

ANALISA PENGARUH PENERAPAN SISTEM *MONITORING REAL-TIME* PADA *OXYGEN PLANT* TERHADAP KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Marselus Resto Basongan¹⁾, Muhammad Ridwan Arif Cahyono²⁾ Alamsyah Syamsuddin³⁾

restobasongan@gmail.com

¹⁾Program Studi Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal, Tangerang, Banten

²⁾Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal, Tangerang, Banten

ABSTRAK

Dalam pengolahan emas, kandungan oksigen sangat dibutuhkan untuk mempercepat reaksi sianidasi emas atau biasa disebut proses leaching. Proses leaching adalah proses ekstraksi bijih emas (Au) dan perak (Ag) oleh sianida dengan bantuan oksigen terlarut. Kenyataannya dengan mengandalkan oksigen alami di udara bebas untuk proses leaching saja tidak cukup, maka dari itu dibangunlah Oxygen Plant, untuk menjaga kualitas oksigen sehingga dapat terus mensuplai oksigen terlarut sekitar 30 g/m³. Operator harus menjaga parameter oksigen dengan melakukan pengecekan secara berkala pada area Oxygen Plant. Tindakan tersebut memiliki potensi bahaya bagi kesehatan dan keselamatan operator karena area Oxygen Plant memiliki intensitas suara sekitar 96 dBA dan merupakan area yang sangat berbahaya. Hasil metode HIRARC berupa pengendalian risiko rekayasa teknik memberikan dampak yang baik bagi operator, hal ini dibuktikan menggunakan analisa statistik dengan menggunakan paired t-test yang hasil hitung sebelum dan sesudah dilakukannya pengendalian risiko yaitu nilai t-hitung adalah 62.321 dan nilai t-tabel adalah 1.699, sehingga nilai t-hitung > nilai t-tabel sehingga ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudahnya dilakukan pengendalian risiko, maka pengurangan intensitas suara yang dirasakan operator yaitu sebesar 19%.

Kata Kunci: Leaching, Oxygen Plant, Citect Scad, Metode HIRARC.

ABSTRAK

In gold processing, oxygen content is needed to support the cyanidation reaction of gold or commonly called the leaching process. The leaching process is the process of extracting gold (Au) and silver (Ag) ores by cyanide with the help of dissolved oxygen. In fact, it is not enough to rely on natural oxygen in the free air for the washing process, therefore an Oxygen Plant was built, to maintain the quality of oxygen so that it can continue to supply dissolved oxygen of around 30 g/m³. Operators must maintain oxygen parameters by periodically checking the Oxygen Plant area. Such action poses a potential hazard to the health and safety of the operator because the Oxygen Plant has a sound intensity of around 96 dBA and is a very hazardous area. The results of HIRARC in the form of engineering risk control have a good impact on operators, this is proven by using statistical analysis using paired t-tests whose results are calculated before and before risk control, namely the t-count value is 62.321 and the t-table is 1.699, so t-count value > t-table value so that there is a significant difference before and before the risk is carried out, then the operator feels the sound intensity reduction by 19%.

Kata Kunci: Leaching, Oxygen Plant, Citect Scad, Metode HIRARC.

I. PENDAHULUAN

Kesehatan dan keselamatan karyawan merupakan hal yang paling penting dalam suatu industri manufaktur. Hal ini dikarenakan sumber daya manusia merupakan aset yang paling berharga. Oleh karena itu, perusahaan harus memberikan pengetahuan mengenai kesehatan dan keselamatan kerja.

Pada suatu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan yang menghasilkan

produk akhir berupa (Au) dan perak (Ag). Dalam memproduksi emas (Au) dan perak (Ag) akan melewati beberapa proses salah satunya adalah proses *leaching*. Pada proses *leaching* dalam melarutkan emas (Au) dan perak (Ag) dipengaruhi jumlah kadar oksigen yang terlarut. Semakin tinggi konsentrasi oksigen dalam larutan maka persen ekstraksi emas (Au) dan perak (Ag) akan semakin meningkat. Batas maksimal oksigen terlarut yang dibutuhkan sebanyak 30 g/m³. Sehingga, dibutuhkanlah

Oxygen Plant untuk mensuplai oksigen ke tangki *leaching*. *Oxygen Plant* adalah suatu sistem yang menghasilkan oksigen murni yang akan digunakan dalam proses ekstraksi bijih (*ore*) emas,

Pada proses *leaching* oksigen merupakan faktor yang sangat penting dalam membantu proses sianidasi emas (Au) dan perak (Ag). Menurut Permanasari et al.(2018) bahwa jumlah kadar oksigen terlarut dalam proses *leaching* sedikit maka reaksi sianidasi emas (Au) dan perak (Ag) akan semakin lama dan perolehan emas (Au) dan perak (Ag) tidak maksimal.

