



Analisis *Methane Gas Detector* dengan Sensor *Catalytic* dan Sensor *Infrared* di *Maintenance Area II PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap*

Analysis of Methane Gas Detector With Catalytic and Sensors Infrared Sensors in Maintenance Area II PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap

Isra' Nuur Darmawan^{1,a)}, Kholistianingsih¹, Akbar Noor Fatah¹, Priyono Yulianto¹, Susatyo Adhi Pramono²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

^{a)}Corresponding author: isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id

Abstrak

Methane gas detector adalah seperangkat alat instrumentasi yang dapat mendeteksi gas *methane* di industri lingkungan kerja. Gas *methane* merupakan rumus kimia CH_4 , hidrokarbon yang mengandung satu atom karbon (C) dan empat atom *hydrogen* (H) satuan ukur gas *methane* adalah % LEL. Gas *methane* merupakan zat reaktif sehingga mudah meledak jika bereaksi dengan api. Apabila terjadi kebocoran di area kilang dan gas *methane* tidak terdeteksi akan menimbulkan masalah *explosive* atau ledakan dan bahaya bagi manusia akan timbul gejala seperti sesak napas karena efek kekurangan oxygen (*asphyxia*). Adapun beberapa sensor yang digunakan sebagai *methane gas detector* di *maintenance area II* yaitu sensor *catalytic* dan sensor *infrared*. Ada perbedaan dari Sensor *catalytic* dan sensor *infrared* dari segi *respon time* dan Segi keandalan alat. *Respon time* dari sensor *infrared* pada saat menangkap gas yang masuk ke sensor yaitu dengan jumlah nilai waktu rata-rata 1,075 detik. Nilai tersebut lebih cepat dibandingkan dengan sensor *catalytic* yang membutuhkan yaitu jumlah nilai rata-rata waktu 8,2 detik dan dari segi keandalan alat, sensor *infrared* lebih tinggi dengan nilai 1, dibandingkan dengan sensor *catalytic* yang mempunyai keandalan 0,60653. Sensor *infrared* mempunyai keunggulan mendeteksi gas selain gas *metahane* seperti *prophane*, *ethane*, *ethylene* dan *butane*. Keunggulan lain yaitu mampu mengadaptasi dengan temperatur tinggi dibandingkan sensor *catalytic* dengan temperatur rendah.

Kata kunci: *methane gas detector*; *gas methane*; *health*, *safety*; *enviroment* dan *keandalan alat*

Abstract

Methane gas detector is a set of instrumentation tools that can detect *methane gas* in industrial work environments. *Methane gas* is the chemical formula CH_4 , a hydrocarbon containing one carbon atom (C) and four hydrogen atoms (H). The unit of measurement for *methane gas* is % LEL. *Methane gas* is a reactive substance so it explodes easily when it reacts with fire. If there is a leak in the refinery area and *methane gas* is not detected, it will cause an *explosive problem* and a danger to humans will result in symptoms such as shortness of breath due to the effects of lack of oxygen (*asphyxia*). The several sensors used as *methane gas detectors* in the *maintenance area II* are *catalytic sensors* and *infrared sensors*. There are differences from *catalytic sensors* and *infrared sensors* in terms of response time and in terms of tool reliability. The response time of the *infrared sensor* when it catches gas entering the sensor is the average time value of 1.075 seconds. This value is faster than the *catalytic sensor* which requires an average value of 8.2 seconds and in terms of tool reliability, the *infrared sensor* is higher with a value of 1, compared to the *catalytic sensor* which has a reliability of 0.60653. *Infrared sensors* have the advantage of detecting gases other than *methane gases* such as *prophane*, *ethane*, *ethylene* and *butane*. Another advantage is being able to adapt to high temperatures compared to low temperature *catalytic sensors*.

Keywords: *methane gas detector*; *methane gas*; *health*, *safety*; *environment* and *equipment reliability*

PENDAHULUAN

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap adalah salah satu unit pengolahan di bawah Sub Holding PT. Kilang Pertamina Internasional. Pada proses bisnisnya unit pengolahan IV Cilacap mempunyai 3 kilang produksi yaitu Kilang Produksi I, Produksi II dan Produksi III. FOC II merupakan unit pengolahan di bawah kilang produksi I yang merupakan bagian dari *Maintenance Area II*. PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap juga memiliki tugas untuk mengolah minyak mentah dengan kapasitas 348.000 barrel/hari menjadi produk BBM, NBM maupun petrokimia seperti *LPG, Propylene, Premium, Peralite, Pertamina Turbo, Solar, Avtur, Benzene, Paraxylene, Toluene, Lube base oil, IFO, Asfalt, Green Diesel (D 100)* dan *Green Avtur* [1].

Selain menghasilkan produk turunan, RU IV juga menghasilkan gas buangan berupa *Gas Methane* (CH_4). *Gas Methane* adalah gas yang mengandung satu atom karbon (C) dan empat atom *hydrogen* (H) yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 , serta memiliki sifat mudah terbakar.

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap mempunyai alat instrumentasi untuk mendeteksi gas buang salah satunya gas metana CH_4 di area yaitu *Methane Gas Detector*. Sistem pendeteksian gas methane ini dilakukan untuk mengetahui adanya paparan gas tersebut pada suatu area tertentu sehingga dapat dilakukan tindakan-tindakan yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan dengan bahaya gas metana. *Methane gas detector* ditempatkan di area kilang yang sering terdapat gas methane seperti mesin kompressor, pompa, pipa, reactor dan vessel.

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa buku dan jurnal sebagai bahan referensi yang berkaitan *Methane Gas Detector* dengan Sensor *Catalytic* dengan Sensor *Infrared* di *Maintenance Area II* PT. Kilang Pertamina Internasional. Pada jurnal ilmiah yang berjudul "*Experimental and Principal Componen Analysis studi on Minimum Oxgen Concentration of Methane Explosion*" tahun 2020 oleh B. Su, Z. Luo, T. Wang, J. Zhang, and F. Cheng, membahas tentang studi analisis komponen utama dan eksperimen pada konsentrasi oksigen pada ledakan gas metana [2].

