

Rancang Bangun Sistem *Monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* berbasis *Citect SCADA* (*Supervisory Control And Data Acquisition*)

Marselus Resto Basongan¹⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
restobasongan@gmail.com

Paul Michael Siahaan²⁾
Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
paul@poltek-gt.ac.id

Umi Khoiriyah³⁾
Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
umiikhoiriyahh@gmail.com

ABSTRAK

Sebelumnya, proses *monitoring Oxygen Plant* dilakukan secara manual sehingga menyebabkan data yang didapatkan menjadi tidak efektif karena tidak merepresentasikan keseluruhan data. Ketika terdapat data abnormal yang terjadi saat *Oxygen Plant* tidak bekerja dengan optimal maka data tidak terekam dan masalah pada *Oxygen Plant* pun tidak dapat diketahui dengan cepat. Disisi lain, jarak Pos operator ke lokasi *Oxygen Plant* yang cukup jauh menyebabkan operator membutuhkan waktu sekitar 18 menit untuk melakukan pencatatan data di area *Oxygen Plant*. Area *Oxygen Plant* juga memiliki potensi bahaya yang disebabkan karena area tersebut memiliki tekanan yang tinggi dan menghasilkan intensitas suara yang cukup tinggi, yakni sekitar 96 dBA. Dari hasil analisis pengendalian risiko, didapatkan salah satu cara untuk mengurangi risiko dan potensi bahaya pada area *Oxygen Plant* adalah dengan rekayasa teknik, yakni dengan membuat sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time*. Sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* yang telah dibuat dan diterapkan memiliki tingkat keberhasilan dan akurasi data pada program *Citect SCADA* mencapai 100%. Analisis menggunakan uji t berpasangan pada data-data penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* memberikan pengaruh pada waktu kerja operator dan intensitas paparan suara pada operator.

Kata Kunci: *Oxygen Plant*, *Citect SCADA*, Metode HIRARC, *Real-Time*, Waktu Kerja

I. PENDAHULUAN

Oksigen merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam metode sianidasi/pelindian. Metode sianidasi adalah sebuah metode yang umum digunakan untuk mendapatkan logam emas dan perak menggunakan NaCN. Metode ini berpedoman dari sifat emas dan perak yang dapat larut dalam NaCN dengan adanya bantuan dari oksigen [1].

Proses *Leaching* dipengaruhi oleh jumlah kadar oksigen yang terlarut. Semakin tinggi konsentrasi oksigen dalam larutan maka persen ekstraksi emas dan perak akan semakin meningkat. Oleh karena itu, digunakanlah *Oxygen Plant* untuk mensuplai oksigen agar kebutuhan akan oksigen dalam larutan pada tangki *Leaching* menjadi terpenuhi. *Oxygen Plant* merupakan suatu mesin yang menghasilkan oksigen murni yang menggunakan udara bebas sebagai bahan baku kemudian memprosesnya dengan teknik *Pressure Swing Adsorption (PSA)* untuk memisahkan oksigen dari komponen lainnya. Pada *Oxygen Plant*, terdapat empat parameter ukur yang perlu dimonitor untuk mengetahui apakah *Oxygen Plant* bekerja dengan optimal atau tidak. Keempat parameter tersebut adalah *air pressure*, *oxygen flow*, *oxygen purity*, dan *oxygen pressure*.

Pencatatan data yang dilakukan dengan teknik *sampling* tersebut menyebabkan data yang didapatkan menjadi kurang representatif untuk mewakili keseluruhan data yang terdapat pada rentang waktu pencatatan data tersebut. Ketika terdapat data abnormal yang terjadi saat *Oxygen Plant* tidak bekerja dengan optimal maka data tidak terekam dan masalah pada *Oxygen Plant* pun tidak dapat diketahui dengan cepat.

Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh operator dalam melakukan pencatatan data dan pengecekan pada beberapa bagian termasuk *Oxygen Plant* adalah kurang lebih 18 menit. Hal ini dikarenakan jarak antara *Oxygen Plant* dan kantor operator yang menginput data cukup jauh.

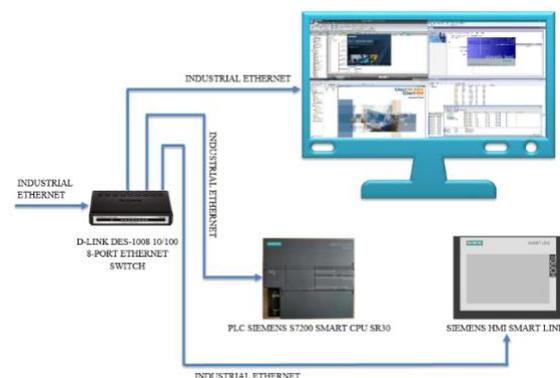
Selain kedua hal tersebut, Area *Oxygen Plant* merupakan area yang memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, yang terdiri dari tingkat kebisingan dengan intensitas yang tinggi dan merupakan area yang mudah terbakar. Tingkat kebisingan berdasarkan hasil pengukuran pada *Oxygen Plant* sekitar 96 dBA, apabila seseorang terpapar kebisingan yang melebihi nilai ambang batas (NAB) atau intensitas yang ditentukan, maka akan menyebabkan terjadinya potensi kecelakaan kerja [2]. Batas intensitas kebisingan industri yang terpapar dampak langsung di area produksi adalah 85 dBA dengan waktu pemaparan 8 jam sehari (Permenaker No. 13 Tahun 2011). 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 (Permenaker No. 51 Tahun 1999). 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)[3]. Ketulian yang diakibatkan bisingnya pabrik disebut dengan trauma bising atau *noise induced hearing*.

Area *Oxygen Plant* juga merupakan area yang mudah terbakar, karena *Oxygen Plant* menghasilkan sekitar 90% oksigen murni yang dapat memicu terjadinya kebakaran apabila terdapat sumber api. Oksigen merupakan zat yang sangat reaktif dan mudah terbakar sehingga harus dijauhkan dari benda-benda yang mudah terbakar. Berdasarkan teori segitiga api faktor-faktor yang dapat menyebabkan kebakaran adalah oksigen, bahan bakar, dan sumber panas [4].

Berdasarkan beberapa hal tersebut, diperlukan adanya sebuah sistem yang dapat *memonitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* dan sistem tersebut dapat diakses dari jarak jauh.