Menurut Zulmi, Fachrul, dan Purwaningrum (2018) bahwa, apabila seseorang terpapar kebisingan yang melebihi nilai ambang batas (NAB) atau intensitas yang ditentukan maka, akan menyebabkan kerusakan pada pendengaran. Berdasarkan Permenaker No. 13 Tahun 2011 kebisingan diartikan sebagai semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Sehingga, batas intensitas kebisingan industri yang terpapar dampak langsung di area produksi adalah 85 dB dengan waktu pemaparan 8 jam sehari. Pada aktualnya operator pada *Oxygen Plant* akan terpapar suara dengan intensitas maksimal 96 dBA sehingga waktu optimal yang dibutuhkan operator berada pada area *Oxygen Plant* adalah 30 menit/hari. Berdasarkan hal tersebut maka operator memiliki keterbatasan waktu untuk *memonitoring* parameter pada *Oxygen Plant* yang terbilang parameter pada *Oxygen Plant* harus dapat terus dipantau. Menurut Nur et al. (2018) bahwa seseorang yang terpapar intensitas suara yang tinggi akan memiliki dampak pada pendengaran (ketulian), gangguan psikologis (merasa tidak nyaman), gangguan fisiologis (peningkatan tekanan darah dan nadi) dan Ketulian yang diakibatkan bisingnya pabrik disebut dengan trauma bising atau *noise induced hearing*.

Menurut Romadhon (2018) bahwa faktor yang dapat menyebabkan kebakaran berdasarkan teori segitiga api, adalah oksigen, bahan bakar, dan sumber panas. Sehingga, *Oxygen Plant* dikategorikan sebagai area yang berbahaya. Selain itu, Penyebab kebakaran terjadi karena faktor manusia (*human error*) seperti membuang puntung rokok tidak pada tempatnya, dan terjadinya korsleting listrik, Korsleting listrik adalah terputusnya hubungan listrik dalam rangkaian listrik sehingga antara

dua ujung hantaran saling berlawanan dan saling terhubung sehingga menghasilkan arus listrik yang besar. Penyebab korsleting listrik yang sering terjadi adalah dikarenakan pemakaian instalasi listrik yang tidak standar, tidak adanya pengaman seperti *Miniature Circuit Breaker* dan penggunaan kabel yang tidak standar dalam penambahan instalasi listrik.

Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada area *Oxygen Plant* dalam memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja operator pada saat melakukan *monitoring* pada area *Oxygen Plant* dengan melakukan pengendalian risiko pada area tersebut. Pada aktualnya dalam *memonitoring* parameter *Oxygen Plant* masih dilakukan secara manual sehingga dalam memantau dan mengidentifikasi parameter pada oksigen tidak bisa secara kontinyu, Dengan menerapkan metode HIRARC maka diharapkan adanya pengendalian risiko berupa penerapan sistem *monitoring* secara *real time* dengan menggunakan Citect SCADA yang diharapkan akan lebih memudahkan operator dalam *memonitoring* parameter *Oxygen Plant*. Menurut Farah (2017) Citect SCADA atau *Supervisory Control and Data Acquisition* merupakan sistem kendali berbasis komputer yang dapat mengumpulkan informasi dari komponen kontrol sistem dan mengirimkan data ke komputer utama untuk melakukan pengawasan, pengendalian, dan manajemen sistem.

Penelitian ini menggunakan metode *hazard identification risk assesment and risk control* (HIRARC), dalam mengidentifikasi potensi bahaya pada area *Oxygen Plant*. Menurut Ramadhan (2017) bahwa Metode HIRARC merupakan suatu usaha yang dilakukan dalam mencegah dan mengurangi terjadinya potensi kecelakaan kerja sehingga dapat meminimalkan mengendalikan risiko terjadinya kecelakaan kerja sehingga dalam melakukan prosesnya menjadi lebih aman.

Dalam penelitian ini Uji-t berpasangan (*paired t-test*) digunakan untuk menganalisa perbedaan tingkat kebisingan pada area *Oxygen Plant* sebelum dan sesudah dilakukannya *pengendalian risiko* (*Risk Control*). Menurut Montolalu dan Langi (2018) bahwa Uji-t berpasangan (*paired t-test*) adalah metode pengujian hipotesis yang dimana data yang digunakan berpasangan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara dua kelompok yang sumber datanya dari subjek yang sama. Dalam

mengumpulkan data akan dilakukan uji keseragaman data, uji normalitas data dan uji kecukupan data sebelum dilakukan pengolahan data.

II. DASAR TEORI

1. *Oxygen Plant*

Menurut *Advanced Capital Engineering Oxygen Plant* adalah suatu sistem yang dapat menghasilkan oksigen murni dengan menggunakan teknologi *Pressure Swing Adsorption* (PSA) yang banyak digunakan di bidang pengeringan udara, pemisahan udara (dapatkan nitrogen atau oksigen), pemurnian gas, dll. Pada *Oxygen Plant* sendiri terdapat 3 parameter yang akan selalu dimonitor dan dipertahankan kualitasnya, yang terdiri dari arus (*flow*), tekanan (*pressure*), dan kemurnian (*purity*).