Jurnal yang berjudul "Model Dispersi Gas Metana Akibat Ledakan atau Kebakaran Pada Industri Pengolahan Minyak menggunakan Program Aloha" tahun 2018 oleh Saras Hanifati Setiyono, Teknik Lingkungan, ITS Surabaya, membahas tentang potensi

bahaya gas metana yang tergolong *Extreme Risk* yaitu kebocoran gas metana dan kegagalan sistem operasi [3].

Jurnal yang berjudul "*Instruments for Methane Gas Detection*," tahun 2014 oleh "S. Thomas and N. Shahnaj Haider", membahas tentang alat instrumentasi pendeteksi gas metana di area pengolahan minyak, pembangkit listrik dan area pertambangan [4].

Jurnal yang berjudul "*Fire and Gas Detection and Alarm Systems*," tahun 2019 oleh D. P. Nolan, membahas tentang sistem deteksi kebakaran dan gas di area pengolahan minyak dan gas [5].

Pengertian dan Fungsi

Instrumentasi dapat direpresentasikan menjadi "*the art and science of measurement and control*". Atau instrumentasi merupakan seni dan ilmu pengetahuan dalam implementasi pengukuran maupun sistem pengendali pada sebuah obyek ukur agar mengetahui nilai *numeric factor* sebuah nilai proses dan untuk mengendalikan besaran proses sesuai pada ukuran tertentu (*setpoint*) [6].

Gas Methane (CH_4)

Gas methane/metana adalah gas yang mengandung satu atom karbon (C) dan empat atom hydrogen (H) yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 , memiliki sifat mudah terbakar. Metana murni tidak memiliki bau, tidak berwarna, *extreamely flammable, asphyxia* (mampu menggeser oxygen), *non toxic* dan *non corrosive* [7]. Akan tetapi jika digunakan untuk keperluan komersial bisa sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran biasanya yang mungkin terjadi [8].

Secara umum sifat fisik dan kimia dari methane dapat dipaparkan sebagai berikut [9]:

1. Rumus struktur : CH_4
2. Berat Molekul : 16,04
3. Nomor CAS : 74-82-8
4. Titik Didih : $-161,49^\circ\text{C}$
5. Titik Beku : $-182,48^\circ\text{C}$
6. Tekanan Uap : $40\text{mmHg}(-86,3^\circ\text{C})$
7. *Flash Point* : $-187,78^\circ\text{C}$
8. Mudah terbakar batas : 5,3-15 %
9. Keadaan Fisik : tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar, gas dan komponen utama gas alam. Membentuk ledakan campuran dengan udara dan cukup larut dalam air.

Gas metana mempunyai reaksi Fundamental, meskipun metana yang terlibat dalam berbagai reaksi, dua reaksi khususnya yang penting mendasar, pembakaran dan *halogenasi*. Pembakaran metana oleh sumber industri atau bila dicampur dengan hidrokarbon lainnya dalam gas alam digunakan secara luas dalam industri untuk menghasilkan tenaga listrik. *Halogenasi*

melibatkan penambahan halogen, salah satu unsur yang ditemukan dalam kelompok 17 dari tabel periodik untuk menghasilkan senyawa yang sekarang dikenal sebagai *metil halide* [10].

Dalam Pembakaran, reaksi yang sangat umum di kalangan *hidrokarbon*, melibatkan reaksi metana dengan gas oksigen (O_2). Dengan melibatkan penambahan panas api yang terbuka atau percikan, metana mengalami reaksi oksidasi, reaksi yang melibatkan *transfer elektron*. Dalam hal ini *electron* dari setiap atom karbon disumbangkan ke oksigen. Jika pembakaran metana sangat lengkap, produk-produk dari reaksi hanya karbon dioksida (CO_2), air H_2O dan panas. Jika tidak hadir oksigen yang cukup untuk pembakaran yang sempurna, karbon monoksida (CO) yang dihasilkan selain karbon dioksida dan air selama proses pembakaran tidak sempurna [11].

Pembakaran sempurna



Pembakaran tidak sempurna



Methane Gas Detector

Sistem pendeteksian gas metana adalah suatu alat yang mampu mendeteksi adanya gas metana di lingkungan kerja. jenis peralatan deteksi *gas methane* di antaranya adalah *methane gas detector*. *Methane gas detector* merupakan alat detektor yang bekerja secara elektronik menggunakan monitor elektronik yang canggih dan dapat mengukur konsentrasi gas metana dan memberikan pembacaan yang cukup akurat, jika berfungsi dengan baik. Di area *maintenance II* menggunakan 2 *methane gas detector* dengan tipe S400Ch [12] yaitu menggunakan sensor *catalytic* dan S5000 menggunakan sensor *infrared* [13]. Dapat dilihat pada [Gambar 1](#). dan [Gambar 2](#).



Gambar 1. Gas detector tipe S400 [12]



Gambar 2. Gas detector tipe S500 [13]

Alat ini dirancang untuk memonitor tingkat gas metana secara terus-menerus di suatu area. Tujuan dari perangkat ini adalah untuk melindungi keselamatan dengan memperingatkan kehadiran gas metana di tempat kerja.

Unit detektor tipe permanen ini, biasanya memiliki komponen sebagai berikut :

Sensor *Catalytic*

Sensor *Catalytic* merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gas metana. Sensor ini memiliki kemampuan mendeteksi tingkat konsentrasi gas metana yang berbeda-beda setiap jenisnya. Untuk menjamin keakuratannya sensor *Catalytic* sebagai peralatan yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja, sensor ini sudah memiliki sertifikat resmi dari vendor selaku produsen sensor dan sudah melalui pengujian berkala (Kalibrasi). Prosedur kalibrasi dilakukan secara rutin minimal setiap setahun sekali. Sedangkan untuk pengujian fungsi menggunakan alat *Portable Purge Calibrator* P/N 1400150-x yaitu sampel Gas Metana ke sensor tersebut. Sensor *Catalytic* bisa dilihat di [Gambar 3](#). dan *Alat Portable Purge Calibrator* [14].



