden bahkan kecelakaan kerja yang dapat menimbulkan korban jiwa. Untuk menghindari kebocoran gas yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, maka dalam prosesnya digunakan detektor gas untuk mendeteksi kebocoran gas dari awal sehingga operator dapat mengetahui jika terjadi kebocoran gas. Namun dalam perkembangannya, sebagian besar peralatan pendeteksi gas di lapangan mengalami beberapa kerusakan yang menyebabkan tidak terdeteksinya kebocoran gas dan seiring dengan perkembangan teknologi sistem pendeteksi gas, fungsinya dapat ditingkatkan untuk mendeteksi dan memadamkan kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pendeteksi kebocoran dan pemadam kebakaran otomatis yang disebut FEARLESS. Metode yang digunakan adalah metodologi studi kasus dan terapan. Dari data yang diperoleh di lapangan, ditemukan 4 kali gangguan detektor gas pada tahun 2019 dan 5 kali pada tahun 2020 yang mengakibatkan tidak terdeteksinya kebocoran gas saat detektor terganggu, serta 34 kebocoran gas pada tahun 2019 dan 42 kali pada tahun 2020. Dari data tersebut digunakan sebagai acuan dalam merancang FEARLESS (FIRE SUPPRESSION AND SMART ALERT SYSTEM) untuk mendeteksi kebocoran gas.

Kata kunci : Detektor gas, FEARLESS, Kebocoran Gas

ABSTRACT

In the natural gas management industry, gas leakage is a matter that must be considered. This is because if the leak is not handled immediately it will result in incidents and even work accidents that can lead to fatalities. To avoid gas leaks that can cause work accidents, a gas detector is used in the process to detect gas leaks from the start so that operators can find out if there is a gas leak. However, in the process, most of the gas detector equipment in the field experienced



some damage which caused no gas leak to be detected and along with the development of gas detector detection system technology, its function could be upgraded to detect and extinguish fires caused by gas leaks. Taking these aspects into account, the purpose of this research is to design an automatic leak detection and fire extinguishing system called FEARLESS. The method used is a case study methodology and applied. From the data obtained in the field, it was found that there were 4 gas detector disturbances in 2019 and 5 times in 2020 which resulted in no detection of gas leaks when the detector was disturbed, as well as 34 gas leaks in 2019 and 42 times in 2020. From this data, it is used as a reference in designing the FEARLESS (FIRE SUPPRESSION AND SMART ALERT SYSTEM) to detect gas leaks.

Keywords: FEARLESS, Gas Detector, Gas Leak

PENDAHULUAN

Industri migas di Indonesia saat ini telah dibagi menjadi 2 sektor, yaitu sektor pengelolaan minyak bumi dan sektor pengelolaan gas bumi. Pada industri yang bertugas untuk melakukan pengelolaan gas bumi memiliki area kerja yang berfungsi untuk menganalisa, menghitung, mengatur, menutup, menaikkan dan menurunkan aliran gas yang dinamakan *offtake station* [1]. Dalam kegiatan penyaluran gas yang disalurkan melalui *offtake station*, salah satu hal terpenting yang harus diperhatikan dan dilakukan pengendalian resiko adalah terkait kebocoran gas [2]. Pada kondisi tertentu kebocoran gas dapat diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Tekanan gas yang disalurkan melebihi spesifikasi maksimum peralatan.
2. Adanya peralatan (*seal gas / repair kit*) yang rusak.

Untuk mengetahui adanya kebocoran gas yang terjadi di *offtake station*, di setiap fasilitas gas dilengkapi dengan sistem penanganan kebocoran gas, diantaranya :

1. Gas Detektor

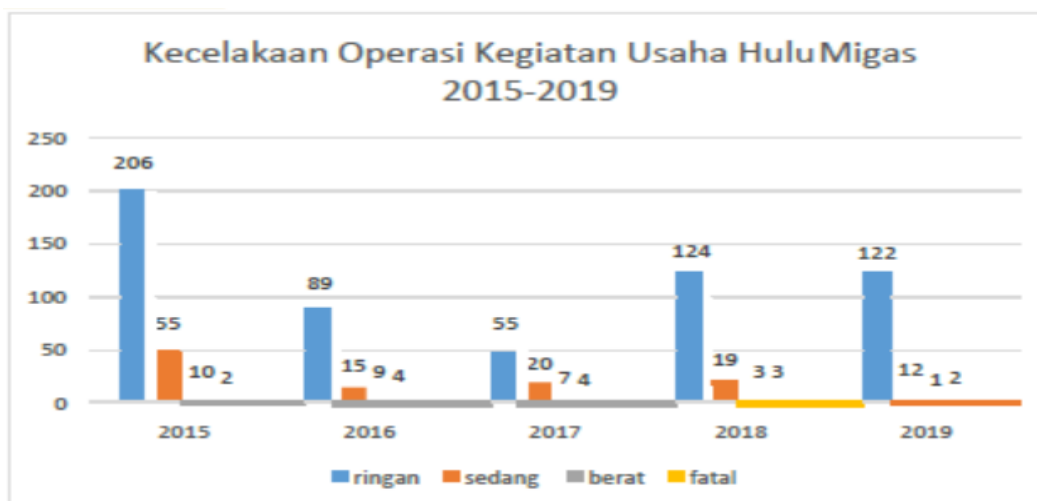
Gas detektor ini adalah salah satu alat pengamanan utama (*safety critical equipment*) yang harus dijaga terkait dengan kehandalan fungsinya. Peran gas detektor sangatlah penting sebagai tanda atau *alarm* pertama jika terjadi kebocoran gas sehingga operator atau teknisi dapat dengan segera mengetahui titik akurat lokasi kebocoran gas [3]. Namun pada kebanyakan stasiun gas, peralatan gas detektor tidak berfungsi secara maksimal sehingga menyebabkan terjadinya insiden atau kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh kebocoran gas seperti : kebakaran, ledakan, dan keracunan akibat menghirup gas.

2. *Leak Survey*

Leak survey adalah kegiatan pengecekan kebocoran gas dengan menggunakan detektor gas *portable* dan cairan *buble* guna memastikan adanya kebocoran disuatu area tersebut. Kegiatan *leak survey* ini dilakukan setiap 3 kali dalam 1 minggu.