Prinsip kerja pada *Oxygen Plant* yaitu menggunakan teknologi PSA Adsorpsi ayunan tekanan, PSA merupakan teknologi yang digunakan untuk memisahkan beberapa jenis gas dari campuran gas sesuai dengan jenis karakteristiknya.

Proses kerja *Oxygen Plant* adalah sebagai berikut:

1. *Air compressor outlet* pada area *Oxygen Plant* menghasilkan udara yang mengandung N₂, CO₂, H₂O.
2. *Plant air receiver tank*, pada proses ini udara yang dihasilkan Air Compressor akan tersimpan Peningkatan tekanan sangat cepat pada tangki adsorbs (PSA Tank) sehingga dibutuhkan untuk Menyeimbangkan tekanan seluruh sistem.
3. *PSA tank*, pada tangki PSA terdapat dua proses penting yaitu proses adsorbsi dan proses desorbsi. Pada proses adsorpsi terdapat dua tangki adsorpsi dengan *zeolite molecular sieve*, yang pada saat udara bertekanan memasuki tangki adsorbsi A, melewati *zeolite molecular sieve*, N₂, CO₂ dan H₂O diadsorpsi, oksigen yang dihasilkan keluar dari outlet tangki adsorpsi. Pada proses desorpsi Setelah beberapa waktu, *zeolite molecular sieve* pada tangki adsorpsi A dijenuhkan dengan adsorpsi. Udara bertekanan dialihkan ke tangki adsorpsi B untuk mengadsorpsi N₂

dan menghasilkan O₂, pada saat yang sama, *zeolite molecular sieve* pada menara adsorpsi A desorpsi dan regenerasi sendiri.

4. Tangki penyangga oksigen (*Buffer Tank*) oksigen yang dipisahkan dari tangki adsorpsi pertama kali masuk ke tangki penyangga oksigen untuk menyeimbangkan fluktuasi tekanan dan kemurnian (kandungan oksigen), memastikan pasokan oksigen yang stabil ke pengguna akhir. Tangki penyangga oksigen juga dapat dengan cepat meningkatkan tekanan menara adsorpsi.

2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan upaya yang dilakukan oleh suatu organisasi untuk menciptakan tempat kerja yang aman dari potensi terjadinya kecelakaan kerja, menciptakan tempat kerja yang sehat, jauh dari pencemaran lingkungan, dan faktor lain yang dapat menghambat produktivitas kerja karyawan (Nur et al. 2018). Sehingga dengan menerapkan Kesehatan dan keselamatan kerja diharapkan karyawan akan merasa aman dan terhindar dari potensi kecelakaan kerja hal ini perlu dilakukan dikarenakan karyawan merupakan aset yang sangat penting dalam suatu perusahaan, selain itu dengan menerapkan Kesehatan dan keselamatan kerja karyawan diharapkan dapat mengetahui potensi bahaya dan risiko dari pekerjaannya sehingga karyawan dapat melindungi dirinya dan rekan kerjanya.

a. Metode HIRARC

Metode *Hazard identification Risk assesment And Risk Control* (HIRARC) adalah metode identifikasi dan mencegah potensi terjadinya kecelakaan kerja sehingga dapat meminimalkan mengendalikan risiko terjadinya kecelakaan kerja agar dalam melakukan prosesnya menjadi lebih aman dalam penilaian *risk assesment* yang terdiri dari *Likelihood* (L) dan *Severity* (S), *Likelihood* merupakan seberapa mungkin kecelakaan itu terjadi, sedangkan *Severity* menunjukkan seberapa parah dampak dari kecelakaan tersebut. Nilai dari *Likelihood* dan *Severity* digunakan untuk menentukan *Risk Level* (Ramadhan 2017).

b. Definisi Risiko

Risiko adalah akibat atau konsekuensi yang terjadi yang diakibatkan dari sebuah proses yang sedang berlangsung. Berdasarkan *Occupational Health and Safety Assesment Series* (OHSAS 18001:2007). Risiko dapat diukur dengan nilai *likelihood* dan *consequence*. Proses penilaian untuk mengetahui dan mengidentifikasi terjadinya potensi bahaya disebut dengan penilaian risiko. Tujuannya adalah untuk memastikan aktifitas yang dilakukan berada pada tingkatan yang aman. Penilaian risiko yaitu *Likelihood* (L) dan *Severity* (S), *Likelihood* merupakan seberapa mungkin suatu kecelakaan terjadi dan *severity* adalah keseriusan atau dampak dari kecelakaan. Nilai ini akan digunakan untuk menentukan penilaian risiko (*Risk Level*) dan pengendalian risiko (*Risk Control*) (Ramadhan 2017). Tabel *Consequence* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. *Severity*

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, Kerugian finansial sedikit
2	<i>Minor</i>	Cidera ringan, kerugian Financial sedang
3	<i>Moderate</i>	Cidera sedang, Perlu penanganan medis, kerugian financial besar.
4	<i>Major</i>	Cidera berat \geq 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal \geq 1 orang, kerugian sangat besar dan dampak sangat luas, terhentinya seluruh kegiatan.