Gambar 3. Sensor catalytic [14]

Portable Purge Calibrator

Portable Purge Calibrator P/N 1400150-x merupakan alat untuk pengujian pada sensor *Catalytic* maupun sensor *Infrared* dengan Sampel berupa gas yang tidak mengandung gas eksplosif, berbentuk seperti tabung dilengkapi dengan indicator pressure dan *hose clean* berisi campuran gas atau udara dengan dibawah LEL (campuran standar adalah 50 % LEL)

dengan tekanan maksimum 8,3 Mpa bisa dilihat pada [Error! Reference source not found.](#)[15].



Gambar 4. Portable purge calibrator [15]

Sensor Flow Chamber

Sensor *Flow Chamber* terbuat dari Aluminium yang dirancang untuk mengonversi gas atau udara pada saat pengambilan sampel, sampel akan ditarik oleh sensor dan masuk melalui sensor *Flow Chamber* yang sudah dipasang. Sensor *flow chamber* ini kuat dalam suhu dan tekanan tinggi. Bisa dilihat pada [Gambar 5](#)



Gambar 5. Sensor flow chamber [15]

Dust Guard

Dust Guard merupakan pelindung debu monitor umum yang berfungsi untuk mencegah debu atau partikel kecil lainnya yang dapat mengganggu efektivitas sensor dan dapat juga sebagai penahan api. Terbuat dari bahan baja tahan karat dan berulir. Pelindung debu ini direkomendasikan di tempat lingkungan yang korosif dan bersuhu tinggi. Bisa dilihat pada [Gambar 6](#)



Gambar 6. Dust guard [15]

Splash Guard

Splash Guard merupakan penutup berukuran kecil yang berfungsi untuk mencegah air atau hujan yang dapat mempengaruhi respon dari elemen sensor tersebut. *Splash guard* terbuat dari plastik ABS yang kokoh. Dapat dilihat pada [Gambar 7](#)



Gambar 7. Splash guard [15]

Duck Mounting plate

Duck Mounting Plate merupakan sebuah *plate* sebagaiudukan modul sensor. Dapat dilihat pada [Gambar 8](#)



Gambar 8. Duck mounting plate [15]

Sensor Infrared

Sensor *Infrared Gas Detector* type IR400 merupakan suatu perangkat yang berfungsi mendeteksi adanya gas metana. Sensor IR400 memiliki basic *mikroprosesor*, Sama seperti sensor *catalytic*, Sensor IR400 memiliki kemampuan mendeteksi tingkat konsentrasi gas metana. Prinsip deteksi Sensor IR400 didasarkan pada pengukuran penyerapan radiasi inframerah yang lewat melalui gas menggunakan sinar ganda dan metode detektor tunggal [16]. Dapat dilihat pada [Gambar 9](#)



Gambar 9. Sensor infrared [16]

Relay

Relay adalah alat yang terdiri dari coil dan kontak-kontak *output* yang merupakan komponen utama dari suatu *logic function*. Relay mempunyai fasilitas kontak untuk *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC) merupakan kontak dari *relay* yang dipergunakan sesuai dengan yang kebutuhan yang dalam suatu proteksi. Pada kondisi normal operasi normal relay-relay tersebut harus dalam keadaan *energized* dan bila terjadinya kegagalan atau trip, *relay-relay* tersebut dalam keadaan *de-energized* (terputusnya tegangan). Ada 2 *relay connections* yang digunakan pada methane gas detector, relay dari model S4000CH dan *Relay* dari Model S5000 dapat dilihat pada [Gambar 10](#).



Gambar 10. Project board relay [16]

Alarm

Sistem alarm merupakan perangkat yang berfungsi sebagai tanda peringatan awal jika terdapat paparan gas *methane* di area. Perangkat ini terdiri dari *Horn* yang di area dan alarm *buzzer* yang ada di panel FGDS. Aktifitas perangkat alarm tersebut secara otomatis melalui perangkat pada panel *Fire and Gas Detection System* (FGDS) yang didasarkan pada hasil *monitoring* gas *methane* [5].

Alarm terbagi menjadi 2 (dua) yaitu *audible* dan *visible* :

Audible yaitu bunyi-bunyian yang bisa didengarkan, contoh apabila pada sensor menangkap gas metana di area, alarm yang terdapat pada rak panel FGDS akan berbunyi. *Visible* yaitu cahaya (lampu) yang bisa di lihat dengan visual mata, misalnya bila pada sensor menangkap gas metana di area, alarm yang terdapat pada rak panel FGDS akan berbunyi dan bersamaan dengan lampu alarm yang terpasang di area proses akan menyala.

Sistem alarm sebagai peringatan awal terhadap paparan gas *methane* di set pada konsentrasi sebagai berikut :

30 % LEL (*Warning*)

Jika konsentrasi gas *methane* di udara atau *set point* menunjukkan 30% LEL maka, *Local display* akan menyala (indikasi angka 30 % LEL dan LED di *Indicator*), indikasi angka 30 % LEL di *Card TA* pada panel FGDS dan *Alarm buzzer* pada panel FGDS.

60 % LEL (*Alarm*).

Jika konsentrasi gas *methane* di udara atau *set point* menunjukkan 60% LEL maka, *Local display* akan menyala (indikasi angka 60% LEL dan LED di *Indicator*), indikasi angka 30 % LEL di *Card TA* pada panel FGDS, *Alarm buzzer* pada panel FGDS dan *sounder horn* yang terdapat di area teraktivasi (Khusus Sensor IR yang ada di area TDHT).