Berikut tingkat kecelakaan kerja pada industri migas pada tahun 2015 hingga tahun 2019 yang telah diklasifikasikan pada 4 tingkatan : rendah, sedang, berat, dan fatal [4].

Gambar 1. Tingkat Kecelakaan Kerja Pada Industri MIGAS 2015 – 2019



(Sumber : Laporan Kinerja 2019 Direktorat Minyak dan Gas Bumi KESDM)

Tidak maksimalnya kehandalan fungsi gas detektor dapat mengakibatkan *insiden* bahkan accident yang serius dan dapat menimbulkan kerugian besar bagi perusahaan. Berikut adalah contoh kecelakaan yang diakibatkan oleh tidak terdeteksinya kebocoran gas.

Di Indonesia terdapat beberapa kasus terjadinya kecelakaan kerja akibat tidak terdeteksinya kebocoran gas, diantaranya :

1. Batam

Tabung gas pada salah satu industri gas di Batam meledak dan mengakibatkan 1 orang tewas dan 3 orang dirawat di rumah sakit.

2. Bekasi

Pabrik pengisian LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di Bekasi mengalami kecelakaan berupa meledaknya stasiun pengisian LPG, dimana pada saat pengisian LPG dari truk ke tabung ELPIJI terjadi kebocoran gas yang disebabkan oleh pergeseran mobil sehingga menyebabkan selang kendur dan terjadi kebocoran gas. Akibat dari kecelakaan tersebut terdapat 4 orang meninggal karena luka bakar 70 % dan 7 orang dirawat [5].

3. Cikarang

Perusahaan yang bergerak pada bidang kosmetik mengalami kebocoran gas pada *flexible tube* (selang gas) yang dipasang pada instalasi *deodorant parfum spray line*. Gas yang bocor dari *flexible tube* terpapar oleh mesin pemanas *dryer* sehingga menyebabkan ledakan. Kecelakaan ini mengakibatkan 28 pekerja meninggal dan puluhan pekerja luka-luka.

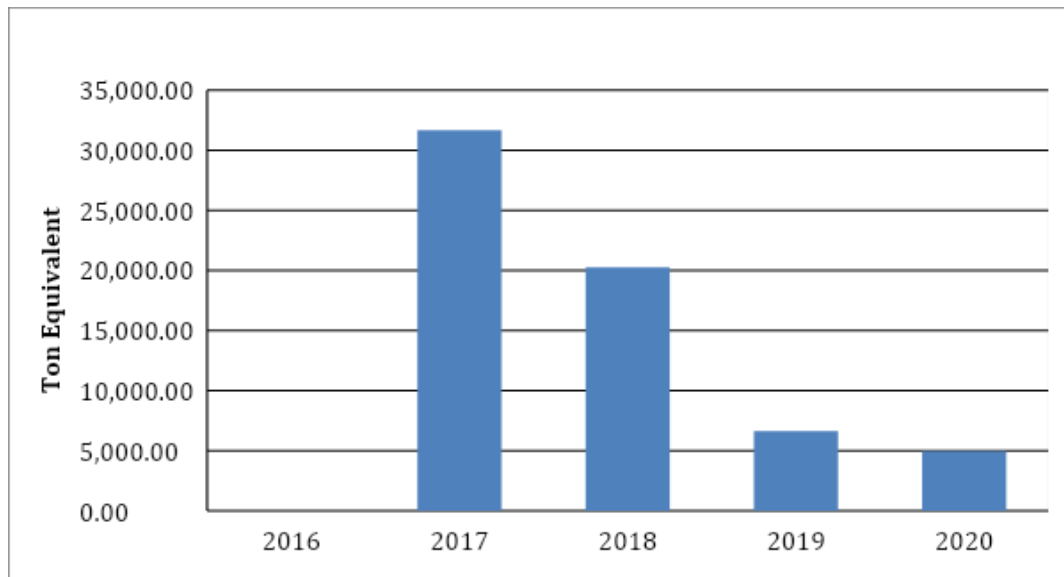
Tidak hanya di Indonesia, kecelakaan yang diakibatkan oleh tidak terdeteksinya kebocoran gas juga terjadi di luar negeri diantaranya :

1. Rumania
Terjadi kebakaran di gedung administrasi milik perusahaan minyak dan gas, kejadian tersebut bermula ketika adanya kebocoran gas disekitar lokasi penginapan pekerja. Gas tersebut kemudian masuk kedalam gedung dan terjadi akumulasi gas diruang terbatas tersebut sehingga mengakibatkan lower flammability dari gas tercapai. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya ledakan pada bangunan tersebut. Dari kecelakaan tersebut mengakibatkan 2 pekerja mengalami luka bakar.
2. India
Kebocoran yang bersumber pada fasilitas LG Polymers dimana gas tersebut bocor dan tidak diketahui atau tidak adanya alarm terkait pertanda adanya kebocoran gas. Operator perusahaan tersebut pada saat itu tetap melakukan pengoperasian peralatan sesuai dengan jadwal. Beberapa saat kemudian terjadi ledakan yang diakibatkan oleh akumulasi gas yang terjadi pada ruangan tersebut. Kecelakaan ini mengakibatkan 11 orang meninggal.
3. Teluk Meksiko (*Deep Water Horizon*)
Kronologis terjadinya kecelakaan ledakan di rig teluk meksiko diakibatkan oleh adanya kebocoran gas yang melewati lapisan pengaman semen, dimana kebocoran gas tersebut tidak terdeteksi oleh manusia/operator. Hal ini mengakibatkan minyak dan gas melewati BOP dan menyembur melalui rig kemudian terbakar dan meledak. Ledakan tersebut mengaktifkan sistem emergensi otomatis yang dirancang untuk memotong pipa pada saat terjadi kondisi darurat, namun sistem tidak berhasil memotong pipa aliran minyak dan gas. Kecelakaan ini mengakibatkan 11 orang meninggal, 17 lainnya cedera kritis, dan tercemarnya lingkungan akibat banyaknya minyak dan gas yang tumpah di teluk meksiko.