Sumber: Ramadhan, 2017

Tabel 2. Ukuran kualitatif *Likelihood* pada standar

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
5	<i>Almost Certain</i>	Dapat terjadi setiap saat
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sekali-kali

2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi
1	<i>Rare</i>	Terjadi pada suatu keadaan tertentu

Sumber: Ramadhan, 2017

c. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko untuk mengurangi terjadinya potensi kecelakaan kerja maka dapat dilakukan dengan:

- a) Eliminasi: pengendalian yang dilakukan dengan menghilangkan sumber bahaya
- b) Substitusi: pengendalian risiko yang dilakukan dengan mengganti proses yang memiliki risiko lebih rendah.
- c) Rekayasa: pengendalian risiko dengan melakukan rekayasa pada alat atau suatu mesin.
- d) Administratif: pengendalian risiko dengan membuat prosedur kerja yang aman, memasang rambu (safety sign) serta memberi tanda peringatan.
- e) Alat Pelindung Diri: penggunaan alat pelindung diri yang standar untuk mengurangi dari risiko terjadinya kecelakaan kerja, seperti penggunaan kacamata. Masker, helm, sepatu safety dll.

3. Citect *SCADA*

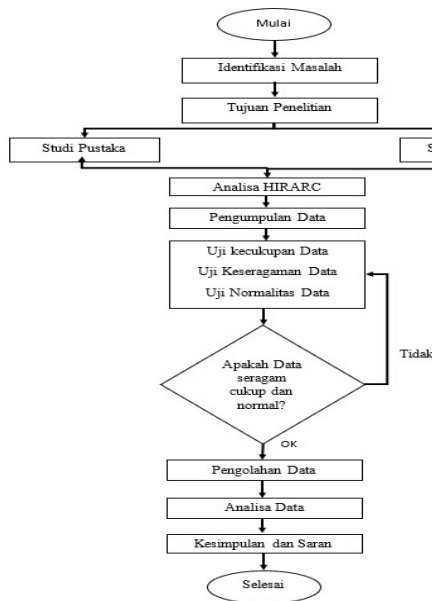
SCADA atau *Supervisory Control and Data Acquisition* merupakan system kendali berbasis komputer yang dapat mengumpulkan informasi dari komponen kontrol sistem dan mengirimkan data ke komputer utama untuk melakukan pengawasan, pengendalian, dan manajemen sistem. *SCADA* juga dapat menginformasikan kondisi sebuah komponen berjalan normal atau tidak dengan memberi tanda mengenai masalah yang terjadi. Selain itu, *SCADA* dapat memungkinkan komputer untuk meninjau dan menampilkan data yang diterima, menampilkan grafik (*trend*) untuk menerangkan data yang masuk dalam jangka waktu tertentu serta dapat mengumpulkan informasi yang selanjutnya dapat dikumpulkan dalam bentuk laporan sistem ini banyak digunakan untuk *memonitoring* dan mengendalikan suatu peralatan dalam industri manufaktur, transportasi, pertambangan, dan pengilangan minyak, secara *real time*. Sistem *Sitect SCADA* berfungsi untuk mengumpulkan segala informasi yang terintegrasi dengan peralatan.

Informasi yang ditampilkan akan diperlukan dalam menganalisa masalah dan mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi, sehingga lebih mempermudah dalam pengambilan data maupun menganalisa masalah (Farah 2017).

Statistikal Package for the Social Sciences (SPSS) dalam menghitung uji *t-test paired*.

III. METODE DAN TEKNIK PENGUKURAN

1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

2. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan pengukuran secara langsung pada operator dan pada area *Oxygen Plant* dengan menetapkan jumlah sample yang akan diambil. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan SPL meter.

3. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Pengolahan Data secara Kualitatif

Teknik pengolahan data ini bersifat kualitatif, yang dilakukan dalam menentukan nilai risiko (*Risk Level*) dan pengendalian risiko (*Risk Control*) yang tepat pada area *Oxygen Plant* sehingga dapat diuraikan atau dijelaskan dengan berbagai alternatif dalam menyelesaikan masalah.

b. Pengolahan Data secara Kuantitatif

Teknik ini merupakan pengolahan data secara perhitungan dimana data-data yang disajikan berupa angka dengan menggunakan aplikasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengolahan data akan dilakukan identifikasi bahaya (*Hazard identification*), penilaian risiko (*Risk assesment*) dan menetapkan pengendalian risiko (*Risk Control*) setelah itu akan dilakukan pengumpulan data intensitas suara kemudian akan diuji secara statistik agar mengetahui apakah ada perbedaan secara signifikan intensitas suara sebelum dan sesudah dilakukan pengendalian risiko.