Trip Amplifire Card

Trip Amplifier Card adalah sebuah modul system untuk penguat sinyal yang dirancang untuk memantau gas dan uap yang mudah terbakar dalam batas *Lower Explosive Limits* (LEL) dan memberikan indikasi status dan output alarm.

Modul Elektronik ini berbasis mikroprosesor yang memungkinkan semua opsi dapat dihubungkan pada panel *control*. *Trip Amplifier Card* berfungsi untuk memberikan dan menunjukkan kode kesalahan dan mengatur opsi yang berupa LED indikasi status,

kolektor terbuka dan keluaran *relay* untuk kesalahan, alarm rendah dan alarm tinggi. *Trip Amplifier Card* (TAC) Dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Trip amplifire card [5]

Keandalan Peralatan (*Realibility*)

Analisis keandalan dapat membantu untuk menentukan peluang suatu komponen atau *system* mengalami kegagalan dalam melakukan fungsinya dalam jangka waktu tertentu. Fungsi keandalan (*reliability*) dinotasikan sebagai $R(t)$ dari *system* jika dipakai selama t (satuan waktu). Probabilitas sistem dapat berfungsi dengan baik selama pemakaian [17].

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) x dt \quad (3)$$

Dimana :

$R(t)$ = Fungsi Keandalan

$F(t)$ = Fungsi Distribusi

t = Probabilitas Kegagalan

Fungsi Keandalan dengan Distribusi Eksponensial

$$R(t) = e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (4)$$

Keandalan komponen, sub sistem atau sistem produksi merupakan aspek yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses produksi. Sistem atau komponen masih dapat beroperasi walaupun tidak dapat memenuhi fungsinya secara maksimal.

Waktu Kegagalan

Waktu kegagalan atau *Mean Time To Failure* (MTTF) adalah waktu rata-rata dari suatu peralatan mengalami kegagalan atau kerusakan, biasa diukur dalam beberapa tahun. Perhitungan menggunakan rata-rata statistik, hal ini menjadikan perhitungan data kerusakan tidak selalu tepat dikarenakan ada beberapa *factor* lain yang mempengaruhi keandalan peralatan maupun namun data ini dapat dijadikan estimasi alat tersebut rusak. Perhitungan waktu kegagalan / MTTF dapat dilihat pada rumus berikut ini

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (5)$$

Atau

$$\lambda = \frac{F}{T} \frac{1}{MTTF} \quad (6)$$

Dimana :

F = Banyaknya kegagalan

T = Total waktu operasi

Rencana Pemeliharaan

Preventive Maintenance adalah operasi perawatan rutin yang dirancang untuk memperpanjang umur serta mencegah terjadinya kerusakan yang berisiko pada komponen. *Maintenance Area II* melakukan pembersihan, penggantian komponen, kalibrasi dan perbaikan. *Preventive maintenance* disebut juga sebagai *interval based maintenance* (perawatan berbasis interval, dimana pelaksanaannya tanpa memperhatikan kondisi dari komponen yang sedang dirawat. Jika komponen mempunyai laju kegagalan yang dimiliki oleh distribusi eksponensial, mengindikasikan tidak diperlukan *preventive maintenance*. Secara umum *preventive maintenance* sangat cocok untuk komponen yang memiliki tingkat kegagalan yang meningkat (*wear out period*). Alasan utamanya dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* adalah untuk menghindari kerusakan, mendeteksi kerusakan secara dini, dan menemukan kerusakan yang tersembunyi.

Untuk mencapai keberhasilan dengan *preventive maintenance* yang telah dikembangkan, harus diuji, dikoreksi dan disesuaikan dengan frekuensi sistem penjadwalan kegiatan. Penjadwalan harus dapat memaksimalkan kondisi objek yang dijadwalkan.

Preventive Maintenance memiliki dua jenis kegiatan yaitu :

- Routine Maintenance* yaitu Kegiatan *maintenance* secara rutin dilakukan setiap hari. Kegiatan ini dilakukan berupa pembersihan mesin atau peralatan instrumentasi, pemberian minyak pelumas dan lain sebagainya.
- Periodic Maintenance* yaitu kegiatan perawatan atau *maintenance* yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu seperti setiap satu minggu sekali, satu bulan sekali, tiga bulan sekali atau satu tahun sekali.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data meliputi spesifikasi Gas Detector, pengukuran data gas detector yang diambil dari literatur buku dan hasil pengukuran. Pengambilan data literatur dan wawancara dimulai dari 1 Januari 2022 hingga 31 Maret 2022. Penelitian dilakukan pada hari Jum'at 25 Februari 2022 dengan pengambilan data *response time* selama 60 menit dan selisih waktu

pengambilan *response time* dengan rentang 3 menit setiap 1 sensor. Tempat penelitian dilakukan di area *maintenance 2* PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV Cilacap Jalan MT Haryono No.77 Kelurahan Lomanis, Kecamatan Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah.

A. Obyek Penelitian

Penulisan Tugas Akhir Analisis *Methane Gas Detector* dengan Sensor *Catalytic* dan Sensor *Infrared* di *Maintenance Area II* PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap dilakukan mengambil data saat unit beroperasi.

Pengambilan data dilakukan pada *Methane Gas Detector* dari Sensor *Catalytic* di unit 11K-101A dan Sensor *Infrared* di unit 018-FGD-01.

Teknik Pengumpulan Data

Pada penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa tahapan kerja yang dilakukan antara lain :

Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pencarian informasi dari buku, jurnal, Literatur, bahan dari internet maupun sumber lain yang berkaitan dan pembelajaran mengenai hal-hal yang berkaitan dengan teori sensor *catalytic* dan sensor *infrared*, kecepatan *response time*, keandalan dan pemeliharaan *methane gas detector*.