Dari beberapa contoh kasus kecelakaan kerja (ledakan) yang diakibatkan oleh ketidak handalan fungsi gas detektor menyebabkan berbagai macam kerugian yang bermacam – macam diantaranya adalah :

1. Kerugian dari segi sumber daya manusia
Kerugian ini mencakup kehilangan tenaga professional yang diakibatkan oleh kecelakaan tersebut.
2. Kerugian dari segi material
Kerugian ini berupa aset atau bangunan yang dimiliki oleh perusahaan yang mengalami kerusakan akibat kecelakaan.
3. Kerugian dari segi lingkungan sekitar
Kerugian ini berupa dampak negative yang diakibatkan oleh zat kimia yang dikeluarkan pada saat terjadinya kebocoran gas sehingga hal ini membuat tercemarnya lingkungan sekitar.

Efek dari tidak bekerjanya gas detektor secara akurat menyebabkan banyaknya gas yang terbuang tanpa terdeteksi adanya kebocoran gas sehingga hal ini akan sangat berbahaya bagi lingkungan, berpotensi terjadi kecelakaan kerja akibat ledakan gas, dan kerugian secara financial akibat kebocoran gas tersebut. Berikut data kebocoran gas pada salah satu industry MIGAS pada kurun waktu tahun 2016 sampai dengan 2020.



Gambar 2. Kebocoran Gas 2015 – 2019
(Sumber : Laporan Kinerja PT. PGN Tahun 2020)

Pada tahun 2019 terdapat 4 kegagalan atau gangguan yang terjadi pada system gas detektor dan tahun 2020 terdapat 5 kegagalan atau gangguan. Hal ini mengakibatkan tidak terdeteksinya kebocoran gas pada saat alat tersebut mengalami gangguan.

Melihat dari pentingnya fungsi gas detektor sebagai alarm atau penanda utama jika terjadi kebocoran gas, pada penelitian ini akan membahas terkait meningkatkan kehandalan gas detektor dengan menggunakan *FEARLESS (Fire Supression And Smart Alert System)*.

PERMASALAHAN

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan sumber-sumber penelitian terdahulu untuk mengkomparasikan penelitian yang penulis lakukan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh orang lain. Penelitian yang di lakukan oleh penulis bertemakan meningkatkan kehandalan gas detektor dengan menggunakan *FEARLESS (Fire Supression and smart alert system)*. Berikut ini adalah penyajian ringkasan yang dikutip dari beberapa jurnal nasional maupun internasional yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

Tabel 1. Pemetaan hasil penelitian

No	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1	(Tahani Aldhafeeri et al.,) [6]	2020	Deteksi gas menggunakan sensor optic, kalorimetri, piroelektrik,	Sensor optic, kalorimetri, piroelektrik, oksida logam semi konduktor, dan elektrokimia dapat berfungsi secara cepat dan andal. Terkait keuntungan dan kekurangan dapat dipilih sesuai

		oksida logam, dengan kebutuhan dan kondisi dan lapangan. elektrokimia	
2	(B. Amutha et 2020 al.,) [7]	Gas and smoke detectoion using Node MCU.	Informasi pendeteksian kebocoran gas dapat dikumpulkan dan dimonitor jadi satu dalam computer yang dikumpulkan pada satu data base.
3	(Uthman Baroui, 2019 [8])	Gas leak detection with LDS (Leak Detection System) and Data Fusion	Metode LDS (Leak Detection System) dapat mengurangi resiko kebocoran gas yang dapat timbul.
4	(Iwaszenko et al., 2021 [9])	Mendeteksi kebocoran gas menggunakan UAV yang dilengkapi dengan detektor gas	Pendektesian kebocoran menggunakan UAV data berjalan dengan baik, dan bahkan dapat mendeteksi kebocoran gas yang berada didalam tanah.
5	(Gibson et al., 2017 [10])	Mendeteksi kebocoran gas dengan menggunakan lensa kamera	Pendetksian kebocoran gas dapat lebih akurat dengan meningkatkan piksel kamera pendetksi.
6	(Emran et al., 2017 [11])	Mendeteksi kebocoran gas menggunakan UAV	Pendektesian kebocoran menggunakan UAV yang dilengkapi dengan detektor laser dapat melakukan visualisasi kebojoran pada jaringan pipa..

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian study kasus dan terapan dimana proses pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan keadaan objek penelitian pada saat ini. Berdasarkan fakta-fakta yang muncul, penelitian dengan metode ini memusatkan perhatiannya pada penemuan fakta-fakta (*fact finding*) yang ditemukan dilapangan [12], [13]. Data yang diolah berasal dari data jumlah gas detektor di lapangan berdasarkan P&ID, data cakupan area kebocoran gas detektor, data pemeliharaan gas detektor, data log event kebocoran gas, data kerusakan gas detektor dan data penggantian spare part gas detektor.

Untuk pemenuhan gas detektor mengacu pada PP No.5 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja klausul 6.9 terkait dengan rencana pemulihan keadaan darurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Saat Ini

Pada hasil data yang didapat dari laporan pengoperasian dan pemeliharaan 2019 sampai dengan 2020 menyatakan bahwa berdasarkan history peralatan gas detektor mengalami beberapa kali kerusakan diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi gangguan gas detektor tahun 2019

Rekapitulasi Gangguan Gas Detektor Tahun 2019				
No	Bulan	Jumlah Failure	Jenis failure	PSM element
1	Jan	1	Fake Alarm	1. Proses Safety Information 2. Mekanikal Integrity 3. Investigasi
2	Feb	0	-	-
3	Mar	0	-	-
4	April	0	-	-
5	Mei	1	Low Current	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
6		1	Scale Fault	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
7	Juni	0	-	-
8	Juli	0	-	-
9	Agustus	0	-	-
10	September	0	-	-
11	Oktober	0	-	-
12	November	1	Dirty sensor	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
13	Desember	0	-	-
Total		4		

Tabel 3. Rekapitulasi gangguan gas detektor tahun 2020

Rekapitulasi Gangguan Gas Detektor Tahun 2020				
No	Bulan	Jumlah Failure	Jenis failure	PSM element
1	Jan	0	-	-
2	Feb	0	-	-
3	Mar	1	Programe Corupt	1. Proses Safety Information 2. Mekanikal Integrity 3. Investigasi 4. MOC
4	April	0	-	-
5	Mei	0	-	-
6	Juni	1	Eror Scale	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
7	Juli	1	Zero Fault	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
8	Agustus	0	-	-
9	September	0	-	-
10	Oktober	0	-	-
11	November	1	Comunication Eror	1. Proses Safety Information 2. Mekanikal Integrity 3. Investigasi 4. MOC
12	Desember	1	Scale Fault	1. Operating Prosedure 2. Mekanikal Integrity 3. PSSR 4. Investigasi
Total		5		

Berdasarkan data dari rekapitulasi gangguan gas detektor tahun 2019 sampai dengan 2020 menyatakan bahwa terdapat kerusakan atau gangguan yang bervariasi sehingga hal ini perlu ditingkatkan Kembali terkait dengan kehandalan gas detektor.

