



## ANALISIS PEMASANGAN TRANSMITTER PADA PEMBANGKIT LISTRIK

### *TRANSMITTER INSTALLATION ANALYSIS IN POWER PLANT*

**Moden Purba**

Program Studi Teknik industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan, Batam,  
Indonesia

modenpurba@gmail.com

#### **Abstrak**

Pada dunia industry terutama pembangkit listrik safety dan quality control yang baik merupakan tujuan utama bagi perusahaan-perusahaan baik perusahaan kecil ataupun perusahaan-perusahaan besar, dengan safety yang baik tingkat kredibilitas perusahaan akan terjaga dan dengan quality control yang baik akan bisa menambahkan nilai profit dari perusahaan. Untuk menjaga safety dan quality control yang baik maka dibutuhkan sebuah standarisasi yang mengatur hal tersebut sedetail mungkin sebagai acuan perusahaan, salah satu standarisasi tersebut adalah compex. Compex ini merupakan skema sertifikasi global untuk para profesional kerja, para ahli kelistrikan dan mekanik yang bekerja di daerah yang berpotensi meledak, dioperasikan oleh *JTL Limited*, Inggris dan diakreditasi oleh *UKAS* sampai *ISO / IEC 17024*. Dengan dimilikinya kopetensi safety dan compex yang bagus dapat diharapkan safety dan quality dari perusahaan dapat terjaga sehingga *profit* perusahaan dan para pekerja dapat meningkat.

*Kata kunci: K3; Standarisasi; Compex; Safety; Quality*

#### *Abstract*

*In the industrial world, especially power plants, good safety and quality control is the main goal for companies, both small companies and large companies, with good safety, the level of credibility of the company will be maintained, and with good quality control, it will be able to add value to the company's profit. . To maintain good safety and quality control, we need a standard that regulates this in as much detail as possible as a company reference, one of these standards is compex. Compex is a global certification scheme for work professionals, electricians and mechanics working in potentially explosive areas, operated by *JTL Limited*, UK and accredited by *UKAS* to *ISO / IEC 17024*. Having good safety and compex competence can be expected safety and quality of the company can be maintained so that the profits of the company and workers can increase.*

*Keywords: K3; Standardization; Compex; safety; Quality*

## **PENDAHULUAN**

Dalam dunia perindustrian terutama pembangkit listrik safety dan quality control yang baik merupakan tujuan utama bagi perusahaan-perusahaan baik



perusahaan kecil ataupun perusahaan-perusahaan besar, dengan safety yang baik tingkat kredibilitas perusahaan akan terjaga dan dengan quality control yang baik akan bisa menambahkan nilai profit dari perusahaan. Untuk menjaga safety dan quality control yang baik maka dibutuhkan sebuah standarisasi yang mengatur hal tersebut sedetail mungkin sebagai acuan perusahaan.

Standarisasi merupakan proses pembentukan standar teknis, yang bisa menjadi standar spesifikasi, standar cara uji, standar definisi, produk standar (atau praktik) dan lain-lain. Salah satu manfaat standarisasi yaitu berguna untuk safety dan juga quality control. Standarisasi yang sangat populer di bidang perindustrian oil and gas industry adalah CompEx. CompEx (Kompetensi di daerah rawan ledakan) adalah skema sertifikasi global untuk para profesional kerja, perancang kelistrikan dan mekanik yang bekerja di daerah yang berpotensi meledak. Skema ini dioperasikan oleh JTLimited, Inggris dan diakreditasi oleh UKAS hingga ISO / IEC 17024.

Standarisasi CompEx ini sangat erat hubungannya dengan instrument-instrument listrik diantaranya yaitu transmitter differential pressure yang merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian sebuah media baik itu liquid, oil, dan uap. Transmitter ini dalam pemasangan dan inspeksinya menggunakan standarisasi Compex agar keselamatan (safety) dan kualitas (quality) dapat selalu terjaga. Sesuai dengan judul dan latar belakang rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut: 1) Bagaimana penerapan safety (K3) di perusahaan X. 2) Bagaimana standarisasi compex di perusahaan X. 3) Bagaimana cara peningkatan keselamatan dan standarisasi compex di perusahaan X.

### **Standar Desain**

Dalam dunia perindustrian terutama oil dan gas standar pada tempat kerja yang beresiko terjadi Explosive atmosphere atau dikenal pula dengan ATEX terdapat beberapa standarisasi diantaranya Compex. Standarisasi compex yang akan menentukan zona-zona pada lokasi, peralatan-peralatan apa yang boleh digunakan pada zona-zona tersebut, Jenis-jenis perlindungan yang akan digunakan pada zona-zonanya, dan bahan-bahan apa saja yang diperbolehkan digunakan pada area-areanya. Hal ini semua diatur oleh compex agar keselamatan



(safety) para pekerja dan operator dapat terjamin juga complex menjaga kualitas (quality) dari project agar dapat diterima di pasaran global.

### **Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)**

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan instrument yang memproteksi pekerja perusahaan, lingkungan hidup dan masyarakat sekitar dari bahaya kecelakaan kerja. Perlindungan tersebut merupakan hak asasi yang wajib dipenuhi oleh perusahaan. Penerapan konsep ini tidak boleh dianggap sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja, melainkan harus dianggap sebagai bentuk investasi jangka panjang yang memberikan keuntungan berlimpah pada masa yang akan datang.