Wawancara

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data dengan cara memberikan pertanyaan langsung pada para responden. Daftar pertanyaan kepada beberapa responden terdapat pada lampiran 1. Beberapa responden yang terlibat dalam analisis *methane gas detector* dengan sensor *catalytic* dan sensor *infrared* di *Maintenance Area II* PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap ini diantaranya adalah :

Operator

Operator adalah seseorang yang bertugas untuk mengoperasikan peralatan dan menjaga operasional kompresor pada *maintenance area II*. Wawancara dengan operator bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi aktual lapangan sehingga membantu analisis data perbandingan pada sensor *catalytic* dan sensor *infrared*.

Berikut Wawancara dengan operator :

- Kendala apa saja yang sering terjadi jika kedua sensor tidak merespon gas metana ?
- Faktor-faktor apa saja yang dapat membuat peralatan sensor gas detector handal.

Panelman

Panelman adalah seseorang yang bertugas untuk mengoperasikan peralatan dan mengamati card TA dan

Alarm pada rak panel *control room*. Wawancara dengan panelman bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi operasi yang terekam pada rak control panel sehingga memperkuat data analisis methane gas detector dengan sensor *catalytic* dan sensor *infrared*.

Berikut Wawancara dengan panelman :

- a. Bagaimana cara mengetahui *methane gas detector* yang terdapat di area *error* ?
- b. Kondisi apa saja yang dimonitor dalam pengamatan kinerja *methane gas detector* pada rak *control panel* ?

Teknisi

Teknisi adalah seseorang yang bertugas untuk melakukan pemeliharaan peralatan agar operasional dari *methane gas detector* dapat terjaga keandalannya. Wawancara dengan teknisi bertujuan mendapatkan informasi tentang *history* pemeliharaan dan kerusakan yang terjadi pada *methane gas detector*.

Berikut Wawancara dengan Teknisi:

- a. Bagaimana cara melakukan kalibrasi pada *methane gas detector* ?
- b. Metode apa yang dipakai dalam melakukan *maintenance methane gas detector* ?
- c. Sudah berapa kali dilakukan perbaikan pada sensor *catalytic* dan sensor *infrared* ?

Engineer

Engineer adalah seseorang yang bertugas melakukan evaluasi, analisis dan perbaikan terhadap kondisi operasi dalam hal ini terkait pada *methane gas detector* (sensor *catalytic* dan sensor *infrared*) yang bertujuan agar tidak terjadi kendala operasional. Wawancara dengan Engineer bertujuan untuk mendapatkan data terkait pemasangan lebih dari satu gas detector terutama pada gas detector yang berkaitan dengan gas metana.

Berikut Wawancara dengan Engineer :

- a. Apa saja kajian yang dilakukan dalam Penggunaan Sensor *Infrared* ?
- b. Mengapa terdapat 2 sensor yang digunakan pada *methane gas detector* ?

Pengamatan

Pada tahap ini dilakukan pengukuran langsung *response time* pada kedua sensor diunit proses, sensor *catalytic* dan sensor *infrared* dengan menggunakan *Bottle Gas*, *bottle gas* yang berisikan gas metana murni aman dan tidak mudah meledak. Setelah pengambilan data dan pengamatan selesai kemudian dilakukan pengolahan data. Langkah-langkah dari pengamatan ini sebagai berikut :

- 1) Mengamati hasil dari pengambilan *experiment* pada beberapa *methane gas detector* yang sudah diambil *sample response time*.
- 2) Mengamati *history* data dari kedua sensor.

- 3) Melakukan pengamatan aspek pemeliharaan dan keselamatan

Berikut Standar Operasional Prosedur pengambilan sampling :

Prosedur

1. Siapkan Alat Pelindung Diri (APD) yang akan digunakan seperti kacamata keselamatan (*safety goggles*), sepatu keselamatan (*safety shoes*), masker respirator (*respirator mask*), sarung tangan (*safety hand gloves*), *coverall*.
2. Siapkan *bottle gas* dan *portable purge gas* sebagai alat penguji sampling, *bottle gas* dan *portable purge gas* yang digunakan aman mengandung konsentrasi gas yang tidak mudah meledak dan *Stopwatch* untuk menghitung waktu.
3. Siapkan table pengambilan sampling untuk mencatat *response time*.
4. Mekanik area mempersiapkan *Permit To Work* atau Surat Ijin Keselamatan Aman (SIKA). SIKA yang digunakan wajib telah disetujui oleh GSI.
5. Gas test area yang akan disampling, pastikan tidak ada gas lain selain yang gas yang akan digunakan sampling. Apabila sudah dinyatakan aman oleh GSI lanjut untuk memulai pengambilan sampling. Gas test area di lakukan oleh *Gas Safety Inspector* (GSI).
6. Memulai untuk mempersiapkan, tempatkan *Bottle gas* atau *Portable Purge Gas* dibawah masing-masing sensor, apabila menggunakan *bottle gas*, cara menggunakan dipecahkan tepat di bawah sensor dan apabila menggunakan *Portable purge gas*, selang ditemptkan dibawah sensor. *Stopwatch* dinyalakan bersamaan.
7. Tunggu beberapa detik, sensor akan menangkap gas yang masuk kemudian akan memberikan sinyal ke *display monitor detector*. Jika sudah mencapai %LEL menunjukkan 50% catat *response time* pada table sampling.
8. Lakukan secara bertahap dengan jeda selama 3 menit.
9. *Good House Keeping* (GHK), bersihkan sisa *bottle gas* yang sudah dipecahkan dan dibuang ke tempat sampah limbah B3.

Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Dalam penelitian eksperimen ini dapat mengidentifikasi, mendefinisikan dan menjelaskan suatu keadaan dan melakukan analisis perhitungan *response time* pada sensor *catalytic* dan sensor *infrared* di area *Maintenance Area II PT*. Kilang Pertamina internasional RU-IV Cilacap. Selain dari perhitungan *response time* analisis pada penelitian ini juga dapat

mengkaji keandalan dan cara pemeliharaan dari *methane gas detector*.