Berikut adalah penjelasan terkait dengan gangguan atau eror yang terjadi pada gas detektor.

1. Fake Alarm

Fake alarm terjadi dikarenakan adanya gas methane atau sejenis yang terjebak pada sensor gas, dimana gas methane yang terjebak memiliki konsentrasi tertentu dan hanya akan mentrigger alarm yang bersifat sementara.

2. *Low Current*

Low current adalah kondisi dimana arus yang masuk pada gas detektor kurang dari 1 mA (pada kondisi lapangan, hal ini ditunjukkan dengan kode E006). Untuk memperbaiki hal tersebut, operator harus dapat memastikan input arus sebesar 3,5 sampai dengan 4,5 mA. Pada kondisi ini operator dapat melakukan adjust pada current splitter atau mengganti current splitter.

3. *Scale Fault*

Scale fault adalah kondisi dimana sensor gas perlu dikalibrasi sehingga batas bawah dan batas atas gas detektor presisi.

4. *Dirty Sensor*

Dirty sensor adalah *error* yang terjadi pada gas detektor yang diakibatkan oleh adanya debu/kotoran yang menutupi sensor. Hal ini mengakibatkan sensor gas tidak dapat membaca adanya kebocoran gas.

5. *Program Corrupt*

Program corrupt adalah salah satu gangguan yang mengakibatkan system tidak berjalan sesuai dengan setting awal peralatan tersebut digunakan.

6. *Error Scale*

Error scale adalah perubahan nilai set *point* dari skala yang telah ditentukan. Untuk memperbaiki kerusakan ini operator cukup melakukan kalibrasi ulang pada gas detektor dan panel.

7. *Zero Fault*

Zero fault adalah kondisi dimana arus masuk jauh dibawah 4 mA.

8. *Comunication Error*

Comunication error adalah gangguan yang terjadi ketika peralatan yang ada dilapangan tidak dapat memberikan signal informasi pada panel, sehingga tidak akan ada action apapun jika terjadi kondisi darurat dilapangan.

4.2. HIRADC

Dengan menggunakan HIRADC dimana pada prosesnya dilakukan identifikasi bahaya yang mungkin terjadi pada system gas detektor, penilaian resiko yang berpotensi terjadi apabila bahaya tersebut terjadi, dan melakukan control agar bahaya tersebut dapat diturunkan tingkat resiko keparahnya [14]. Pada tahap ini yang dilakukan adalah menggunakan 5 hirarki penurunan bahaya agar dampak atau resiko yang terjadi menjadi semakin kecil, 5 hirarki penurunan bahaya tersebut adalah sebagai berikut :

1. Eliminasi

Eliminasi dilakukan dengan cara menghilangkan sumber bahaya tersebut.

2. Subtisasi

Subtisasi adalah cara menurunkan bahaya dengan menggantikan peralatan yang diyakini dapat menggantikan fungsi alat tersebut dengan bahaya yang hilang juga.

3. Rekayasa Teknik

Hal ini dilakukan dengan melakukan desain Teknik agar bahaya tersebut dapat diminimalisir.

4. Administrasi (Prosedur)

Hal ini diterapkan dengan menggunakan aturan-aturan khusus yang telah disusun guna meminimalisir bahaya yang terjadi.

5. APD (Alat Pelindung Diri)

APD adalah cara terakhir dan banyak digunakan untuk meminimalisir bahaya dengan menggunakan peralatan safety sesuai dengan pekerjaan.

Untuk menentukan HIRADC atau didalam perusahaan sering disebut dengan Identifikasi Bahaya Penilaian Resiko (IBPR), perusahaan menggunakan metode penilaian perkalian 4 x 4. Berikut adalah acuan perusahaan melakukan penilaian tingkat resiko.

Langkah 1. Menentukan tingkat kemungkinan

Tabel 4. Penentuan tingkat kemungkinan

Kemungkinan			
Nilai	Histori	Intensitas	Kapabilitas
4	Pernah terjadi di perusahaan dalam wilayah/unit yang sama	Hampir sebulan sekali terjadi	Kontrol eksisting belum ada sehingga bahaya/ancaman hampir pasti terjadi
3	Pernah terjadi di perusahaan, namun wilayah/ unit yang berbeda	Terjadi antara 1 – 3 bulan sekali	Kontrol eksisting sudah ada namun bahaya/ancaman masih terjadi
2	Tidak pernah terjadi di perusahaan, namun pernah terjadi pada industri sejenis atau Industri lain	Terjadi antara 3 sampai 6 bulan sekali	Kontrol eksisting sudah efektif namun masih dapat ditemukan kelemahan
1	Tidak pernah terjadi diperusahaan maupun industri sejenis atau industri lain	Terjadi diatas 6 Bulan sekali.	Banyak Lapisan kontrol eksisting sehingga bahaya/ancaman belum pernah terjadi

Tabel 5. Total nilai kemungkinan

Total Nilai (Histori + intensitas + Kapabilitas)	Kategori
11 - 12	Hampir Pasti
8 - 10	Sering
5 - 7	Mungkin
3 - 4	Jarang

Langkah 2. Menentukan

Tabel 6. Penentuan tingkat keparahan

Kriteria	Potensi Dampak
(4) Fatal	Fatality
(3) Berat	Lost Work Day Case
(2) Moderat	Restricted Work Day Case dan Medical Treatment Case
(1) Ringan	Nearmiss dan First Aid Case.