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard identification*)

Identifikasi bahaya merupakan suatu upaya yang dilakukan agar mengetahui potensi bahaya dalam suatu pekerjaan yang dilakukan. Identifikasi bahaya dilakukan guna untuk meningkatkan kewaspadaan dalam bekerja. Berikut adalah hasil pengamatan langsung identifikasi bahaya pada area *Oxygen Plant*.

Tabel 3. Identifikasi bahaya

No	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya	Risiko
1	Akses keluar masuk Area <i>Oxygen Plant</i> yang terbatas	Terbentur pipa, tersandung pipa	Memar pada tubuh
2	Pencatatan parameter <i>Oxygen Plant</i>	Terpapar intensitas suara yang tinggi	Gangguan pendengaran
3	Memonitoring parameter <i>Oxygen Plant</i>	Bahaya area bertekanan tinggi	kebakaran atau ledakan
4	<i>Plant air receiver tank</i>	Kebocoran pada tanki dan pada valve	Terbakar/Meledak
5	<i>PSA tank</i>	Kebocoran solenoid valve	Terbakar/Meledak
6	<i>Buffer tank oxygen</i>	Kebocoran valve buffer tank	Terbakar/Meledak

Sumber: Pengolahan data, 2021

2. Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan suatu proses untuk memperkirakan atau memberikan penilaian pada suatu risiko yang terjadi,

penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui segala aktivitas ataupun tahapan proses yang dilakukan aman dan terhindar dari potensi terjadinya kecelakaan kerja. Tahap ini dilakukan berdasarkan panduan dari *Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Manajemen* (AS/NZS 3260: 2004) yang merupakan standarisasi yang berasal dari Australia. Berikut penilaian risiko pada area *Oxygen Plant*.

Tabel 4. Skala risk rating pada standar AS/NZS 4360-2004

Likelihood	Severity				
	1	2	3	4	5
5	H	H	E	E	E
4	M	H	H	E	E
3	L	M	H	E	E
2	L	L	M	H	E
1	L	L	M	H	H

Sumber: Skala risk rating pada standar AS/NZS 4360, 2004.

Keterangan:

L: Low

M: Medium

H: High

E: Extreme

Tabel 5. Penilaian risiko

No	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	S	Risk level
1	Akses keluar masuk Area <i>Oxygen Plant</i> yang terbatas	Terbentur pipa <i>Oxygen Plant</i> , tersandung pipa oxygen	Memar pada tubuh	3	2	6	<i>Medium</i>
2	Pencatatan parameter <i>Oxygen Plant</i>	Terpapar intensitas suara yang tinggi.	Gangguan pendengaran.	5	2	10	<i>High</i>
3	Memonitoring parameter <i>Oxygen Plant</i>	Bahaya area bertekanan tinggi	kebakaran atau ledakan	5	5	25	<i>Extreme</i>
4	<i>Plant air receiver tank</i>	Kebocoran pada tanki dan pada <i>valve</i>	Terbakar/ Meledak	5	5	25	<i>Extreme</i>
5	<i>PSA tank</i>	Kebocoran <i>solenoid valve</i>	Terbakar/ Meledak	5	5	25	<i>Extreme</i>
6	<i>Buffer tank oxygen</i>	Kebocoran <i>valve buffer tank</i>	Terbakar/ Meledak				<i>Extreme</i>

Sumber: Pengolahan data, 2021

3. Pengendalian Risiko

Pengendalian Risiko merupakan suatu upaya pengelolaan yang sesuai agar mendapatkan adalah suatu urutan-urutan dalam pencegahan dan pengendalian resiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan pengendalian risiko

berperan dalam meminimalisir/ mengurangi tingkat risiko yang ada sampai tingkat terendah atau sampai tingkatan yang dapat ditolerir.