Proyek ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ada, merumuskan solusi dan melakukan studi literatur dengan mempelajari teori-teori yang bersangkutan dengan penelitian yang dikerjakan, baik dari segi desain, pengaturan komunikasi, hingga perancangan sistem *monitoring*. Studi literatur yang digunakan berupa jurnal, buku manual, maupun situs website yang berkaitan dengan remote sistem *monitoring*. Dari hasil studi literatur yang telah dilaksanakan maka didapatkan prosedur kerja dan blok diagram perancangan sebagai berikut :



Gambar 23. Blok Diagram Perancangan Sistem

Prinsip kerja sistem *monitoring* berdasarkan blok diagram di atas adalah data *oxygen purity*, *oxygen flow*, *air pressure*, *oxygen pressure*, kinerja delapan *valve* utama, *alarm* dan *trend* yang ada di HMI *Local* yaitu dari PLC Siemens S7200 SMART dikirim ke program *Citect SCADA* melalui koneksi

Ethernet dengan bantuan D-Link Ethernet Switch untuk mengkoneksikan semua elemen pendukung jaringan remote sistem monitoring Oxygen Plant.

Sistem monitoring Oxygen Plant secara Real-Time memanfaatkan sistem SCADA. 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 [5]. Sedangkan Citect SCADA merupakan salah satu software yang digunakan untuk membangun sistem SCADA [6].

Dalam penggunaannya, sistem SCADA memerlukan jembatan komunikasi ke PLC yaitu menggunakan variable tag. Variable tag diolah menggunakan software KEPServerEX [7].

Pada perancangan yang dilakukan, kenyamanan pengguna sangat diperhatikan karena tujuan dari perancangan remote sistem monitoring Oxygen Plant ini adalah agar dapat membantu pekerjaan para operator lapangan maupun karyawan lain yang memerlukan fasilitas untuk dapat memantau kinerja Oxygen Plant secara Real-Time.

Setelah sistem yang dirancang telah berhasil dipenerapkan dan telah berjalan dengan baik. Sistem diuji menggunakan metode validasi dan metode verifikasi. Pengumpulan data sebelum dan sesudah penerapan juga mulai dianalisa menggunakan beberapa metode untuk memastikan sistem monitoring yang telah dirancang terbukti dapat membuat kinerja Oxygen Plant lebih baik karena telah dapat dimonitor dari jarak jauh. Metode analisa dari segi waktu dan safety menggunakan metode HIRARC, pengendalian risiko, SPSS, uji keseragaman data, uji kecukupan data, uji T berpasangan, uji normalitas data.

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. [8].

Tabel 5. Consequence

Level	Kriteria	Penjelasan
1	Insignificant	Tidak terjadi cedera, Kerugian finansial sedikit

2	Minor	Cidera ringan, kerugian Financial sedang
3	Moderate	Cidera sedang, Perlu penanganan medis, kerugian financial besar.
4	Major	Cidera berat ≥ 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	Catastrophic	Fatal ≥ 1 orang, kerugian sangat besar dan dampak sangat luas, terhentinya seluruh kegiatan.

Tabel 6. Likelihood

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	Rare	Terjadi pada suatu keadaan tertentu
2	Unlikely	Jarang terjadi
3	Possible	Dapat terjadi sekali-kali
4	likely	Sering terjadi
5	Almost Certain	Dapat terjadi setiap saat

SPSS atau Statistical Package for the Social Sciences merupakan suatu software pada sistem komputer yang dapat digunakan untuk memproses data, menganalisis data, membuat grafik, manipulasi data, dan analisis- analisis statistika tingkat lanjut lainnya. Fitur-fitur dasar yang disediakan oleh SPSS ini adalah statistika deskriptif, Statistika bivariate, Regresi linear, Identifikasi kelompok, Analisis spasial, dan R Extension[9].

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data telah seragam atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan menentukan BKA (Batas Kendali Atas) dan BKB (Batas Kendali Atas) dari sekumpulan data. Berikut adalah rumus untuk uji keseragaman data [10].

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

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

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

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

Keterangan:

σ : Standar deviasi

Xi : Data ke-i

\bar{x} : Nilai rata – rata subgroup (detik)

n : Banyaknya data

k : Nilai tingkat keyakinan

Uji kecukupan data merupakan suatu pengujian data yang digunakan untuk memastikan apakah jumlah data yang dikumpulkan telah cukup secara obyektif. Uji kecukupan data ini memiliki rumus sebagai berikut [11].

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

Keterangan:

N' : Jumlah data yang dibutuhkan

N : Jumlah data aktual

s : Tingkat ketelitian

k : Tingkat keyakinan

Tingkat keyakinan

= 99% ; k = 1

= 95% ; k = 2

= 90% ; k = 3

Dimana:

Jika $N' \leq N$, maka data dianggap cukup.

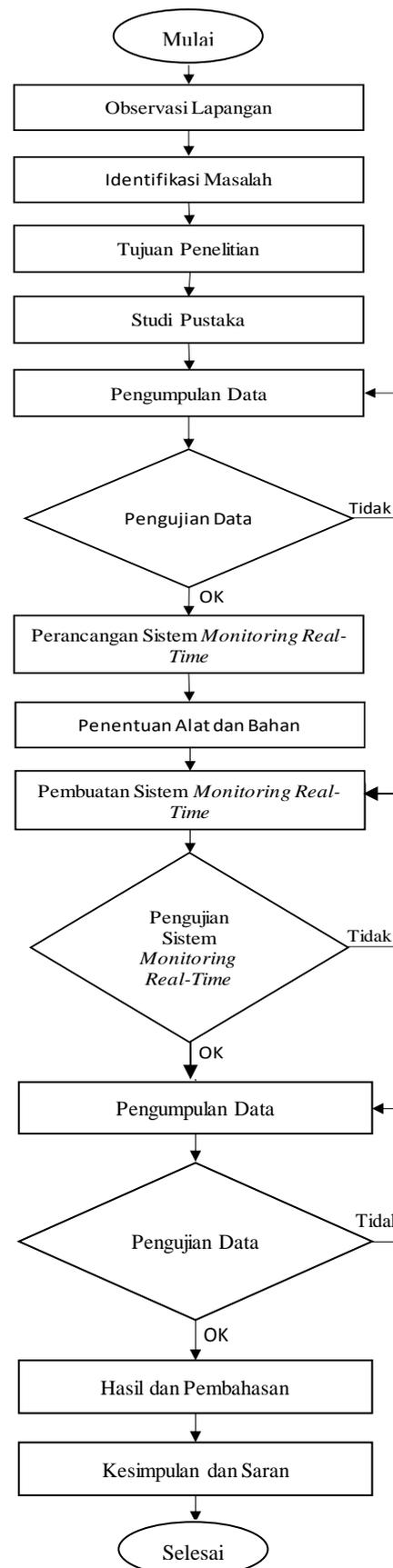
Jika $N' > N$, maka data dianggap tidak cukup dan perlu melakukan penambahan data [12].