Tabel Kriteria Potensi Keparahannya			
Kriteria		Potensi Kerugian Cidera/sakit penyakit	
Sangat berbahaya	S4	Kecelakaan Kematian	
Berbahaya	S3	Kecelakaan Sedang dan Kecelakaan Berat	
Sedikit berbahaya	S2	Kecelakaan Ringan	
Very Minor / First Aid	S1	Hampir Celaka dan Pertolongan Pertama	
Kriteria Keparahannya/ Konsekuensi (S)			
Kriteria S = Kriteria terbesar dari S1, S2, S3, S4			

Tabel 7. Menentukan tingkat resiko

Form Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko											
No	Failure	Potensi bahaya	Dampak	Pengendalian yang sudah ada	Tingkat Kemungkinan				Tingkat Keparahan	Tingkat Risiko	Rekomendasi Tindakan Perbaikan
					Histori	Intensitas	Kapabilitas	Level			
1.	Fake Alarm (alarm palsu)	Panik, dan dapat mengakibatkan cidera pada saat evakuasi / perbaikan	Cidera Ringan, Luka, Terjatuh, Terkilir	Memastikan dan menggunakan reset mode pada panel	3	1	2	mungkin	1	rendah	-
2.	Low Current	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
3.	Scale Fault	Tidak akurat dalam menentukan nilai kebocoran	Keterlambatan dalam proses penanganan kebocoran	Melakukan uji fungsi secara rutin	4	1	2	mungkin	1	rendah	-
4.	Dirty Sensor	Menimbulkan alarm palsu	Cidera Ringan, Luka, Terjatuh, Terkilir	Melakukan pemeliharaan rutin	3	1	1	mungkin	1	rendah	-
5.	Program Corrupt	System tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	3	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
6.	Error Scale	Tidak akurat dalam menentukan nilai kebocoran	Keterlambatan dalam proses penanganan kebocoran	Melakukan uji fungsi secara rutin	4	1	2	mungkin	1	rendah	-
7.	Zero Fault	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
8.	Communication Error	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.

		KEPARAHAN /KONSEKUENSI			
		1 (Ringan)	2 (Moderat)	3 (Berat)	4 (Fatal)
KEMUNGKINAN	4 (hampir pasti)	Sedang	Tinggi	Ekstrim	Ekstrim
	3 (sering)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrim
	2 (mungkin)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrim
	1 (jarang)	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi

Tabel 8. Form identifikasi bahaya penilaian resiko (IBPR)

Kriteria	POTENSI DAMPAK ASPEK			
	OPERASIONAL		KEUANGAN	HUKUM & SOSIAL
	JARINGAN	NON JARINGAN		
(4) Fatal	Terhentinya kegiatan operasional jaringan	Terganggu kegiatan operasional non jaringan 1 (satu) hari dan atau berdampak terganggunya operasional jaringan lebih dari 12 (dua belas) jam	Kerugian materiil diatas Rp. 200.000.000.000,-	• Pelanggaran fatal yang mengakibatkan penyelidikan secara mendalam oleh regulator • Pencabutan ijin usaha/ Penhentian operasi perusahaan • Publisitas negatif pada media internasional dan/atau pada headline media cetak/elektronik
(3) Berat	Terganggu kegiatan operasional jaringan 12 (dua belas) jam atau lebih	Terganggu kegiatan operasional non jaringan lebih dari 12 (dua belas) jam atau terganggunya operasional jaringan kurang dari 12 (dua belas) jam	Kerugian materiil Rp. 50.000.000.000,- s/d Rp. 200.000.000.000,-	• Pelanggaran serius yang mengakibatkan penyelidikan oleh regulator • Perijinan untuk beberapa kegiatan usaha perusahaan tidak dapat diperoleh • Publisitas negatif pada media cetak/elektronik skala nasional
(2) Moderat	Terganggu kegiatan operasional jaringan kurang dari 12 (dua belas) jam	Terganggu kegiatan operasional non jaringan kurang dari 12 (dua belas) jam	Kerugian materiil diatas Rp. 10.000.000.000,- s/d Rp. 50.000.000.000,-	• Pelanggaran berat namun dapat diatasi dalam kondisi normal • Teguran / denda dari regulator • Litigasi oleh pihak ke-3 • Publisitas negatif pada media cetak/elektronik skala regional
(1) Ringan	Kegiatan operasional jaringan terganggu selama 1 jam	Kegiatan operasional non jaringan terganggu selama 1 jam	Kerugian materiil < Rp. 10.000.000.000,-	• Pelanggaran ringan yang memerlukan perhatian manajemen • Keterlambatan pelaporan ke instansi terkait • Dampak minimal terhadap reputasi perusahaan

4.3. Perencanaan FEARLESS

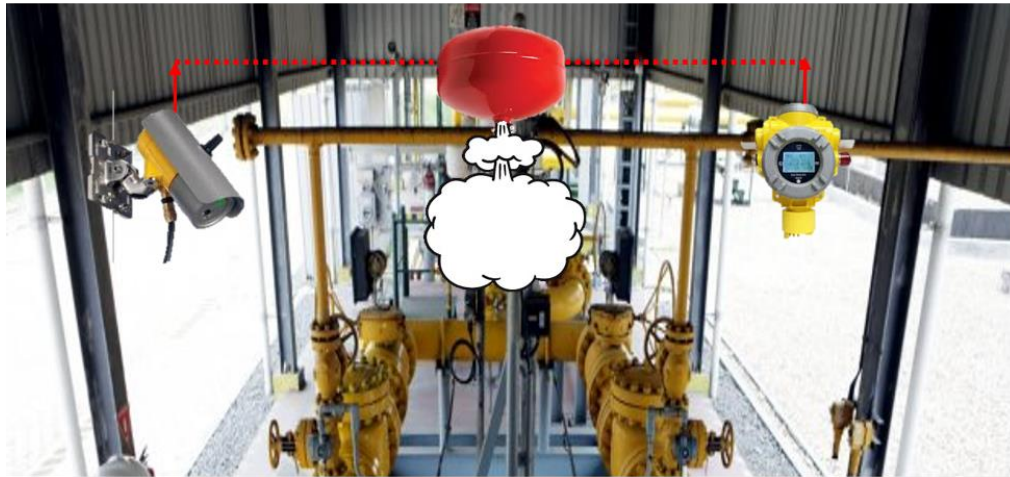
Data-data yang harus dipersiapkan untuk merancang FEARLESS (*Fire Supression And smart aLErt SyStem*) adalah sebagai berikut :

1. Data kondisi lingkungan sekitar yang akan di proteksi

Pada faktor kondisi lingkungan sekitar ini hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

a. Lingkungan Area Terbuka

Pada kondisi lingkungan area terbuka ini mempengaruhi jumlah detektor gas yang diperlukan dan jenis media pemadam api yang akan digunakan. Hal ini disebabkan karena adanya faktor angin yang menyebabkan kebocoran gas sulit dideteksi sehingga memerlukan ketinggian gas detektor yang lebih rendah yang berakibat pada bertambahnya jumlah gas detektor dan faktor angin juga mempengaruhi jenis media pemadam kebakaran yang digunakan (busa, liquid chemical, atau gas).