Tabel 6. Pengendalian risiko

No	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	S	Risk level	Pengendalian Risiko
1	Akses keluar masuk Area <i>Oxygen Plant</i> yang terbatas	Terbentur pipa <i>Oxygen Plant</i> , tersandung pipa <i>oxygen</i>	Memar pada tubuh	3	2	6	Medium	Memasang rambu-rambu pada area <i>Oxygen Plant</i>
2	Pencatatan parameter <i>Oxygen Plant</i>	Terpapar intensitas suara yang tinggi.	Gangguan pendengaran	5	2	10	High	Menggunakan alat pelindung telinga dan melakukan <i>design</i> rancang bangun <i>remote monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>real-time</i> .
3	Memonitoring parameter <i>Oxygen Plant</i>	Bahayaarea bertekanan tinggi	kebakaran atau ledakan	5	5	25	Extreme	Pengecekan berkala pada <i>safety valve</i> tank dan <i>valve</i> pada tanki dan melakukan <i>design</i> rancang bangun <i>remote monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>real-time</i>
4	<i>Plant air receiver tank</i>	Kebocoran pada tanki dan pada <i>valve</i>	Terbakar/ Meledak	5	5	25	Extreme	Perawatan secara berkala terhadap seluruh bagian tanki termasuk bagian <i>valve</i> dan melakukan <i>design</i> rancang bangun <i>remote monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>real-time</i>
5	<i>PSA tank</i>	Kebocoran <i>solenoid valve</i>	Terbakar/ Meledak	5	5	25	Extreme	Perawatan secara berkala terhadap bagian tanki termasuk bagian <i>valve</i> dan melakukan <i>design</i> rancang bangun <i>remote monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>real-time</i>
6	<i>Buffer tank oxygen</i>	Kebocoran <i>valve buffer tank</i>	Terbakar/ Meledak				Extreme	Pengecekan dan Perawatan secara berkala terhadap seluruh bagian tanki termasuk bagian <i>valve</i> dan melakukan <i>design</i> rancang bangun <i>remote monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>real-time</i>

Sumber: Pengolahan data, 2021

Berdasarkan pengendalian risiko rekayasa teknik maka dilakukannya *design* rancang bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time* kemudian akan dianalisa secara statistik untuk mengetahui perbedaan data secara signifikan pada intensitas suara sebelum dan sesudah dilakukannya *design* rancang

bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*.

4. Rumusan Hipotesis Penelitian

H0: tidak ada perbedaan pada data intensitas suara sebelum dan sesudah rancang

bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*.

H1: ada perbedaan pada data intensitas suara sebelum dan sesudah rancang bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*.

Tabel 7. Intensitas suara

Intensitas suara			
Sebelum		Sesudah	
93	95	72	71
93	93	74	74
91	94	72	72
96	94	73	70
94	93	70	72
92	95	71	71
93	96	73	75
95	92	70	72
92	94	74	70
95	95	73	73
92	95	75	73
90	93	75	75
91	96	70	74
93	95	70	71
91	94	71	74

Sumber: Pengolahan data, 2021

5. Uji Keseragaman Data

Untuk melakukan pengujian keseragaman dilakukan pengolahan dengan menghitung rerata (mean), BKA (batas Kontrol bawah), dan BKB (batas control bawah). Pada intensitas suara yang telah di kumpulkan Dengan rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(2)$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \dots\dots\dots(3)$$

$$BKB = \bar{x} - k \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

x = nilai mean

σ = simpangan baku

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan

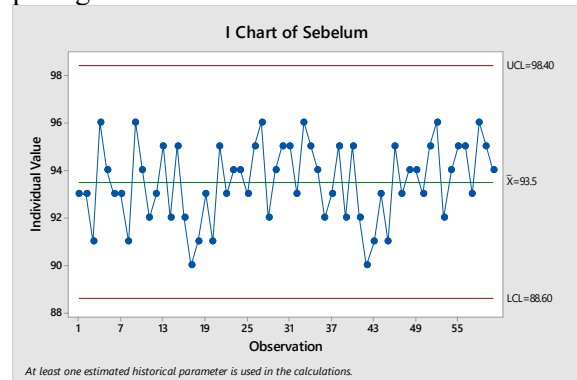
Catatan :

1-α : 68%, k = 1

1-α : 95%, k = 2

1-α : 99%, k = 3

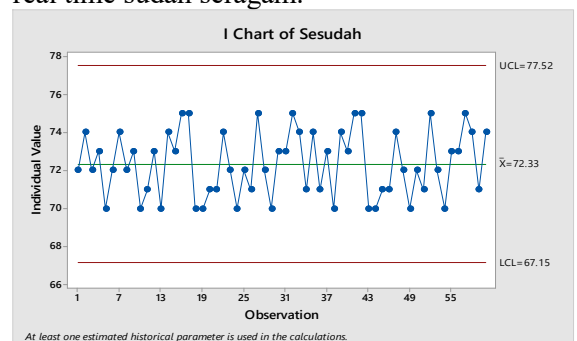
Setelah didapatkan nilai batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) berdasarkan rumus 1 dan 2 dari data intensitas suara yang terdapat pada area *Oxygen Plant* dan data akan diolah kedalam diagram garis seperti pada gambar 2.



Sumber: Pengolahan Data, 2021

Gambar 2. I Chart data intensitas suara sebelum

Berdasarkan gambar tersebut maka diketahui bahwa data intensitas suara sebelum dilakukannya *monitoring Oxygen Plant* secara *real time* sudah seragam.



Sumber: Pengolahan Data, 2021

Gambar 3. I Chart data intensitas suara sesudah rancang bangun

Berdasarkan gambar tersebut maka diketahui bahwa data intensitas suara sebelum dilakukannya *monitoring Oxygen Plant* secara *real time* sudah seragam.