Keselamatan dan kesehatan kerja terdapat pada undang-undang nomor 23 tahun 1992 tentang kesehatan, pasal 23 mengenai kesehatan kerja tersebut bahwa upaya kesehatan kerja wajib diselenggarakan pada setiap tempat kerja, khususnya tempat yang mempunyai resiko bahaya yang besar bagi pekerja agar dapat bekerja secara sehat tanpa membahayakan diri sendiri dan masyarakat sekelilingnya, dan untuk memperoleh produktivitas kerja yang optimal, sejalan dengan program perlindungan kerja.

### **Standarisasi ILO Untuk Para Pekerja**

ILO atau International labour organization merupakan badan Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) dengan tanggung jawab internasional khusus mengenai ketenagakerjaan, serta berkantor pusat di Jenewa. ILO memiliki standar K3 yaitu:

1. Konvensasi pelayanan kesehatan kerja 1985 (No.161) dan rekomendasi (No.171) yang menetapkan dibentuk nya pelayanan kesehatan kerja di perusahaan.
2. Konvensasi keselamatan dan kesehatan kerja 1981 (No.155) dan rekomendasi (No.164) yang menetapkan prinsip-prinsip dasar untuk kebijakan dan strategi nasional dan perusahaan di tunjuk untuk mempromosikan keselamatan dan kesehatan-kerja, termasuk mengenai pelatihan protokol 2002 (No.155) menggabungkan ketentuan khusus untuk pencatatan, notifikasi kecelakaan dan penyakit di tempat kerja.

## ATEX (Explosive Atmospheres) Complex Standard

Explosive Atmospheres didefinisikan sebagai campuran zat berbahaya dengan udara, dalam kondisi atmosfer, dalam bentuk gas, uap, kabut atau debu di mana setelah penyulutan (ignition), pembakaran (combustion) menyebar ke seluruh campuran yang tidak terbakar.

Kondisi atmosfer biasanya disebut sebagai suhu dan tekanan lingkungan. Artinya suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  hingga  $40^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 0,8 hingga 1,1 bar. Standar Internasional untuk Explosive atmospheres adalah IEC 60079.

### Ignition Requirements

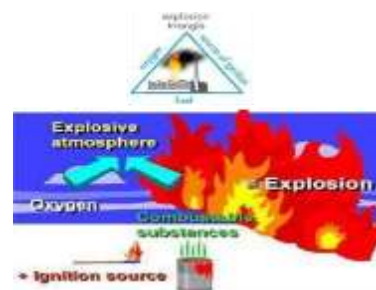
Segitiga api merupakan metode yang ampuh untuk lebih memahami syarat atau kondisi untuk terjadinya penyulutan(ignition) atau ledakan (explosion).



Gambar 2.1 Segitiga Api

Ketiga sisi segitiga merepresentasikan tiga kondisi yang dibutuhkan untuk terjadinya penyulutan (ignition) atau ledakan (explosion).

- Fuel (bahan bakar) bisa dalam bentuk gas, uap, kabut atau debu.
- Oxygen sekitar 21 % volume di udara normal
- Source of Ignition (asal penyulutan) bisa berupa busur, percikan, nyala api atau permukaan yang panas.



Gambar 2.2 Explosion Triangle

Pembaran akan terjadi jika tiga elemen hadir, campuran gas / udara dalam batas-batas tertentu, dan sumber penyalaan memiliki energi yang cukup. Setelah



penyalan, jika pembakaran bersifat mandiri, maka campuran tersebut digambarkan sebagai “explosive atmosphere”.

Ignition dan explosion bisa di cegah dan dikendalikan oleh salah satu dari berikut ini

- a. Menghilangkan satu atau dua elemen dengan mengisolasi atau memisahkan sumber ignition dari campuran gas dan udara.
- b. biarkan ketiga elemen ini hidup berdampingan dan memastikan bahwa energi sumber ignition dipertahankan dibawah nilai-nilai spesifik.
- c. biarkan explosion terjadi didalam enclosure yang kuat.

Diatas adalah explosion protection techniques yang mana akan dikenal dalam standarisasi CompEx dengan Ex d, Ex e, Ex I, Ex m, Ex n, Ex o, Ex p, Ex q, dan

#### **Klasifikasi Area Gas**

Klasifikasi Area berkaitan dengan klasifikasi area menjadi zona, di mana mungkin ada risiko pengapian dan kemungkinan ledakan karena adanya gas atau uap yang mudah terbakar, bercampur dengan udara di bawah kondisi atmosfer normal. Standar internasional yang berlaku adalah IEC 60079-10. Klasifikasi Area biasanya dilakukan oleh mereka yang memahami relevansi dan signifikansi sifat-sifat bahan yang mudah terbakar dan mereka yang akrab dengan proses dan peralatan bersama dengan keselamatan, listrik, mekanik dan tenaga teknis yang memenuhi syarat lainnya.