Gambar 3. Desain area terbuka

b. Lingkungan Area Tertutup

Pada kondisi area tertutup akan mempermudah detektor untuk dapat mendeteksi adanya kebocoran gas dikarenakan karena sifat gas ringan dan tidak adanya faktor angin yang menyebabkan gas terurai ke segala arah sehingga jika terjadi kebocoran secara alami gas akan mengarah ke atas. Hal ini akan berakibat pada penempatan ketinggian detektor yang lebih fleksibel sehingga memperluas cakupan area detektor.



Gambar 4. Desain area terbuka

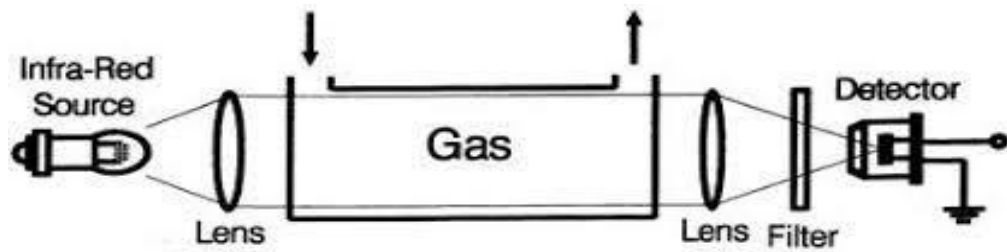
2. Data spesifikasi detektor yang digunakan

Pada perencanaan system FEARLESS ini dirancang dengan menggunakan kombinasi minimal 2 detektor. Hal ini digunakan sebagai 2 fungsi yang berbeda yaitu untuk mengaktifkan alarm dan mengaktifkan system release pada pemadaman. Dalam hal ini kombinasi detektor yang digunakan adalah detektor api dan detektor gas.

a. Detektor Gas

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan produk *terupdate* mengatakan bahwa detektor yang paling efektif dan efisien adalah detektor yang menggunakan infra

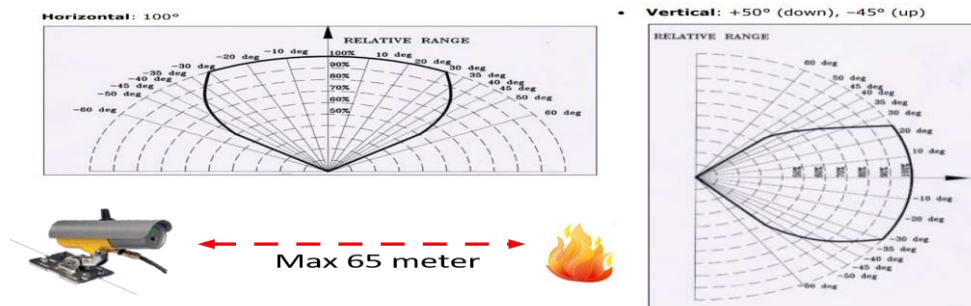
red, dimana detektor jenis ini lebih *responsive* dan dapat mendeteksi kebocoran gas dengan konsentrasi yang rendah.



Gambar 5. Cara kerja detektor gas infra red

b. Detektor Api

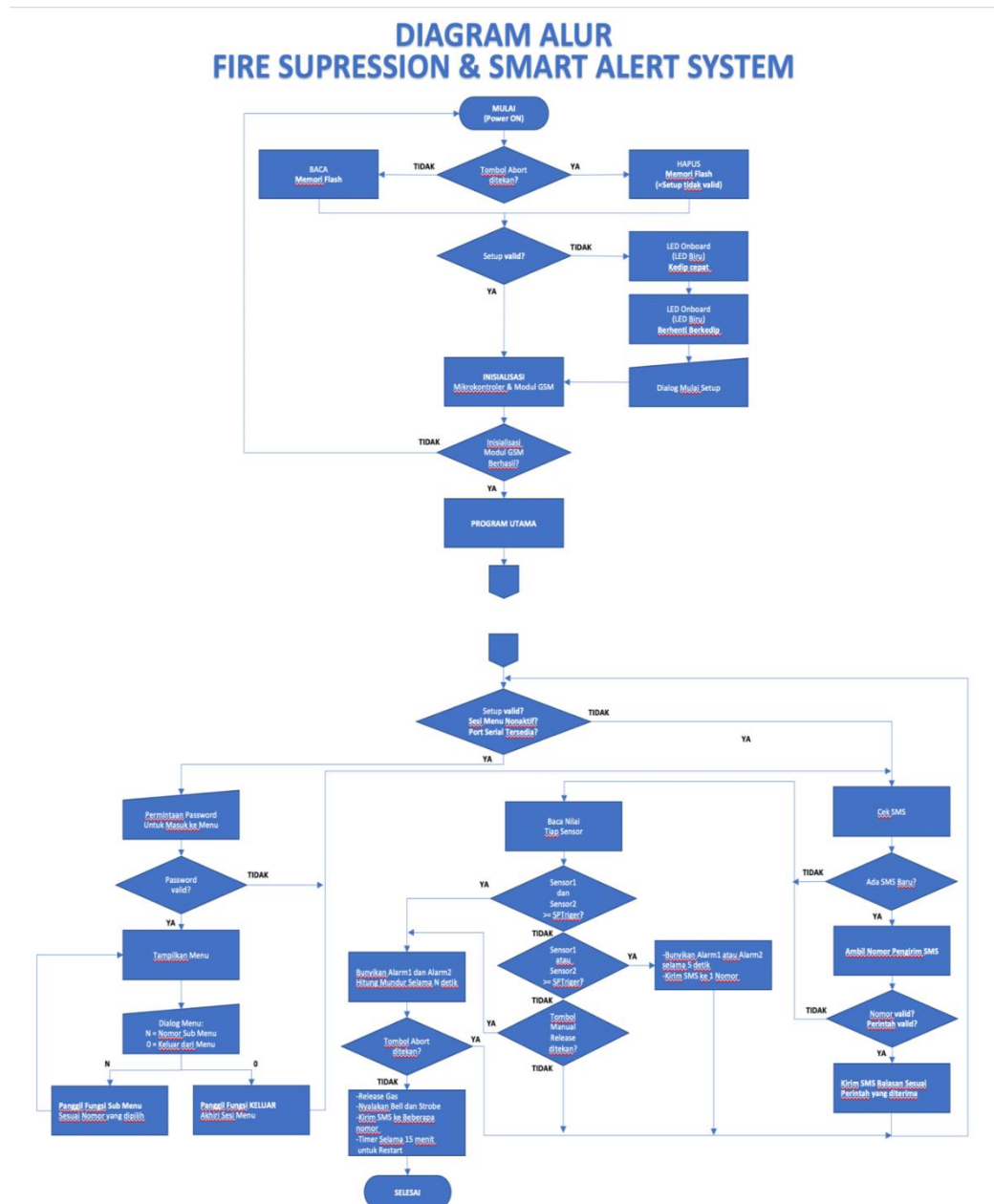
Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan produk terupdate mengatakan bahwa detektor yang paling efektif dan efisien adalah detektor yang menggunakan infra red, dimana detektor jenis ini dapat membedakan mana nyala api yang sebenarnya dengan cahaya yang hamper serupa dengan nyala api seperti pantulan cahaya las, flash kamera dan cahaya yang ditimbulkan akibat petir.