Berikut cara untuk menganalisis data :

1. Membuat tabel untuk mencatat hasil dari pengambilan sampling data
2. Menghitung Rata-rata kecepatan *response time* pada setiap gas detector menggunakan rumus excel.
3. Membuat Grafik *Trend Flow*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Teknis Kebocoran Gas Methane

Gas metana diklasifikasikan sebagai senyawa organik, zat yang terdiri terutama dari karbon dan *hydrogen*. Bahkan gas metana merupakan senyawa yang dibuat secara eksklusif dari karbon dan *hydrogen*, atau hidrokarbon, dengan rumus CH₄ yaitu empat karbon *hydrogen* terikat pada atom karbon. Gas metana merupakan gas dari *hidrokarbon* yang paling sederhana dan paling ringan, kelompok ini juga disebut sebagai *alkane*. Area Fuel Oil Complex II (FOC II) yang sering terjadinya kebocoran gas metana terdapat pada unit 011 CDU dan unit 018 TDHT.

Gas metana ini merupakan zat reaktif sehingga mudah meledak jika bereaksi dengan api dan apabila terjadi kebocoran gas metana secara terus-menerus dan tidak terdeteksi akan menimbulkan masalah *explosive* (ledakan)[18]. Efek dari terpaparnya gas metana pada manusia adalah kekurangan *oxygen* <16%. Masalah kesehatan akan timbul bila terpapar gas metana dalam konsentrasi tinggi. Dan seperti disebutkan diatas, gejala timbul karena efek kekurangan *oxygen* (*asphyxia*) seperti sesak napas, mual, muntah dan dapat kehilangan kesadaran [19].

Sehingga untuk mencegah terjadinya kebocoran gas metana yang tidak terdeteksi. *Maintenance area* II selaku bagian Pengawasan dan Perawatan komponen pada area kilang memasang alat detector gas yang berupa *Methane Gas Detector* dengan sensor *Infrared* dan sensor *catalytic*

Sensor *Catalytic* ini mempunyai keandalan dari segi kecepatan dan response time, diperlukan kalibrasi rutin setiap 3 bulan sekali untuk mengurangi biaya perawatan. Sebelum dilakukannya pemasangan *Methane Gas Detector* dengan Sensor *Infrared* (awal tahun 2019 pendeteksi kebocoran gas metana menggunakan *Methane Gas Detector* dengan Sensor *Catalytic*) namun sering terjadi banyak kendala dalam operasionalnya, antara lain akurasi yang rendah, kecepatan dan respon time cenderung lama

Analisis Perbandingan Methane Gas Detector

Perbandingan spesifikasi dari sensor *catalytic* dan sensor *infrared* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi sensor *methane gas detector*

No	Data Parameter	Sensor Catalytic	Sensor Infrared
1	Gases	<i>Methane Only</i>	<i>Methane, propane, ethane, ethylene, butane</i>
2	Sistem Kerja	Tidak dapat bekerja dilingkungan gas yang terpapar terus menerus	Dapat bekerja dilingkungan gas yang terpapar terus menerus
3	Temperature	(-55°C to + 93°C)	(-40°C to + 75°C)
4	<i>Response Time</i>	T50<10 s,	T50< 1,5 s, T90< 3s
5	<i>Relay Display Modules</i>	Relays Alarm	IR4000 Display dan Relay Alarm
6	Harga	Rp.25.000.000,-	Rp. 50.000.000,-
7	<i>Maintenance</i>	Kalibrasi rutin setiap 3 Bulan sekali,	Tidak perlu kalibrasi rutin, Fail-to-safe-operation

Analisis Pengukuran Methane Gas Detector

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan bersama dengan teknisi instrumen dan di dampingi oleh *engineer instrument*. Yang dilakukan pada hari Jum'at, 10 Februari 2022 Pada pukul 08.00 WIB di area FOC II unit 011 dan 018 menggunakan media bottle gas yang dipecahkan. Pengambilan data pengukuran dijeda setiap 3 menit. Lihat Tabel 2. Tabel 3. Tabel 4. Tabel 5. [20].

Tabel 2. Hasil pengukuran ke-1 sensor *catalytic* dan sensor ir

Time	%LEL Response	Response Time Literature		Response Time Actual	
		Catalytic (s)	Infrared (s)	Catalytic (s)	Infrared (s)
		Tag Number		01GD-001	018-FGD-01
08.00	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.03	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1,5 sec
08.06	T50	10 sec	1,5 sec	9 sec	1 sec
08.09	T50	10 sec	1,5 sec	9 sec	1 sec
08.12	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec

Tabel 3. Hasil pengukuran ke-2 sensor *catalytic* dan sensor ir

Time	%LEL Response	Response Time Literature		Response Time Actual	
		Catalytic (s)	Infrared (s)	Catalytic (s)	Infrared (s)
		Tag Number		01GD-002	018-FGD-02
08.00	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.03	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.06	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.09	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.12	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec

Tabel 4. Hasil pengukuran ke-3 sensor *catalytic* dan sensor ir

Time	%LEL Response	01GD-003		018-FGD-03	
		Response Time Literature		Response Time Actual	
		Catalytic (s)	Infrared (s)	Catalytic (s)	Infrared (s)
08.00	T50	10 sec	1,5 sec	7 sec	1,5 sec
08.03	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1,5 sec
08.06	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.09	T50	10 sec	1,5 sec	9 sec	1 sec
08.12	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec

Tabel 5. Hasil Pengukuran ke-4 Sensor Catalytic dan Sensor IR

Time	%LEL Response	01GD-004		018-FGD-04	
		Response Time Literature		Response Time Actual	
		Catalytic (s)	Infrared (s)	Catalytic (s)	Infrared (s)
08.00	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.03	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.06	T50	10 sec	1,5 sec	8 sec	1 sec
08.09	T50	10 sec	1,5 sec	9 sec	1 sec
08.12	T50	10 sec	1,5 sec	9 sec	1 sec