Area berbahaya didefinisikan sebagai: Suatu area di mana atmosfer gas ledak hadir, atau mungkin diharapkan ada, dalam jumlah seperti memerlukan tindakan pencegahan khusus untuk konstruksi, pemasangan dan penggunaan peralatan.

Area yang tidak berbahaya didefinisikan sebagai Suatu area di mana atmosfer gas yang meledak tidak diharapkan hadir dalam jumlah seperti memerlukan tindakan pencegahan khusus untuk konstruksi, pemasangan dan penggunaan peralatan. Beberapa ruang peralatan yang terletak di area yang dikategorikan dibuat aman dengan memasukkan udara di bawah tekanan sedikit diambil dari area yang tidak berbahaya. *Entri* dilakukan melalui *airlock*.



Zonasi adalah cara untuk mewakili probabilitas, frekuensi dan durasi atmosfer gas yang mudah meledak, berdasarkan identifikasi dan pertimbangan masing-masing dan setiap sumber pelepasan di area instalasi tertentu, termasuk :

1. Tingkat pelepasan (berkelanjutan, primer atau sekunder)
2. Adanya ventilasi buatan
3. Luas dan volume release

Arahan Tempat Kerja IEC dan ATEX menggunakan konsep zona untuk menentukan area berbahaya. Tiga Zona mewakili risiko dalam hal probabilitas, frekuensi dan durasi release. Zonasi akan memiliki pengaruh pada pemilihan jenis peralatan yang dilindungi ledakan yang dapat digunakan. Tiga Zona, sebagaimana didefinisikan dalam IEC60079-10-1 (Klasifikasi area berbahaya - Atmosfer gas eksplosif), adalah sebagai berikut:

Zona

a. Zona 0

Adalah tempat di mana, atmosfer gas eksplosif yang terdiri dari campuran dengan udara dari bahan yang mudah terbakar dalam bentuk gas, uap, atau kabut hadir terus menerus atau untuk jangka waktu lama atau sering. Area diuraikan dan diisi oleh lingkaran.

Contoh: Zona 0 ditemukan biasanya di ruang di atas cairan dalam tong pencampur atau tangki penyimpanan.

b. Zona 1

Adalah tempat di mana, atmosfer gas eksplosif yang terdiri dari campuran dengan udara dari bahan yang mudah terbakar dalam bentuk gas, uap, atau kabut hadir sesekali. Area tersebut diuraikan dan diisi dengan penetasan silang, lebih disukai 45 derajat ke horizontal.

Contoh: di sekitar segel pompa industri, pompa bensin, area di sekitar kapal pencampur yang memiliki tutup yang dibuka secara teratur tetapi tidak dibiarkan terbuka, ventilasi yang dilepaskan secara teratur.

c. Zona 2

Adalah tempat di mana, atmosfer gas yang meledak yang terdiri dari campuran dengan udara dari bahan yang mudah terbakar dalam bentuk gas, uap,

atau kabut tidak mungkin terjadi dalam operasi normal tetapi jika itu terjadi, akan bertahan hanya untuk periode yang singkat. Area tersebut diuraikan dan diisi dengan garis miring, berjarak seragam, lebih disukai 45 derajat ke arah horizontal. Contoh: di sekitar segel pompa industri yang terletak di luar ruangan, pompa bensin yang mungkin bocor dengan bantalan dan / atau keausan segel, Area di sekitar area Zona 1.

#### Klasifikasi Suhu (Kelas Suhu)

Klasifikasi suhu adalah sistem klasifikasi peralatan menjadi satu dari enam (6) suhu mulai dari 85°C hingga 450°C. Klasifikasi suhu (*T Rating*) didasarkan pada suhu maksimum yang dapat dicapai oleh bagian mana pun yang relevan dari peralatan yang mungkin bersentuhan dengan gas ledak, ketika dioperasikan dalam peringkat maksimum yang dirancang dan suhu sekitar biasanya tidak melebihi 40°C.

Peralatan listrik harus dipilih untuk memastikan bahwa suhu permukaan yang dihasilkan oleh peralatan (ditunjukkan oleh "*T Rating*") tidak akan melebihi suhu penyalaan atmosfer yang mudah terbakar yang mungkin ada di sekitar peralatan. Penandaan kelas suhu peralatan (*T Rating*) dan °C yang setara.

Tabel 2.1 Kelas suhu peralatan















Temperature Class	Maximum Surface Temperature
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

#### IP Rating (Ingress Protection)

*Enclosures of electrical equipment* diklasifikasikan menurut kemampuannya untuk menahan masuknya benda padat dan air melalui sistem angka yang dikenal sebagai Kode *Ingress Protection*. Ini terdiri dari huruf IP + dua angka, misalkan IP56.



Angka pertama, dalam kisaran 0-6, menunjukkan tingkat perlindungan terhadap benda padat, dan semakin tinggi angkanya semakin kecil benda padat yang dicegah memasuki *enclosure*. Nol (0) menunjukkan tidak ada perlindungan, dan 6 menunjukkan bahwa peralatan kedap debu. Angka kedua, mulai dari 0-8, mengidentifikasi tingkat perlindungan terhadap air yang memasuki *enclosure*, dari 0 (tanpa perlindungan) hingga 8 (tahan perendaman tak terbatas seperti yang ditentukan pada kedalaman).