6. Uji Kecukupan Data

Dengan menggunakan uji kecukupan data, kuantitas/jumlah data pengamatan yang akan dilakukan dipastikan telah tercukupi secara objektif. Penelitian ini menggunakan data sebanyak 30 sampel dan ketelitian data 5% sedangkan taraf kepercayaan 95%. Data dikatakan cukup apabila N' < N, artinya tidak perlu penambahan data lagi. Data dikatakan

tidak cukup apabila $N' > N$, yang perlu untuk dilakukan penambahan data. Rumus Uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{(\sum x_i)} \right]^2 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- K = Taraf kepercayaan pengamatan
- S = Derajat ketelitian pengamatan
- N' = Jumlah data pengamatan seharusnya dilakukan
- N = Jumlah data pengamatan
- Xi = Data

a. Uji Kecukupan Data Sebelum

$$N = \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{30(262345) - 7868025} \right]^2 \dots(6)$$

$N' = 0.472$

b. Uji Kecukupan Data Sesudah

$$N' = \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{30(157050) - 4708900} \right]^2 \dots(7)$$

$N' = 0.883$

Tabel 8. Uji kecukupan data

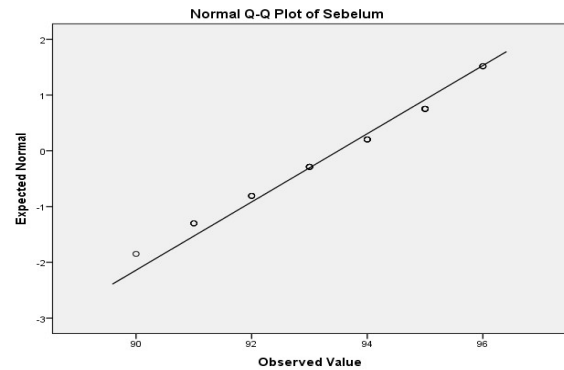
Data	N'	N	Status Data
Sebelum	0.472	30	Cukup
Sesudah	0.883	30	Cukup

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Berdasarkan hasil penyelesaian diatas maka dapat diketahui bahwa $N' < N$ sehingga data yang akan digunakan sudah mencukupi dan tidak diperlukan penambahan data lagi.

7. Uji Normalitas Data

Uji Normalitas digunakan untuk mengetahui dan memastikan data yang akan digunakan data berdistribusi normal atau tidak, data dinyatakan berdistribusi normal apabila P-value lebih besar dari nilai signifikansi (P-Value > α). Penelitian ini menggunakan data sebanyak 30 sampel dan dengan menggunakan nilai signifikansi sebesar 5%.



Sumber: Pengolahan Data, 2021

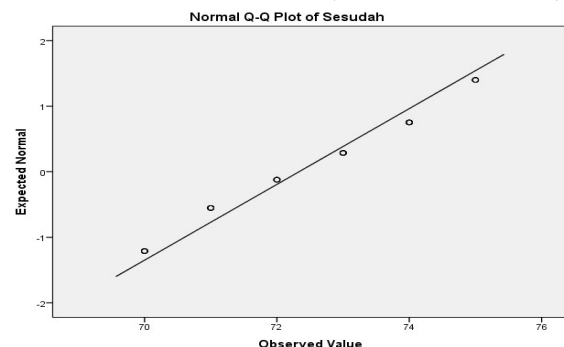
Gambar 4. Grafik hasil uji normalitas data intensitas suara sebelum dilakukan pengendalian risiko.

Tabel 9. Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sebelum	.154	30	.068	.944	30	.116

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa P-value 0.69 pada tabel Kolmonorov Smirnov maka data yang akan diolah berdistribusi normal (P-value > 0.05).



Sumber: Pengolahan Data, 2021

Gambar 5. Grafik hasil uji normalitas data intensitas suara sesudah dilakukan pengendalian risiko.

Tabel 10. Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sesudah	.146	30	.100	.908	30	.014

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa P-value 0.1 pada tabel Kolmonorov Smirnov maka data yang akan diolah berdistribusi normal (P-value > 0.05).

8. Pengujian *Paired T-test*

Uji *t-paired* digunakan pada dua data berpasangan dengan membandingkan perbedaan rata-rata data kelompok yang berpasangan

sebelum melakukan pengujian *paired T-test*, akan dilakukan terlebih dahulu pengujian keseragaman data, uji kecukupan data dan uji normalitas data

Tabel 11. *Paired Samples Statistic*

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Sebelum	93.50	30	1.634	.298
	Sesudah	72.33	30	1.728	.315

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Pada output *Paired Sample Statistik* dapat dilihat adanya perbedaan rata-rata sebelum dan sesudahnya rancang bangun *Oxygen Plant*. rata rata intensitas suara sebelum *design* rancang bangun

adalah 93.50 dB dan rata rata sesudah rancang bangun adalah 72.33 dB, maka secara deskriptif dapat diketahui ada perbedaan rata-rata intensitas suara sesudah dan sebelum dilakukannya rancang bangun *Oxygen Plant*.