Uji normalitas merupakan suatu metode pengujian data yang digunakan untuk menguji sebaran data pada suatu kelompok data apakah sebaran data tersebut berdistribusi secara normal atau tidak. Hal ini juga merupakan suatu syarat yang digunakan sebelum melakukan pengujian hipotesis. Pengujian normalitas distribusi data melalui software SPSS dengan ketentuan sebagai berikut [13]:

- Apabila nilai P-value atau nilai signifikansi (> 0.050) maka data tersebut berdistribusi normal.
- Apabila nilai P-value atau nilai signifikansi (< 0.050) maka data tersebut berdistribusi tidak normal.

Uji T berpasangan merupakan suatu metode pengujian hipotesis untuk menentukan bahwa data yang digunakan tidak bebas dan hal ini ditandai dengan adanya hubungan nilai pada setiap sampel yang sama (berpasangan). Berikut ketentuan dalam menggunakan uji t-test berpasangan: Jika t hitung \leq t tabel, maka tidak terdapat perbedaan rata-rata antara kedua kelompok data yang diuji. Jika t hitung $>$ t tabel, maka terdapat perbedaan rata-rata antara kedua kelompok data yang diuji [14].

II. METODE PENELITIAN



Gambar 24. Alur Penelitian

Setelah sistem yang dirancang telah berhasil diterapkan dan telah berjalan dengan baik, sistem diuji menggunakan metode validasi dan metode verifikasi. Pengumpulan data sebelum dan sesudah penerapan juga mulai dianalisa menggunakan beberapa metode untuk memastikan sistem *monitoring* yang telah dirancang terbukti dapat membuat kinerja *Oxygen Plant* lebih baik karena telah dapat dimonitor dari jarak jauh. Metode analisa dari segi waktu dan *safety* menggunakan metode HIRARC, pengendalian risiko, SPSS, uji keseragaman data, uji kecukupan data, uji T berpasangan, uji normalitas data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil analisa risiko dan potensi bahaya

1. Identifikasi Bahaya

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.

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 proses yang dilakukan aman dan terhindar dari potensi terjadinya kecelakaan kerja, dalam menentukan *risk*

level dapat digunakan tabel skala *risk rating* pada standar AS/NZS 4360-2004. Berikut penilaian risiko pada area *Oxygen Plant*.

Tabel 7. Risk Rating

Likelihood	Consequence				
	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

Keterangan:

L: *Low*

M: *Medium*

H: *High*

E: *Extreme*

3. Pengendalian Risiko

Pengendalian Risiko merupakan suatu upaya pengelolaan yang sesuai agar mendapatkan suatu urutan-urutan dalam pencegahan dan pengendalian risiko 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 8. Hasil Analisa Risiko dan Potensi Bahaya

N	Proses	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	S	Risk level	Pengendalian
1	Akses keluar masuk Area <i>Oxygen Plant</i> yang terbatas	Terbentur pipa <i>Oxygen Plant</i> , tersandung pipa	Memar pada tubuh	3	2	6	<i>Medium</i>	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	<i>High</i>	Menggunakan alat pelindung telinga dan melakukan <i>design</i> rancang bangun sistem <i>monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>realtime</i> .
3	<i>Monitoring</i> parameter <i>Oxygen Plant</i>	Bahaya area bertekanan tinggi	kebakaran atau ledakan	1	5	5	<i>High</i>	Melakukan perawatan pada tanki dan valve dan <i>Design</i> rancang bangun sistem <i>monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>realtime</i>

4	PSA tank	Kebocoran Solenoid valve	Terbakar/ Meledak	1	5	5	High	Melakukan perawatan pada tanki dan valve dan Design rancang bangun sistem <i>monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>realtime</i>
5	Buffer tank Oxygen Plant	Kebocoran pada tanki dan pada valve	Terbakar/ Meledak	1	5	5	High	Melakukan perawatan pada tanki dan valve dan Design rancang bangun sistem <i>monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>realtime</i>
6	Plant air receiver Tank	Kebocoran pada tanki dan pada valve	Terbakar/ Meledak	1	5	5	High	Melakukan perawatan pada tanki dan valve dan Design rancang bangun sistem <i>monitoring Oxygen Plant</i> secara <i>realtime</i>

B. Hasil Desain Tampilan Pengguna

1. Plant View

Plant View merupakan tampilan *Processing Plant* secara keseluruhan dan untuk mengakses bagian *Plant* yang diinginkan dapat dilakukan dengan meng-klik menu yang sesuai dengan nama bagian yang diinginkan. Di halaman *Plant View* yang baru telah terdapat menu untuk menuju halaman *Oxygen Plant* sedangkan di halaman *Plant View* yang lama belum ada.



Gambar 25. *Plant View* di *Citect SCADA* sebelum penerapan



Gambar 26. *Plant View* di *Citect SCADA* setelah penerapan

2. Main Page

Main Page merupakan halaman yang memuat tampilan, parameter ukur dan cara kerja *Oxygen Plant*. Di halaman ini juga terdapat tombol  yang jika ditekan akan memunculkan *pop up* halaman *trend*.



Gambar 27. Halaman *Oxygen Plant*

C. Uji Verifikasi dan Uji Validasi Program

1. Uji Verifikasi

Dalam uji verifikasi, program *Citect SCADA* yang telah berjalan diuji kembali untuk memastikan program berjalan dengan baik dan benar secara fungsional. Pada penelitian ini pengujian program dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dan menghasilkan data sebagai berikut.

a. Memunculkan halaman *Oxygen Plant*

Hasil uji verifikasi terhadap dua cara memunculkan halaman *Oxygen Plant* terdapat dalam tabel 5 berikut.

Tabel 9. Uji verifikasi Halaman *Oxygen Plant*

Item	Skenario Program	Hasil pengujian				
		1	2	3	4	5
Halaman <i>Oxygen Plant</i> dari menu <i>Leaching</i>	Memunculkan halaman <i>Oxygen Plant</i> secara keseluruhan	√	√	√	√	√

Halaman <i>Oxygen Plant</i> dari menu <i>pop up</i> di <i>Plant View</i>	Memunculkan halaman <i>Oxygen Plant</i> secara keseluruhan	√	√	√	√	√
---	--	---	---	---	---	---

b. Halaman *Oxygen Plant*

Hasil uji verifikasi terhadap berbagai menu dan fungsi halaman *Oxygen Plant* terdapat dalam tabel 6 berikut.