IP (Ingress Protection) Ratings Guide	
SOLIDS	WATER
<b>1</b>  Protected against a solid object greater than 50 mm such as a hand.	<b>1</b>  Protected against vertically falling drops of water. Limited ingress permitted.
<b>2</b>  Protected against a solid object greater than 12.5 mm such as a finger.	<b>2</b>  Protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted up to 15 degrees from the vertical. Limited ingress permitted.
<b>3</b>  Protected against a solid object greater than 2.5 mm such as a wire.	<b>3</b>  Protected against sprays of water up to 60 degrees from the vertical. Limited ingress permitted for three minutes.
<b>4</b>  Protected against a solid object greater than 1 mm such as a wire.	<b>4</b>  Protected against water splashed from all directions. Limited ingress permitted.
<b>5</b>  Dust-Protected. Limited ingress of dust permitted. Will not interfere with operation of the equipment. Two to eight hours.	<b>5</b>  Protected against jets of water. Limited ingress permitted.
<b>6</b>  Dust-tight. No ingress of dust. Two to eight hours.	<b>6</b>  Water from heavy spray or water projected in powerful jets shall not enter the enclosure in harmful quantities.
Rating Example: <b>IP65</b> INGRESS PROTECTION	<b>7</b>  Protection against the effects of immersion in water between 10 cm and 1 m for 30 minutes.
	<b>8</b>  Protection against the effects of immersion in water under pressure for long periods.

Gambar 2.3 IP Ratings guide

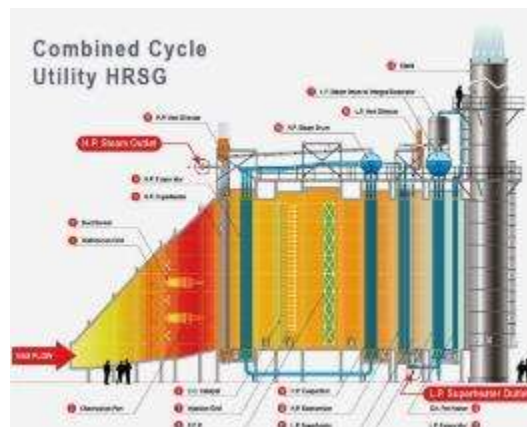
### Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU)

Pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU) atau pembangkit jenis *combine cycle* adalah gabungan antara pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), dimana di dalam PLTGU memanfaatkan gas buang dari PLTG digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai fluida kerja di PLTU. Dalam instalasi PLTGU terdapat peralatan yang dinamakan *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*. Peralatan utama dari pembangkit listrik tenaga uap yang berfungsi untuk memanfaatkan gas buang. Penggunaan HRSG



dapat meningkatkan efisiensi dari pembangkit listrik tenaga uap karena HRSG hanya memanfaatkan gas buang dari turbin gas, gas buang yang terkandung didalam *exhaust turbine* gas yang temperaturnya masih mencapai  $560^{\circ}\text{C}$  masih bisa dimanfaatkan untuk memproduksi uap air bertekanan.

Didalam sistem HRSG terdapat *boiler* yang merupakan bagain tempat memproduksi uap air bertekanan, bagian ini sangat krusial dan jika tidak terkendali/terkontrol berpotensi meledak maka banyak sekali peralatan instrument yang berfungsi untuk mengkontrol *boiler* yang pada gambar dibawah ini ditunjukkan dengan nama *high pressure steam drum* (H.P *Steam drum*) agar bekerja dengan semsetinya salah satunya adalah *transmitter*.



Gambar 2.4 HRSG System

### Transmitter

*Transmitter* pada dasarnya merupakan alat yang digunakan untuk mengubah *sensing element* sebuah *sensor* menjadi sinyal yang bisa dibaca atau diterjemahkan oleh *controller*. Terdapat dua macam sinyal untuk mentransmisikan yaitu *pneumatic* dan *electric*. Sistem transmisi *pneumatic* adalah transmisi menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal. Besar tekanan udara yang digunakana dalah sekitar 3-15 psi. Sistem ini merupakan sebuah sistem lama sebelum munculnya era elektrik. Sedangkan Sistem transmisi elektronik adalah transmisi memanfaatkan sinyal elektrik untuk mengirimkan sinyal. *range* yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4 mA - 20 mA dan 1 VDC - 5 VDC.

*Transmitter* ini sendiri ada yang berfungsi sebagai pengirim sinyal saja, atau ada juga yang mengkonversi besaran yang diinginkan. Selain ditransmisikan

ke *controller (control room)*, *transmitter* juga memiliki tampilan (*display*) di lapangan yang digunakan untuk pengecekan secara manual.