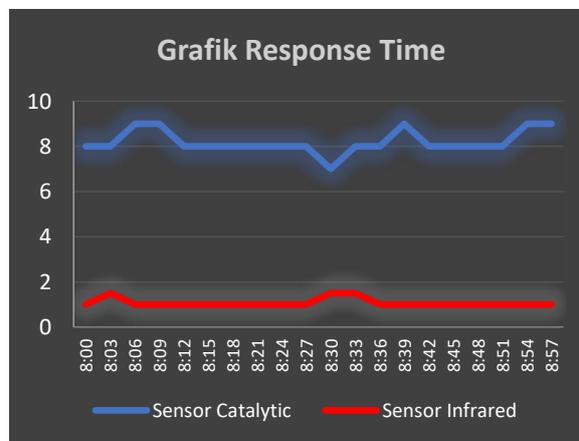
Setelah melakukan pengambilan data, berdasarkan sampai dengan dilakukan pengamatan dan membuat grafik *response time*. Kedua sensor mempunyai penunjukan kecepatan waktu yang tidak sama. Berdasarkan data literatur dan data aktual lapangan, sensor *infrared* jauh lebih cepat mendeteksi keberadaan gas metana dengan waktu 1 detik dari ketentuan waktu <1,5 detik dibandingkan dengan sensor *catalytic*, sensor ini membutuhkan waktu 8 s/d 9 detik untuk menangkap keberadaan gas metana dan diambil nilai rata-rata dari keseluruhan waktu. Tabel rata-rata dapat dilihat pada Grafik *response time* dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata *response time* setiap sensor

No	Pengukuran	RT Catalytic	RT Infrared	Satuan
1	Pengukuran Ke-1	8	1	sec
		8	1,5	sec
		9	1	sec
		9	1	sec
		8	1	sec
2	Pengukuran Ke-2	8	1	sec
		8	1	sec
		8	1	sec
		8	1	sec
		8	1	sec
3	Pengukuran Ke-3	8	1	sec
		7	1,5	sec
		8	1,5	sec
		8	1	sec
		9	1	sec
4	Pengukuran Ke-4	8	1	sec
		8	1	sec
		8	1	sec
		9	1	sec
		9	1	sec
Jumlah Total		164	21,5	sec
Rata-Rata		8,2	1,075	sec

Setelah pengukuran selesai dan melihat diatas kemudian jumlah waktu setiap sensor di jumlahkan dan akan keluar hasil yaitu rata-rata setiap waktu. Rata-rata

nilai waktu pada setiap sensor yaitu **8,2** sec sensor *catalytic* dan **1,075** sec untuk sensor *infrared*. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan *response time* dari sensor *infrared* lebih cepat dibandingkan dengan sensor *catalytic* seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik *response time* sensor *catalytic* & ir

Tingkat Keandalan Sensor *Catalytic* dan Sensor *Infrared*

Mengacu pada perhitungan keandalan sensor rekap keandalan Sensor *catalytic* dan sensor *infrared* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan keandalan sensor

No	Equipment	MTFF	T	λ	R(t)
Sensor <i>Catalytic</i>					
1	Detector 01GD-001	2	1	0,5	0,60653
Sensor <i>Infrared</i>					
2	Detector 018-FGD-01	2	0	0,5	1

Berdasarkan Tabel 7. di atas dapat disimpulkan bahwa sensor *infrared* keandalannya yang paling tinggi dengan nilai (1) kemudian yang terakhir sensor *catalytic* dengan nilai (0,60653) dikarenakan sensor *catalytic* setiap tahunnya terdapat penggantian komponen seperti penggantian sensor, *fuse*, card TA dan komponen lainnya. Berbeda dengan sensor *infrared* yang baru 2 tahun dan belum pernah penggantian komponen [21].

Cara Pemeliharaan *Methane Gas Detector*

Preventive Maintenance adalah tindakan perawatan terjadwal untuk memperpanjang masa pakai dan mencegah kerusakan pada komponen. *Maintenance Area II* melakukan pembersihan, penggantian

komponen, kalibrasi dan perbaikan. *Preventive maintenance* disebut juga sebagai *interval based maintenance*, dimana pelaksanaannya tanpa memperhatikan kondisi dari komponen yang sedang dirawat. Jika tingkat kegagalan komponen terdistribusi secara eksponensial, pemeliharaan rutin tidak diperlukan lagi. Secara umum pemeliharaan rutin sangat cocok untuk komponen yang memiliki tingkat kegagalan yang tinggi (*wear out period*). Alasan utamanya dilakukan kegiatan pemeliharaan rutin adalah untuk menghindari kerusakan, mendeteksi kerusakan lebih awal, dan menemukan kerusakan yang tersembunyi [22].

Untuk mencapai keberhasilan dengan *preventive maintenance* yang telah dikembangkan, harus diuji, dikoreksi dan disesuaikan dengan frekuensi sistem penjadwalan kegiatan. Penjadwalan harus dapat memaksimalkan kondisi objek yang dijadwalkan. Jenis kegiatan pemeliharaan yang gunakan untuk *methane gas detector* adalah **Periodic Maintenance**, yaitu kegiatan perawatan atau *maintenance* yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu 90 hari kalender atau tiga bulan sekali sesuai anjuran dari pemilik vendor.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap *Methane Gas Detector* Sensor *Catalytic* dan Sensor *Infrared*, maka kesimpulan dapat diambil antara lain :

1. Berdasarkan pengambilan data lapangan *response time*, sensor *infrared* lebih cepat dengan jumlah nilai rata-rata 1,075 detik dibandingkan dengan sensor *catalytic* dengan jumlah nilai rata-rata tangkap 8,2 detik.
2. Berdasarkan analisis, keandalan sensor *infrared* mempunyai keandalan yang lebih tinggi yaitu 1, dibandingkan dengan sensor *catalytic* yang mempunyai keandalan 0,60653
3. Sensor *infrared* mempunyai perawatan yang mudah dan sederhana tidak perlu kalibrasi rutin seperti sensor *catalytic*, sensor *catalytic* memerlukan kalibrasi ulang setiap 90 hari kalender atau setiap 3 bulan sekali. Cara pemeliharaan yang tepat untuk *methane gas detector* adalah *Periodic Maintenance*.
4. Berdasarkan Keunggulan alat, sensor *infrared* lebih unggul karena sensor *infrared* mempunyai nilai rata-rata *response time* yaitu 1,075 detik, nilai keandalan sebesar 1 dan mampu mendeteksi gas *methane*, *propane*, *ethane*, *ethylene* dan *butane*, serta membutuhkan perawatan yang lebih sederhana.