Tabel 10. Uji verifikasi Halaman *Oxygen Plant*

Item	Skenario Program	Hasil pengujian				
		1	2	3	4	5
<i>Pop up</i> halaman <i>trend</i>	Memunculkan halaman <i>trend</i>	√	√	√	√	√
<i>Pop up</i> halaman parameter <i>setting</i>	Memunculkan halaman parameter <i>setting</i>	√	√	√	√	√
Animasi	Udara masuk ke tangki Adsorpsi	√	√	√	√	√
	Udara di dalam tangki Adsorpsi bertambah	√	√	√	√	√
	Nitrogen (bola hijau) berkurang	√	√	√	√	√
	Nitrogen (bola hijau) keluar	√	√	√	√	√

2. Uji Validasi

Dalam uji validasi, program Citect SCADA yang telah berjalan diuji kembali untuk memastikan program berjalan dengan baik dan data yang dimunculkan sesuai dengan data yang ada di HMI Local. Pada penelitian ini pengujian program dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dan menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 11. Uji validasi Halaman *Oxygen Plant*

Item	Skenario Program	Hasil pengujian				
		1	2	3	4	5
Data Parameter	Memunculkan nilai <i>Oxygen Purity</i> secara <i>Real-Time</i>	√	√	√	√	√
	Memunculkan nilai <i>Oxygen Flow</i> secara <i>Real-Time</i>	√	√	√	√	√
	Memunculkan nilai <i>Air</i>	√	√	√	√	√

		<i>Pressure</i> secara <i>Real-Time</i>				
		Memunculkan nilai <i>Oxygen Pressure</i> secara <i>Real-Time</i>				
		√	√	√	√	√
		Menampilkan jam				
		√	√	√	√	√
Running Hours		Menampilkan menit				
		√	√	√	√	√
		Menampilkan detik				
		√	√	√	√	√
		Menampilkan secara <i>Real-Time</i> 8 valve ketika <i>Oxygen Plant</i> sedang <i>running</i>				
Valve		√	√	√	√	√

Berdasarkan hasil uji verifikasi dan validasi kinerja di atas, dapat dilihat bahwa program SCADA untuk *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan skenario program.

D. Analisa Data Penelitian

1. Data sebelum dan sesudah penerapan sistem
 - a. Data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* sebelum penerapan

Tabel 12. Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

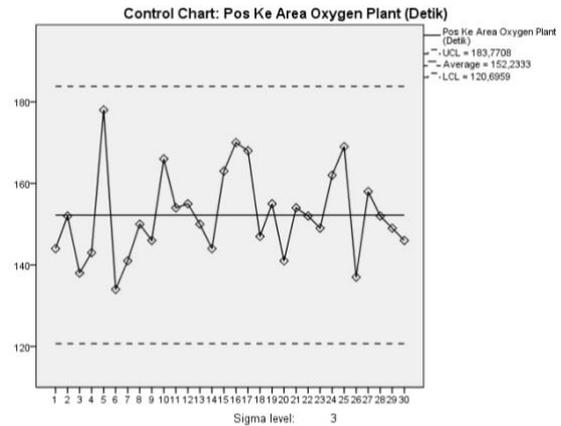
No	Tanggal	Pukul	Pos Ke Area <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	Pengambilan Data <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	Area <i>Oxygen Plant</i> ke Pos (Detik)
1	27-Mar-21	06.00	144	66	135
2	27-Mar-21	08.00	152	57	154
3	27-Mar-21	10.00	138	60	141
4	27-Mar-21	12.00	143	69	148
5	27-Mar-21	14.00	178	60	164
6	27-Mar-21	16.00	134	74	163
7	28-Mar-21	06.00	141	58	139
8	28-Mar-21	08.00	150	58	155
9	28-Mar-21	10.00	146	67	135
10	28-Mar-21	12.00	166	75	135
11	28-Mar-21	14.00	154	60	168
12	28-Mar-21	16.00	155	66	143
13	29-Mar-	06.00	150	63	136

14	21	29-Mar-21	08.00	144	68	138
15	21	29-Mar-21	10.00	163	64	161
16	21	29-Mar-21	12.00	170	61	137
17	21	29-Mar-21	14.00	168	62	158
18	21	29-Mar-21	16.00	147	65	167
19	21	30-Mar-21	06.00	155	60	151
20	21	30-Mar-21	08.00	141	57	148
21	21	30-Mar-21	10.00	154	59	155
22	21	30-Mar-21	12.00	152	64	163
23	21	30-Mar-21	14.00	149	67	141
24	21	30-Mar-21	16.00	162	57	161
25	21	31-Mar-21	06.00	169	57	155
26	21	31-Mar-21	08.00	137	58	166
27	21	31-Mar-21	10.00	158	69	164
28	21	31-Mar-21	12.00	152	72	135
29	21	31-Mar-21	14.00	149	70	149
30	21	31-Mar-21	16.00	146	55	161
		Total Waktu		4567	1898	4526
		Rata-Rata		152.23	63.27	150.87

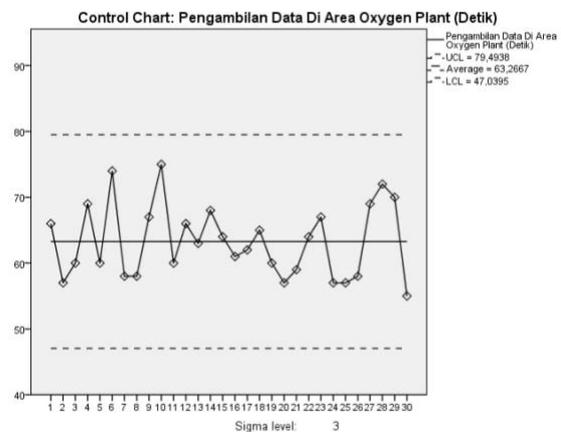
Dari data pada Tabel 8 di atas, dapat dilihat bahwa waktu siklus yang dibutuhkan oleh operator untuk melakukan pencatatan data *Oxygen Plant* di area tersebut mulai dari perjalanan ke area *Oxygen Plant*, proses pencatatan data dan waktu kembali ke pos adalah sebanyak $\pm 6,11$ menit ($152,23$ detik + $63,27$ detik + $150,87$). Data-data yang telah dikumpulkan pada Tabel 8 diatas, kemudian dilakukan pengujian, diantaranya:

- Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

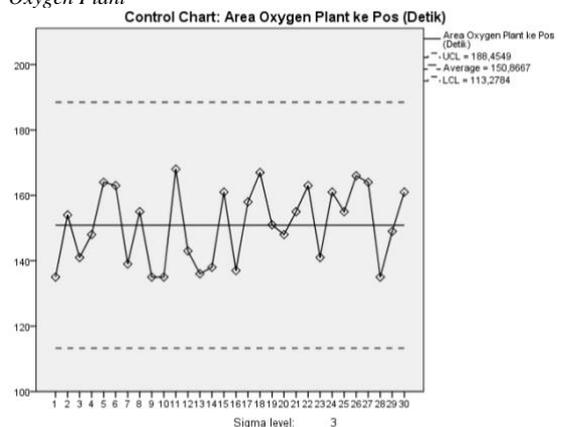
Dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan data yang digunakan pada pengujian ini merupakan data pengamatan yang dikumpulkan pada Tabel 8. Perhitungan uji keseragaman data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* ini dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 28. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari Pos ke area *Oxygen Plant*



Gambar 29. Hasil uji keseragaman data waktu Pencatatan data *Oxygen Plant*



Gambar 30. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari area *Oxygen Plant* ke Pos

Dari hasil uji keseragaman data pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 di atas terlihat bahwa persebaran data pada keseluruhan sampel adalah seragam dan tidak ada data yang diluar batas atas serta batas bawah data yang artinya data dapat digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

- Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

Uji Kecukupan data dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% ($k=2$) dan derajat

ketelitian (s) sebesar 0,05. Berikut pada Tabel 9 merupakan rekapitulasi hasil uji kecukupan data yang dihitung secara manual menggunakan rumus diatas.

Tabel 13. Hasil uji kecukupan data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

No.	Data	N	N'	Ket.
1	Pos - <i>Oxygen Plant</i>	30	7.69	Cukup
2	Pencatatan data di Area <i>Oxygen Plant</i>	30	11.8	Cukup
3	<i>Oxygen Plant</i> - Pos	30	9.01	Cukup

Dari Tabel 9 diatas, didapatkan bahwa hasil dari perhitungan uji kecukupan data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* adalah cukup untuk ketiga kelompok data tersebut.

- Uji Normalitas Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*
Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran data yang telah dikumpulkan apakah normal atau tidak. Berikut merupakan hasil dari perhitungan uji normalitas yang dilakukan menggunakan software SPSS.

Tabel 14. Hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke area *Oxygen Plant*

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Pos Ke Area <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	.132	30	.195

Tabel 15. Hasil uji normalitas data waktu Pencatatan data *Oxygen Plant*

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Pengambilan Data <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	.156	30	.060

Tabel 16. Hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari area *Oxygen Plant* ke Pos

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Area <i>Oxygen Plant</i> ke Pos (Detik)	.144	30	.115

Dengan α sebesar 0,05 maka dapat diputuskan bahwa data terdistribusi dengan normal apabila *P-value* lebih besar dari 0,05 ($P\text{-value} > \alpha$). *P-value* merupakan data yang didapatkan pada tabel hasil uji normalitas pada bagian Kolmogorov-Smirnov dan tepatnya pada kolom Sig. Berikut

adalah rekapitulasi hasil perhitungan uji normalitas data waktu proses pencatatan data di Area *Oxygen Plant*.

Tabel 17. Rekapitulasi Hasil Uji Kecukupan data

No.	Data	P-Value	α	Hasil	Ket.
1.	Pos - <i>Oxygen Plant</i>	0.195	0.05	P-value > α	Normal
2.	Pencatatan Data di area <i>Oxygen Plant</i>	0.06	0.05	P-value > α	Normal
3.	<i>Oxygen Plant</i> - Pos	0.115	0.05	P-value > α	Normal

Dari Tabel 13 didapatkan bahwa hasil dari uji normalitas ketiga sampel data adalah normal yang artinya data terdistribusi secara normal.

- Data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* setelah penerapan

Tabel 18. Data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time*

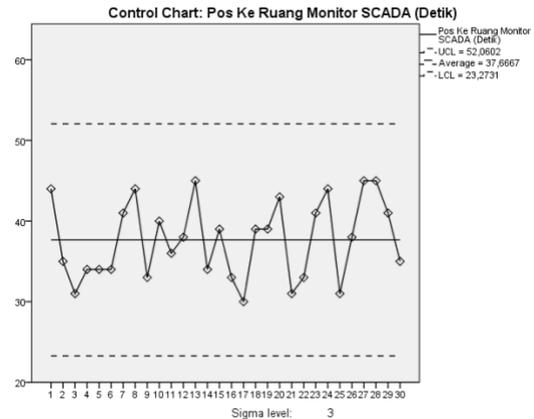
No	Tanggal	Pukul	Pos ke Ruang Monitor SCADA (Detik)	Pengambilan Data <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	Ruang Monitor SCADA ke Pos (Detik)
1	20-Apr-21	06.00	44	32	31
2	20-Apr-21	08.00	35	36	30
3	20-Apr-21	10.00	31	40	36
4	20-Apr-21	12.00	34	42	40
5	20-Apr-21	14.00	34	36	33
6	20-Apr-21	16.00	34	32	35
7	21-Apr-21	06.00	41	37	38
8	21-Apr-21	08.00	44	34	34
9	21-Apr-21	10.00	33	32	38
10	21-Apr-21	12.00	40	33	37
11	21-Apr-21	14.00	36	40	45
12	21-Apr-21	16.00	38	30	43
13	22-Apr-21	06.00	45	35	41
14	22-Apr-21	08.00	34	43	37
15	22-Apr-21	10.00	39	39	40

16	22-Apr-21	12.00	33	44	38
17	22-Apr-21	14.00	30	40	34
18	22-Apr-21	16.00	39	38	38
19	23-Apr-21	06.00	39	31	33
20	23-Apr-21	08.00	43	43	45
21	23-Apr-21	10.00	31	31	33
22	23-Apr-21	12.00	33	34	45
23	23-Apr-21	14.00	41	41	39
24	23-Apr-21	16.00	44	38	37
25	24-Apr-21	06.00	31	35	37
26	24-Apr-21	08.00	38	36	39
27	24-Apr-21	10.00	45	45	33
28	24-Apr-21	12.00	45	30	31
29	24-Apr-21	14.00	41	42	37
30	24-Apr-21	16.00	35	35	45
Total Waktu			1130	1104	1122
Rata-Rata/Waktu Siklus			37,67	37	37,40