### Nilai Analog Output dan persentase

Pada *transmitter* memiliki nilai *Output* yang sudah di standarisasi yaitu 4mA - 20 mA, dari *transmitter* sudah secara otomatis terhitung nilainya namun ada cara penghitungannya agar kita mengetahui nilai *output* dari *transmitter* berikut ini merupakan rumus untuk mencari *outputnya* :

$$mA = \left( \frac{\text{display terbaca} - \text{min range}}{\text{max range} - \text{min range}} \right) \times 16 + 4 \quad 2.1 [6]$$

Pada *transmitter* juga terdapat presentase yang didapat dari nilai *range* dan berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari presentasinya:

$$\text{Presentase} = \left( \frac{\text{display terbaca} - \text{min range}}{\text{max range} - \text{min range}} \right) \times 100 \% \quad 2.2 [6]$$

### Persentasi Kesalahan

Persentasi kesalahan dapat di artikan perbedaan antara nilai ukur (nilai yang didapatkan pada saat pengukuran) dengan nilai teori (berdasarkan penghitungan rumus) dan dinyatakan dengan persen (%). Berikut rumus untuk mencari Persentasi kesalahan:

$$\text{Kesalahan (\%)} = \left( \frac{\text{Nilai Eksperimen} - \text{Nilai Teoritis}}{\text{Nilai Teoritis}} \right) \times 100 \% \quad 2.8 [16]$$

Langkah – Langkah penghitungan persentasi kesalahan :

1. Pertama-tama nilai eksperimental di kurang (-) dengan nilai teoritis terlebih dahulu kemudian di bagi (/) dengan nilai Teoritis dan dikalikan (x) 100 %
2. Tergantung dengan kebutuhan, nilai negatif (-) dapat dibuang dan mengambil nilai absolute, misal hasil penghitungan -5 % kita bisa menghilangkan nilai negatif (-) menjadi 5 % saja.

### Metodelogi Penelitian

Pada proses pengumpulan data didapatkan hasil observasi ke perusahaan yang meliputi : 1) Data spesifikasi alat 2) Data inspeksi 3) Data *single line diagram* 4) Tabel (Pengukuran Data)

## Pembahasan Dan Analisa

### Analisa Kalibrasi Transmitter

Dari data *range*, *span*, *lower range value* dan *upper range value* pada tabel 1, didapat data nilai ketinggian, persentasenya dan *arus outputnya* yang akan kita gunakan untuk melakukan analisa proses kalibrasi berikut tabelnya :

**Tabel 1 Tabel nilai ketinggian, presentase, Arus output untuk kalibrasi**

Nilai Ketinggian	% ( <i>Persentase</i> )	mA( <i>Arus Output</i> )
0 mmH <sub>2</sub> O	0 %	4 mA
250 mmH <sub>2</sub> O	25 %	8 mA
500 mmH <sub>2</sub> O	50 %	12 mA
750 mmH <sub>2</sub> O	75 %	16 mA
1000 mmH <sub>2</sub> O	100%	20 mA

Data dari tabel diatas nilai dari *arus output* (mA) dan persentasenya (%) didapatkan dari penghitungan (teori) berdasarkan rumus yang telah dibahas dilandaskan teori, untuk lebih rincinya penghitungannya dapat dilihat dibawah ini:

### Penghitungan Nilai Arus Output dan Persentase

Pada tabel 5.1 kita dapat melihat ada nilai *Arus output* dan *presentase* dari *transmitter* yang dihitung menggunakan rumus (teori), cara penghitungannya dengan memanfaatkan data-data yang sudah dituliskan pada tabel 4.6 kemudian gunakan persamaan seperti dibawah ini :

$$mA = \left( \frac{\text{display terbaca} - \text{min range}}{\text{max range} - \text{min range}} \right) \times 4$$

Dan gunakan persamaan dibawah ini untuk menghitung nilai dari persentasenya (%):

$$\text{Persentase} = \left( \frac{\text{display terbaca} - \text{min range}}{\text{max range} - \text{min range}} \right) \times 100 \%$$

Untuk penghitungan lebih rincinya dapat dilihat dibawah ini:

1. *Range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang



terbaca atau terukur adalah 0 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitung seperti di bawah ini:

$$mA = \left( \frac{0 - 0}{1000 - 0} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = \left( \frac{0}{1000} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = 0 + 4 = 4mA$$

2. *Range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca atau terukur adalah 250 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitung seperti di bawah ini :

$$mA = \left( \frac{250 - 0}{1000 - 0} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = \left( \frac{1}{4} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = 4 + 4 = 8mA$$

3. *range* dari *transmitter* di sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca atau nilai yang terukur adalah 500 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitung seperti di bawah ini :

$$mA = \left( \frac{500 - 0}{1000 - 0} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = (0,5 \times 16) + 4$$

$$mA = 8 + 4 = 12mA$$

4. *range* dari *transmitter* di sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca atau nilai yang terukur adalah 750 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitung seperti di bawah ini :

$$mA = \left( \frac{750 - 0}{1000 - 0} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = (0,75 \times 16) + 4$$

$$mA = 12 + 4 = 16mA$$

5. *range* dari *transmitter* di sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca atau nilai yang terukur adalah 1000 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitung seperti di bawah ini:

$$mA = \left( \frac{1000 - 0}{1000 - 0} \times 16 \right) + 4$$

$$mA = (1 \times 16) + 4$$



$$mA = 16 + 4 = 20mA$$

Berikut penghitungan nilai presentase pada tabel :