Gambar 6. Cara kerja detektor api infra red

3. Data system program

Sistem pemrograman pada FEARLESS dirancang tidak terpaku hanya pada satu jenis detektor saja, namun system ini dirancang untuk dapat kompatiel dengan beberapa jenis kombinasi detektor, baik detektor gas, detektor api, dan detektor asap, serta detektor lainnya. System pemograman ini melengkapi system yang telah berjalan, dimana system yang telah berjalan hanya dapat memberikan alarm saja, namun FEARLESS dapat meningkatkan system kehandalan dengan memberikan tambahan fungsi terkait pemadaman dan real time penyampaian kondisi darurat terkait kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas. Berikut adalah system Bahasa pemrograman yang telah di rancang dan telah diimplementasikan.



Gambar 7. Bahasa pemrograman FEARLESS

4.4. Hasil Penerapan FEARLESS

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari laporan gangguan dan perbaikan *system* gas detektor, menyatakan bahwa terdapat beberapa kerusakan minor dan kerusakan mayor dimana hal ini mempresentasikan kehandalan suatu *system* tersebut. Berikut adalah tabel perbandingan data sebelum dan sesudah penerapan *system* FEARLESS.

Tabel 12. Perbandingan sebelum dan sesudah penerapan FEARLESS

Rekapitulasi Gangguan Sebelum dan Sesudah Penerapan FEARLESS				
Bulan	2019	2020	2021	2022
Januari	1 (minor)	0	Perencanaan, Perancangan, dan Perakitan	0
Februari	0	0		1 (minor)
Maret	0	1 (mayor)		0
April	0	0		0
Mei	2 (1 minor, 1 mayor)	0	Uji coba dan Pemantauan	0
Juni	0	1 (minor)	0	Sertifikasi Disnaker
Juli	0	1 (mayor)	0	
Agustus	0	0	0	
September	0	0	1 (minor)	
Oktober	0	0	0	
November	1 (minor)	1 (mayor)	0	
Desember	0	1 (minor)	0	

Pada tabel data diatas menunjukkan terjadi 2 kali gangguan minor pada system FEARLESS, dimana gangguan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Terjadinya *fail notification* pada saat system mengirimkan informasi status *system* kepada *user*.
Hal ini dikarenakan system FEARLESS masih menggunakan pulsa, sehingga notifikasi yang dikirimkan kepada user berbayar, dan pada saat itu pulsa dari nomer yang digunakan system FEARLESS habis sehingga FEARLESS tidak dapat mengirimkan notifikasi.
2. Terjadinya *ground fault* pada *system*.
Hal ini dikarenakan pada saat hujan system FEARLESS tersambar petir yang mengakibatkan ariester pada system FEARLESS mengalami kerusakan.

Dengan penerapan system FEARLESS maka dapat menurunkan nilai resiko yang terdapat pada Form Identifikasi Bahaya dan Penilaian Resiko, dimana resiko kerusakan atau kegagalan system FEARLESS dapat diminimalisir. Berikut adalah penjelasan penurunan bahaya dan resiko yang telah diimplementasikan.

Penilaian sebelum penerapan FEARLESS

Form Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko											
No	Failure	Potensi bahaya	Dampak	Pengendalian yang sudah ada	Tingkat Kemungkinan				Tingkat Keparahan	Tingkat Risiko	Rekomendasi Tindakan Perbaikan
					Histori	Intensitas	Kapabilitas	Level			
1.	Fake Alarm (alarm palsu)	Panik, dan dapat mengakibatkan cidera pada saat evaluasi / perbaikan	Cidera Ringan, Luka, Terjatuh, Terkilir	Memastikan dan menggunakan reset mode pada panel	3	1	2	mungkin	1	rendah	-
2.	Low Current	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
3.	Scale Fault	Tidak akurat dalam menentukan nilai kebocoran	Keterlambatan dalam proses penanganan kebocoran	Melakukan uji fungsi secara rutin	4	1	2	mungkin	1	rendah	-
4.	Dirty Sensor	Menimbulkan alarm palsu	Cidera Ringan, Luka, Terjatuh, Terkilir	Melakukan pemeliharaan rutin	3	1	1	mungkin	1	rendah	-
5.	Program Corrupt	System tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	3	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
6.	Error Scale	Tidak akurat dalam menentukan nilai kebocoran	Keterlambatan dalam proses penanganan kebocoran	Melakukan uji fungsi secara rutin	4	1	2	mungkin	1	rendah	-
7.	Zero Fault	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.
8.	Communication Error	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas	- Losses gas semakin besar. - Terjadi Kebakaran / ledakan.	Melakukan pengecekan rutin pada panel gas detektor	4	1	2	mungkin	4	ekstrem	- Merancang sistem yang memiliki kemampuan deteksi secara real time. - Merancang sistem yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara otomatis.