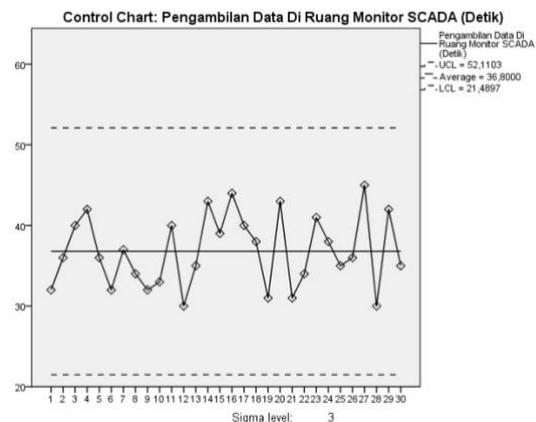
Dari data pada Tabel 14 diatas, dapat dilihat bahwa waktu siklus yang dibutuhkan oleh operator untuk melakukan pencatatan data *Oxygen Plant* di ruang monitor SCADA adalah sebanyak $\pm 1,86$ menit (37,67 detik + 37 detik + 37,40 detik).

- Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

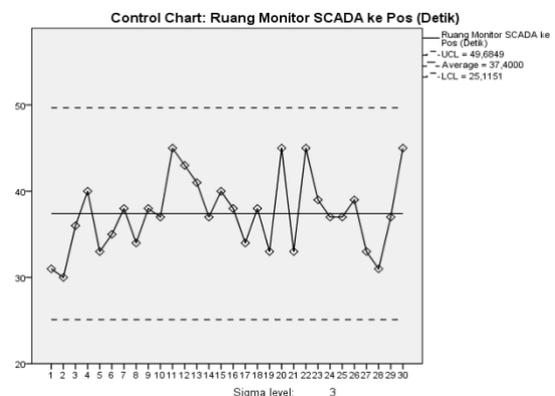
Berikut merupakan hasil uji keseragaman dari data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* yang dilakukan menggunakan software SPSS.



Gambar 31. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari Pos ke ruang monitor SCADA



Gambar 32. Hasil uji keseragaman data waktu pencatatan data di ruang monitor SCADA



Gambar 33. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari ruang monitor SCADA ke Pos

Dari hasil uji keseragaman data pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 di atas terlihat bahwa persebaran data pada keseluruhan kelompok data adalah seragam dan tidak ada data yang diluar batas atas serta batas bawah data yang artinya data dapat digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

- Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

Tabel 19. Rekapitulasi hasil uji kecukupan data

waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah implementasi

No.	Data	N	N'	Ket.
1	Pos – Ruang <i>Monitor</i> SCADA	30	25,66	Cukup
2	Pengambilan Data <i>Oxygen Plant</i> di Ruang <i>Monitor</i> SCADA	30	22,72	Cukup
3	Ruang <i>Monitor</i> SCADA – Pos	30	20,64	Cukup

Pada Tabel 15 di atas terlihat bahwa hasil perhitungan uji kecukupan data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring* adalah cukup untuk ketiga kelompok data yang diuji.

- Uji Normalitas Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

Tabel 20. Hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke ruang monitor SCADA

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Pos ke Ruang <i>Monitor</i> SCADA (Detik)	.100	30	.200*

Tabel 21. Hasil uji normalitas data waktu pencatatan data di ruang monitor SCADA

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Pengambilan Data <i>Oxygen Plant</i> (Detik)	.112	30	.200*

Tabel 22. Hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari ruang monitor SCADA ke Pos

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Ruang <i>Monitor</i> SCADA ke Pos (Detik)	.105	30	.200*

Berikut pada Tabel 19 merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji normalitas data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring*.

Tabel 23. Rekapitulasi hasil uji normalitas data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah implementasi

No.	Data	P-Value	α	Hasil	Ket.
1.	Pos - Ruang <i>Monitor</i> SCADA	0,2	0,05	P- $value > \alpha$	Normal
2.	Pengambilan	0,2	0,05	P-	Normal

		$value > \alpha$			
3.	Data di Ruang <i>Monitor</i> SCADA - Pos	0,2	0,05	P- $value > \alpha$	Normal

Dari Tabel 19 di atas, terlihat bahwa hasil uji normalitas data untuk ketiga kelompok data yang diuji adalah lebih besar dari α/σ yang digunakan. Artinya ketiga kelompok data berdistribusi secara normal dan data dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya.

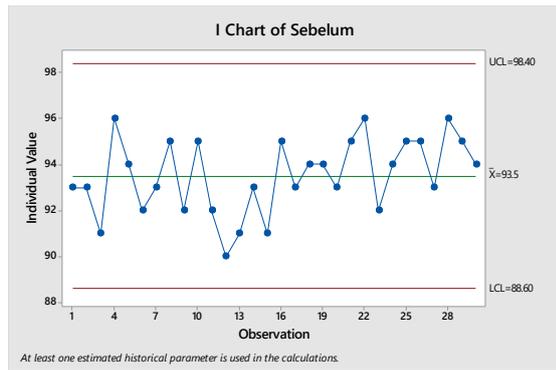
- c. Data Tingkat Intensitas Paparan Suara yang Diterima Operator Sebelum dan Sesudah penerapan

Tabel 24. Data Intensitas Suara

Sebelum (dB)		Sesudah (dB)	
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

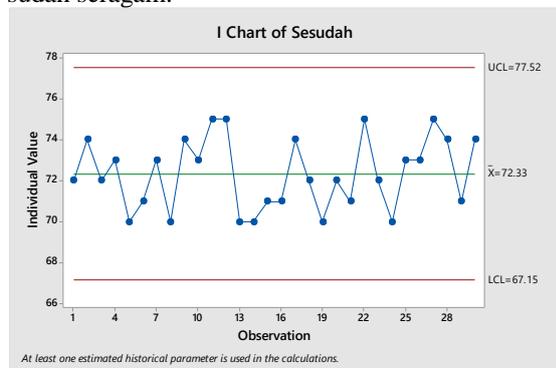
- Uji Keseragaman Data Tingkat Intensitas Paparan Suara yang Diterima Operator

Untuk melakukan pengujian keseragaman dilakukan pengolahan dengan menghitung rata-rata (*mean*), BKA (batas kontrol bawah), dan BKB (batas kontrol bawah) untuk mengetahui data yang akan diolah sudah seragam.



Gambar 34. Uji Keseragaman data intensitas paparan suara sebelum penerapan sistem *monitoring Real-Time*

Berdasarkan Gambar 12 di atas dapat diketahui bahwa data intensitas paparan suara sebelum penerapan sistem *monitoring Real-Time* sudah seragam.