1. *range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca pada *display transmitter* adalah 0 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitungnya seperti di bawah ini :

$$\text{Presentase} = \left( \frac{0 - 0}{1000 - 0} \right) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = (0) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = 0 \%$$

2. *range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca pada *display transmitter* adalah 250 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitungnya seperti di bawah ini :

$$\text{Presentase} = \left( \frac{250 - 0}{1000 - 0} \right) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = (0,25) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = 25 \%$$

3. *range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca pada *display transmitter* adalah 500 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitungnya seperti di bawah ini :

$$\text{Presentase} = \left( \frac{500 - 0}{1000 - 0} \right) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = (0,5) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = 50 \%$$

4. *range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca pada *display transmitter* adalah 750 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitungnya seperti di bawah ini :

$$\text{Presentase} = \left( \frac{750 - 0}{1000 - 0} \right) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = (0,75) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = 75 \%$$

5. *range* dari *transmitter* sebesar 0 mmH<sub>2</sub>O – 1000 mmH<sub>2</sub>O dan nilai yang terbaca pada *display transmitter* adalah 1000 mmH<sub>2</sub>O maka cara menghitungnya seperti di bawah ini :

$$\text{Presentase} = \left( \frac{1000 - 0}{1000 - 0} \right) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = (1) \times 100\%$$

$$\text{Presentase} = 100 \%$$

#### **Data Hasil Proses Kalibrasi**

Seperti yang dijelaskan sebelumnya kalibrasi merupakan proses pengecekan akurasi dari alat ukur dengan melakukan perbandingan nilai dari penghitungan berdasarkan rumus (teori) dengan nilai yang terukur (terbaca) oleh alat ukur (*transmitter*) semakin mendekati nilai yang terbaca oleh alat ukur (*transmitter*) dengan nilai yang didapat oleh penghitungan berdasarkan rumus (teori) maka semakin bagus alat ukurnya (*transmitter*) sehingga kalibrasi yang dilakukan bisa dikatakan berhasil begitu juga sebaliknya jika nilai dari alat ukur yang terbaca melebihi nilai toleransi yang di perbolehkan oleh perusahaan maka kalibrasi yang kita lakukan gagal. Dari proses kalibrasi didapatkan data seperti dibawah ini :

**Tabel 2 Data dari proses kalibrasi**

No	Arus Output (mA)	Presentase (%)	ketinggian (mmH2O)
1	4,26 mA	0,16 %	2,4 mmH2O
2	7,869 mA	24,10 %	242,4 mmH2O
3	11,961 mA	49,75 %	500,2 mmH2O
4	15,930 mA	74,57 %	735,4 mmH2O
5	19,891 mA	99,32 %	993,6 mmH2O
<b>Total</b>	<b>59,911mA</b>		<b>2473,8 mmH2O</b>

Untuk memastikan kalibrasi yang dilakukan sukses dilakukan dengan membandingkan hasil dari hartcom dengan nilai yang didapat dari rumus kemudian hitung presentase kesalahannya.

Tabel 3 Tabel perbandingan data yang didapat dari penghitungan rumus (teori) dengan pembacaan *Hartcom*

No	<i>Hartcom</i>			Data Tabel 4.3 (Penghitungan berdasarkan Teori)		
	Arus Output (mA)	Presentase (%)	ketinggian (mmH2O)	Arus Output (mA)	Presentase (%)	ketinggian (mm)
1	4,26 mA	0,16 %	2,4	4 mA	0 %	0
2	7,869 mA	24,10 %	242,4	8 mA	25 %	250
3	11,961 mA	49,75 %	500,2	12 mA	50 %	500
4	15,930 mA	74,57 %	735,4	16 mA	75 %	750
5	19,891 mA	99,32 %	993,6	20 mA	100%	1000
<b>Total</b>	<b>59,911mA</b>		<b>2473,8</b>	<b>60 mA</b>		<b>2500</b>

Penjelasan tabel 5.3 di atas adalah tabel yang berwarna hijau (Hartcom) merupakan tabel yang datanya didapatkan dari pembacaan alat ukur (*transmitter*) dengan bantuan alat Hartcom berikutnya data dari tabel yang berwarna biru (penghitungan berdasarkan teori) yang datanya berdasarkan tabel 4.6.

Setelah memahami tabel 5.3 di atas berikutnya kita akan mencari persentase kesalahan dari *transmitter* dengan menggunakan data total pada tabel 5.3 dan dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left( \frac{\text{Eksperimental} - \text{Teoritis}}{\text{Teoritis}} \right) \times 100 \%$$

Dengan persamaan di atas kita bisa menghitung persentase kesalahan :

1. Persentase Kesalahan Ketinggian (mm)

Diketahui : Ketinggian total dari Hatcom = 2473,8 mmH<sub>2</sub>O

Ketinggian total dari teori = 2500 mm

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left( \frac{2473,8 - 2500}{2500} \right) \times 100 \%$$

Persentase Kesalahan = 1,048 %

2. Persentase Kesalahan *Arus Output* (mA)

Diketahui : *Arus Output* total dari Hatcom = 59,911 mA

*Arus Output* total dari teori = 60 mA

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left( \frac{59,911 - 60}{60} \right) \times 100 \%$$

Persentase Kesalahan = 0,1483 %

Dari dua penghitungan persentase kesalahan di atas dapat kita simpulkan bahwa: Pertama nilai persentase kesalahan untuk ketinggian adalah 1,048 % , dan Kedua nilai persentase kesalahan *arus output* (mA) adalah 0,1483 %. Dari kedua persentase kesalahan tersebut keduanya tidak melebihi 5 % bahkan tidak melebihi 2 % ini menunjukkan bahwa alat ukur (*transmitter*) bekerja dengan sangat baik dan ini menunjukkan bahwa Kalibrasi yang kita lakukan berhasil dengan sangat baik.