Tabel 12. *Paired Samples Correlations*

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Sebelum & Sesudah	30	-.024	.898

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Pada output *Paired Samples Correlations* menunjukkan hasil uji korelasi atau hubungan antara kedua data antara sebelum dan sesudah rancang bangun *monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*. Berdasarkan output tersebut dapat diketahui nilai koefisien korelasi sebesar

0.024 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.898, karena nilai sigma 0.898 > probabilitas 0.05, maka dapat dikatakan bahwa tidak ada hubungan antara data sebelum dan sesudah rancang bangun *monitoring* secara *real-time* pada *Oxygen Plant*.

Tabel 13. *Paired Sample Test*

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Sebelum - Sesudah	21.167	2.408	.439	20.267	22.065	48.144	29	.000

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Output yang ketiga ini merupakan output yang terpenting karena pada bagian ketiga ini merupakan jawaban mengenai menerima H0 atau menolak H0. pada tingkat kebisingan yang dirasakan operator. Berdasarkan tabel output *Paired Samples Test* diatas dapat diketahui bahwa t hitung yaitu

48.144 dan nilai t tabel dapat dilihat pada tabel t berdasarkan nilai df (*degree of freedom*) maka nilai t tabel adalah 1.699, sehingga nilai t hitung > nilai t tabel maka H0 di tolak dan H1 di terima yaitu “ H1 : ada perbedaan tingkat kebisingan sebelum dan sesudah dilakukannya rancang bangun *monitoring Oxygen Plant*

secara *real-time* dengan menggunakan Citect SCADA“. Hal ini diartikan bahwa rata-rata kebisingan antara sebelum dan sesudah *design* yang diukur dengan menggunakan SPL meter berbeda secara signifikan sehingga intensitas paparan suara yang dirasakan operator berkurang setelah dilakukannya *design* rancang bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis risiko kesehatan dan keselamatan kerja dengan menggunakan metode HIRARC maka:

a. Pengendalian yang dapat dilakukan dari potensi risiko yang diketahui, yaitu dengan cara mengurangi risiko dengan rekayasa teknik, administratif dan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Rekayasa Teknik yang dilakukan yaitu *design* rancang bangun *monitoring Oxygen Plant* secara *real-time* sedangkan Alat Pelindung Diri wajib digunakan apabila memasuki area *Oxygen Plant* terutama menggunakan *earplug*.

b. Pengujian analisa statistik dengan menggunakan paired t-test yang hasilnya nilai t-hitung yaitu 48.114 dan nilai t-tabel adalah 1.699, sehingga nilai t-hitung > nilai t-tabel maka kesimpulannya adalah ada perbedaan yang dirasakan operator secara signifikan setelah dilakukannya rancang bangun *monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*. Operator

c. Pengukuran dilakukan setelah dilakukannya *design* rancang bangun *remote monitoring Oxygen Plant* secara *real-time*, sehingga operator tidak melakukan *monitoring* data secara manual pada area *Oxygen Plant* yang dimana terjadinya pengurangan paparan intensitas suara yang tinggi, dengan persentase pengurangan paparan kebisingan yaitu sebesar 19%.

DAFTAR PUSTAKA

- Permanasari, Ayu Ratna, Emmanuela MWidyanti, Dwi Nirwantoro Nur, andKhoirinNajiyah. 2018. “Pengaruh Laju Alir Dan Waktu Injeksi Udara Terhadap Persen Perolehan Pada Ekstraksi Emas (Au) Dan Perak.” : 16–21.
- Zulmi, Muchamad Irvan, Melati FerianitaFachrul, and Pramiati Purwaningrum. 2018. “Analisis Tingkat

Kebisingan Terhadap Kesehatan Pekerja , Di PT . Semen Padang, Sumatera Barat.” Seminar Nasional Cendekiawan: 2009–12.

- Nur, Ridhwan et al. 2018. “Analisis Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Karyawan Pada Industri Pemintalan Benang.” (13): 691–94.
<https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/semnas/article/view/3513/2977>.

- Romadhon, Bery. 2018. “Analisis Proteksi Kebakaran Pada Perusahaan Produksi Gas Dan Pembangkit Listrik.” *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 7(2): 142.

- Farah, Farah Bakri. 2017. “Use of SCADA System for Remote Monitoring of Khartoum State Water Corporation.” : 1–66.

- Ramadhan, Fazri. 2017. “Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC).” *Seminar Nasional Riset Terapan* (November): 164–69.

- Montolalu, Christie, and Yohanes Langi. 2018. “Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer Dan Teknologi Informasi Bagi Guru-Guru Dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test).” *d’CARTESIAN* 7(1): 44.