Gambar 35. Uji keseragaman data intensitas paparan suara sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*

Berdasarkan Gambar 13 di atas dapat diketahui bahwa data intensitas paparan suara sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time* sudah seragam.

- Uji Normalitas Data Tingkat Intensitas Paparan Suara yang Diterima Operator

Uji normalitas ini menggunakan data sebanyak 30 sampel dan dengan menggunakan nilai signifikansi sebesar 5%. Sehingga hasil yang didapatkan dengan menggunakan software SPSS dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 25. Hasil uji normalitas data intensitas paparan suara sebelum penerapan sistem *monitoring Real-Time*

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Sebelum	.154	30	.068

Pada tabel 21 di atas dapat dilihat bahwa nilai *P-value* yang didapatkan adalah sebesar 0.69 artinya data yang akan diolah berdistribusi normal (*P-value* > 0.05).

Tabel 26. Uji Normalitas data setelah dilakukan

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Sesudah	.146	30	.100

pengendalian risiko

Berdasarkan Tabel 22 di atas dapat dilihat bahwa nilai *P-value* yang didapatkan adalah sebesar 0.1 artinya data yang akan diolah berdistribusi secara normal (*P-value* > 0.05).

- Uji Kecukupan Data Tingkat Intensitas Paparan Suara yang Diterima Operator

Berikut merupakan hasil perhitungan secara manual untuk uji kecukupan data intensitas paparan suara yang diterima operator saat melakukan pencatatan data *Oxygen Plant*.

Uji Kecukupan Data Sebelum Penerapan Sistem *Monitoring*

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

$$N' = 0.472$$

Uji Kecukupan Data Sesudah Penerapan Sistem *Monitoring*

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

$$N' = 0.883$$

Tabel 27. Rekapitulasi hasil Uji Kecukupan Data intensitas paparan suara

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

Berdasarkan hasil pada Tabel 23 di atas dapat diketahui bahwa $N' < N$ sehingga data yang akan digunakan sudah mencukupi dan tidak diperlukan penambahan data lagi.

- Uji T Berpasangan pada Data Sebelum dan Sesudah Penerapan Sistem
 - Uji T Berpasangan pada Data Waktu Proses Pencatatan Data

Berikut pada Gambar 14 merupakan hasil perhitungan uji t berpasangan pada data waktu proses pencatatan data sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time Oxygen*

Plant menggunakan software SPSS.

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pos Ke Area Oxygen Plant (Detik) - Pos Ke Ruang Monitor SCADA (Detik)	114,56667	12,38376	2,26095	109,94250	119,19084	50,672	29	,000
Pair 2	Pengambilan Data Di Area Oxygen Plant (Detik) - Pengambilan Data Di Ruang Monitor SCADA (Detik)	26,46667	7,28595	1,33023	23,74605	29,18728	19,896	29	,000
Pair 3	Area Oxygen Plant ke Pos (Detik) - Ruang Monitor SCADA ke Pos (Detik)	113,46667	11,75243	2,14569	109,07824	117,85510	52,881	29	,000

Gambar 36. Output SPSS Uji T Berpasangan Data Waktu Proses Pencatatan data *Oxygen Plant* Sebelum dan Sesudah implementasi

Pada Gambar 14 di atas, didapatkan hasil pengujian t berpasangan untuk ketiga kelompok data baik Sebelum dan Sesudah penerapan Sistem *monitoring*. Berikut adalah uraian dan rekapitulasi dari hasil pengujian.

- 1) Pada pengujian pasangan pertama, yakni data waktu perjalanan operator dari pos ke area *Oxygen Plant* sebagai data sebelum penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Data waktu perjalanan operator dari pos ke ruang monitor SCADA sebagai data sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Pada Gambar 14 ditunjukkan bahwa nilai t dari hasil uji t berpasangan untuk pasangan ini adalah sebesar 50,672.
- 2) Pada pengujian pasangan kedua, yakni data waktu pencatatan data di area *Oxygen Plant* sebagai data sebelum penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Data waktu pencatatan data di ruang monitor SCADA sebagai data sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Pada Gambar 14 ditunjukkan bahwa nilai t dari hasil uji t berpasangan untuk pasangan ini adalah sebesar 19,896.
- 3) Pada pengujian pasangan ketiga, yakni data waktu perjalanan operator dari area *Oxygen Plant* ke pos sebagai data sebelum penerapan Sistem *monitoring Real-Time*. Data waktu perjalanan operator dari ruang monitor SCADA ke pos sebagai data sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Pada Gambar 14 ditunjukkan bahwa nilai t dari hasil uji t berpasangan untuk pasangan ini adalah sebesar 52,881.

Dengan jumlah sampel sebanyak 30 dan menggunakan sigma sebesar 0,05 didapatkan nilai t tabel sebesar 2,04227. Dengan ketentuan jika t hitung lebih kecil dari t tabel, maka H0 diterima dan H1 ditolak. Artinya tidak terdapat perbedaan

antara data sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Jika t hitung lebih besar dari t tabel, maka H1 diterima dan H0 ditolak. Artinya terdapat perbedaan antara data sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time*. Berikut adalah rekapitulasi hasil analisis uji t dari data waktu pencatatan data.

Tabel 28. Rekapitulasi hasil analisis uji t dari data waktu pencatatan data

Pasangan ke-	T Hitung	T Tabel	Hasil	Ket.
1 Pos ke area <i>Oxygen Plant</i> - Pos ke Ruang Monitor SCADA (Detik)	50,672	2,04227	T Hitung > T Tabel	H1 diterima, terdapat perbedaan pada kedua kelompok data
2 Pengambilan data di area <i>Oxygen Plant</i> - Pengambilan data di Ruang Monitor SCADA (Detik)	19,896	2,04227	T Hitung > T Tabel	H1 diterima, terdapat perbedaan pada kedua kelompok data
3 Area <i>Oxygen Plant</i> ke Pos - Ruang Monitor SCADA ke Pos	52,881	2,04227	T Hitung > T Tabel	H1 diterima, terdapat perbedaan pada kedua kelompok data

Dari Tabel 24 di atas, terlihat bahwa hasil uji dan analisis dari ketiga pasangan data menunjukkan

bahwa nilai T hitung yang didapatkan lebih besar dari nilai T tabel untuk ketiga pasangan data tersebut. Artinya, H11 diterima dan terdapat perbedaan pada data waktu kerja operator Sebelum dan Sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time Oxygen Plant*.

b. Uji T Berpasangan pada Data Tingkat Intensitas Suara di Area *Oxygen Plant*

Berikut adalah hasil perhitungan uji t berpasangan pada data tingkat intensitas paparan suara yang diterima operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Real-Time Oxygen Plant* menggunakan software SPSS.