### **Pentingnya Kalibrasi Sesuai Standar Safety dan Complex**

Proses kalibrasi harus dilakukan sesuai dengan standar *safety* dan *complex* jika tidak, maka hal-hal berikut ini dapat terjadi :

1. Gagalnya proses kalibrasi.
2. Tidak akuratnya pengukuran *transmitter* yang dapat berbahaya (berpotensi meledak). Contoh : pada penempatan *transmitter* di *boiler*.



3. Jika tidak menggunakan perlengkapan *safety* dan waspada ketika melakukan kalibrasi dengan *power supply* yang terkoneksi dengan PLN listrik maka berpotensi tersengat arus listrik.
4. Berpotensi merusak alat *transmitter*, akan merugikan perusahaan yang dimana harga *transmitter* cukup mahal.
5. Dan dampak-dampak negative lainnya.

### Analisis Standarisasi

#### Standarisasi Safety

Pada perusahaan X standarisasi untuk *safety*-nya sudah sesuai atau tidaknya dapat diliha pada data tabel perlengkapan *safety* saat *maintenance* yaitu sebagai berikut:

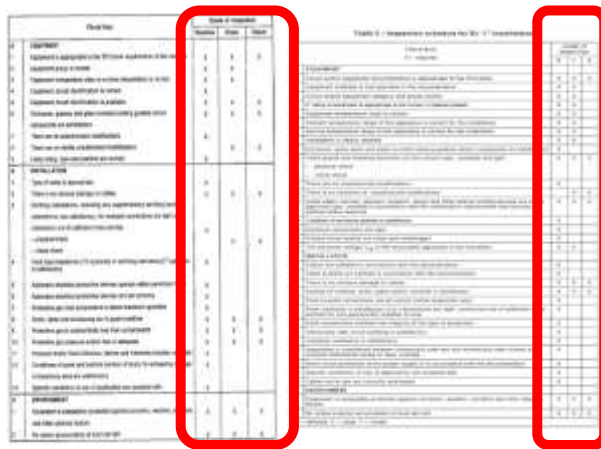
Laporan Perlengkapan <i>safety</i> saat <i>maintenance</i>			
Perlengkapan	Nama		
	Doni	Haris	Roni
Helm	√	√	
Wearpack	√	√	√
Sarung tangan	√	√	√
Sepatu Safety	√	√	√
Masker	√	√	√
Kacamata	√	√	√
Ears plug	√	√	√

Gambar 5.1 Laporan perlengkapan *safety*

Pada Gambar tabel *cek list safety* diatas kita lihat pada gambar ketiga pekerja sudah menggunakan perlengkapan *safety* standar sebelum melakukan pekerjaan, dengan laporan ini dapat dipastikan bahwa perusahaan X telah memenuhi standar keselamatan juga dilapangan para personil *safety* selalu mengawasi para pekerja agar selalu menggunakan perlengkapan *safety* nya jika terdapat satu perlengkapan saja yang tidak ada maka para pekerja dilarang memasuki area kerja.

#### Standarisasi Compex

Pada perusahaan X standarisasi compex nya sudah sesuai atau tidaknya dapat diliha pada data tabel inspeksi compexnya yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Cek List Inspeksi Ex

Pada dua gambar *cek list* inspeksi complex dia atas dapat dilihat pada bagian yang ditandai (untuk melihat isi tabal cek list inspeksi, bahwa perusahaan X telah melakukan inspeksi complex dan tidak terdapat masalah yang ditemukan dari hasil inspeksi sehingga dapat disimpulkan bahwa perusahaan X telah sesuai dengan standar complex.

### Hubungan Safety Dengan Standar Complex

Complex memiliki hubungan yang sangat erat bahkan tidak terpisahkan dikarenakan complex ini merupakan standar safety paling tinggi didalam *electrical* yang memiliki tujuan utama untuk menjaga keselamatan para pekerja dan orang-orang yang terlibat didalamnya juga untuk menjaga kualitas pekerjaan tersebut.

Didalam complex safety diatur tidak hanya untuk para pekerjanya namun peralatan yang digunakan juga memiliki aturan yang ketat, penempatan peralatan, bahkan cara proteksinya memiliki cara-cara penanganan khusus tergantung kategorinya.