SARAN

Sebagai acuan penelitian lanjutan dapat di kaji hal-hal sebagai berikut :

1. Selain di *Maintenance Area II* yang terdapat gas metana diharapkan dipasang *methane gas detector* dengan sensor *infrared*, karena sensor *infrared* mempunyai *response time* yang tinggi dan keandalan alat yang baik.
2. Selain keandalan *response time* dari sensor *infrared*, sensor *infrared* juga sudah *support* sistem DCS dan PLC diharapkan *methane gas detector* dengan sensor *infrared* di *maintenance area II* untuk dapat *upgrading* ke sistem DCS dan PLC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] FLOUR.1981. Manual Book Foc II. Cilacap: FLour.
- [2] B. Su, Z. Luo, T. Wang, J. Zhang, and F. Cheng, "Experimental and principal component analysis studies on minimum oxygen concentration of methane explosion," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 45, no. 21, pp. 12225–12235, 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.02.133.
- [3] S. H. Setyono, "Model Dispersi Gas Metana Akibat Ledakan Atau Kebocoran Pada Industri Pengolahan Minyak Menggunakan Program Aloha," *Its*, 2018.
- [4] S. Thomas and N. Shahnaj Haider, "Instruments for Methane Gas Detection," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 4, no. 5, pp. 137–143, 2014.
- [5] D. P. Nolan, "Fire and Gas Detection and Alarm Systems," *Handb. Fire Explos. Prot. Eng. Princ. Oil, Gas, Chem. Relat. Facil.*, pp. 303–329, 2019, doi: 10.1016/b978-0-12-816002-2.00017-9.
- [6] Bimbingan Profesi Sarjana Teknik Direktorat Pengolahan.(2007). Dasar Instrumentasi dan Proses Kontrol. Balongan : Pertamina
- [7] L. C. Cadwallader, K. G. DeWall, and J. S. Herring, "Hydrogen and oxygen gas monitoring system design and operation," *Am. Nucl. Soc. Embed. Top. Meet. - 2007 Int. Top. Meet. Saf. Technol. Nucl. Hydrog. Prod. Control. Manag.*, pp. 314–326, 2007.
- [8] K. Co, D. Tangki, and S. Pada, "Analisis Konsentrasi Gas Metana (Ch 4) Dan Karbondioksida (Co 2) Dari Tangki Septik Pada," 2018.
- [9] Afrox, "MSDS Methane," *Mater. Saf. data*, vol. 4, no. January, pp. 1–2, 2017.

- [10] J. Alcañiz-Monge, D. Lozano-Castelló, D. Cazorla-Amorós, and A. Linares-Solano, "Fundamentals of methane adsorption in microporous carbons," *Microporous Mesoporous Mater.*, vol. 124, no. 1–3, pp. 110–116, 2009, doi: 10.1016/j.micromeso.2009.04.041.
- [11] K. Pengantar, "DISUSUN OLEH: NAMA : ZARAH ARWIENY HANAMI NIM: D12113019 JURUSAN: TEKNIK SIPIL PRODI: TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS HASANUDDIN."
- [12] C. G. Detection, "Model S4000CH."
- [13] G. Monitors, "General Monitors S5000," vol. 1000000538.
- [14] L. Sun, F. Qiu, and B. Quan, "Investigation of a new catalytic combustion-type CH₄ gas sensor with low power consumption," *Sensors Actuators, B Chem.*, vol. 66, no. 1, pp. 289–292, 2000, doi: 10.1016/S0925-4005(00)00527-X.
- [15] A. K. Joshi, V. M. Upadhye, and S. P. Madhe, "Design of Portable Air Purge Level Transmitter with Built-in Calibration Feature," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1012, no. 1, p. 012043, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1012/1/012043.
- [16] G. Monitors, "Model IR400."
- [17] A. Muhsin and I. Syarafi, "ANALISIS KEHANDALAN DAN LAJU KERUSAKAN PADA MESIN CONTINUOUS FRYING (STUDI KASUS : PT XYZ) Abstrak b . Data Waktu Kerusakan a . Data Komponen Kritis c . Data Waktu Perbaikan d . Pengolahan Data Menentukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristi," vol. 11, no. 1, pp. 28–34, 2018.
- [18] Center for Chemical Process Safety, "Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVEs CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY of the," 1998.
- [19] U. B. of Mines and M. G. Zabetakis, *DRAFT TECHNICAL REPORT Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors*, vol. 1999. 1999.
- [20] S. A. Raheem, "Remote Monitoring of Safe and Risky Regions of Toxic Gases in Underground Mines : a Preventive Safety Measures," no. May, 2011.
- [21] R. Hamidiyah, R. Wulandari, and S. Yunita, "Analisis Keandalan Berdasarkan SIS (*Safety Instrumented System*) pada P & ID (*Piping & Instrumentation Diagram*) V opak Termin ermin al Merak," pp. 1–5.
- [22] N. F. Fatma, H. Ponda, and R. A. Kuswara, "Analisis Preventive Maintenance Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (Mtbf) Dan Mean Time To Repair (Mtrr) (Studi Kasus Pt. Gajah Tunggal Tbk)," *Heuristic*, vol. 17, no. 2, pp. 87–94, 2020, doi: 10.30996/heuristic.v17i2.4648.