Tabel 29. *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

Pada tabel 25 di atas, dapat dilihat bahwa nilai t hitung yang didapatkan dari uji t berpasangan pada data intensitas paparan suara yang diterima oleh operator adalah sebesar 48,144. Dengan nilai t tabel sebesar 2,04227 yang didapatkan dari tabel t pada Lampiran. Dari nilai yang telah didapatkan tersebut dapat dilihat bahwa nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel ($t_{hitung} > t_{tabel}$). Artinya H12 diterima dan terdapat perbedaan tingkat kebisingan sebelum dan sesudah diterapkannya sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* dengan menggunakan *Citect SCADA*. Dari hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa intensitas paparan suara yang diterima oleh operator dalam melakukan pencatatan data berkurang secara signifikan.

3. *Saving Time*

Dari data waktu kerja hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sebelum adanya penerapan sistem *monitoring Real-Time* pada *Oxygen Plant* waktu kerja yang dibutuhkan operator untuk melakukan pencatatan data parameter *Oxygen Plant* adalah rata-rata selama 6,11 menit. Setelah penerapan tersebut dilakukan, didapatkan waktu kerja yang dilakukan oleh operator dengan rata-rata selama 2,34 menit. Dari

data-data waktu kerja sebelum dan sesudah penerapan tersebut kemudian dilakukan perhitungan dimana didapatkan waktu simpan untuk operator adalah sebesar 3,77 menit (6,11 menit - 2,34 menit). Jika dalam satu *shift* hal tersebut dilakukan sebanyak enam kali atau 12 kali perhari, maka dalam satu bulan (30 hari kerja) operator bisa mendapatkan waktu simpan hingga sebanyak 1357,2 menit atau selama 22,62 jam.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu pengendalian yang dapat dilakukan dari potensi risiko, yaitu mengurangi risiko dengan rekayasa teknik, administratif dan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Rekayasa teknik yang dilakukan yaitu rancang bangun sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time*. Sedangkan, Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan apabila memasuki area *Oxygen Plant* terutama menggunakan Earplug. Sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time* yang telah dirancang berhasil dibuat dan diterapkan. Persentase keberhasilan program dijalankan di semua komputer yang terintegrasi dengan jaringan LAN yang digunakan sesuai skenario program mencapai 100%. Dari data waktu kerja operator yang telah dikumpulkan didapatkan *time saving* sebanyak 4,25 menit atau sebesar 69.5% bagi operator *Oxygen Plant*. Hasil uji t berpasangan yang dilakukan pada tiga pasangan data waktu kerja pun juga menunjukkan bahwa ketiga pasangan tersebut menerima H11 yang artinya terdapat perbedaan pada data waktu kerja operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time*. Pengujian analisis statistik pada data intensitas paparan suara yang diterima operator dilakukan menggunakan uji t berpasangan dengan hasil t-hitung > t-tabel sehingga H12 diterima dan terdapat perbedaan pada data tingkat intensitas paparan suara yang diterima operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *Real-Time*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, S., & Suratman, S. (2017). Biooksidasi: Teknologi Alternatif Pengolahan Bijih Emas Refraktori. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 13(3), 197. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol13.no3.2017.191>
- [2] Zulmi, M. I., Fachrul, M. F., & Purwaningrum, P. (2018). Analisis Tingkat Kebisingan Terhadap Kesehatan Pekerja, Di

- PT . Semen Padang, Sumatera Barat. Seminar Nasional Cendekiawan, 2009–2012.
- [3] Jatnika, R. N. Q., Qinthara, Fachrul, M. F., & Sintorini, M. M. (2018). Analisis dampak kebisingan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan pada industri pemintalan benang. 13, 691–694.
- [4] Ramadhan, F. (2017). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) menggunakan metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). Seminar Nasional Riset Terapan, November, 164–169.
- [5] Farah, F. B. (2017). Use of SCADA system for remote *monitoring* of Khartoum state water corporation موطر خلا تيارو مايم تتهي ل دعبر نء .تبقار ملا اداكسا جازن مادختسا.
- [6] Akbar, M. R., Munazzar, S., Amran, Y., Nasir, M., Elektro, J. T., & Lhokseumawe, P. N. (2020). Aplikasi Vijeo *Citect* Menggunakan PLC TWDLCAA24DRF Berbasis SCADA. 17(1), 23–28.
- [7] Wu, W., Ma, Y., & Jiang, S. (2018). Research on Shale Gas Station Communication Technology Based on KEPServerEX 基于 KEPServerEX 的页岩气站通信技术研究. 40(October), 86–90. <https://doi.org/10.12677/jogt.2018.405108>
- [8] Putra, R. A. (2017). Analisa Potensi Bahaya dan Pengendalian Risiko K3 pada Produksi Plastik dengan Metode HIRARC.
- [9] Sommet, N., & Morselli, D. (2017). Keep calm and learn multilevel logistic modeling: A simplified three-step procedure using stata, R, Mplus, and SPSS. *International Review of Social Psychology*, 30(1), 203–218. <https://doi.org/10.5334/irsp.90>
- [10] Subekti, A. T., & Aras, A. F. (2019). Perancangan Tempat Tidur Bayi aan Lemari Multifungsi Ergonomis Menggunakan Produk Recycle Drum. *Jurnal Inovator*, 2(2), 10–17. <https://doi.org/10.37338/ji.v2i2.72>
- [11] Widodo, L., Aritanti, S., & Aulia Kurniawan, F. (2018). Perancangan Stasiun Kerja Ergonomis pada Stasiun Kerja CV. *Karyamitra Lestari*. 6(1), 29–34.
- [12] Sokhibi, A. (2017). Perancangan Kursi Ergonomis untuk Memperbaiki Posisi Kerja pada Proses Packaging Jenang Kudus, Program Studi Teknik Industri , Fakultas Teknik , Universitas Muria Kudus Jl . Lingkar Utara Gondangmanis Bae Kudus Jawa Tengah 59327 Email : akh. 3(1), 61–72.
- [13] Amaliah, R. (2017). Hasil Belajar Biologi Materi Sistem Gerak Dengan Menerapkan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Rotating Trio Exchange (Rte) Pada Siswa Kelas XI SMAN 4 BANTIMURUNG. 08(1), 11–17.
- [14] Kim, H., Park, C., & Wang, M. (2018). Paired t-test based on robustified statistics.