### Analisis Dan Cara Peningkatan Kemampuan

#### Para Pekerja Dan Sistem Yang Digunakan

Kemampuan para pekeraja pada perusahaan X memang sudah memenuhi standar namun hali ini masih bisa ditingkatkan dengan berbagai cara dan untuk sistem yang digunakan sudah memenuhi standar minimal terdapat beberapa ruang

untuk pengembangan, berikut beberapa cara peningkatan kemampuan para pekerja dan sistem pada perusahaan X:

1. Melakukan pelatihan (*training*) internal perusahaan tentang materi *safety*, *compex*, dan *standard operational procedure* (SOP). Dua kali dalam enam bulan, dengan melakukan pelatihan secara rutin dan terjadwal para pekerja akan memiliki pengetahuan dan *awareness* yang baik sehingga memperkecil potensi kecelakaan kerja.
2. Untuk kualitas diri pekerja, perusahaan harus membiayai beberapa pekerja yang kompeten untuk mendapatkan sertifikasi-sertifikasi yang sangat penting seperti sertifikasi *Compex*, *Basic safety training* (BST), E & I, dan lain-lain.
3. Untuk sistem yang digunakan pada perusahaan X, pengembangan sistemnya dapat dilakukan dengan mengupgrade peralatan-peralatannya ke yang lebih modern dan baru namun harus diingat peralatan tersebut harus sudah diuji terlebih dahulu agar lebih efisien dan *profitable*.

#### Analisis Penerapan Sesudah Dan Sebelum

Setelah melakukan beberapa perubahan dan perbaikan sistem pada perusahaan X didapat beberapa perubahan positive dan peningkatana kulitis pada perusahaan X. berikut tabel perbandingan sebelum dan sesudah penerapan.

**Tabel 4 Tabel Perbandingan**

Point Perbandingan	SEBELUM			SESUDAH		
	Kurang	Cukup	Baik	Kurang	Cukup	Baik
Pemahaman standarisasi Compex para pekerja		√				√
Pemahaman safety pekerja			√			√
Penggunaan perlengkapan safety pekerja			√			√



<b>Pemahaman terhadap SOP</b>	<b>pekerja</b>	√	√
<b>Kepatuhan terhadap SOP</b>	<b>pekerja</b>	√	√
<b>Kopetensi para pekerja</b>		√	√
<b>Level sertifikasi para pekerja</b>	√		√

Dari tabel perbandingan diatas didapat kesimpulan sebelum perubahan dan sesudah perbaikan terdapat peningkatan kulaitas para pekerja di perusahaan X. yang membuat lingkungan pada perusahaan X lebih aman dan memperkecil potensi kecelakaan kerja.

## **Penutup**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan: 1) Analisis penerapan *safety* di perusahaan X dapat disimpulkan bahwa masih harus di perbaiki lagi karena *safety* bukan hanya fokus dalam pemakai APD saja tapi lebih kepada Lingkungan kerja, peralatan dan jaminan kesehatan sesuai dengan standar ILO Tentang K3. 2) Berdasarkan hasil analisa standarisasi CompEx terhadap proses kalibrasi transmitter didapatkan persentase kesalahan dari nilai ukur dari transmitter 1,048 % bahkan tidak mendekati 5 %, Dengan hasil ini dapat disimpulkan kalibrasi dari transmitter sukses dan transmitter layak digunakan. Tapi untuk alat alat yang di gunakan selama proses kalibrasi ini harus di kalirasi ulang ( standar 1 tahun sekali). 3) Berdasarkan Hasil analisa kondisi safety (K3) dan standarisasi ISO/compEx di perusahaan X sudah memenuhi standar namun kualitas standar Keselamtan perusahaan X masih harus ditingkatkan, mulai dari operator perawatan, pemahaman cara kalibrasi transmitternya yang benar sesuai standar sampai pada tahapan penyimpulan hasil kalibrasi, harus di adakan training untuk para pekerja nya, supaya dapat menjaga safety dan Quality Control yang lebih baik lagi.



### Saran

Dari Kesimpulan yang sudah dibuat, saran yang penulis ajukan adalah standarisasi *safety* dan *compex* ini sangat penting untuk para pekerja yang bekerja pada daerah yang rentan bahaya, potensi *explosive atmosphere* tinggi seperti *oil and gas* maka perusahaan harus sangat memperhatikan kompetensi dan sertifikasi para pekerja agar potensi bahaya dapat di tekan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lisi, R, dan Milazzo M.F.2010."Risk Assessment Of Explosive Atmospheres In Workplaces".University of Messina, Messina, Italy
- [2] Setiawan, Enggal, Agung Nugroho dan Badrus Zaman.2020."Analisis Sistem Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Lingkungan Area berbahaya". Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [3] Geng, Jie, Salvina Mure dan Gianfranco Camuncoi.2015." ATEX (Explosive Atmosphere) Human-Machine-Interaction Integrated Safety Assessment Methodology". Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino, Italia
- [4] Linstrom, Hans-Jurgen, dan Johannes Buhn.2018."Basic Concepts for Explosion Protection".Bartec
- [5] Purwanggono, Bambang, Syamsir Abduh dkk.2009."Standarisasi".Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- [6] Setiawan, Arief.2018"Sistem kontrol dearator untuk air umpan boiler",Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan Batam
- [7] Anonim.tt."CompEx Ex 01- Ex 04 Manual".The Engineering Equipment and materials User Association (EEMUA) dan JTL
- [8] Anonim.2019. "How to calculate percent error", Available : <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>