		KEPARAHAN /KONSEKUENSI			
		1 (Ringan)	2 (Moderat)	3 (Berat)	4 (Fatal)
KEMUNGKINAN	4 (hampir pasti)	Sedang	Tinggi	Ekstrem	Ekstrem
	3 (sering)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem
	2 (mungkin)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem
	1 (jarang)	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi

Penilaian setelah penerapan FEARLESS

No	Failure	Potensi Bahaya	Tingkat Risiko					Risiko Pengendalian					Pengendalian Program	Due Date	PIC	Risiko Dengan Kontrol Tambahan					Keterangan	
			R	S	T	E	EL	SLB	REI	ADM	APD	Keparahan				Kemungkinan	Tingkat Risiko					
																	R	S	T	E		
1.	Low Current	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas				V			V			Pembuatan system pendeteksian dan pemadaman otomatis	Desember 2021	Operasi & HSSE	2	1	V				Risiko Otomatis	
2.	Program Corrupt	System tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas				V			V			Pembuatan system pendeteksian kerusakan sejak awal dan real time	Desember 2021	Operasi & HSSE	2	1	V				Risiko Otomatis	
3.	Zero Fault	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas				V			V			Pembuatan system pendeteksian kerusakan sejak awal dan real time	Desember 2021	Operasi & HSSE	2	1	V				Risiko Otomatis	
4.	Communication Error	Gas detektor tidak dapat mendeteksi adanya kebocoran gas				V			V			Pembuatan system pendeteksian kerusakan sejak awal dan real time	Desember 2021	Operasi & HSSE	2	1	V				Risiko Otomatis	

		KEPARAHAN /KONSEKUENSI			
		1 (Ringan)	2 (Moderat)	3 (Berat)	4 (Fatal)
KEMUNGKINAN	4 (hampir pasti)	Sedang	Tinggi	Ekstrem	Ekstrem
	3 (sering)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem
	2 (mungkin)	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem
	1 (jarang)	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pada bab sebelumnya, pengaplikasian system FEARLESS dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya Penerapan system FEARLESS dapat mengurangi kegagalan atau kerusakan yang terjadi sehingga meminimalisir terjadinya kebocoran gas yang tidak terdeteksi. System FEARLESS dapat dikombinasikan dengan 2 atau lebih detektor sehingga dapat diimplementasikan di berbagai kebutuhan. Penerapan FEARLESS dapat

meminimalisir terjadinya kegagalan fungsi yang tidak diketahui atau belum terdeteksi.

SARAN

Harapan kedepannya dari penelitian ini yaitu pengaplikasian system FEARLESS yang semakin meluas sehingga tingkat kasus terjadinya kecelakaan kerja akibat tidak terdeteksinya kebocoran gas akan semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Khairat, B. Basri, and W. A. Fakhurrozi, "Monitoring Suhu Ruang Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Android Berbasis Arduino," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 1 Juni, pp. 1–10, 2022.
- [2] E. Nurmianto, "Identifikasi Hazard dan Perancangan Sistem Informasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Unit Amoniak (Studi Kasus: PT. Petrokimia Gresik)," *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 8, no. 2, pp. 112–122, 2018.
- [3] R. Inggi and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2021.
- [4] Ditgen Migas, *Laporan Kinerja 2019 Direktorat Minyak dan Gas Bumi KESDM*. 2019.
- [5] "Korban Meninggal Ledakan Gas di PT Semar Gemilang Jadi 4 Orang." <http://www.dakta.com/news/23197/korban-meninggal-ledakan-gas-di-pt-semar-gemilang-jadi-4-orang> (accessed Sep. 07, 2022).
- [6] T. Aldhafeeri, M.-K. Tran, R. Vrolyk, M. Pope, and M. Fowler, "A review of methane gas detection sensors: Recent developments and future perspectives," *Inventions*, vol. 5, no. 3, p. 28, 2020.
- [7] B. Amutha, C. Rajeshbabu, C. Neehar, and E. Sumanth, "Gas and smoke detection in industries using nodemcu," *Journal of Critical Reviews*, vol. 7, no. 8, pp. 1504–1507, 2020.
- [8] U. Baroudi, A. A. Al-Roubaiey, and A. Devendiran, "Pipeline leak detection systems and data fusion: A survey," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 97426–97439, 2019.
- [9] S. Iwaszenko, P. Kalisz, M. Słota, and A. Rudzki, "Detection of natural gas leakages using a laser-based methane sensor and uav," *Remote Sens (Basel)*, vol. 13, no. 3, p. 510, 2021.
- [10] G. M. Gibson *et al.*, "Real-time imaging of methane gas leaks using a single-pixel camera," *Opt Express*, vol. 25, no. 4, pp. 2998–3005, 2017.
- [11] B. J. Emran, D. D. Tannant, and H. Najjaran, "Low-altitude aerial methane concentration mapping," *Remote Sens (Basel)*, vol. 9, no. 8, p. 823, 2017.
- [12] A. L. Muktiana and Y. Nurfaizal, "Animasi 3D Arsitektural Mix Dengan Motion Grafik Sebagai Media Promosi Perumahan Bhumi Nirwana," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 1 Juni, pp. 40–52, 2022.
- [13] R. Fatmawati, R. Asmara, Y. R. Prayogi, and R. Y. Hakkun, "Aplikasi Pembelajaran Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Berbasis Voice Menggunakan OpenSIBI," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 1 Juni, pp. 22–39, 2022.
- [14] A. Mawardani and C. K. Herbawani, "ANALISA PENERAPAN HIRADC DI TEMPAT KERJA SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN RISIKO: A LITERATURE REVIEW," *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, no. 1, pp. 316–322, 2022.